

# DESDE LA PATAGONIA

## D I F U N D I E N D O S A B E R E S

**Y LOS GENES VOLVIERON A CASA**

**MEMORIAS ATÓMICAS**

**SOBREVIVIR O MORIR DE SED**

**OTRA CARA DE LAS AVISPAS**

**DESDE LA PATAGONIA:**

**LENTO: FESTIVAL ARTE-CIENCIA**

**NUEVO LABORATORIO PARA LA CRÍA DE ABEJAS**

**NUEVA DIPLOMATURA EN APICULTURA SUSTENTABLE Y POLINIZACIÓN**



**REPORTAJE:**

**GUILLERMO ABRAMSON**

**ENSAYO:**

**LOS NUEVOS LIBROS DE ARENA**

**RESEÑAS DE LIBROS**

**TESIS: HIJAS DEL FUEGO**

**EN LAS LIBRERÍAS**

**ARTE: SANTIAGO AZAR**



# DESDE LA PATAGONIA DIFUNDIENDO SABERES

REVISTA SEMESTRAL  
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA  
DEL CENTRO REGIONAL  
UNIVERSITARIO BARILOCHE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Bariloche, Río Negro, Argentina

## Grupo de trabajo

### Equipo de Dirección

Cecilia Fourés  
Mónica de Torres Curth  
Gustavo Viozzi  
Rocío Vega

### Gestión institucional

Marcelo Alonso

### Comité editorial

Diego Añón Suárez  
Marina Arbetman  
Melisa Blackhall  
Melina Camorro  
Mariana Chiuffo  
Hugo Corso  
Marcelo Esquivel  
Natalia Fernández  
Cecilia Fourés  
Jorgelina Franzese  
Daniel García  
Miriam Gobbi  
Natalia Lescano  
Patricia Pérez  
Gabriela Pirk  
Carlos Rauque  
Flavia Santamaría  
Gustavo Viozzi

### Corrección y revisión de estilo

Carolina Biscayart  
Silvia Collazo  
Jorgelina Franzese  
Carlos Rauque  
Mónica de Torres Curth

### Diseño, diagramación y página web

Rocío Vega

### Editor

Secretaría de Ciencia, Técnica y Vinculación  
Secretaría de Extensión  
Centro Regional Universitario Bariloche  
Universidad Nacional del Comahue



desdelapatagoniads@gmail.com  
desdelapatagonia.uncoma.edu.ar

ISSN (impreso) 1668-8848  
ISSN (en línea) 2618-5385

Imagen de tapa: Mónica de Torres Curth  
Diseño de tapa: Rocío M. Vega

La revista no se responsabiliza por las opiniones  
vertidas por los autores. Cada artículo ha sido  
sometido a evaluación por especialistas.

## Editorial

Cuando publicamos un nuevo ejemplar confirmamos el compromiso de concebir al conocimiento como un bien público, social y colectivo. Consideramos necesario redoblar nuestro esfuerzo en estos tiempos donde las instituciones que tienen la función de producir saberes de diversos campos científicos se encuentran fuertemente atacadas desde el gobierno. Si el Estado desfinancia la producción científica, para propiciar la inversión privada y el arancelamiento, nos encontraremos en un escenario donde el acceso al conocimiento sólo será posible para quienes pueden pagar. Acordando con políticas públicas como la que hace 75 años suspendió el cobro de aranceles en las universidades estatales, creemos necesario continuar por caminos de democratización y socialización del conocimiento.

Recuperamos aquí los relatos, y con ello las percepciones, sobre el Centro Atómico Bariloche desde la memoria de jubilados/as como sujetos participantes que dieron vida a esta institución.

Además, contamos con artículos que analizan nuestros bosques: uno de ellos estudia el panorama que el cambio climático, y su amenaza con períodos de mayor intensidad de sequías, genera sobre algunas especies de árboles: coihues, lengas y cipreses. En la misma línea, otro artículo focaliza su estudio en pequeños bosquetes de ciprés y el análisis de sus recursos genéticos, todo lo cual aporta datos para la conservación de la especie. En la sección Tesis, una flamante egresada nos cuenta sobre la viabilidad mostrada por semillas de cuatro especies nativas de árboles ante los efectos de las altas temperaturas y la posibilidad de ser utilizadas en un proceso de reforestación. Por su parte, el artículo "Las otras caras de las avispas" nos acerca a una interesante investigación sobre las sorprendentes habilidades cognitivas de las chaquetas amarillas. Entrevistamos a Guillermo Abramson, científico y divulgador de las ciencias, quien incursiona en el campo de la astronomía para comprender un poco más nuestro vasto universo y su manifestación en fenómenos cotidianos. En un ensayo, el autor busca aportar una mirada crítica sobre el campo de la educación realizando un recorrido por diversos dispositivos de lectura y escritura, incluyendo el aula virtual. La sección Desde La Patagonia nos muestra que seguimos una agenda de nuevos espacios de construcción de conocimientos y formación. Por eso, sus protagonistas nos cuentan sobre el Laboratorio para la Cría de Abejas. Asimismo, la Diplomatura en Apicultura Sustentable y Polinización busca ofrecer un espacio formativo que responda a demanda de conocimientos específicos por parte de agricultores, apicultores y gestores de áreas protegidas. Por último, organizadores del Festival de Arte-Ciencia, relatan el desarrollo de un evento creativo e innovador de intercambio entre las artes y las ciencias. Como es habitual, nuestros lectores encontrarán reseñas de dos libros: "Aprender a estudiar" y "Documentos inéditos en lenguas fuegopatagónicas (1880-1950)". Nuestra sección de En las librerías, nos acerca sugerencias de diversos libros premiados y editados por el Fondo Editorial Rionegrino. Por último, en la sección Arte conocemos al polifacético Santiago Azar artista plástico y creador de la banda El Alambique. Para quienes hacemos la revista, cada nueva entrega es siempre un placer.





# Índice

- 2** **Y LOS GENES VOLVIERON A CASA**  
*por Mario J. Pastorino, M. Eva Ceballos, Alejandro G. Aparicio, M. Marta Azpilicueta, Mariano A. Catalán, Mario R. Huentú, Fabián N. Jaque, Adolfo Retamal y Patricio Nesci*
- 8** **SOBREVIVIR O MORIR DE SED**  
*por Andrea C. Premoli, Mariana Fasanella, Paula Mathiasen, M. Laura Suarez, Dayana G. Díaz, Griselda Ignazi, Thomas Kitzberger y Cintia P. Souto*
- 17** **RESEÑA DE LIBRO**  
**APRENDER A ESTUDIAR. TÉCNICAS DE ESTUDIO**  
*por Silvia E. Collazo*
- 18** **MEMORIAS ATÓMICAS**  
*por Nicolás Deambrosi*
- 27** **RESEÑA DE LIBRO**  
**DOCUMENTOS INÉDITOS EN LENGUAS FUEGOPATAGÓNICAS (1880-1950)**  
*por Magalí Mayol*
- 28** **REPORTAJE**  
**GUILLERMO ABRAMSON**
- 38** **DESDE LA PATAGONIA**  
**LENTO: FESTIVAL ARTE-CIENCIA**  
*por Gabriela Klier, Sebastian Bustingorry y Martín Virgili*
- NUEVO LABORATORIO PARA LA CRÍA DE ABEJAS**  
*por Marina Arbetman, Carolina Morales, Victoria Campopiano Robinson y Eduardo Zattara*
- NUEVA DIPLOMATURA EN APICULTURA SUSTENTABLE Y POLINIZACIÓN**  
*por Grecia S. de Groot, Carolina Morales, Silvia I. Martínez, Marina Arbetman, Nancy García, Agustín Sáez, Marcelo A. Aizen, Guillermo Huerta, Micaela Buteler*
- 48** **ENSAYOS**  
**LOS NUEVOS LIBROS DE ARENA**  
*por Diego Rodríguez Reis*
- 54** **OTRA CARA DE LAS AVISPAS**  
*por Sabrina Moreyra y Mariana Lozada*
- 60** **TESIS**  
**INFLUENCIA DEL FUEGO SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CUATRO ESPECIES NATIVAS DE LOS BOSQUES PATAGÓNICOS DE LA COMARCA ANDINA DEL PARALELO 42**  
*por Aldana J. Matellini*
- 64** **EN LAS LIBRERÍAS**  
**ARTE: SANTIAGO AZAR**



## CONSERVACIÓN DE BOSQUES

**Y LOS GENES VOLVIERON A CASA**

El caso de los cipreses de Riscos Bayos, una acción de conservación activa de los recursos genéticos de una especie forestal nativa de la Patagonia.

**Mario J. Pastorino, M. Eva Ceballos, Alejandro G. Aparicio, María Marta Azpilicueta, Mariano A. Catalán, Mario R. Huentú, Fabián N. Jaque, Adolfo Retamal y Patricio Nesci**

**Palabras clave:** *Austrocedrus chilensis*, conservación, recursos genéticos, Riscos Bayos, semillas.

**Mario J. Pastorino<sup>1</sup>**

Dr. en Ciencias Forestales  
pastorino.mario@inta.gob.ar

**María Eva Ceballos<sup>2</sup>**

Ingeniera Agrónoma  
eceballos@neuquen.gov.ar

**Alejandro G. Aparicio<sup>1</sup>**

Dr. en Ciencias Biológicas  
aparicio.alejandro@inta.gob.ar

**María Marta Azpilicueta<sup>1</sup>**

Dra. en Ciencias Biológicas  
azpilicueta.maria@inta.gob.ar

**Mariano A. Catalán<sup>2</sup>**

Mg. en Manejo de Recursos Naturales  
amcatalan@neuquen.gov.ar

**Mario R. Huentú<sup>1</sup>**

huentu.mario@inta.gob.ar

**Fabián N. Jaque<sup>1</sup>**

jaque.fabian@inta.gob.ar

**Adolfo Retamal<sup>2</sup>**

Técnico Forestal  
aretamal@neuquen.gov.ar

**Patricio Nesci<sup>2</sup>**

Ingeniero Agrónomo  
pnesci@neuquen.gov.ar

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria Bariloche, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB, INTA - CONICET).

<sup>2</sup> Dirección General de Recursos Forestales, Subsecretaría de Producción, Provincia de Neuquén.

Recibido: 05/06/2024. Aceptado: 20/10/2024.

Cuando escuchamos la palabra “conífera” pensamos automáticamente en los pinos. Es que el cultivo de pinos en la Argentina se ha generalizado tanto que hasta han llegado a asilvestrarse y los encontramos en todas las ecorregiones forestales (ver Glosario) de nuestro país. Sin embargo, las especies de pináceas son originarias del hemisferio norte. No existen los pinos nativos en Argentina. En verdad, nuestros bosques se caracterizan por estar integrados por especies de angiospermas (plantas con flores y frutos) aunque, como en todo, siempre hay excepciones. Entre las coníferas vernáculas se destacan las araucariáceas, las podocarpaceas y las cupresáceas. A este último grupo pertenece el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), que, con su presencia en más de 260.000 hectáreas de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, es la conífera nativa de más amplia distribución en Argentina. Este árbol, de unos 20 metros de altura, tiene una madera de alta calidad y cualidades estéticas, con finas vetas y un color café amarillento que la hace muy apreciada para trabajos de carpintería y revestimientos en viviendas. Forma bosques puros en la transición con la estepa y mixtos con coihue en sitios más húmedos, y un carácter que lo distingue es la separación de los sexos en distintos individuos, de modo que hay cipreses femeninos (producen semillas) y cipreses masculinos (producen polen).

**El acervo genético: una riqueza hereditaria**

Pese a ser amplia, la distribución del ciprés de la cordillera se caracteriza por su fragmentación. A la par de bosques inmensos y exuberantes, existen parches boscosos pequeños y aislados (llamados bosquetes), constituidos por algunas decenas de árboles dispersos en una matriz de estepa. Estos bosquetes esteparios ubicados en las márgenes de la distribución natural de la especie fueron históricamente ignorados por su prácticamente nulo valor de uso, circunscripto a la extracción de algún que otro poste para utilizar localmente.





Imagen: M. Pastorino.

**Figura 1. Imagen panorámica de los Riscos Bayos.**

Sin embargo, estudios específicos de las últimas tres décadas han servido para valorizar sus recursos genéticos. De hecho, pudo comprobarse que los mayores niveles de variación genética de la especie en Argentina se encuentran en los bosquetes marginales esteparios del norte de la distribución, con valores superiores a los de bosques bien desarrollados y extensos como los de El Bolsón o Villa Traful. Este fue un resultado sorprendente, justamente por su pequeña dimensión y gran aislamiento. Unos pocos árboles vetustos, tortuosos, de menos de siete metros de altura, albergan una riqueza genética superior a la de bosques de miles de árboles vigorosos, de más de 20 metros de altura y con una profusa regeneración. También se comprobó que cuentan con genes (ver Glosario) o combinaciones de genes que no se encuentran en otros bosques, y que, por lo tanto, los hacen diferentes, una cualidad que se define como de “alta diferenciación”.

La variación genética es el reflejo del número de variantes genéticas -alelos y genotipos (ver Glosario)- que alberga un grupo de individuos que coexisten. Cuanta más variabilidad en este aspecto, mayor será la capacidad de adaptación (ver Glosario), o sea, mayor será la probabilidad de que alguna de las variantes presentes en esa población (ver Glosario) pueda sobrevivir frente a un cambio ambiental. Esta habilidad esencial de los seres vivos es ventajosa en el actual contexto de cambio climático global, donde las condiciones del clima experimentan cambios que suceden a una velocidad sorprendente y por causas humanas. Las poblaciones con niveles de variación genética bajos serán las más propensas a extinguirse. Así que “alta variación” es sinónimo de “alta probabilidad de supervivencia”. Además, hay

que agregar un concepto: la variación genética de una población natural de árboles es el resultado de procesos evolutivos de cientos de miles de años. Por ende, no podemos fabricarla, simplemente la heredamos. Si la conservamos, lograremos dejarla en herencia; si no lo hacemos, habremos privado a generaciones futuras de lo que nosotros pudimos disfrutar.

Las poblaciones marginales de cualquier especie suelen albergar genes interesantes para la adaptación a condiciones ambientales extremas, y por cierto que son extremas las condiciones de algunos de esos bosquetes de ciprés. Resumiendo, en esos parches boscosos tenemos alta variación genética relativa, alta diferenciación y condiciones ambientales marginales, o sea un combo imposible de pasar desapercibido para cualquier genetista que se interese en cultivar la especie.

### **Conservar no es solo restringir**

En ocasiones, para la conservación de los recursos naturales no alcanza con evitar su uso o reglamentar su intangibilidad (conservación pasiva), y en cambio se hace necesaria también una intervención directa que asegure la regeneración de manera asistida (conservación activa). Este es el caso del bosque de ciprés de la cordillera ubicado en cercanías de la localidad de Loncopué en la Provincia de Neuquén, sobre una particular formación geológica denominada localmente Riscos Bayos (ver Figura 1). Se trata de una población constituida por unos 200 árboles dispersos, creciendo en las grietas de esos afloramientos rocosos de tobas pumíficas (ver Glosario), de unos cuatro kilómetros de largo y unos 400 metros de ancho (ver Figura 2). Allí, las condiciones ambientales son muy adversas, con un régimen de precipitaciones de unos





Imagen: M. Pastorino.

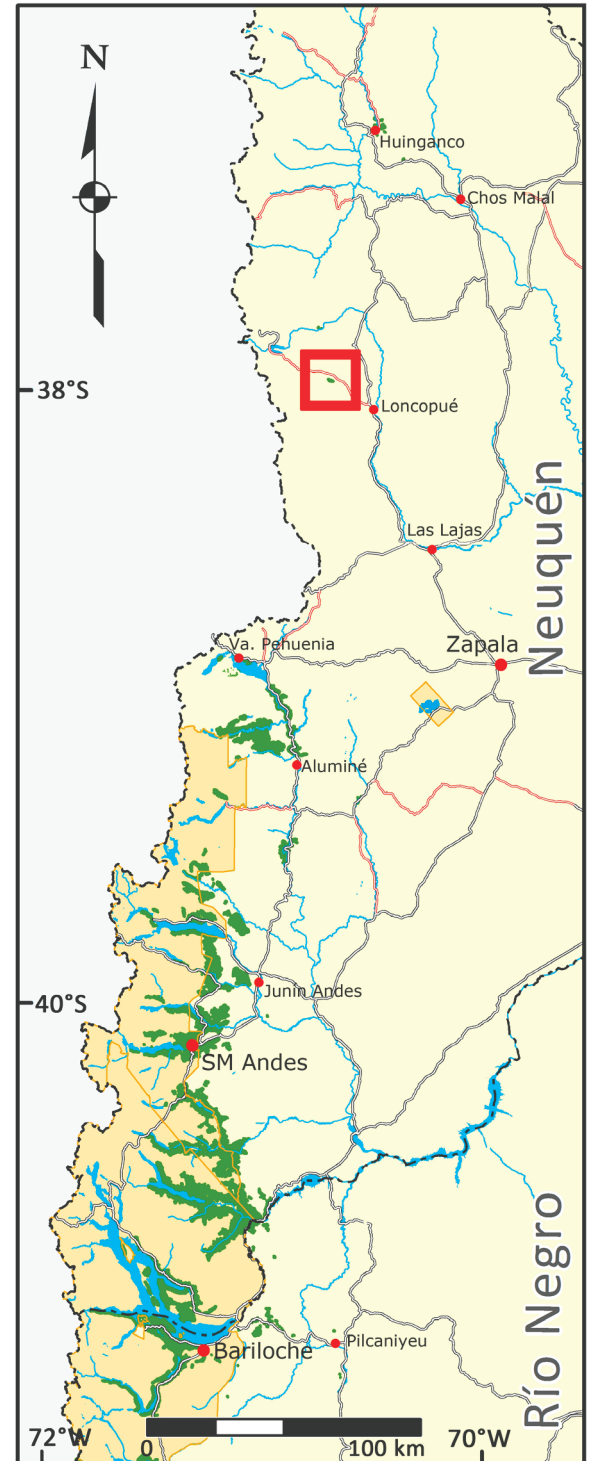
**Figura 2. Cipréses dispersos entre las grietas de los Riscos Bayos.**

250 milímetros anuales, muy fluctuante de año en año. Como contracara de los 200 árboles supervivientes, pueden encontrarse otros tantos tocones de los cipréses que hace años fueron volteados a golpe de hacha. Incluso en los individuos vivos se ven signos de talas parciales de las que han logrado reponerse como muestra de su resistencia.

El área de los Riscos Bayos experimentó el uso ganadero de pequeños crianceros trashumantes durante muchos años. En general, son productores de ganado menor, caprino y ovino, que además utilizan equinos como animales de trabajo. La cría es extensiva, sin un manejo del rodeo en potreros, lo que permite el ingreso de los animales en los bosques que transitan, ocasionado daños sobre la regeneración, por consumo, pisoteo o ramoneo. Según registros provinciales de los últimos 20 años, otro de los disturbios presentes en la zona de transición entre la estepa y los bosques de los departamentos Ñorquín, Loncopué y Picunches, son los incendios recurrentes de tamaño intermedio y de severidad baja, que afectan principalmente pastizales, pero en ocasiones también a los bosques adyacentes.

### Los recursos genéticos de Riscos Bayos

Cuesta creer la presencia de cipréses en este rincón estepario, totalmente aislados de sus congéneres. Más de 100 kilómetros en línea recta y altas montañas separan a este bosque de los continúos de cipréses más próximos (ver Figura 3). Posiblemente se trate de un relictos (ver Glosario) que escapó de los alcances de las últimas glaciaciones y ha quedado como testimonio de una arcaica distribución más extendida. Abonan esta hipótesis los resultados de estudios liderados por los investigadores Pastorino, Aparicio y Arana del INTA Bariloche, quienes reportaron que, entre otros 26 bosques de ciprés en Argentina, este pequeño bosque se distingue como el más diferenciado y con un nivel de variación genética en "marcadores" relativamente



**Figura 3. Distribución norte argentina de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en parches verdes. Con el recuadro rojo se destaca la población de Riscos Bayos.**

alto. Los marcadores genéticos son porciones de ADN (la molécula de la herencia) o su primera expresión, que pueden variar de un individuo a otro "marcando" diferencias entre ellos. Esas diferencias a nivel de moléculas pueden expresarse en caracteres observables a simple vista, o pasar desapercibidas en condiciones normales.

Así, esta población esteparia de ciprés tiene una constitución genética diferencial, que la distingue de otros bosques de la especie. Alberga genes (o

combinaciones de genes) únicos, los que además muestran una riqueza destacable. No sabemos para qué pueden servir particularmente, pero sí sabemos que, en caso de perderlos, no podrán ser recuperados nunca más. Tal vez, en ese acervo genético esté la clave para cultivar la especie en la estepa, en sitios donde no crece ningún otro árbol.

Asimismo, a través de ensayos clásicos con plantines y el estudio de su variación en rasgos morfológicos, fisiológicos y fenológicos, estos investigadores también observaron que, contrariamente a lo esperado, los niveles de variación genética de este bosque en caracteres potencialmente adaptativos (como los relativos al crecimiento juvenil en altura) fueron bajos. Esto podría indicar una capacidad de adaptación restringida frente a las actuales presiones ambientales impuestas por el cambio climático, lo que podría llevar a la extinción local, si nos desentendiéramos del asunto.

Afortunadamente, desde fines de los años '80 el área se maneja como una reserva privada, cuidando de este modo a los centenarios cipreses. Desde entonces ya no hubo más talas de árboles y, al contrario, se los ha preservado como un carácter distintivo del paisaje, que comenzó a ser utilizado con fines turísticos. Buenas nuevas para los cipreses de los Riscos Bayos. Sin embargo, en más de 20 años de visitas esporádicas hemos observado una regeneración natural muy escasa; en estas dos décadas sólo hemos encontrado un puñado de plantines y árboles juveniles. Tal vez esto esté reflejando la baja variación en caracteres adaptativos juveniles que se ha reportado. Asimismo, advertimos nuevos daños en los viejos cipreses, los cuales podrían deberse a la presencia de ciervos y tal vez ganado doméstico.

### Hechos, no palabras

Situaciones como la de los Riscos Bayos llevaron a la Dirección General de Recursos Forestales de la Provincia de Neuquén a desarrollar el "Plan de Restauración de Áreas Degradadas" con financiamiento de la Ley Nacional 26.331 (Ley de presupuestos mínimos de protección de los bosques nativos). Este Plan tiene como objetivos promover procesos de restauración de áreas degradadas, identificar áreas prioritarias de conservación y prevenir la erosión de suelo en el territorio provincial. Estos objetivos incluyen concientizar a los productores en el manejo del ganado de manera de evitar procesos de degradación del ecosistema, realizar acciones de restauración física del ambiente, planificar la cosecha de semillas, viverización y plantación de especies forestales nativas, y finalmente, establecer un programa de monitoreo de áreas restauradas.

En el marco de este Plan se busca contribuir a la conservación de los recursos genéticos de la población

de ciprés de la cordillera en Riscos Bayos a través de la plantación, en el mismo sitio, de plantines producidos con semillas de la propia población. Este plan obedece a una estrategia de conservación *in situ*, a través de una metodología de regeneración asistida, es decir una regeneración natural ayudada por las personas.

La primera dificultad para este objetivo radicaba en la disponibilidad de semillas de los propios árboles de Riscos Bayos, puesto que no todos los años semillan en cantidad suficiente. En este contexto, en el año 2021 fue convocado para su participación en el proyecto el Grupo de Genética Forestal del INTA Bariloche, el cual cuenta con un banco de semillas de la especie con más de 500 unidades de conservación (lotes de semillas con identificación de población y de árbol madre). En ese banco dinámico se preservan los recursos genéticos de una veintena de poblaciones naturales, con semillas de entre 15 y 30 árboles por población. Decimos que es dinámico porque el número de unidades de conservación fluctúa anualmente con salidas y entradas conforme las semillas son utilizadas para producir plantas y repuestas con nuevas cosechas.

Gracias a los estudios desarrollados por el Grupo de Genética Forestal del INTA Bariloche, el banco contaba en el año 2021 con semillas de Riscos Bayos cosechadas en 2002. Aunque se disponía de una baja cantidad (una decena de gramos), esto permitió iniciar la producción de plantines de manera inmediata en el vivero experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. A pesar de que el material tenía casi veinte años de antigüedad, las buenas prácticas de conservación de semillas posibilitaron la germinación.

Dados el uso ganadero del predio privado (actualmente solo con ganado vacuno), el ingreso de animales domésticos de pobladores vecinos y la presencia de liebres y ciervos silvestres, se decidió establecer una clausura de 5.500 metros cuadrados con alambre tejido, adyacente al bosque de cipreses, pero fuera de él para no interferir en el desarrollo de procesos naturales en la propia población. Luego de tres años de cría en vivero, el 17 de abril del corriente año, personal técnico de la Subsecretaría de Producción de la Provincia de Neuquén y del INTA Bariloche, llevaron a cabo la plantación de 56 cipreses de unos 35 centímetros de altura dentro de la clausura mencionada (ver Figura 4).

Los plantines fueron criados durante dos años en tubetes de 265 centímetros cúbicos con sustrato cuasi inerte (ver Glosario) y fertilizante granulado de liberación lenta (ver Glosario), y un año más en maceta plástica de 1.500 centímetros cúbicos con tierra (ver Figura 5). Para su plantación, se aprovechó la presencia de matas de espino negro (*Colletia hystrix*), palo piche (*Fabiana imbricata*) y coirón (*Festuca* sp.) para proteger los plantines de la insolación directa,



Imagen: M. Pastorino.



**Figura 4. Grupo de plantines de ciprés a punto de plantarse en la clausura.**

ubicándolos del lado sur de las mismas. Esta práctica buscó reproducir un comportamiento natural de algunas especies, al cual en las ciencias ecológicas se denomina “efecto nodriza”, donde ciertas plantas actúan como protectoras de otras, en particular en la etapa de instalación, favoreciendo el arraigo en el sitio. Para finalizar la tarea, se aplicó un riego de asiento (ver Glosario) de aproximadamente dos litros de agua por planta. De este modo, luego de 22 años, los genes volvieron a su casa para asegurar la persistencia de esta tan particular población de ciprés de la cordillera.

El “Plan de Restauración de Áreas Degradadas” incluye la instalación de cartelera para cada una de las clausuras establecidas, incluso la de Riscos Bayos, con el fin de informar a la comunidad del propósito de cada actividad. A su vez, contempla la realización de encuentros con los propietarios de los establecimientos involucrados y con los productores vecinos para conversar sobre la importancia de las acciones llevadas adelante y la restricción de uso de estos espacios.

### La historia continúa

Anualmente se realizará un monitoreo de la superficie plantada, relevando la supervivencia y establecimiento de los ejemplares, y determinando la necesidad de reposición luego de las primeras temporadas de crecimiento.

La casualidad quiso que este fuera un año de relativa buena producción de semillas para los cipreses de los Riscos Bayos. Por ello, los técnicos de la Subsecretaría de Producción de Neuquén no dejaron pasar la oportunidad y realizaron una cosecha, pensando en un próximo ciclo de plantación. Los conos cosechados ya fueron oreados y las semillas extraídas, limpiadas de impurezas y secadas hasta una humedad del seis al ocho por ciento, llegando a un peso total de 85 gramos. Este nuevo material volvió a ocupar el espacio vacante en el banco de semillas del INTA Bariloche, a la espera de la próxima siembra de primavera. En cada una de esas semillas un ciprés dormido espera su momento de volver como árbol a repoblar los Riscos Bayos.

La colaboración entre la Dirección de Recursos Forestales de Neuquén y el INTA Bariloche se renueva con la cosecha de este año. La conservación de los recursos naturales requiere de políticas públicas duraderas y del trabajo conjunto de las diversas instituciones encargadas, tanto las de ciencia como las de gestión. Las investigaciones de base son necesarias para orientar los esfuerzos, pero no podemos quedarnos solo en la información. Por el contrario, debemos tener presente que la toma de decisiones y la ejecución de acciones concretas son el fin último de esos estudios.



**Figura 5. Detalle de la cabellera radicular de uno de los plantines de ciprés plantados.**

Imagen: E. Ceballos.

## Glosario

**Adaptación:** cambio intergeneracional en las frecuencias genéticas de una población (y su consecuente cambio de las frecuencias fenotípicas) que lleva al enriquecimiento de la misma en los genotipos que producen los individuos con mayores chances de sobrevivir y dejar descendencia en las condiciones ambientales en las que les toca vivir.

**Alelo:** cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen y que puede determinar funciones o expresiones diferenciales.

**Ecorregiones forestales:** Una ecorregión es un territorio geográficamente definido en el que dominan condiciones ambientales (geomorfología, suelo, clima, etc.) relativamente uniformes o recurrentes, donde se asientan determinadas comunidades naturales o seminaturales, que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas. Una ecorregión forestal está dominada por especies arbóreas.

**Fertilizante granulado de liberación lenta:** fertilizante en granos que se mezcla con el sustrato de cría de las plantas y va aportando los nutrientes a medida que se disuelve con cada riego en un lapso de varios meses.

**Gen:** porción de ADN que funciona como una unidad molecular de la herencia genética, almacena la información genética y permite transmitirla a la descendencia.

**Genotipo:** información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN, que resulta de una combinación única de alelos de todos los genes que definen a su especie.

**Población:** grupo de seres vivos (animales, vegetales, hongos, etc.) que comparten, en el tiempo y en el espacio, un acervo genético común, y pueden cruzarse y dejar descendencia fértil.

**Población relictual (relictos):** remanentes supervivientes de una población otrora de grandes dimensiones (con abundantes individuos) que se ha reducido por causas naturales.

**Riego de asiento:** riego que se aplica por única vez en el momento de la plantación, que contribuye a la expansión de las raíces y reduce el estrés del trasplante.

**Sustrato cuasi inerte:** se refiere a un sustrato de cultivo de plantas que aporta valores despreciables de nutrientes, y su función se limita a brindar un buen medio físico para el desarrollo radicular.

**Toba pumítica:** tipo de roca ígnea formada por la acumulación de fragmentos de pumita y cenizas volcánicas expulsadas durante erupciones volcánicas explosivas. La pumita es una roca volcánica ligera y altamente porosa, producto de la rápida desgasificación del magma durante una erupción.

## Resumen

El ciprés de la cordillera es la conífera nativa con más amplia distribución de Argentina. Algunos de sus bosques son pequeños grupos aislados de árboles dispersos a los que llamamos bosquetes, y sus recursos genéticos pueden ser importantes para la conservación o el uso de la especie. Entre estos bosquetes se destaca el de Riscos Bayos, en la Provincia de Neuquén, por su particular acervo genético. Su conservación requiere plantar renovals debido a la escasa regeneración natural. La Dirección General de Recursos Forestales de Neuquén trabaja en su restauración en el marco del "Plan de Restauración de Áreas Degradadas", con la colaboración del INTA Bariloche. Se presentan las primeras acciones.

## Para ampliar este tema

- Aparicio, G.A., Pastorino, M.J. y Gallo, L.A. (2010). Genetic variation of early height growth traits at the xeric limits of *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae). *Austral Ecology*, 35: 825-836.
- Pastorino, M.J., Gallo, L.A. y Oudkerk, L. (2001). Aspectos genéticos a tener en cuenta en la cosecha comercial del "Ciprés de la cordillera". *Patagonia Forestal*, 7: 2-5. [[Disponible en Internet](#)]
- Pastorino, M.J., Urretavizcaya, M.F. y Postler, V. (2009). Criterios genéticos para la gestión de los bosques. *Patagonia Forestal*, 15(1): 5-8. [[Disponible en Internet](#)]
- Pastorino, M.J. y Gallo, L.A. (2009). Preliminary operational genetic management units of a highly fragmented forest tree species of southern South America. *Forest Ecology and Management*, 257: 2350-2358.
- Pastorino, M.J., Aparicio, A.G. y Azpilicueta, M.M. (2015). Regiones de Procedencia del Ciprés de la cordillera y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina. Ediciones INTA, Buenos Aires, 107 pp. [[Disponible en Internet](#)]



## BOSQUES AMENAZADOS POR SEQUÍAS EXTREMAS

**SOBREVIVIR O MORIR DE SED**

El cambio climático desafía a los árboles de la Patagonia a minimizar los riesgos de morir por sequías extremas; no obstante, demuestran tener estrategias para sobrevivir e incluso crecer sin perecer en el intento.

**Andrea C. Premoli, Mariana Fasanella, Paula Mathiasen, M. Laura Suarez, Dayana G. Díaz, Griselda Ignazi, Thomas Kitzberger y Cintia P. Souto**

**Palabras clave:** bosque, fisiología, sequías extremas, variación genética.

**Andrea C. Premoli**<sup>1</sup>

PhD en Biología  
andrea.premoli@comahue-conicet.gob.ar

**Mariana Fasanella**<sup>1</sup>

Dra. en Ciencias Biológicas  
mfasanella@comahue-conicet.gob.ar

**Paula Mathiasen**<sup>1</sup>

Dra. en Biología  
mathiasenp@comahue-conicet.gob.ar

**María Laura Suarez**<sup>1</sup>

Dra. en Biología  
mlsuarez@comahue-conicet.gob.ar

**Dayana G. Díaz**<sup>1</sup>

Lic. en Ciencias Biológicas  
dayanadiaz@comahue-conicet.gob.ar

**Griselda Ignazi**<sup>1</sup>

Dra. en Biología  
griseldaignazi@gmail.com

**Thomas Kitzberger**<sup>1</sup>

PhD en Geografía  
kitzberger@comahue-conicet.gob.ar

**Cintia P. Souto**<sup>1</sup>

Dra. en Biología  
csouto@comahue-conicet.gob.ar

<sup>1</sup>Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo).

Recibido: 23/08/2024. Aceptado: 22/10/2024.

Las sequías o períodos de baja disponibilidad de agua, son eventos climáticos periódicos y recurrentes que producen una reducción en el crecimiento de los árboles. Sin embargo, si la falta de agua es intensa y/o prolongada, produce el decaimiento del bosque (ver Glosario) que se traduce en una disminución del vigor de los individuos, la muerte parcial de las copas, o incluso la muerte de árboles adultos completos, impactando negativamente sobre el ecosistema en su conjunto. Las sequías extremas (ver Glosario) y sus efectos sobre el bosque están siendo detectados en el mundo entero. Por ejemplo, en el noroeste de Patagonia, durante el verano de 1998-1999 en el Parque Nacional Nahuel Huapi se registraron precipitaciones que fueron sólo un 40% del promedio, dando lugar a un evento de mortalidad masiva de coihue (*Nothofagus dombeyi*), que afectó a más de 20.000 hectáreas de bosque. Debido a que los modelos globales de clima pronostican en Patagonia sequías más frecuentes, intensas y prolongadas, es probable que estos fenómenos de decaimiento y mortalidad de bosques se agraven en el futuro.

El decaimiento de bosques por sequías puede manifestarse de distintas maneras, desde un ligero aumento de la mortalidad, hasta episodios de muerte masiva a escala regional. A nivel de población (ver Glosario), los efectos de la sequía pueden ser variados y van desde la pérdida prematura de las hojas durante veranos secos para los árboles deciduos que normalmente las pierden en otoño, la muerte parcial de la copa, hasta incluso la mortalidad total del árbol. La mortalidad parcial de copa se ha observado en muchas especies de árboles y parecería ser una estrategia común para resistir períodos de sequía extrema.

Sin embargo, los efectos negativos de la sequía pueden no tener el mismo impacto sobre árboles que crecen bajo climas más secos o más húmedos. Esto se debe a que distintos climas influyen en las respuestas de los árboles que habitan en ellos, los cuales desarrollan diferentes características en cuanto a la forma en la que crecen, como también a su funcionamiento. En

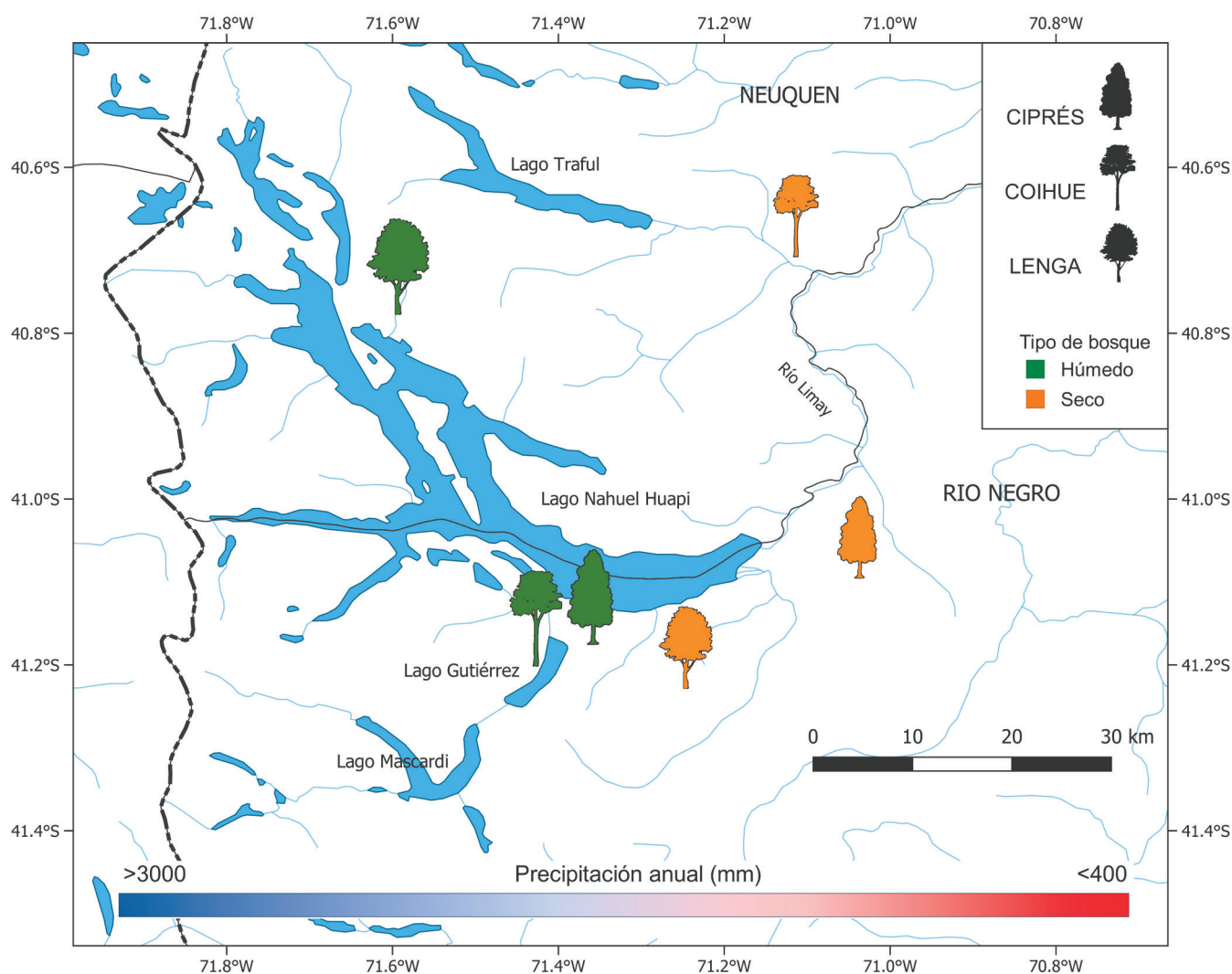
general, cuando los bosques se desarrollan en los extremos secos de la distribución de las especies que los componen, las condiciones ambientales limitan su desarrollo y supervivencia, en contraste con lo que ocurre hacia los extremos más húmedos de su rango geográfico, donde las condiciones climáticas les son más benignas. Por lo tanto, es relevante el estudio de las variaciones en caracteres (ver Glosario) que garantizan la supervivencia y crecimiento de los árboles en distintos entornos ambientales, especialmente en el contexto de cambio global.

### Los árboles y la variación climática

En las especies que habitan bajo condiciones climáticas variables se puede observar a simple vista cómo los individuos se ajustan a dichas situaciones cambiantes. Así, por ejemplo, al subir una montaña, observamos que a mayor altitud los árboles son más bajos y tienen hojas más pequeñas, debido a las temperaturas más frías, la mayor persistencia de la nieve en primavera y, por lo tanto, una estación de crecimiento más corta. En cambio, los árboles que

crecen en la base de las montañas suelen ser más altos y tener hojas más grandes. De la misma manera, los árboles bajo regímenes de escasa precipitación están sometidos al estrés por escasez de agua y desarrollan características que les permiten ajustarse mejor a esa condición. Así, las características propias que presentan los árboles de zonas secas se vuelven clave para su supervivencia. Asimismo, si estas particularidades están determinadas genéticamente en el ADN, pueden ser transmitidas a la descendencia de tal forma que las mismas se mantengan a lo largo del tiempo.

Para persistir y prosperar bajo los cambios climáticos previstos, las plantas tendrán que ajustar rápidamente su forma y funcionamiento, por lo que resulta necesario analizar las potenciales respuestas del bosque al estrés ambiental, como por ejemplo a la escasa precipitación. Para ello, los experimentos en los que se manipula el riego constituyen una valiosa herramienta para evaluar la vulnerabilidad de las especies arbóreas al cambio climático. Además, el grado de respuesta de los árboles puede relacionarse no solamente con su capacidad para ajustarse a las nuevas condiciones ambientales,



**Figura 1. Ubicación geográfica de los bosques húmedos (verde) y secos (naranja) de ciprés de la cordillera, coihue y lenga que fueron utilizados para los experimentos en jardín común, de respuesta a la sequía, y estudios genéticos.**



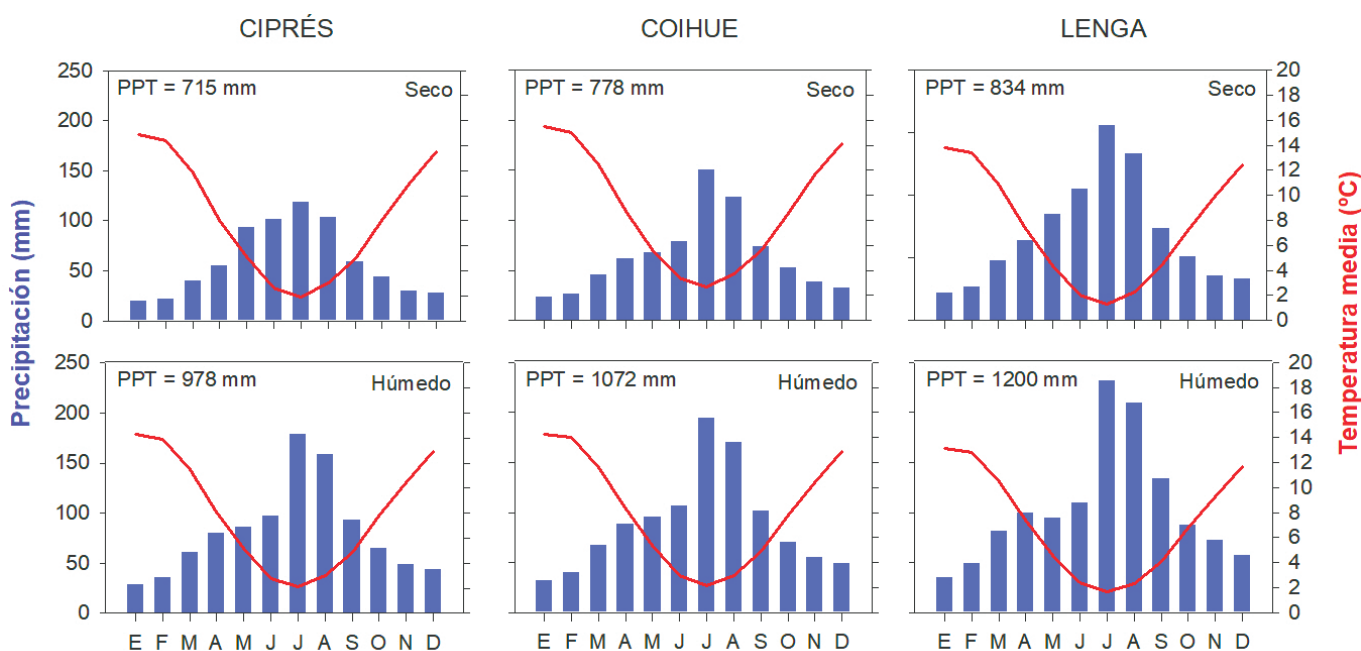
que se denomina plasticidad (ver Glosario), sino también a sus características propias, las que podrían deberse a su acervo genético (ver Glosario). Para poder desentrañar estas dos fuentes de variabilidad, se pueden realizar experimentos de jardines comunes. Los mismos consisten en cultivar, bajo las mismas condiciones ambientales (ya sea de temperatura, riego o iluminación), a plantas que provienen de semillas cosechadas en localidades que poseen distintos climas. Si las plantas en el cultivo mantienen las diferencias en la forma y funcionamiento que fueron observadas en el campo, las mismas se deben a diferencias genéticas. Mientras que, si en el cultivo las diferencias desaparecen, se trata de plasticidad. La importancia del cultivo en jardines comunes radica en que, de existir diferencias genéticas, por ejemplo, entre bosques secos y húmedos, las mismas deberían ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar esfuerzos de restauración y manejo de bosques degradados, en un escenario de cambio climático.

### El agua, ese bien tan preciado

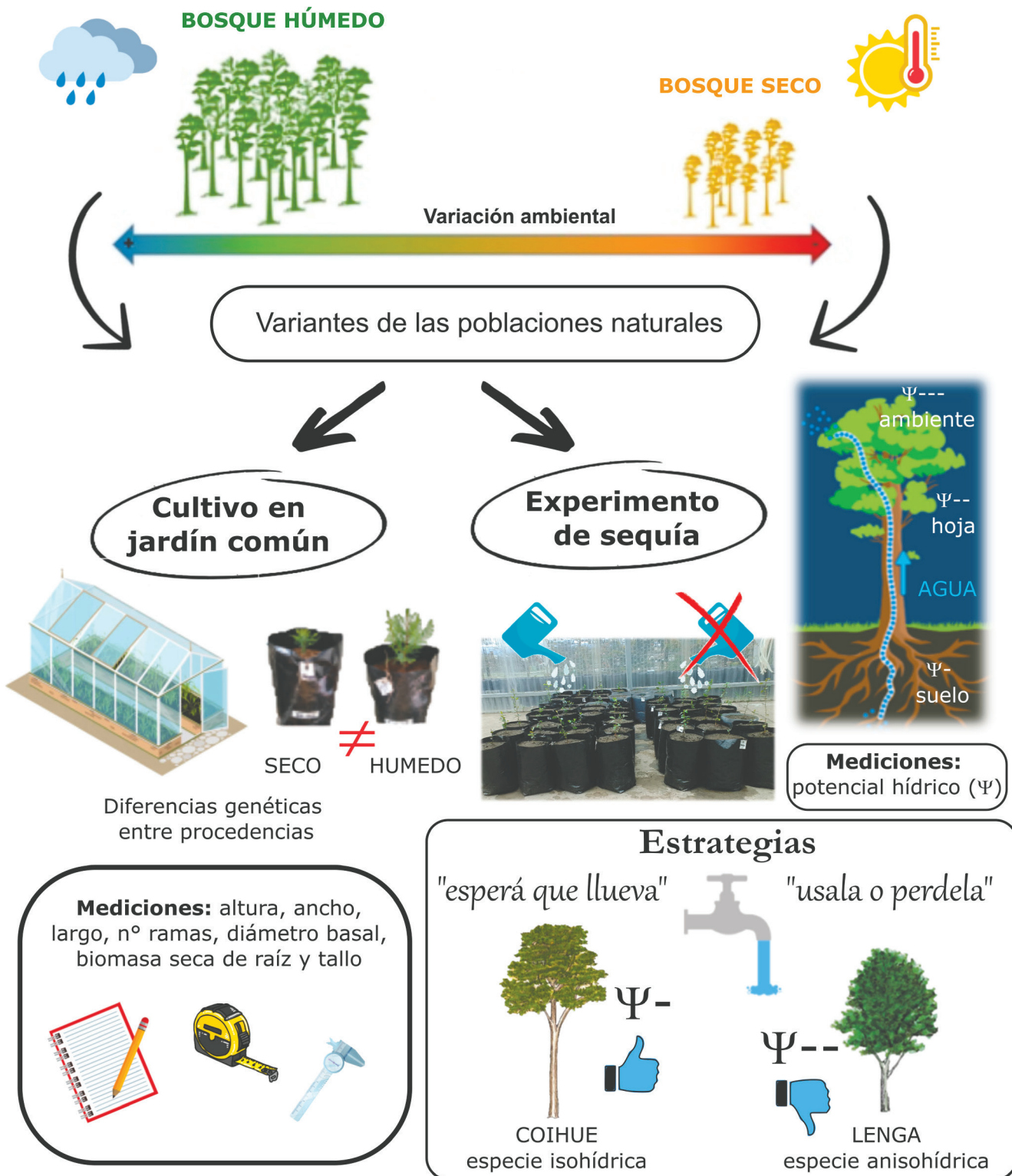
El agua es un recurso clave para las plantas y, en gran medida, determina su forma y funcionamiento. En el norte de la Patagonia, los vientos húmedos predominantes del oeste encuentran a su paso la presencia de la Cordillera de los Andes, que obstaculiza la llegada de la humedad proveniente del Océano Pacífico. Este efecto, que se denomina "sombra de lluvia" de las montañas, genera una disminución en las precipitaciones de oeste a este. Así, la precipitación media anual disminuye de 3.000 milímetros en la cordillera a menos de 400 milímetros

en la estepa distante a tan sólo 50 kilómetros. Este abrupto cambio en las precipitaciones afecta a los bosques que lo habitan, principalmente a las especies que están presentes tanto en bosques húmedos como secos. Se trata de las especies más comunes del norte de la Patagonia Argentina como el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) que es la única conífera nativa (ver Glosario) que se encuentra hacia el límite seco del bosque cercano a la estepa, el coihue (*Nothofagus dombeyi*), especie latifoliada (ver Glosario) siempreverde que conserva sus hojas todo el año y ocupa bosques de baja altitud, y la lenga (*Nothofagus pumilio*), especie latifoliada decidua que pierde las hojas en el otoño y que domina los bosques de altura (ver Figura 1).

Mientras que hacia el extremo húmedo los bosques son más densos y relativamente continuos, hacia el extremo seco, consisten en árboles dispersos de forma natural. En particular, el coihue bajo climas secos se lo encuentra asociado a cursos de agua. Si bien en el verano estos ríos y arroyos tienden a secarse por completo, el agua más profunda en el suelo hace posible la supervivencia de esta especie. Las poblaciones de estas tres especies que viven en ambientes secos y húmedos están sometidas a distintos climas, los cuales pueden representarse mediante climogramas (ver Glosario). La mayor variación entre estos climas se da en la precipitación. Por ejemplo, la precipitación que cae anualmente y el promedio que precipita durante los meses secos del verano varían significativamente entre bosques húmedos y secos: de ciprés de 978 a 715 mm y de 36 a 13 mm, de coihue de 1.072 a 778 mm y de 40 a 28 mm, y de lenga de



**10** **Figura 2.** Climogramas que representan la variación mensual (eje horizontal) en la precipitación en mm (barras y eje vertical izquierdo, en azul) y la temperatura media en °C (línea y eje vertical derecho, en rojo) de bosques secos (paneles superiores) y húmedos (paneles inferiores) de ciprés de la cordillera, coihue y lenga. Dentro de cada panel se indica la precipitación anual total (PPT) en cada bosque.



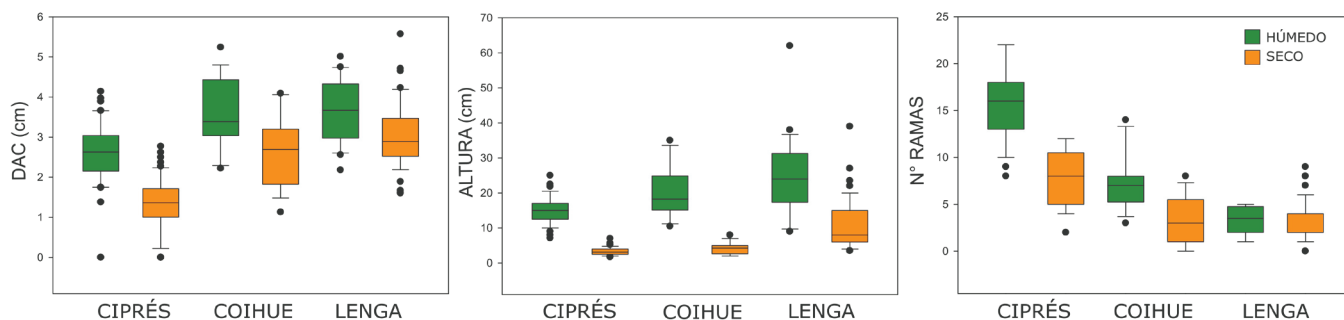
**Figura 3. Experimentos de cultivo en jardín común y de sequía en especies de bosque. El cultivo permite analizar en un ambiente común las posibles diferencias genéticas entre bosques secos y húmedos que dan cuenta de cómo los bosques en distintos ambientes desarrollan características que les permitan ajustarse mejor al clima preponderante. Los experimentos de sequía contribuyen a comprender las respuestas de las plantas y su posible vulnerabilidad al cambio climático.**

1.200 a 834 mm y de 27 a 20 mm. En contraste, la temperatura media anual tiene una pequeña variación entre los bosques húmedos y secos: de 8,1 a 8,3°C para ciprés, de 8,2 a 8,9°C para coihue y de 7,2 a 7,4°C para lenga (ver Figura 2).

En promedio, los bosques secos reciben tres veces

menos precipitación que los húmedos. Por lo tanto es relevante estudiar cómo las reducciones en la disponibilidad de agua impactan en el crecimiento de estas tres especies. Para ello se pueden realizar distintos experimentos: cultivo en jardín común y sequías experimentales (ver Figura 3).





**Figura 4. Características de la forma y tamaño de las plantas de ciprés de la cordillera, coihue y lenga provenientes de sitios húmedos (verde) y secos (naranja) cultivadas en jardín común. Las variables medidas fueron: diámetro de cuello (DAC), altura de la planta y número de ramas. Las cajas muestran los promedios que pueden tomar las características de las plantas en cada bosque y los puntos representan los rangos de valores.**

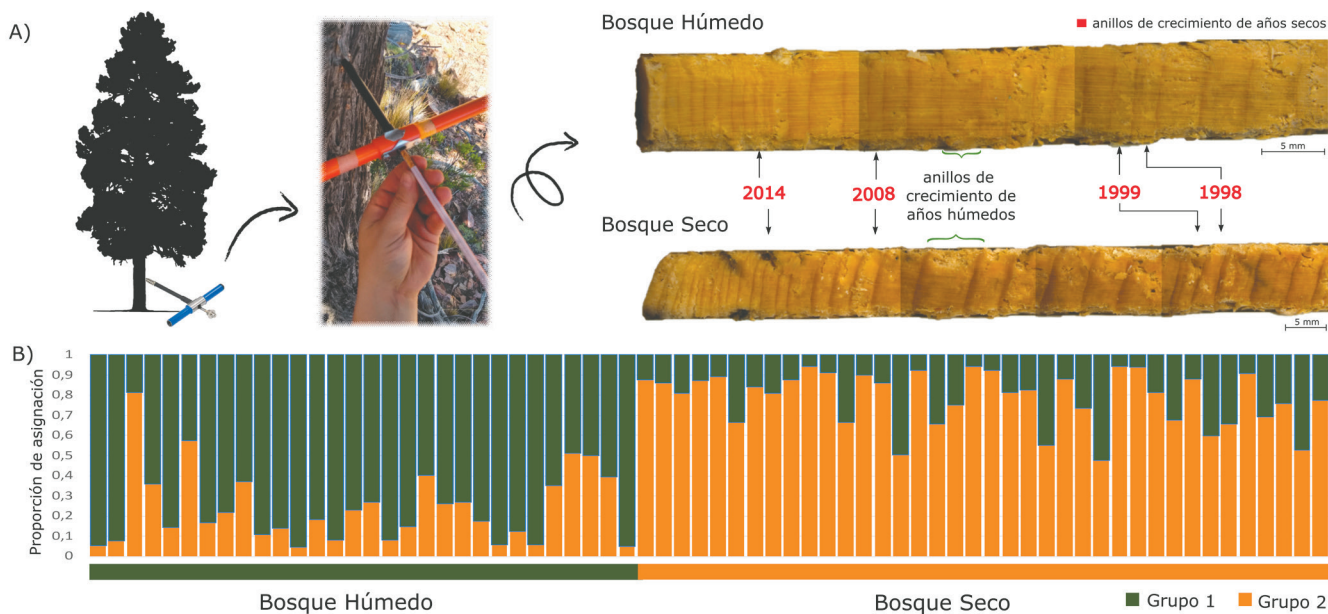
Los experimentos en jardín común consistieron en germinar semillas colectadas en bosques secos y húmedos de las tres especies estudiadas. Luego de germinadas, las plantas jóvenes (denominadas plántulas) se cultivaron en invernadero. Al final del experimento, luego de dos años de cultivo aproximadamente, se observó que las plántulas del extremo seco crecieron menos en altura, tuvieron menor número de ramas y diámetro de cuello (es decir, del tronco principal) que las plantas de ambientes húmedos (ver Figura 4). El menor crecimiento de las plantas del bosque seco indicaría que, para las tres especies, la escasez de agua en su ambiente de origen, determina en alguna medida la forma y el tamaño de las plantas, aun cuando recibieron la misma cantidad de agua y crecieron bajo las mismas condiciones de temperatura e iluminación. Dado que las plantas fueron producidas desde semilla, puede considerarse que estas diferencias son heredables, es decir que existen diferencias genéticas entre bosques secos y húmedos. Por lo tanto, el crecimiento de las plantas reflejó la información que contienen en su material genético cuyas diferencias responden a condiciones ambientales contrastantes en sus lugares de origen.

Los efectos de distintos climas sobre el crecimiento del ciprés de la cordillera y sus potenciales diferencias genéticas también fueron detectados en árboles adultos. Las muestras de leño extraídas de los troncos de los árboles (tarugos) mediante barrenos, permiten analizar el ancho de los anillos de crecimiento anuales, y mostraron que, en años húmedos, los árboles tienen mayor crecimiento y producen anillos más anchos mientras que, en años secos, los anillos son más estrechos (ver Figura 5A). En el caso del ciprés de la cordillera, los análisis de las variantes de ADN asociadas a clima de árboles provenientes de bosques secos y húmedos, permitieron asignar correctamente al 75% de los individuos a su lugar de origen (ver Figura 5B), que corresponden a dos grupos genéticos con características distintas. Estos resultados muestran el efecto del clima sobre el crecimiento, y el análisis del

ADN resalta la importancia de los factores genéticos y de la herencia de los rasgos relacionados a la sequía.

### Abrir o cerrar los estomas, esa es la cuestión

Las especies que componen los bosques del norte de la Patagonia tienen el desafío de vivir en un clima donde la estación del año en la cual la temperatura es favorable para el crecimiento (primavera-verano) coincide con el período de mayor escasez de lluvias. En periodos con agua disponible en los suelos, las plantas intercambian gases con la atmósfera a través de minúsculas válvulas o poros, llamados estomas (ver Glosario), que regulan la entrada del dióxido de carbono y la salida de agua y oxígeno. Durante el día, se abren los estomas produciendo dos efectos: 1) ingresa el dióxido de carbono que es la materia prima para formar los carbohidratos de la planta a través de la fotosíntesis, y 2) al estar los estomas abiertos se produce la pérdida inevitable de agua (molécula fundamental para todos los procesos metabólicos y para mantener la presión de turgencia que proporciona soporte a las células de las plantas). Durante períodos secos y cálidos, con alta evaporación, los suelos limitan la oferta de agua a la planta, generando así tensiones muy grandes dentro de los vasos leñosos, por donde circula el agua. Estas tensiones, si exceden la capacidad de los vasos de mantener una columna continua de agua, pueden colapsar generando burbujas de aire que impiden el normal flujo de agua, fenómeno físico conocido como cavitación (ver Glosario). Si muchos vasos colapsan, se puede producir un embolismo catastrófico, es decir el colapso de todo el sistema de transporte de agua por la presencia de aire, con la consiguiente muerte del árbol. La planta puede impedir que esto suceda cerrando los estomas, para reducir la tensiones internas durante momentos de menor disponibilidad de agua en el suelo y/o mayor desecación de la atmósfera. Es en estas situaciones cuando las plantas se enfrentan al dilema de cerrar los estomas para evitar la pérdida de agua, a costa de no ingresar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)



**Figura 5. A) Toma de muestras con barrenos para analizar los anillos anuales de crecimiento de ciprés de la cordillera que muestran disminución del ancho durante períodos secos indicados en rojo especialmente el año 2014. B) Asignación de árboles a distintos grupos genéticos (grupos 1 y 2) en base a las características de su ADN asociado a clima. Cada barra vertical representa la proporción estimada de pertenencia de cada individuo a un grupo genético, representando el grupo 1 principalmente al bosque húmedo (verde) y el grupo 2 al bosque seco (naranja).**

y no realizar fotosíntesis (es decir, no crecer) o bien, abrir los estomas para ingresar  $\text{CO}_2$  y generar altas tensiones en los vasos leñosos por la pérdida de agua, aumentando los riesgos de sufrir fallas hidráulicas.

Las especies de árboles que habitan distintos climas han evolucionado en ambientes que difieren en la disponibilidad de agua y por ende han desarrollado distintas estrategias (o caminos evolutivos) para enfrentar estos compromisos. Una de estas estrategias consiste en evitar la pérdida de agua a través de un estricto control en la apertura o cierre de los estomas para mantener más o menos constantes y bajas las tensiones internas del sistema que conduce el agua, de manera de evitar que la columna de agua se interrumpa, denominado mecanismo isohídrico (ver Glosario). Estos árboles, al cerrar sus estomas durante períodos de sequía, pueden sufrir la reducción en los niveles de carbohidratos necesarios para el crecimiento, mantenimiento y defensa contra patógenos y depredadores (por ejemplo ataques de insectos), el aumento del estrés térmico de las hojas, pues al no poder evapotranspirar se pierde la función de refrigeración y, si la sequía es prolongada, dar lugar a la muerte del árbol. Otras especies poseen un control estomático más laxo llamado anisohídrico (ver Glosario) de modo que a medida que los suelos reducen su contenido de agua durante una sequía, estos árboles van desarrollando mayor tensión en sus vasos leñosos. Gracias a que poseen vasos leñosos más angostos, los riesgos de embolismo se reducen y, como la estrategia no es infalible en condiciones de sequía extrema, la planta puede también sufrir de embolismo

masivo para finalmente morir por falla hidráulica. Si bien estos mecanismos no son excluyentes y puede haber un amplio rango de estrategias intermedias, en general la estrategia isohídrica se da en especies o poblaciones de plantas adaptadas a ambientes húmedos y la estrategia anisohídrica ocurre en especies o poblaciones de plantas que regularmente sufren períodos secos (ver Figura 3).

Las proyecciones de cambio climático para el norte de la Patagonia prevén un aumento de las temperaturas medias estivales, lo que provocaría incrementos en la intensidad de las sequías. Por lo tanto, es oportuno analizar los posibles ajustes que deberán hacer las especies dominantes del bosque como el coihue y la lenga ante la falta de agua. Este análisis puede realizarse mediante experimentos en invernadero en los que se cultivan plántulas que provienen de bosques secos y húmedos y se someten a un mismo régimen de desecación. El objetivo de experimentos de este tipo es evaluar el tipo de respuesta (isohídrica / anisohídrica), como también las características de las hojas y las densidades de estomas de las especies. Para ello se evalúan las respuestas a la desecación, realizando mediciones del potencial hídrico de hojas de las plantas a la madrugada (mínima, en reposo, es decir cuando las plantas poseen mínima actividad metabólica y en ausencia de luz) y al mediodía (máxima) cuando las plantas sufren de limitaciones hídricas. El potencial hídrico es una medida de la tensión interna en los vasos leñosos, cuanto más negativa mayor tensión. En las plantas isohídricas se espera que el potencial hídrico al mediodía se mantenga relativamente constante a pesar

de las fluctuaciones de la hoja antes del amanecer; siendo lo que mostraron las plantas de coihue. Por el contrario, las plantas anisohídricas suelen ser menos sensibles a la demanda de evaporación y a la humedad del suelo, lo que permite grandes fluctuaciones en el potencial hídrico; y esto fue lo que mostraron las plantas de lenga. También vimos que las hojas de las lengas del bosque seco y húmedo fueron similares en tamaño y densidad de estomas, mientras que los coihues del bosque seco tuvieron hojas significativamente más pequeñas y menores densidades de estomas en comparación con las hojas del bosque húmedo; lo que refleja estrategias distintas para soportar la sequía y mayor control en la apertura y cierre de estomas observados en coihue.

Es probable que la evolución de un comportamiento isohídrico del coihue haya sido el resultado de haberse desarrollado en ambientes sin escasez de agua. En períodos secos, las especies isohídricas que han evolucionado en climas húmedos pueden sufrir una reducción significativa en la captación de carbono por el cierre temprano de estomas. La escasez de agua puede afectar el crecimiento y la supervivencia del árbol produciendo el decaimiento y mortalidad masiva como lo observado en bosques de coihue en Patagonia. Sin embargo, parecería que los bosques secos de coihue pudieron persistir a través del tiempo debido a las formas de crecimiento de las plantas y de sus hojas (menor tamaño y menor densidad de estomas) que responden (y lo hicieron en el pasado) mejor a sequías recurrentes. Por el contrario, los árboles del extremo húmedo podrían ser más vulnerables a las tendencias de sequía actuales y futuras, por no haber estado expuestas a sequías frecuentes en el pasado.

El comportamiento anisohídrico de las plántulas de lenga sugiere que pueden considerarse tolerantes a la sequía ya que pueden continuar el intercambio gaseoso manteniendo sus estomas abiertos durante períodos más largos de sequía. Aunque la lenga corre el riesgo de experimentar fenómenos potencialmente letales de embolismo inducidos por la sequía, al ser una especie decidua que pierde las hojas al empezar la estación desfavorable lo cual ocurre durante el otoño, puede adelantar la caída de las hojas durante el verano y así evitar los efectos de las sequías extremas. Si bien el comportamiento anisohídrico de la lenga sería beneficioso en condiciones de estrés moderado, no lo sería en condiciones de sequía prolongada.

### **Morir de sed, ¿está en el ADN?**

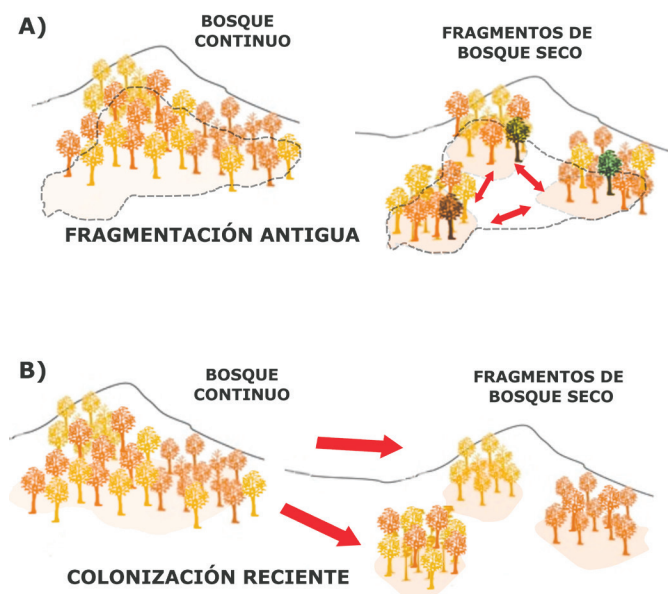
Los bosques son sistemas complejos y su respuesta a fenómenos climáticos depende de muchos factores: las especies que los componen, los variados efectos del clima sobre sus poblaciones, las interacciones con otros organismos, entre otras cosas, por lo que

resulta difícil identificar las causas específicas de la mortalidad de los árboles que los componen. Además, aun distintos individuos de un mismo bosque pueden mostrar distintas reacciones al clima. Así, por ejemplo, los bosques húmedos de coihue han sufrido, en las últimas dos décadas, los efectos de sequías extremas durante las cuales algunos árboles de un mismo bosque sobrevivieron al evento, mientras que otros murieron o mostraron signos de decaimiento (por ejemplo, mortalidad parcial de copa). Estos bosques constituyen un excelente experimento natural para analizar si las características genéticas de árboles individuales que habitan en un mismo ambiente influyen en su supervivencia bajo condiciones de sequía extrema. Dado que las proyecciones del cambio climático sugieren que las sequías serán más frecuentes y tenderán a ser más extremas, resulta relevante explorar la posible predisposición genética y las tendencias de crecimiento que contribuyen a la mortalidad. Para ello, se puede analizar el impacto de eventos de sequía severa que producen la mortalidad parcial y total de los árboles de los bosques húmedos dominados por coihue. Estas sequías extremas ocurrieron en el norte de la Patagonia en los veranos de 1998-1999 y 2014-2015, y otra de menor intensidad en la temporada de crecimiento 2008-2009. Dado que los árboles reflejan su reacción a las condiciones ambientales en sus anillos de crecimiento anuales, se pueden relacionar dichas mediciones con las características del ADN de individuos que se mantuvieron vitales y de los que mostraron signos de decaimiento luego de los eventos de sequía. Los resultados del estudio indicaron que todos los eventos de sequía analizados provocaron un descenso marcado en el crecimiento, tanto de los coihues vitales como los que presentaban signos de decaimiento. Estas distintas categorías de individuos según su estado sanitario fueron diferenciadas por variantes genéticas que mostraron que la tolerancia o vulnerabilidad a sufrir los efectos del estrés por sequía está, en parte, en el ADN de los árboles.

### **El pasado, la llave al futuro**

Conocer la historia de los bosques y la supervivencia de los mismos en ambientes extremos puede ayudarnos a comprender las posibles respuestas a climas futuros. En particular, los árboles que habitan hacia el margen más seco de su distribución forman fragmentos de bosque, denominados bosques marginales, más allá de cuyos límites su supervivencia se ve comprometida por estar inmersos en otros climas. Este es el caso de los bosques de lenga ubicados hacia el extremo seco del gradiente de precipitación. Si bien, en el oeste de su rango de distribución, la lenga forma bosques relativamente continuos, hacia el borde oriental se la encuentra de manera fragmentada en





**Figura 6. Escenarios posibles para explicar la existencia de fragmentos de bosque de lenga inmersos en la estepa y que fueron analizados mediante variantes del ADN del cloroplasto representado por distintos colores. El modelo de fragmentación antigua (A) y acumulación de variantes distintas difiere del modelo de colonización (B) en el que los fragmentos resultan similares por haber derivado recientemente de una misma población fuente.**

pequeños bosques inmersos en la estepa y que pueden considerarse marginales a la distribución de la especie. El origen y permanencia de los bosques marginales ha generado mucho debate en la comunidad científica. En particular, la posibilidad que esos bosques marginales sean relictos de una distribución pasada más amplia y que luego quedaron recluidos a fragmentos por cambios en el clima, implica que esas poblaciones podrían tener determinadas características que les hayan permitido sobrevivir a lo largo del tiempo como bosques aislados y bajo estrés, incluyendo la falta de agua. De ser así, los árboles de bosques secos habrían desarrollado respuestas a las condiciones ambientales extremas y conservarían variantes genéticas particulares que se habrían mantenido en esos fragmentos boscosos como resultado del aislamiento. Por el contrario, si los fragmentos fueran el resultado de la colonización reciente a partir de otros bosques continuos cercanos, se esperaría que tengan gran similitud genética entre sí ya que no habría transcurrido el tiempo suficiente para que se acumulen nuevas variantes en el ADN (ver Figura 6).

Para reconstruir la historia de fragmentos marginales de bosque de lenga, se pueden utilizar regiones del ADN que cambian a velocidades muy lentas, como lo hace el ADN del cloroplasto en las plantas. Al analizar las secuencias del ADN (ver Glosario) del cloroplasto provenientes de numerosos bosques de lenga del

extremo seco y húmedo del norte de la Patagonia se encontró que, si bien los bosques secos y húmedos comparten variantes de ADN, los fragmentos de bosque seco presentan mayor número de variantes y además algunas de ellas son exclusivas de estos bosques. Las diferencias entre el ADN de los árboles de bosques secos y húmedos indicaron que se separaron hace aproximadamente 3,5 millones de años. Estos resultados muestran que los bosques secos son tan (o más) genéticamente diversos como los húmedos, y que su composición genética data desde el inicio de las oscilaciones climáticas del Pleistoceno. Por lo tanto, los fragmentos marginales de bosque podrían representar un reservorio de variantes genéticas que habrían asegurado la persistencia bajo estrés hídrico a lo largo del tiempo y que podrían ser utilizadas para la restauración en caso de sequías previstas.

### Recomendaciones para la restauración de bosques

La evidencia acá presentada muestra que los ajustes de las distintas especies de bosques y las poblaciones que las componen a distintos entornos ecológicos, con climas locales y regionales inusuales, deben tenerse en cuenta en la gestión de bosques. Mientras que bajo estrés hídrico algunas especies de árboles podrían ser vulnerables a la falta de agua, como el coihue que es isohídrico, otros amortiguarán de forma natural y resistirán a las perturbaciones provocadas por las sequías, como la lenga que es anisohídrica. Las previsiones climáticas para la Patagonia incluyen una escasez de precipitaciones cada vez más frecuente e intensa. Por lo tanto, deben tomarse decisiones activas, a corto plazo, para restaurar las poblaciones de coihue afectadas por sequías extremas. Si bien se prefiere restaurar con semillas del mismo tipo de bosque que está siendo impactado por el clima, las plántulas de bosque húmedo probablemente tengan menor eficacia bajo condiciones de sequía. Por lo tanto, se sugiere utilizar una mezcla de semillas provenientes de bosques cercanos tanto húmedos como secos.

Aunque generalmente se considera a los bosques secos como de relativamente escasa importancia forestal por su reducido crecimiento, los resultados muestran su relevancia como reservorios de variantes genéticas tolerantes a la sequía. Estas características les permitirían hacer frente al cambio climático previsto y reducir así los riesgos de extinción local de las poblaciones. Por lo tanto, los árboles con variantes de ADN provenientes de bosques secos podrían ser más tolerantes a sequías extremas, lo que los convierte en una valiosa fuente potencial de semillas y plántulas para la restauración y manejo de bosques en un contexto de cambio climático que, lamentablemente, está ocurriendo más rápido de lo previsto.

## Glosario

**Acervo genético:** conjunto de genes compartidos por los individuos de una población.

**Anisohídrica:** estrategia de las plantas relacionada con el uso del agua y que no poseen un control estomático estricto de modo que a medida que los suelos reducen su contenido de agua durante una sequía, van desarrollando mayor tensión en sus vasos leñosos.

**Caracteres:** rasgos biológicos que describen una característica física o de funcionamiento determinada por el entorno y la constitución genética de un organismo.

**Cavitación:** ruptura de la columna de transporte de agua desde las raíces a las hojas que ocurre cuando las plantas están bajo déficit hídrico y algunos de los conductos se llenan de aire, lo cual resulta en la pérdida de conductancia hidráulica conocido también como embolismo.

**Climograma:** representación gráfica de los valores promedio de precipitación y temperatura de una zona geográfica en un período determinado.

**Conífera:** especie de árbol cuyo follaje verde consiste de acículas o en forma de escamas, las estructuras reproductivas poseen forma en cono las cuales pueden ser leñosas o carnosas, y las ramas presentan un contorno cónico.

**Decaimiento del bosque:** signos de mortalidad y/o pérdida de vitalidad del bosque que los afecta de manera repentina o gradual, y está afectando a todos los biomas del mundo asociados principalmente al aumento de sequías por el cambio climático.

**Especie latifoliada:** planta que posee hojas expandidas, las cuales pueden perderse durante el año por frío o sequía .

**Estomas:** minúsculas válvulas o poros en la superficie de las hojas de las plantas donde se regula la entrada de CO<sub>2</sub> y la salida de agua y oxígeno a la atmósfera.

**Isohídrica:** estrategia de las plantas relacionada con el uso del agua que consiste en evitar la pérdida de agua a través de un estricto control en la apertura o cierre de los estomas, manteniendo la tensión interna constante para evitar la formación de embolismos.

**Plasticidad:** cualquier cambio en las características de un organismo en respuesta a una señal ambiental. Es decir, es la capacidad de un individuo que posee determinadas características genéticas de producir más de una manifestación morfológica o de su funcionamiento cuando se halla en diferentes condiciones ambientales.

**Población:** conjunto de individuos de una especie que comparten un acervo genético y coexisten espacial y temporalmente.

**Secuencia de ADN:** fragmento de una región específica del ADN de longitud variable (generalmente 400 a 1.500 pares de bases) que puede presentar variación en sus nucleótidos.

**Sequías extremas:** reducciones anómalas en las precipitaciones combinadas con olas de calor que representan períodos sostenidos de temperaturas extremadamente altas para una región geográfica.

## Resumen

Las tendencias del cambio climático indican que las sequías serán de mayor intensidad y frecuencia, lo que amenaza los bosques que ya han mostrado signos de decaimiento. En el Noroeste de Patagonia Argentina (40°-42°S) la influencia de los vientos húmedos predominantes del oeste y el efecto sombra de los Andes, generan respuestas en los árboles asociadas al clima. Experimentos en invernadero y evidencia genética muestran que poblaciones de ciprés de la cordillera, coihue y lenga, en el extremo seco de su distribución, poseen mecanismos de resistencia a la sequía que representan un valioso recurso para la reforestación y el manejo de los bosques.

## Para ampliar este tema

Diaz, D.G., Ignazi, G., Mathiasen, P. y Premoli, A.C. (2022). Climate-driven adaptive responses to drought of dominant tree species from Patagonia. *New Forests* 53: 57-80.

Fasanella, M., Suarez, M.L., Hasbún, R. y Premoli, A.C. (2021). Individual-based dendrogenomic analysis of forest dieback driven by extreme drought. *Canadian Journal of Forest Research* 51: 420-432.

Fasanella, M., Souto, C.P., Kitzberger, T. y Premoli, A.C. (2024). Common garden experiments and SNP genotyping of populations along a steep drought gradient suggest local adaptation in a Patagonian dry forest conifer. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 206: 14-28.

Mathiasen P, Ignazi, G. y Premoli, A.C. (2021). Biogeographically marginal: Source of evolutionary novelties and future potential. *Forest Ecology and Management* 499: 119596.

Raffaele, E., de Torres Curth, M., Morales, C.L. y Kitzberger, T. (2014). *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. [[Disponible en Internet](#)]

## RESEÑA DE LIBRO

### Aprender a estudiar. Técnicas de estudio

**Gabriela Fernández Panizza**

2024.

ISBN 978-950-02-1519-0

Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 264 pp.

En español, incluyendo más de 60 gráficos en blanco y negro y 42 propuestas concretas de prácticas de diferentes asignaturas.

#### Reseña realizada por Silvia E. Collazo

Licenciada en Ciencias de la Educación

Docente y Asesora Pedagógica e Institucional

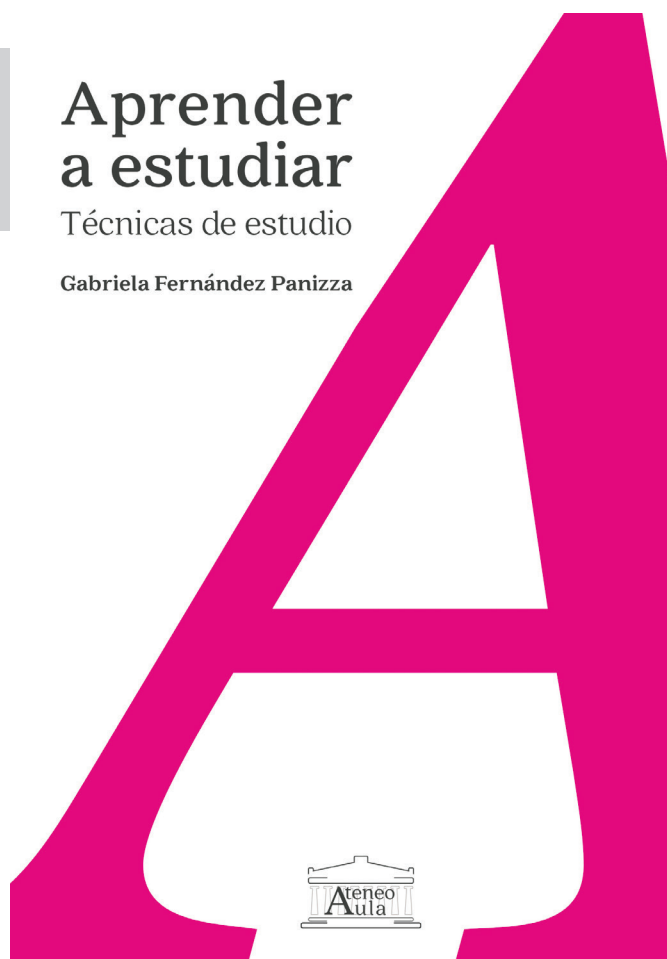
silcolla@yahoo.com.ar

En tiempos de larga crisis de la institución escolar este libro, que aborda métodos y herramientas para facilitar el estudio, resulta realmente bienvenido. Está destinado tanto a docentes como a estudiantes. A lo largo de siete capítulos, la autora plantea desde qué significa estudiar -aclarando que no se trata de un proceso lineal-, hasta cómo comunicar lo aprendido (integrando la preparación para la evaluación) pasando por técnicas de estudio, las cuales son el *leit motiv* del texto. El formato, el lenguaje riguroso y sencillo a la vez, junto con una adecuada cantidad de gráficos, recuadros, ilustraciones y fotografías, permiten que la lectura y la práctica resulten amenas, manteniendo la atención. Además, un gran número de actividades e interpelaciones a temas de la vida cotidiana sirven como anclaje para los nuevos aprendizajes. Una mención especial merece lo relacionado con las búsquedas en internet. En este sentido, la autora advierte sobre el cuidado imprescindible al registrarse en esas páginas, teniendo especial precaución al brindar datos personales. Los más de 20 años de experiencia docente de Fernández Panizza se traducen en aciertos como la importancia que le da a la organización de la información y los esquemas de contenido, considerando la era audiovisual en la que están viviendo los estudiantes. Lo mismo sucede con lo que enmarca su propuesta: la metacognición, que define como “el proceso mediante el cual aprendemos a aprender; permite organizar y dirigir en forma autónoma nuestros procesos de aprendizaje a lo largo de toda la vida”. Esto implica, por ejemplo, saber no solo responder preguntas, sino también las estrategias para saber formularlas. Desde el comienzo se toma como eje el papel decisivo de la curiosidad en el proceso de aprendizaje, por lo cual, a lo largo de todo el libro se percibe la intención de

## Aprender a estudiar

Técnicas de estudio

Gabriela Fernández Panizza



mantenerla viva. En la era de las redes sociales, internet, inteligencia artificial, noticias falsas, consumo de información e inmediateces varias, esta obra representa un enorme desafío: el de estar dirigida a estudiantes reales. Los docentes sabemos de esto, y sabemos que la distancia entre lo que se propone desde la enseñanza y los logros de aprendizajes es cada vez más amplia y frustrante. “Aprender a estudiar” es un esfuerzo para minimizar ese riesgo; sin duda puede ser tomado como uno de los libros de texto de clase. Aquí se abre otra cuestión, la de la responsabilidad conjunta de todos los integrantes de la institución escolar para facilitar la incorporación de técnicas de estudio en el currículum. De nada vale que “la/el de Lengua” asuma esta tarea si en las demás asignaturas se deja de lado. Muchas experiencias de tutorías y de acompañamientos pedagógicos resultan fallidas justamente porque el llamado “estudio dirigido”, gira como un mecanismo en el vacío, desagregado y cual compartimiento estanco. Este libro es una compuerta para que fluyan y confluyan las buenas prácticas docentes.



## PATRIMONIO CULTURAL NUCLEAR EN BARILOCHE

**MEMORIAS ATÓMICAS**

**Una exploración sobre dinámicas de activación patrimonial según la perspectiva de personas jubiladas del Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina, 2024: miradas, valoraciones, historias y narrativas.**

**Nicolás Deambrosi**

*En memoria de Norma Badino*

HISTORIA

Este artículo comunica avances exploratorios de una investigación social en curso cuyo objetivo es aportar a la caracterización del patrimonio cultural nuclear argentino según percepciones, miradas históricas, narrativas y valoraciones contemporáneas que expresan personas jubiladas en el Centro Atómico Bariloche (CAB) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). También denominado localmente “Centro Atómico”, es una de las sedes de la CNEA en todo el país, y está ubicado en la zona oeste de San Carlos de Bariloche (Río Negro, Argentina), a nueve kilómetros del Centro Cívico de la ciudad.

Nuestro país es uno de los pocos que inició tempranamente, en 1949, una actividad nuclear relevante con fines pacíficos, promoviendo capacidades científicas y tecnológicas propias en este campo. Desde su creación en la década del '50, la CNEA fomenta el desarrollo de las aplicaciones de la energía nuclear y promueve la investigación científica. Luego de la conformación de la Planta Experimental de Altas Temperaturas en Bariloche, en 1955 se inauguró en ese mismo predio el CAB y se creó allí el Instituto de Física, actualmente denominado Instituto Balseiro (IB) en asociación con la Universidad Nacional de Cuyo, que brinda distintas carreras universitarias relacionadas con la temática nuclear. También denominado “Instituto” o “IB” (por sus siglas) o simplemente “el Balseiro”, es actualmente una institución pública de

enseñanza universitaria que forma profesionales en física e ingeniería y genera conocimiento científico y desarrollo tecnológico.

La indagación sobre la que se basa este artículo se centra en las perspectivas que expresan los propios actores sobre el patrimonio cultural nuclear en base a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué hitos, historias, hechos, procesos, materialidades y saberes remarcan, en sus testimonios, los sujetos entrevistados?, ¿qué dinámicas de activación patrimonial se observan en sus narrativas?, ¿cuáles son las valoraciones que expresan los actores respecto de sus propios conocimientos y actividades científicas y respecto de otras áreas del organismo?, ¿qué núcleos de heterogeneidades en torno a la tecnología nuclear se identifican en sus testimonios?, ¿qué discursos construyen acerca de la integración de Argentina al mundo en la dimensión nuclear?

Para la redacción de este artículo, focalicé en la revisión de literatura especializada y en la descripción analítica de entrevistas realizadas a personas jubiladas del campo de la investigación y la técnica del CAB, teniendo en cuenta cierta variedad en cuanto a género, sectores y áreas de trabajo, tiempo transcurrido desde su jubilación y perfil laboral. Este texto no tiene la pretensión de ofrecer resultados representativos del universo del CAB y de la CNEA, sino más bien explorar un modo de comunicar, hacia las comunidades de lectores, los inicios de una indagación en curso.

En la revisión de bibliografía nacional, identifiqué investigaciones anteriores que abordaban la cuestión nuclear local desde la perspectiva de los propios actores involucrados, aunque haciendo foco en otras categorías conceptuales. La antropóloga Ana Fernández Larcher, en su tesis de Maestría en Antropología Social en la Universidad de San Martín se centró en “lo político” y en los procesos de politización de la “comunidad nuclear” en un período específico. La investigadora en temas de ciencia, tecnología y energía Ana Spivak L’Hoste estudió y publicó un libro en el que analiza la conmemoración del cincuentenario del IB, preguntándose por los sentidos sobre el pasado

**Palabras clave:** activación patrimonial, investigación social, patrimonio cultural nuclear, perspectiva del actor, tecnología nuclear.

**Nicolás Deambrosi<sup>1</sup>**

Lic. en Sociología  
nicodeambrosi@gmail.com

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA),  
Centro Atómico Bariloche (CAB)

Recibido: 07/08/2024. Aceptado: 17/10/2024.

que allí se representan, actualizan y transmiten. Por su parte, la antropóloga Bárbara Burton, indagó en las representaciones que explicitan distintos actores del IB en torno a las distinciones entre la física teórica y la física experimental, mientras que, la antropóloga Naymé Gaggioli, examinó, en su tesis de licenciatura, la relación entre el contexto de la actividad científica nuclear local y la conformación de las perspectivas de científicos del sector sobre su rol en dicha actividad. En la presente investigación hago foco en un área aún poco explorada en Argentina: el patrimonio cultural nuclear.

Desde sus orígenes, el campo científico-tecnológico nuclear nacional mantuvo diálogos con el mundo, tal como indicó la historiadora e investigadora Zulema del Valle Marzorati al referirse a la participación argentina en la Primera Conferencia Internacional "Átomos por la Paz" desarrollada en 1955 en Ginebra. En esta línea, fruto de la revisión de la bibliografía internacional, se observa que en otros países (principalmente entre los denominados desarrollados) se viene produciendo conocimiento en torno al concepto de patrimonio cultural nuclear en el marco de procesos de desmantelamiento de centrales atómicas y su impacto en las comunidades locales. Para indicar sólo algunos ejemplos, se han relevado las siguientes iniciativas de investigación: el proyecto *NusPACES* (dirigido por la socióloga y profesora en la Universidad de Kingston, Eglė Rindzevičiūtė) que se orienta a documentar y examinar la creación de patrimonio cultural nuclear en el Reino Unido, Suecia y Lituania; *Atomic Heritage goes critical*, el cual es un proyecto liderado por la profesora de la Universidad de Linköping, Anna Storm, que analiza, desde una perspectiva patrimonial, los restos culturales y materiales de la producción de energía nuclear en Francia, Rusia, el Reino Unido y Suecia; *Nuclear Natures* otra iniciativa dirigida por la mencionada profesora Storm, orientada a articular la categoría de naturalezas nucleares como modo de explicar numerosas áreas de conocimiento desde diversos campos disciplinares; y *Nuclear Humanities*, a cargo del teórico político N.A.J. Taylor, que también documenta parte de los avances en el conocimiento interdisciplinario e intercultural.

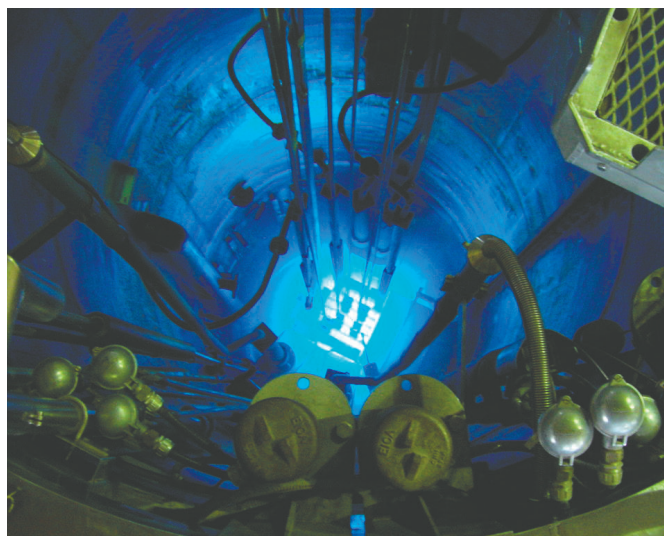
¿Cómo se diseñó y llevó a cabo esta investigación? Soy investigador en la CNEA, es decir formo parte de la institución sobre la cual realicé este estudio. Luego de una primera y breve revisión de la literatura especializada, fui al encuentro de los datos en el campo para saber cómo interpretan su realidad los actores entrevistados. El marco teórico es, por tanto, una referencia y tiene carácter provisorio: se contrasta y se pone en diálogo con la perspectiva de los actores. Construir conocimiento mediante este enfoque supone que, quienes participan de los procesos sociales analizados, construyen sentidos porque son parte de lo social y porque necesariamente tienen visiones de su

propio mundo para así operar en él. En las siguientes secciones se presenta parte de la información de campo recolectada en entrevistas, en las cuales la pregunta principal fue: ¿qué hitos señalarías en la historia del Centro Atómico?

### Las palabras y las cosas

Las dos veces que interactué con la Profesora y Doctora en Física María Teresa Causa me recomendó dos textos referidos a la historia del Instituto: un libro publicado en el año 2000 (ver más adelante la sección "Del folletito al libro") que reconstruye la historia de la física en la Argentina en base a la trayectoria de José Antonio Balseiro (fundador del IB) y un artículo escrito por ella misma, incluido en el libro "Encuentro de Saberes", publicado en 2017 por la editorial EDIUNC de la Universidad Nacional de Cuyo.

"¿Querés que me presente? Soy María Teresa Causa, profesora secundaria en Física recibida en Paraná, Entre Ríos, y Licenciada y Doctora en Física en el Instituto Balseiro". A lo largo de la entrevista, María Teresa fue relatando su propia biografía conectándola con la historia del CAB y de la CNEA. "En la época de la dictadura fue muy duro para mí en particular, pero hubo un renacer del Centro Atómico: se urbanizó toda la parte que va hasta el pabellón Guido Beck, se hicieron los *monoblocks* para viviendas, la administración actual del IB (eso era la Biblioteca y aulas nuevas), se comenzó con Ingeniería Nuclear y la construcción del reactor nuclear de investigación RA-6<sup>1</sup> (ver Figura 1)". Previamente, relató María Teresa, el CAB eran "sólo cuatro o cinco pabellones -que habían sido cuadras de soldados- convertidos a aulas, oficinas, comedor y dormitorios para los estudiantes".



**Figura 1. Vista de la boca del Reactor de Investigación RA-6 en estado de operación a plena potencia, CAB-CNEA, Bariloche.**

<sup>1</sup> RA-6 son las siglas de "Reactor Argentino 6", un reactor nuclear de investigación ubicado en el CAB también conocido como Reactor Escuela, dado que camadas de estudiantes ejercitan allí sus conocimientos. Fue inaugurado en 1982 y en 2009 se concretó su cambio de potencia.

Para el período iniciado con el retorno de la democracia en la década del '80, María Teresa destacó un hecho significativo: la aparición de lo que ella denominó como "multidisciplina". Hasta ese momento, la física se concentraba en grupos, "cada laboratorio trabajaba por su lado y se vinculaba con laboratorios de otros lugares del mundo, pero faltaba la cohesión interna entre laboratorios del CAB". El descubrimiento en 1986 de la superconductividad a altas temperaturas fue "un hito mundial en la física de sólidos" y su abordaje en Argentina se realizó desde diversos puntos de vista con participación de "físicos con distintas capacidades técnicas, porque había que tomar un material y mirarlo de todos lados". En períodos anteriores, "cada uno buscaba su tema" pero "de golpe apareció un tema que les interesó a varios y eso hizo que se fueran conectando los laboratorios entre sí".

En la década del '90, relató María Teresa, si bien "se fracturó y desarticuló la CNEA", producto de los retiros voluntarios y "el quite de las centrales nucleares que eran fuente de financiamiento del organismo", no fueron anulados los ingresos a becas e "hizo su llegada el CONICET en la parte de física" haciéndose cargo sus investigadores del dictado de materias.

Respecto de los inicios del siglo XXI, María Teresa señaló la importancia de la terminación de la Central Nuclear Atucha II en 2014, la creación del centro de tratamiento nuclear para la salud Fundación Intecnus<sup>2</sup> y la urbanización de toda una parte del Centro Atómico cercana a él. "Desde el año 2004 se duplicó la cantidad de metros cuadrados existentes e inmediatamente empezó a llegar gente: juventud, nuevas carreras."

### Hacia adelante mirando para atrás

Conocí al físico, docente e investigador Javier Luzuriaga en el marco de una charla sobre el italiano *Museo della Radioattività* en el CAB. Luego de la actividad, nos encontramos, y Javier rápidamente empezó a contarme: "En 2010 hubo una reunión científica donde participaron las primeras camadas de egresados del Instituto; fueron jornadas importantes porque se habló mucho sobre la historia y orígenes del Balseiro". En la organización de aquella reunión que se denominó "Consolidando una Institución Científica en la Argentina: Enseñanzas y Testimonios de la Primera Década del CAB-IB", participó el propio Javier.

Excepto durante su postdoctorado en Londres entre 1979 y 1981, Javier Luzuriaga pasó buena parte de su vida en el CAB: fue estudiante de grado y posgrado en el IB, residió en el Pabellón 4, fue becario de CONICET en 1976, investigador de CNEA a partir de 1977 y residió unos diez años en las viviendas de departamento del Centro Atómico.

Nacido en 1950, Javier se doctoró en Física y trabajó en Física Experimental en el Laboratorio de Bajas Temperaturas. En la entrevista, seleccionó hitos y sucesos asociados a la creación de los primeros laboratorios, los cuales "dieron inicio, entre otras experiencias, a la física experimental en la CNEA y en Argentina". Destacó las fundaciones del IB, del Acelerador Lineal (LINAC<sup>3</sup>), a fines de la década del '60, la División de Neutrones ("lo más «nuclear» de la época") y la empresa Sociedad del Estado INVAP<sup>4</sup> a fines de los '70.

Para este profesional, el patrimonio cultural nuclear, en término de objetos, no puede circunscribirse a una determinada pieza o materialidad específica, sino que está compuesto, según sus propias palabras, por un "conjunto de aparatos, producto de años de acumulación, de una inversión considerable y extendida en el tiempo". Al profundizar sobre el aspecto de la temporalidad del patrimonio, desplegó la siguiente concepción: "Las comunidades indígenas usan términos para referirse al tiempo; también los griegos. El sentido de la idea sería que el pasado está adelante nuestro y el futuro atrás, lo que en términos temporales es el «atrás», en términos espaciales es el «adelante». Caminamos hacia adelante mirando para atrás".

### Computación y energía nuclear

"Me formé como Programador Senior en Assembler y Código de Máquina, logrando con el tiempo la especialización en la búsqueda y resolución del error" fue la primera frase que esgrimió el operador nuclear Jorge Manceda al iniciar la entrevista en la Biblioteca Leo Falicov. "Hoy debe ser la tercera vez que ingreso al Centro Atómico desde que me jubilé. Me acuerdo que vine cuando se cumplieron los 40 años del reactor". Jorge se refería al evento celebrado en 2022 en conmemoración de los 40 años del RA-6, lugar donde trabajó como técnico en el área de computación y en la operación del reactor hasta su jubilación, en 2019.

"Antes de ingresar a la CNEA en 1981, trabajé en el Centro Único de Procesamiento Electrónico de Datos (CUPED), un gran centro de computación que funcionaba en el edificio del Ministerio de Bienestar

<sup>2</sup> Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud, centro para la salud iniciado por CNEA y construido por INVAP, ubicado en Bariloche lindante al CAB. Además de utilizar la tecnología nuclear para el ámbito de la salud, brinda también asistencia integral en diagnóstico y tratamiento en varias patologías y realiza tareas de investigación, desarrollo e innovación.

<sup>3</sup> Máquina que genera un haz de electrones que se hace incidir sobre un blanco. Analizando los neutrones que salen del blanco se obtiene información valiosa sobre la estructura y/o la composición del material. El LINAC del CAB estuvo en funcionamiento desde 1970 hasta 2013.

<sup>4</sup> Empresa argentina, ubicada en la zona este de Bariloche, propiedad de la Provincia de Río Negro y dirigida en conjunto con la CNEA. Fue creada en 1976, en sus inicios se denominaba Investigaciones Aplicadas. Se dedica al rubro de la alta tecnología aplicada en áreas complejas, entre ellas el desarrollo de tecnología aplicada a la energía nuclear, que fue su actividad fundacional.



Social de la Nación en Buenos Aires. Luego también viajé a Egipto con INVAP a enseñar a ingenieros nucleares el Sistema Digital para la Operación del Reactor". Al igual que Javier, casi todo el tiempo que trabajó en el CAB, lo pasó viviendo en las instalaciones que el organismo tiene para su personal.

En su presentación, Jorge incluyó una interesante reflexión sobre la ciencia: "Mi hobby, como lector aficionado de materiales de divulgación, es la antropología y específicamente el proceso de hominización. Leí a Donald Johanson, quien descubrió a Lucy en Etiopía. También al matrimonio Leakey, oriundo de Kenia, que descubrió el *Homo Habilis* que puso en duda el eurocentrismo. El descubrimiento del Hombre de Piltown resultó que, después de 40 años, era una mentira: habían maquillado un montaje para justificar el eurocentrismo".

Según Jorge, "la ciencia y la tecnología están organizadas de tal manera que responden a un imperio. Desde Alejandro Magno hasta hoy. Lo resumiría en una frase: vos sos científico si escribís papers. Y son los imperios quienes determinan qué es importante y qué no. Luego, quienes evalúan tu trabajo, lo aprueban si es que tiene futuro en función de esos parámetros ya establecidos".

Mencionó como hitos del patrimonio cultural nuclear a la inauguración del reactor RA-6, su cambio de potencia (de medio megavatio a un megavatio) y al conocimiento producido para generar enriquecimiento de uranio (uno de los combustibles nucleares) en Pilcaniyeu. "En sus inicios el RA-6 se manejaba con una única computadora: la PerkinElmer", la cual adquiría datos analógicos y los transformaba en digitales. "En mi experiencia laboral, complementé computación con energía nuclear", sintetizó. Al cierre de la entrevista, le consulté si me podía sugerir alguna persona jubilada para entrevistar. "Sí, María Arribere".

### Saber hacer

María Arribere es Doctora en Física por el IB. Nació en 1960 en Rauch, provincia de Buenos Aires: "si querés saber de algún pueblo loco (lindo), ese es uno". Un día antes de la entrevista, se le había otorgado la jubilación por su tarea docente en el Balseiro. Antes de ingresar allí como estudiante, se había formado en química industrial. "Ingresé a estudiar al IB en 1981. Mi vida profesional la transitó casi toda en la CNEA. La única excepción fueron tres años y medio que estuve en Estados Unidos", relató María. Cuando el investigador y egresado de la primera promoción del Instituto de Física, Abraham Kestelman (alias Abe), se jubiló, María Arribere lo reemplazó en el laboratorio del RA-6: "yo estudié con Abe: hice trabajo final de carrera con él, lo tuve de profesor".

"El cambio de potencia del reactor RA-6 fue un hito. Permitted hacer más cosas, mayor disponibilidad". Destacó aquellas facilidades y capacidades del reactor vinculadas al análisis y caracterización ambiental en variadas experiencias de estudio y prestación de servicios, enfatizando no sólo la dimensión del financiamiento sino también de la adquisición del «saber hacer» para la investigación y el desarrollo. En ese sentido, puso en valor al reactor que vendió INVAP a Australia, el cual adquiere, de "los servicios que prestan a las propias mineras australianas", una parte significativa de los recursos que necesita anualmente para funcionar.

Sobre su tarea docente, María expresó: "hay gente que es muy creativa y eso es lo que me gustaría que se transmitiera". Quizás sea esta una frase que sintetice su concepción en torno al patrimonio cultural nuclear.

### A la hora señalada

Le avisé a Abe que estaba llegando unos minutos tarde a la entrevista. Unos días después, entrevistando a María Arribere, me enteré que le decían "A la hora señalada" porque llegaba a la hora justa. En ese momento, Abe tenía 92 años. "Hace 26 años que me jubilé, siempre digo: estoy jubilado de jubilado."

Ante la pregunta acerca de su valoración sobre el patrimonio cultural nuclear en la historia del Centro Atómico, Abe respondió como si hubiese preparado la respuesta, enumerando una serie de ítems casi con estricto orden cronológico y según nivel de importancia. "El Proyecto Huemul<sup>5</sup>, si bien puede considerarse como un hito negativo, tuvo consecuencias positivas: principalmente la fundación del Instituto de Física (actual Instituto Balseiro)". Justamente para Abe, el primer evento significativo fue la creación del Instituto "por un grupo muy pequeño encabezado por el Doctor Balseiro y con gente relativamente joven". Siendo el propio fundador un físico teórico, para Abe fue notable que de todos modos haya "tenido en la cabeza" la perspectiva de generar un avance en la física experimental. "De ahí es que nacen los distintos laboratorios que existieron en el Centro Atómico y algunos que aparecieron luego".

Otro suceso destacado para Abe fue "la organización de un *workshop* en 1980, que duró varios días al cual estuvieron invitados profesores de muchísimo prestigio de distintos lugares del mundo, principalmente de Estados Unidos" entre ellos Leo Falicov, su ex compañero de estudios en el Instituto de Física y quien en ese momento era profesor en la

<sup>5</sup> El Proyecto Huemul fue un proyecto científico orientado a generar energía en base a la fusión nuclear controlada, llevado adelante por el físico austríaco Ronald Richter bajo la primera presidencia de Juan Domingo Perón. Lleva el nombre de la isla en la cual se desarrolló, que está ubicada en Bariloche, frente al Centro Atómico.



**Figura 2. Cuadro de Paul Klee, *Angelus Novus*, utilizado como referencia por el filósofo Walter Benjamin para sus reflexiones sobre la historia.**

Facultad de Física en Berkeley. “Fue un hito porque esa era una época en que toda la ciencia, posiblemente, estaba muy hundida, era plena época del proceso”. El militar Carlos Castro Madero, también egresado del Instituto, “era en ese momento presidente de la CNEA y siempre nos dio mucho apoyo y fue posible así hacer ese *workshop*”. Por último, Abe puso en valor la construcción del reactor RA-6: “fue necesaria para el establecimiento de una escuela de ingeniería nuclear bien fundamentada, bien basada”.

### Del folletito al libro

Norma Badino<sup>6</sup> tiene 88 años, y entre 1975 y 1995 estuvo a cargo de la biblioteca del IB, actual Biblioteca Leo Falicov, cuyo archivo histórico lleva justamente su nombre. Norma es autora, junto al físico Arturo López Dávalos, del libro “J.A. Balseiro: Crónica de una ilusión” (publicado en 2015 por la Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo) que reconstruye parte de la historia de la física argentina.

Sobre el surgimiento de aquel libro, según cuenta Norma, “la gente venía de visita a la biblioteca y preguntaba por la historia del Instituto Balseiro, entonces lo encuentro a Arturo López y le pregunto si me puede ayudar a hacer un folletito, él me responde que sí y que me contacte con Covita” (se refiere a María Mercedes Covadonga Cuoto, viuda de José

Balseiro). Es decir, el libro de Norma y Arturo nació en el ambiente de la biblioteca y tuvo su origen en la necesidad de comunicar la historia del Instituto. En definitiva, el “libro es el resultado de un folletito que yo quería escribir” y constituye prácticamente un compendio de hitos en la historia nuclear argentina.

Estaba realizando la entrevista cuando Norma tomó la palabra categóricamente: “A mí me gustaría decir unas palabras que no las he escuchado decir por nadie: las mujeres de este Instituto”. Norma se refería a las esposas de los profesores y físicos que se desempeñaban en el IB y consideró que se debía “honrar a todas esas mujeres porque los hombres, los maridos, se iban a la mañana, volvían al mediodía, almorzaban, se volvían a ir y venían tarde; y ellas eran las que limpiaban, cocinaban, cuidaban los hijos, los preparaban para que tomaran el micro para ir a la escuela, iban al pueblo a hacer compras”. Algunas de aquellas mujeres eventualmente se insertaron profesionalmente en la ciudad “por ejemplo Covita, la señora de Balseiro, fue profesora en el Colegio Nacional dando clases de matemática”.

### Tipear en un cartoncito

Margarita Ruda nació en 1948 en Concordia, provincia de Entre Ríos. Licenciada en Química por la Universidad de Buenos Aires, con especialidad en química industrial, durante sus estudios tomó una materia optativa de computación aplicada: “usábamos una máquina que había que tipear en un cartoncito, nunca programé tan bien como en esa época, porque si vos te equivocabas en una coma nada funcionaba, no tenías manera de saberlo porque ese conjunto de tarjetas se enviaba en una caja y a la semana volvía con el resultado del problema.”

Trabajó en varios lugares antes de ingresar al CAB en 1985: en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial en el sector de la industria textil, en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y en la Universidad Veracruzana en México y en la Universidad de British Columbia (Vancouver, Canadá) donde además realizó una Maestría en Ciencia Aplicada. Al estar al cuidado de un hijo pequeño, “hizo que, en vez de hacer cosas experimentales, me dedicara a la computación, dado que podía hacer ese trabajo mientras mi nene estaba en la guardería”.

Al volver a Bariloche, Margarita ingresó por concurso como docente en la Universidad Nacional del Comahue en la cátedra de química para la Tecnicatura en Acuicultura. Como el cargo era de dedicación simple, empezó a buscar otro empleo y ahí fue que ingresó al Centro Atómico en el Grupo de Elementos Finitos. Luego se desempeñó en el grupo de Físicoquímica de Materiales, estudiando hidrógeno en materiales y realizando simulaciones, en todos los casos aportando su conocimiento desde lo computacional.

<sup>6</sup> N. del E.: La señora Norma Badino falleció en el transcurso de la edición de este artículo.





Imagen: Gentileza de CNEA.

**Figura 3. Primer Encuentro de Jubilados del Centro Atómico Bariloche, mayo de 2024.**

Según Margarita, los estudios científicos en el Centro Atómico siempre tuvieron como centro la física: de hecho “la historia y el origen del IB es la enseñanza de la física, disciplina que tenía una fama impresionante una vez que apareció la bomba atómica”. En ocasiones, disciplinas como la química, la matemática e incluso la ingeniería “fueron consideradas como cosas más prácticas”. Pero, reflexionó Margarita, en definitiva “los problemas de la energía nuclear son también problemas de otras áreas de la ciencia y la ingeniería”, por lo cual, atender estos últimos ayudó a resolver los primeros.

Desde su perspectiva, “fue muy importante el boom de construcciones en los inicios del siglo XXI: la ampliación y construcción de los nuevos edificios del CAB, por ejemplo, la biblioteca o el centro de salud de la Fundación Intecnus, porque había habido un lapso de alrededor de 20 años en el que no se construyó nada”. Margarita destacó estos sucesos porque “si uno hace cosas experimentales, necesita un lugar cómodo, con condiciones, con espacio.”

### ¿Cómo describir un elefante?

Durante una de las entrevistas, Margarita Ruda relató una parábola de origen indio que cuenta la historia de cuatro personas ciegas quienes, al encontrarse con un elefante, describen lo que perciben de maneras distintas: una colita, algo enorme, una pata, una trompa. Cada quien “describe lo que toca y el elefante en sí no se llega a distinguir”, sintetizó Margarita, quien utilizó este cuento para referirse a procesos de optimización en el

marco de su actividad profesional: una misma «cosa» mirada y descrita desde distintos puntos de vista. Por separado, cada punto de vista arrojaba resultados distintos respecto de «qué es» esa «cosa». Sin embargo, el hecho de poner en común un mismo tema, como la multidisciplinariedad -según María Teresa Causa-, o las experiencias interdisciplinarias -según la propia Margarita-, habilita su abordaje desde distintos puntos de vista posibilitando así un pensamiento articulado. Al igual que en la fábula, en esta investigación se intenta componer y descomponer descripciones y análisis de ese elefante que sería el patrimonio cultural nuclear en CAB-CNEA. Antes, se presentan algunas definiciones teóricas.

Organismos internacionales como la UNESCO han conceptualizado al patrimonio cultural incluyendo en su definición, a grandes rasgos, a todos aquellos elementos de interés artístico, histórico, arqueológico y de valor excepcional, reconocidos por comunidades, grupos e individuos. Referentes del campo, como el antropólogo argentino Néstor García Canclini o el profesor catalán Llorenç Prats, indican que el patrimonio cultural no es algo dado ni fijo, ni un fenómeno social universal, sino una construcción social llevada adelante por distintos sectores, con intereses específicos, en lugares y momentos determinados, históricamente flexible, dinámico y cambiante. Es decir, como todo concepto, el término «patrimonio cultural» es objeto de debates y discusiones y está en continua transformación.





Imagen: Gentileza de CNEA.

**Figura 4. Montaje de la Exposición “Cartografía Artística: Centro Atómico Bariloche” (División MUTEK-GCS-GAAI-CNEA), Bariloche, julio 2024.**

En sintonía con estas reflexiones, estudios recientes y específicos sobre patrimonio cultural nuclear (como los de las mencionadas Anna Storm y Eglė Rindzevičiūtė, y también los trabajos de la profesora de Geografía Humana en la Universidad de Exeter, Leila Dawney, para citar sólo algunos) dan cuenta de que no existe un único enfoque para su análisis. En este sentido, las experiencias de investigación indican que se trata más de dinámicas de activación patrimonial que de una simple recolección de rescate.

Se entiende por activación patrimonial a aquellas dinámicas mediante las cuales los sujetos ponderan determinados bienes, historias, materialidades, conocimientos, saberes, sujetos, lugares, festividades y tradiciones, como representativos de grupos o comunidades, volviéndose así símbolos colectivos. En esta indagación, basada en las perspectivas que testimonian personas jubiladas de un organismo público, se considera que los fenómenos de activación patrimonial están vinculados a procesos de construcción social del patrimonio. Estas dinámicas anudan aspectos de consenso que habilitan a una comunidad a activar un repertorio patrimonial seleccionando y exponiendo determinados referentes simbólicos, y al mismo tiempo constituyen procesos heterogéneos y en tensión porque ninguna activación patrimonial es uniforme ni está exenta de conflictos en la lucha por los significados.

En este sentido, en el trabajo de campo se identificaron hitos y hechos históricos comunes a

distintos testimonios: la creación del Instituto de Física y la construcción del reactor de investigación RA-6. Pero también emergieron heterogeneidades en torno a la tecnología nuclear: testimonios que enfatizan la valoración de ciertas capacidades y facilidades tecnológicas orientadas a la prestación de servicios. Así como las comunidades no son homogéneas, tampoco se puede esperar una homogeneidad ni una única narrativa en la construcción de patrimonio cultural nuclear según la perspectiva de los actores. Dado que esta investigación es de carácter exploratorio, a continuación se presenta el análisis de la información de campo y de la revisión bibliográfica en formato de hipótesis provisorias.

Los testimonios de personas jubiladas del CAB podrían estar expresando múltiples dinámicas de activación patrimonial nuclear: algunas basadas en imágenes y relatos; otras como resultados de operaciones de selección según la experiencia vivida o, en ciertos casos, tienen que ver con puntos de vista asociados a posicionamientos sobre la ciencia, la técnica y la tecnología. Fueron identificadas diversas formas de activación: la colección e interpretación de objetos; el registro y documentación audiovisual de reuniones científicas inspirados por el trabajo de la memoria; la investigación, redacción y publicación de material escrito sobre la historia del lugar; los encuentros participativos de personal jubilado (ver más adelante). En otras ocasiones los actores, cuando no participan directamente de estos procesos, son parte



Imagen: Gentileza de CNEA.

**Figura 5. Mapeo participativo en la exposición “Cartografía Artística: Centro Atómico Bariloche” (División MUTEK-GCS-GAAI-CNEA), Bariloche, julio 2024.**

de dinámicas de apropiación de referentes previos (Proyecto Huemul) o bien protagonizan instancias de creación de otros nuevos (cambio de potencia de un reactor). Sucede algo similar en relación con las valoraciones sobre sus conocimientos y actividades científicas: en algunos casos se orientan a sus propias áreas de trabajo; sin embargo, en otras ocasiones también se dirigen hacia eventos en los cuales no participan de manera directa (creación del centro de salud Fundación INTECNUS, por ejemplo).

El patrimonio cultural nuclear en el CAB-CNEA, según personas jubiladas, podría estar constituyéndose por diversas manifestaciones, tanto tangibles (un reactor nuclear, un edificio) como intangibles (el saber hacer, la creatividad, la multidisciplinariedad), a las que se les otorga significaciones particulares, siendo expresión de identidades enraizadas en el pasado (los grupos en los laboratorios, la experiencia docente-alumno en el IB, trayectorias de determinados sujetos), combinadas con memorias en el presente (las modificaciones en el paisaje del Centro Atómico) e reinterpretadas por sucesivas generaciones (la fundación de una institución, la redacción de un libro para comunicar hechos del pasado).

Estos primeros resultados de investigación dan cuenta de que los sujetos no son entes depositarios de la historia y del patrimonio ni son «objeto de» procesos de patrimonialización, sino que participan (y en algunos casos de manera protagónica) en múltiples dinámicas de activación patrimonial nuclear.

Al igual que en los orígenes del campo científico-tecnológico nuclear en Argentina, las menciones al marco internacional emergen en todos testimonios relevados, tanto en las valoraciones y sentidos sobre lo específicamente nuclear (reuniones científicas, descubrimientos, vínculos con instituciones de otros países) como sobre la ciencia y técnica en general (mecanismos globales de validación de discursos científicos).

“Caminamos hacia adelante mirando para atrás; el pasado está adelante nuestro y el futuro atrás”, reflexionó Javier Luzuriaga durante la entrevista, una frase casi idéntica al análisis que, en su “Tesis sobre filosofía de la historia”, realizara el filósofo Walter Benjamin sobre el cuadro de Klee denominado *Angelus Novus*, dónde el ángel ha vuelto el rostro hacia el pasado y un huracán le empuja hacia el futuro, al cual le da la espalda (ver Figura 2). “Este deberá ser el aspecto del ángel de la historia”, escribió Benjamin.

Cuando corregía el presente artículo, asistí al Primer Encuentro de Jubilados y Jubiladas realizado en el CAB a pocos metros de su lugar de trabajo (ver Figura 3). En modo festivo, participaron decenas de ex trabajadores y trabajadoras cuyos testimonios podrían componer próximos episodios de esta investigación. Ya en la fase final de escritura de este texto, participé, como coorganizador junto a un equipo de trabajo de CNEA, de la exposición “Cartografías Artísticas: Centro Atómico Bariloche” en la casa Las Golondrinas de la Fundación Balseiro a seis kilómetros del CAB

(ver Figura 4). A lo largo de la actividad, se exhibieron algunas obras de las artistas locales Alicia Pez e Ingrid Roddick y fotografías del Archivo Histórico Norma Badino del IB. A través de esos materiales, invitamos al público a intervenir y registrar experiencias, lugares, anécdotas y sucesos sobre un croquis del Centro Atómico, propiciando así un mapeo participativo (ver Figura 5). Las palabras de Walter Benjamin resonaron nuevamente en estos encuentros: “Existe una cita secreta entre las generaciones que fueron y la nuestra”.

### Agradecimientos

A cada una de las personas entrevistadas, quienes además de brindar sus testimonios y su tiempo, revisaron partes del texto; a quienes oficiaron de informantes clave: Karina Pallanza, Astrid Bengtsson y Francisco Lovey; a Marisa Velasco Aldao, directora de la Biblioteca Leo Falicov del IB, por su recepción para la realización de entrevistas; a las y los colegas Águeda Caro Petersen, Genaro Virues, Emilce Boroni y Mirna Rocha por su acompañamiento en general, desde las revisiones del artículo hasta el registro audiovisual de las entrevistas.

## Resumen

Este artículo comunica avances exploratorios de una investigación social cuyo objetivo es aportar a la caracterización del patrimonio cultural nuclear argentino según la perspectiva de los propios sujetos participantes: personas jubiladas del Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica, San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, Argentina. ¿Qué hitos, historias, hechos, procesos, materialidades y saberes remarcan sus testimonios?, ¿Qué dinámicas de activación patrimonial se observan en sus narrativas? Se presentan descripciones, reflexiones e hipótesis provisorias en base a información de campo producto de entrevistas realizadas durante la primera mitad de 2024.

## Para ampliar este tema

- Fernández Larcher, A. (2020). *La politización de la “comunidad nuclear”: mito, política y moralidad científica en la CNEA (1950-1973)*. Tesis de Maestría,. Repositorio institucional, Universidad Nacional de San Martín. [[Disponible en Internet](#)].
- López Dávalos, A. y Badino, N. (2015). J.A. Balseiro: *Crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina*. Mendoza, Argentina: EDIUNC.
- Spivak L’Hoste, A. (2010). *El Balseiro: memoria y emoción en una institución científica argentina*. La Plata, Argentina: Al Margen. [[Disponible en internet](#)].
- Del Valle Marzorati, Z. (2012). *Plantear Utopías. La conformación del campo científico-tecnológico nuclear en Argentina (1950-1955)*. Buenos Aires, Argentina: CICCUS. [[Disponible en internet](#)].
- Nuclear Spaces: Communities, Materialities and Locations of Nuclear Cultural Heritage*. [[Disponible en internet](#)].



## RESEÑA DE LIBRO

### Documentos inéditos en lenguas fuegopatagónicas (1880-1950)

Marisa Malvestitti y Máximo Farro (Comp.)

2023.

ISBN 978-987-8258-34-8

Editorial UNRN, Universidad Nacional de Río Negro, Viedma, Argentina, 588 pp.

En español, incluyendo 66 fotografías, 2 ilustraciones, 5 mapas y 27 tablas en blanco y negro.

Reseña realizada por Magalí Mayol

FaHu/CRUB-UNCo

mayolmaga@gmail.com

Esta es una obra colectiva de voces y autorías múltiples, tanto pasadas como presentes. Dieciocho investigadoras e investigadores provenientes de diversas disciplinas y universidades argentinas ponen a disposición de un público amplio documentaciones inéditas y comentadas de ocho lenguas de Fuegopatagonia: *haush*, *ona-selk'nam*, *alakaluf/kawesqar*, *yagan*, *aonekko* 'a'ien, *teushen*, *günün a yajüch* y *mapuzungun*. De esta manera, el territorio que abarca la Patagonia continental a ambos lados de la Cordillera de los Andes y Tierra del Fuego recupera registros que permanecían albergados y diseminados en repositorios de Argentina, Chile, Alemania e Italia.

La introducción presenta el proceso de investigación que originó el libro, las preguntas y conceptos centrales que lo atraviesan (tecnologías de papel, redes y comunidades de práctica, Fuegopatagonia, escenas de documentación y coproducción de las fuentes). Además, describe el marco general en que fueron producidos y conservados los registros sobre lenguas. Los siguientes 16 capítulos mencionan la exacta ubicación actual de la fuente analizada, su contexto de producción y su descripción pormenorizada. También ofrecen la transcripción, realizada con la mayor fidelidad posible, de los manuscritos originales de los diversos documentos: vocabularios, toponimias y frasearios de uso práctico. El último capítulo focaliza en lo que sus autoras denominan "el camino de las palabras": el tránsito desde los procesos de silenciamiento de las voces y del canto, hacia la restitución sonora actual.

El libro conjuga la historización del contexto de producción de las fuentes compartidas, marcado por procesos de expropiación territorial y genocidio de los pueblos preexistentes, con la recuperación de las lenguas, las memorias sociales y las prácticas de resistencia. En este marco, la categoría "escenas de do-



documentación" refiere a dónde, cómo, cuándo, quiénes y con qué objetivos se registraron estas lenguas. Por otra parte, la coproducción de las documentaciones implica el intento por restablecer la identidad de las y los hablantes, cuyos saberes lingüísticos fueron la base para la realización de los registros. Dichas personas fueron invisibilizadas, ya que las autorías les fueron otorgadas a los especialistas académicos y a los letrados. Por el contrario, el libro implica otro gesto, ya que fueron rastreadas y cruzadas sistemática y minuciosamente múltiples fuentes (informes, publicaciones, fotografías, libros de bautismo, correspondencia, algunos pocos audios y materiales filmicos) para identificar, en los casos donde fuera posible, nombres, rostros y trayectorias de vida. Esta actitud se evidencia en la misma denominación de cada capítulo: además de figurar la identidad de los académicos, misioneros y funcionarios públicos que participaron en la elaboración de las producciones, se colocaron en primer lugar los nombres de cada coproductor y/o coproductora, varones y mujeres, adultos y niños.

En síntesis, este trabajo contribuye a la re-territorialización y democratización de las lenguas, siendo una obra valiosa para la comunidad académica interesada en la lingüística y la historia fuegopatagónicas. El aporte es aún mayor para quienes, en el presente, trabajan en procesos de revitalización lingüística y de re-construcción de comunidades hablantes.

# ENTRE GALAXIAS Y ÁTOMOS. LA FÍSICA EN EL UNIVERSO

## Reportaje

a Guillermo Abramson

por Mónica de Torres Curth, Cecilia Fourés y Gustavo Viozzi

Desde la Patagonia charló con Guillermo Abramson que, con su enfoque accesible y apasionado, nos invita a descubrir la belleza del Universo a través de la física y a entender cómo las leyes fundamentales del Universo se manifiestan en fenómenos cotidianos.

**Desde La Patagonia (DLP):** Buenos días Guillermo. Es un gusto poder entrevistarte. Como pregunta inicial queríamos que nos cuentes cómo nació tu interés por la astronomía y por el Universo.

**Guillermo Abramson (GA):** A mí me atrajo la astronomía y el Universo desde muy chiquito. Como nos pasa a muchos de los que nos dedicamos a la ciencia, alrededor de los diez años surge la vocación por los fenómenos naturales. Uno cuando es niño no sabe qué es la astronomía, a mí me gustaban todos los fenómenos naturales. La astronomía en particular, sobre todo porque eran los años del Apolo y los viajes a la Luna, esas cosas estaban en los medios de comunicación. Inmediatamente después comenzaron los viajes de exploración del Sistema Solar con las Voyager y esperábamos ansiosamente las revistas del *National Geographic* que venían con fotos en colores de los planetas y sus satélites. Es increíble, pero hoy en día transmiten las exploraciones de los planetas en tiempo real, y los vemos en video de alta resolución. De todas las ciencias elegí estudiar física. Tuve buenos profesores de física en la secundaria que me orientaron bien. Probablemente estudié eso para ser astrofísico, pero después mi carrera tomó por otro lado por cuestiones de cómo son las dinámicas de las carreras. También porque en esa época, finales de los años '80 y principio de los '90, en el Instituto Balseiro no había posibilidad de hacer nada relacionado con la astronomía ni con la astrofísica. Me interesaban muchas cosas de distintas ciencias. Entonces me fui orientando hacia los temas más relacionados con un trabajo interdisciplinario: con la ecología y no con la astronomía. Pero, como siempre me interesó la astronomía, seguí indagando en distintas lecturas afines con ese campo científico. Cuando empecé a dedicarme a la divulgación de la ciencia, lo que veía era que, si daba una charla sobre mi trabajo en física sobre las dinámicas de poblaciones o las dinámicas de las epidemias, con suerte



Imagen: Gentileza G. Abramson.

Guillermo Abramson, científico y divulgador de las ciencias, es investigador del CONICET en el Instituto Balseiro, miembro de la División Física Estadística e Interdisciplinaria (FIESTIN) del Centro Atómico Bariloche y profesor de la Universidad Nacional de Cuyo. Estudia diversos fenómenos relacionados con la física de sistemas biológicos y es un experto en astronomía.

venían diez personas. En cambio, si daba una charla sobre el Universo o de cualquier cosa relacionada con eso, venían cien personas (risas). Entonces me fue quedando claro que debía contar sobre astronomía y no sobre epidemiología.

**DLP:** ¿Cuál es la diferencia entre la astronomía y la astrofísica?

**GA:** Hoy en día no hay una gran diferencia: la astrofísica es la explicación física de los fenómenos que se observan en la astronomía. Había más diferencia a fines del siglo XIX o a principios de siglo XX, cuando una buena parte de la astronomía era simplemente observar lo que pasaba en el cielo y registrarlo.

**DLP:** Las personas que se dedican a la astronomía o a la astrofísica ¿son físicos como es tu caso?

**La Nebulosa Cangrejo (a 6.500 años luz, en la constelación de Tauro) es el residuo de una explosión de supernova ocurrida en 1054, y observada por astrónomos chinos y japoneses. La violenta explosión marcó el final de la existencia de una estrella mucho más pesada que el Sol, y está esparciendo en el medio interestelar el material reciclado durante su vida, incluyendo muchos elementos pesados que integrarán la siguiente generación de estrellas y planetas. El color naranja en los filamentos es principalmente hidrógeno, mientras que el azul es oxígeno y el verde es azufre.**



Imagen: NASA, ESA, J. Hester y A. Loll (Arizona State University)

**GA:** No, hay astrónomos y en Argentina está la carrera de Astronomía, en La Plata, en Córdoba y también en San Juan, donde está el observatorio de la Universidad muy cerca del de CONICET. También, hay físicos que hacen sus doctorados en temas de astronomía o de cosmología. Hoy en día hay muchos temas que son muy fronterizos entre la física fundamental y la astronomía a gran escala del Universo.

**DLP:** ¿Cómo conocemos lo que conocemos del Universo cuando nuestro punto de referencia es la Tierra?

**GA:** Eso es extraordinario, porque lo que sabemos del Universo es muchísimo. No sólo sobre la estructura del Universo sino sobre los procesos físicos. Por ejemplo la vida de las estrellas: cómo se forman, por qué brillan, cuánto tiempo duran, cómo desaparecen, cómo mueren. La astrofísica es una ciencia que se desarrolló en buena medida a lo largo del siglo XX y es extraordinaria ya que el objeto de estudio de la astronomía es distinto del de otras ciencias porque no se pueden hacer experimentos. No se puede meter un termómetro para saber la temperatura de una estrella, no se puede tomar una muestra para analizarla en el laboratorio... Todo lo que sabemos sobre los fenómenos del Universo y sobre el Universo mismo lo sabemos, principalmente, abrumadoramente, a través de la luz que nos llega de ellos, la luz dicho en un sentido general de la radiación electromagnética. La radiación electromagnética se extiende más allá de lo que podemos ver, con longitudes de onda cortas y más largas, pero es todo luz. Es el mismo fenómeno: la radio que usamos para comunicarnos, el horno de microondas, la radiación infrarroja, la luz que vemos, la radiación ultravioleta que nos oscurece la piel, los rayos X que utilizan los sanatorios para ver qué hay adentro de nuestro cuer-

po y los rayos *gamma* que usan en la industria para ver lo que hay adentro de las piezas tecnológicas... Es todo lo mismo, es el mismo fenómeno: es luz. Y lo que sabemos del Universo, lo sabemos gracias a estudiar lo que pasa con la luz. Y en menor medida también sabemos lo que pasa en el Universo gracias a partículas de materia (no de luz) que "llueven" sobre la Tierra: son rayos cósmicos. El observatorio más grande de rayos cósmicos del mundo está en Argentina -no sé si lo sabían- en el sur de la provincia de Mendoza, en Malargüe, cerca de Las Leñas. Y desde hace menos tiempo, tenemos información también gracias a nuevos observatorios de radiación gravitacional (de ondas de gravedad, que tampoco son luz, sino algo distinto). Existen tres o cuatro observatorios en el mundo capaces de detectarlas. Es muy limitado lo que se puede hacer hoy en día con ellas, pero son un nuevo mensajero de los fenómenos astronómicos. La cuestión es que, solamente usando luz más la ciencia (la física fundamentalmente), podemos construir modelos científicos, es decir, ecuaciones matemáticas que nos explican cómo funcionan los fenómenos del Universo. Por ejemplo, las ecuaciones fundamentales, que nos dicen de qué están hechas y cómo funcionan las estrellas, tienen 100 años. Las publicó Eddington en 1924 y claro, a partir de las ecuaciones y del modelo matemático que formuló (que no era completo, por supuesto, como en cualquier ciencia) se fue construyendo de forma incremental e intergeneracional. Muchas cosas no se podían hacer porque las ecuaciones eran complicadas y recién se pudieron analizar con computadoras en la segunda mitad del siglo XX. Así que llevó todo el siglo XX entender estos procesos astrofísicos pero, aun así, muchos descubrimientos fueron extraordinarios. Por ejemplo, los astrónomos que





**El cúmulo de galaxias de Coma contiene más de 1.000 galaxias individuales, cada una de ellas con sus centenares de miles de millones de estrellas, planetas, lunas, cometas, etc. En 1933 el astrónomo Fritz Zwicky descubrió que las galaxias del grupo se movían demasiado rápido unas con respecto a las otras, indicando que había más materia que la visible en forma de estrellas. Fue la primera evidencia de la existencia de la misteriosa “materia oscura”.**

se pasan la vida mirando el cielo por el telescopio y sacando fotos del cielo, haciendo cálculos de cómo funcionan los fenómenos naturales, lograron explicar de dónde vienen los átomos de nuestro cuerpo, cuál es el origen de nuestros átomos, de qué estamos hechos, que es una pregunta milenaria, es una cuestión filosófica o religiosa. Para la tradición judeocristiana los seres humanos estamos hechos de barro insuflado por el aliento divino, y para otras civilizaciones como las de Mesoamérica, estamos hechos de maíz. O, por poner otro ejemplo, para la mitología de Tolkien estamos hechos de música. De qué estamos hechos no parecía una cuestión que pudiera tener una respuesta científica. Sin embargo, los astrónomos, descubrieron que todos los átomos venían de las estrellas, que habían sido forjados en los centros de las estrellas donde ocurren reacciones nucleares, y que solamente el hidrógeno que tenemos en las moléculas de nuestro cuerpo era primordial y venía del origen del Universo. Y todo el resto se había formado en generaciones de estrellas anteriores al Sol; que había estrellas que se sucedían en generaciones como los seres vivos en la superficie de la Tierra, y que la materia del Universo se reciclaba en estas generaciones sucesivas de estrellas y se iba enriqueciendo con ellas. Así, en algún momento, el Sol formó nuestro sistema solar con todos nuestros átomos -los átomos de la Tierra, los átomos del Sol y también nuestros propios átomos-, usando esos átomos que venían de estrellas anteriores. Muchas de ellas que habían explotado de forma de supernova, esas extraordinarias explosiones que son tan brillantes que se ven desde el otro lado del Universo. Por ejemplo, el hierro que está en la hemoglobina de nuestra sangre o en nuestras herramientas, viene de explosiones de supernovas. Existieron, vivieron sus vidas y explotaron antes de que existiera y se formara nuestro sistema solar.

**30 DLP:** Esos átomos que se formaron con las explosiones de estrellas, ¿existían antes?

**GA:** No, no existían antes, solamente el hidrógeno

es primordial. En el origen del Universo también se formó helio, y muy poquito litio. Pero no todo el helio que tenemos en la Tierra es primordial: una parte se formó en estrellas como el Sol, que convierte hidrógeno en helio -el de los globos de cumpleaños y que cuando lo respiramos nos hace hablar finito-. O sea, sólo los elementos más livianos de la tabla periódica son primordiales. Eso lo calculó un físico llamado George Gamow, un ruso extraordinario que fue un gran divulgador. De adolescente leí todos sus libros de divulgación.

**DLP:** Un libro que seguramente ningún otro adolescente leyó (risas).

**GA:** El primero que leí me lo prestó mi profesora de matemática de primer año de la escuela secundaria, cuando vio que me gustaba la matemática. Me dio “Uno, dos, tres, infinito”, y yo lo devoré y se lo devolví. Y ella se lo dio a otro de mis compañeros, Javier Fernández, y que ahora es profesor de matemática en el Instituto Balseiro. Inmediatamente quise leerlo de nuevo así que fui a la biblioteca del colegio, lo saqué y lo leí de nuevo. En la década del ‘30 -hace 100 años- Gamow calculó, en base a las ideas que habían tenido unos astrónomos y físicos contemporáneos suyos -y usando la Relatividad de Einstein que recién se había formulado- cómo tenía que haber sido el estado del Universo primordial, si el Universo se estuviera expandiendo como los astrónomos habían descubierto en la década del ‘20. Y ese cálculo le dio que, hace miles de millones de años, el Universo tenía que haber estado en un estado caliente, compacto, en el que ocurrían reacciones nucleares. Pudo calcular las tasas de reacciones nucleares y cómo tenía que haber sido ese proceso, y que, partiendo de la energía que existía en ese estado compacto, el Universo tendría que haberse formado en base a tanta proporción de hidrógeno, tanta proporción de helio y tanta proporción de litio. Él lo calculó y después de décadas se logró medir, y esa que Gamow propuso era exactamente la composición

**Este globo reproduce las observaciones del satélite Planck (ESA/Planck Collaboration), representando en una escala de colores las pequeñas fluctuaciones de temperatura que se observan en el Fondo Cósmico de Microondas, que vemos venir de todos lados del cielo. Estas fluctuaciones corresponden a distintas densidades de la materia caliente que llenaba el universo hace 13 mil millones de años, y que acabaron formando las galaxias, como la nuestra. Es la luz más antigua que podemos ver, y corresponde a un momento de la evolución del universo en el que se formaron todos los átomos de hidrógeno, incluyendo los dos átomos por cada molécula de agua que vemos en la nieve cubriendo los cerros de la cordillera de los Andes, al fondo.**



Imagen: G. Abramson.

del Universo. Porque sigue siendo así: el reciclado es mínimo. La cantidad de átomos de hidrógeno que se han convertido es muy pequeña, aunque a nosotros nos parece abundante porque tenemos un montón de otros átomos. Nuestro cuerpo está hecho de carbono, de calcio, de fósforo, de azufre, de nitrógeno pero, aunque esos elementos nos parecen abundantes, son escasos en el Universo. Los más abundantes son el hidrógeno y el helio, que es de lo que están hechas las estrellas.

**DLP:** Cuando la Tierra se formó ¿tenía la misma composición de átomos que tiene actualmente o fue adquiriendo nuevos?

**GA:** Sí, prácticamente tiene la misma composición. Lo más complicado de explicar -para lo cual no hay una respuesta definitiva todavía- es el origen del agua en nuestro planeta. O sea, si la Tierra se formó en este lugar donde está ahora, tendría que tener menos agua porque, como estamos en un lugar calentito del Sistema Solar, el agua se evapora. Los planetas que se formaron con agua (y otras sustancias de las llamadas "volátiles", como el anhídrido carbónico o el amoníaco) son los que lo hicieron en las regiones exteriores del Sistema Solar. Por ejemplo, las lunas de los planetas gigantes tienen mucha más agua que la Tierra, porque cuando se forman los planetas hay como una especie de destilación, o sea, los materiales más volátiles quedan afuera y los menos volátiles y más sólidos -los minerales con metales- quedan adentro, más cerca del Sol. Entonces la Tierra tendría que tener fundamentalmente metales y óxidos metálicos, pero tiene además mucha agua. Así que el agua vino después, pero no mucho después. No sabemos cuánto después, aunque igual fue hace mucho tiempo. No es que llegó hace cien millones de años. Ocurrió en los primeros 500 millones de años de existencia de la Tierra. Hay distintas explicaciones al respecto, por ejemplo, que vino con cometas, que fueron asteroides, que hubo migraciones en los planetas en esa época de consoli-

dación del Sistema Solar. Eso es algo que también es importante decir, porque en general la gente no se lo imagina: cuando decimos que algunas cosas no las sabemos, eso no quiere decir que no tengamos una respuesta. Casi siempre lo que ocurre es que tenemos muchas respuestas: cuando un científico te dice que no sabe, no significa que no sabe, significa que tiene muchas respuestas y no sabe cuál es la correcta. A veces pasan décadas hasta que se consolida un consenso con suficiente evidencia y tenemos una respuesta definitiva.

**DLP:** Esos fenómenos de formación de planetas, sistemas solares, etc. ¿siguen ocurriendo o fue algo que ocurrió al principio? Es raro hablar de "el principio" porque es difícil imaginar qué es, y consecuentemente, qué había antes.

**GA:** Bueno, más adelante hablaremos sobre el principio. Primero contesto sobre la formación de los sistemas solares, que es algo que sigue ocurriendo, y que también es algo extraordinario. Siempre supusimos que había otros mundos en el Universo, desde Giordano Bruno que dijo que existían otros planetas habitados en el Universo y por eso lo quemaron en el *Campo dei Fiori*. Cuando nosotros éramos chicos -en esa época- se suponía que existían otros planetas alrededor de otras estrellas, pero no se supo con certeza hasta que empezaron a descubrirlos, cosa que ocurrió recién hacia finales del siglo XX, en 1995. Hoy conocemos miles y miles de planetas que orbitan alrededor de otras estrellas, muchos de ellos formando parte de sistemas planetarios como el nuestro. Y no sólo conocemos miles de planetas, sino que también sistemas planetarios en formación, y lo que vemos en esos sistemas planetarios en formación confirma todo lo que los teóricos de la geología explicaron acerca de cómo se formó nuestro Sistema Solar. Que también fue una pregunta filosófica, hasta que Laplace hizo una conjetura de cómo había pasado. Hace 100 años, por ejemplo, competían dos hipótesis principales: una era



Imagen: Gentileza G. Abramson.

**El “desayuno cuántico” representa la idea de que, para entender cómo brillan los alambres de un tostador (o la superficie de una estrella), necesitamos la física cuántica. No es sólo la física de las partículas subatómicas: necesitamos la física cuántica para explicar y entender muchos fenómenos cotidianos, desde el brillo de un objeto caliente hasta el funcionamiento de los dispositivos electrónicos de la actual civilización tecnológica.**

que los planetas se formaban por condensación en un disco que existía alrededor de las estrellas en su etapa primordial, cuando no había terminado de colapsar gravitacionalmente la materia que terminaba formando la estrella. Otra de las hipótesis sostenía que había un disco y que inestabilidades en el disco producían los planetas. Otra más decía que una estrella pasaba adentro de otra y le arrancaba una pluma de material que se condensaba y formaba los planetas. Estas eran hipótesis científicas hace 100 años. Hoy en día sabemos que lo que verdaderamente ocurre es lo que postula la primera, o sea que cuando se forma una estrella, en los primeros cientos de millones de años existe a su alrededor un disco de materia a partir de la cual se forman los planetas. Esos discos se ven con radiotelescopio, se ven los planetas formándose a su alrededor y se miden sus propiedades. Así que la teoría sobre cómo se formaron los planetas seguramente va ocupar buena parte del siglo XXI, a medida que se observen más y más de estos sistemas en formación.

**DLP:** Estos planetas afuera de nuestro Sistema Solar, ¿son los que se denominan exoplanetas?

**GA:** Sí, les dicen exoplanetas. Pero no son otra cosa, son lo mismo que los planetas, son como la Tierra y Júpiter, sólo que están alrededor de otras estrellas. Hay algunos que están sueltos, sin estrellas. Esto ocurre porque muchas estrellas se forman en sistemas

múltiples y las órbitas de los objetos que existen en estos sistemas son caóticas, por lo que algunos pueden resultar expulsados y en ocasiones los planetas quedan flotando libremente. Esos se llaman *free floating planets*, planetas que flotan libremente, y también se han descubierto en las últimas décadas.

**DLP:** Cuando decís que flotan libremente, ¿quiere decir que están viajando a una velocidad altísima?

**GA:** Están en órbita en la galaxia, es decir, orbitan alrededor del centro de la galaxia, al igual que las estrellas (como el Sol y nosotros mismos). Las velocidades son relativas, o sea la velocidad es grande o pequeña según con respecto a qué, eso es algo que descubrió Galileo, no hay velocidades absolutas. Estos planetas se mueven a velocidades comparables a las de las estrellas que están en la misma región de la galaxia. Están en órbita y estar en órbita es estar en caída libre.

**DLP:** Explicanos un poco más este concepto de que estos planetas que están en órbita alrededor del centro de la galaxia “están en caída libre”.

**GA:** Estar en órbita es lo mismo que estar en caída libre. Esa fue la que Einstein llamó su “idea más feliz”, y fue para él la clave para poder formular la Teoría General de la Relatividad, que es la teoría de gravitación. Empezó a pensar en esto apenas terminó la Teoría Especial de Relatividad, en la cual se formula matemáticamente esta cuestión de que las velocidades son relativas y que hay una única velocidad absoluta que es la velocidad de la luz. Einstein inmediatamente se dio cuenta de que tenía que formular una nueva teoría, incorporando la gravedad en una Relatividad General. Empezó a hacerlo y no le salía. Entonces se le ocurrió esto, que llamó “su idea más feliz”, hoy se llama el Principio de Equivalencia. Se dio cuenta de que se podía “apagar” la gravedad ¿Cómo se hace para apagar la gravedad? Él imaginó saltar al vacío desde el techo de su casa y hacer experimentos de física mientras caía. Duraría un segundo la caída del techo hasta el piso (risas). Cuando hoy se explica esto en los cursos, uno se imagina un ascensor en caída libre, y uno va haciendo experimentos ahí adentro. Galileo descubrió -300 años antes de Einstein- que una bola pesada y una bola liviana caen con la misma aceleración desde la cima de la Torre de Pisa. Entonces, si repito este experimento dentro del ascensor mientras yo mismo estoy cayendo, suelto las bolas y quedan ahí flotando junto a mí porque ambas se aceleran hacia abajo con la misma aceleración que yo. Si estábamos relativamente quietos inicialmente -velocidad relativa cero- nos aceleramos con la misma aceleración y entonces quedamos quietos, “flotando”. Es exactamente lo mismo que ocurre cuando un astronauta está en órbita alrededor de la Tierra y tiene un pomelo y una naranja en la mano y abre las manos y la naranja y el





Imagen: Gentileza G. Abramson.

**Alguien registró las ecuaciones del campo gravitatorio de Einstein, que constituyen el objeto central de la Teoría de la Relatividad General, en una locomotora abandonada en el Salar de Uyuni, en el altiplano boliviano. Los trenes juegan un rol importante en los muchos "experimentos mentales" que ayudaron a Einstein a formular la teoría, y a innumerables estudiantes de física, a entenderla. El signo negativo en el miembro de la derecha corresponde a la convención de signos de Einstein y otros autores. La convención actual es distinta, y corresponde un signo positivo allí. Falta el término de la constante cosmológica,  $\Lambda g_{\mu\nu}$ , que Einstein puso, luego quitó, y ahora resulta que hay que volver a poner.**

pomelo quedan flotando junto a él. Estar en órbita es exactamente lo mismo que estar en caída libre.

**DLP:** ¿Esto sería gravedad cero?

**GA:** No, no es cero. Porque la aceleración de la gravedad donde están los satélites artificiales, a 400 kilómetros de altura, es casi la misma que en la superficie de la Tierra. Acá la aceleración de la gravedad es 9,8 metros por segundo al cuadrado, y en la Estación Espacial Internacional, a 400 km de altura, es 8,7 metros por segundo al cuadrado, la gravedad sigue estando y es casi igual.

**DLP:** Y si hay aceleración de la gravedad, ¿por qué ese satélite no se cae hacia la Tierra?

**GA:** No se cae hacia la Tierra, porque se está moviendo horizontalmente. Esa velocidad horizontal se la dio el cohete que lo puso en órbita. En el libro más extraordinario de la revolución científica del siglo XVII, "Principios Matemáticos de la Filosofía Natural", Newton hace el cálculo del tiro horizontal de una bala de cañón desde la cima de una montaña. Y muestra que, cuanto más rápida, más lejos llega, y que, si la velocidad horizontal es suficientemente grande, la bala de cañón quedará en órbita alrededor de la Tierra, regresando a la cima "desde atrás". Es así exactamente como se ponen en órbita los satélites artificiales: lo que hace el cohete es llevar al satélite artificial más arriba que una montaña (fuera del aire, por encima de los 100 kilómetros de altura, donde el aire es irrelevante) y al mismo tiempo darle una velocidad horizontal. Por eso se busca que los sitios de lanzamiento estén lo más cercanos posible al Ecuador para aprovechar la

velocidad que ya tienen por la rotación de la Tierra. Por eso los norteamericanos lanzan desde Florida, los europeos desde la Guayana Francesa. El sitio de lanzamiento en Argentina era en El Chamental, La Rioja. Cuanto más cerca del Ecuador estás, más aprovechás la velocidad horizontal.

**DLP:** Nos fuimos de tema (risas)... Volvamos del principio del Universo, a su expansión...

**GA:** Ustedes me preguntan si el *Big Bang* es una de las tantas hipótesis o si tiene algún grado de evidencia que permita pensar que fue así. Como les dije, Gamow fue uno de los padres del *Big Bang*. Él fue un físico teórico: hizo cálculos y dijo que el Universo tenía que haber sido así. En la década de 1920 los astrónomos observaron que el Universo se está expandiendo, y a partir de allí se llegó a un montón de conclusiones, conclusiones teóricas, resultado de cálculos. Todas esas conclusiones resultaron reales, es decir, resultaron observadas en experimentos sucesivos a lo largo de décadas hasta el día de hoy. La principal fue la primera que se observó: tenía que existir una radiación electromagnética viniendo de todo el Universo a una misma longitud de onda. Los astrónomos la midieron en temperatura, como si hubiera un calorcito viniendo de todos lados del Universo a la vez, superpuesto a todos los puntitos de luz que son las estrellas y las galaxias. Sería el residuo de ese calor que había calculado Gamow, que debería haber existido cuando se formaron los átomos fundamentales de hidrógeno y helio iniciales del Universo. Gamow calculó esto en la década de 1930, y llevó 30 años hasta que, en la década de 1960, se observó por primera vez -de ma-

nera precaria- esa radiación, que está en la longitud de onda de las microondas, una de las luces no visibles. En sucesivos experimentos se las fue observando en mayor detalle y hoy son la mejor evidencia del *Big Bang*. La estructura que tienen estas ondas, las pequeñas fluctuaciones de temperatura, la longitud de onda que viene desde distintas partes del cielo, son la mejor evidencia de que la idea del origen del Universo como un objeto compacto y caliente (súper caliente), es cierta. Por supuesto, a mediados del siglo XX había hipótesis que competían, como comenté antes, pero la única verdad es la realidad. Cuando se evidencian las consecuencias de la hipótesis que resulta ser cierta, esa es la hipótesis que se refuerza, así que hoy no tenemos dudas de que el Universo es así. Vale la pena decir que, a pesar de su nombre y como se los suele representar -mal- en los documentales de *Discovery Channel*, como una explosión con Neil de Grasse de traje, de espaldas a contra luz y una explosión que ocurre detrás de él, eso no es el *Big Bang*. El *Big Bang* no es una explosión, el *Big Bang* es el Universo en expansión, y en algún sentido sigue ocurriendo: es la evolución del Universo en expansión. Ahora, en ese fondo cósmico de microondas, ¿qué son estas microondas? Son lo mismo que la luz. Las microondas están hechas de fotones: esa luz que viene del Universo son fotones. Esos fotones -que en 1965 fueron detectados por primera vez con una antena, y hoy en día se los ve con radio telescopios tanto en la superficie de la Tierra como en órbita- son realmente fósiles del origen del Universo. Así que lo que sabemos del origen del Universo es gracias a la luz que nos llega, en este caso en forma de microondas, luz que viene de esa etapa primordial del Universo, cuando era muy distinto de lo que es ahora: no había átomos pesados, no había estrellas, no había planetas, no había galaxias, lo único que había era una bola de hidrógeno y fotones calientes. Eso por supuesto, no podemos verlo... bueno sí, podemos verlo, porque esos fotones siguen viajando por el Universo.

**DLP:** Y respecto de la discusión sobre si el Universo es finito o infinito, ¿qué evidencias hay?

**GA:** En general, cuando decimos "Universo", cuando los astrónomos dicen "Universo", cuando los cosmólogos dicen "Universo", y también cuando la gente dice "Universo", nos referimos al Universo visible. Porque, como el Universo tiene una edad y la velocidad de la luz es finita, si hay estrellas que están más lejos que el tiempo que necesita la luz de esas estrellas para llegar a la Tierra, a esas estrellas no las podemos ver. Ese Universo visible, es finito.

**34 DLP:** Decís que el Universo tiene una edad...

**GA:** El Universo tiene una edad que se puede calcu-

lar. Nadie la puede medir con un reloj, pero se la puede calcular con modelos físicos a partir de las mínimas diferencias (menos de una parte en 10.000) que hay en esta radiación que viene de atrás de las estrellas, desde distintas partes del cielo.

Hay un horizonte (así se llama: horizonte, como el del mar) que determina el Universo que podemos ver, vemos hasta donde está el horizonte. En el Universo medimos las distancias en años luz, que es casi lo mismo que medirlas en tiempo, esto gracias a que la velocidad de la luz es finita, fija, universal, la misma en todos lados. La edad del Universo, calculada a partir de esto, es de 13 mil millones de años. Es apenas tres veces más antiguo que el Sistema Solar. Si hubiera estrellas a una distancia mayor que la de este horizonte, habrían mandado sus fotones en nuestra dirección, pero todavía no han llegado a la Tierra. El primero que dio la explicación correcta de esto fue Edgar Allan Poe, que explicó esto en una novela en el siglo XIX. Poe dijo que la noche es oscura porque la luz de estrellas más lejanas no ha tenido tiempo de llegarnos. De lo contrario, si el Universo fuera infinito e infinitamente antiguo, cada punto del cielo debería ser brillante, y el cielo nocturno no se vería oscuro. Así que, sorprendentemente, llegó a la conclusión de un Universo dinámico, mucho antes de la evidencia científica. Pero volviendo a la edad del Universo, sabemos que son más de 13 mil millones de años, pero como el Universo se está expandiendo todo el tiempo, resulta que el horizonte está hoy en día a 46 mil millones de años luz. Es decir, la luz viajó 13 mil millones de años, pero el lugar de donde partió, hoy está a 46 mil millones de años luz de nosotros porque durante todo ese tiempo el Universo se expandió. Ese es el radio del Universo observable. ¿Qué hay más allá del Universo, del horizonte del Universo observable? Hay más Universo, igual al nuestro, sólo que no podemos verlo.

**DLP:** Y ahí viene la pregunta si es finito o infinito.

**GA:** ¡Claro! Si agarramos una de esas estrellas que está a 40 mil millones años luz de nosotros y dibujamos el horizonte de su propio Universo observable, habrá otra esfera de 46 mil millones de años luz alrededor de esa estrella, y entre el borde de nuestra esfera y el borde lejano de la otra esfera hay más de 100 mil millones de años luz. ¿Cuántas de estas esferas podríamos encadenar? A partir de algo técnico que se llama la curvatura del espacio -que también se mide- se puede calcular que más allá de nuestros 46 mil millones de años luz hay por lo menos cien veces más; es decir, el Universo es mucho más grande de lo que podemos ver. ¿Qué hay más allá? lo mismo que acá, no hay otra cosa, no es distinto, la tabla periódica es la misma. Si hay gente, habrá gente parecida a nosotros, si hacen whisky tendrá el mismo sabor que

tiene el whisky que tomamos nosotros. Es el Universo, simplemente no podemos verlo, y es cien, doscientas, trecientas veces más grande que el que podemos ver. Ahora, cien, doscientas, trecientas veces más grande todavía sigue sin ser infinito. Pero si fuera finito, tendría que haber consecuencias, porque hay dos posibilidades: que tenga un borde o que no tenga un borde. Si tiene un borde hay algo que está del otro lado del borde, así que no puede tener un borde. Y si no tiene un borde, siendo finito, debería tener una topología no trivial (que hace que no tenga borde) y eso haría que los fotones que viajan por el Universo tengan trayectorias no triviales, o sea, no sean sólo geodésicas que se pierden en el infinito. Una de las posibilidades es que se cierre sobre sí mismo y que esos fotones puedan volver y repetir sus trayectorias una y otra vez... Entonces tendríamos que ver estructuras repetidas, como en un laberinto de espejos. Pero las han buscado y no las han encontrado, ¿están o no están? No lo sabemos. ¿Qué topología tiene? Sabemos que es "localmente plano", así que no puede ser como una esfera; pero hay topologías no triviales que son planas, por ejemplo, un toroide es localmente plano. ¿Será como un toroide, como una rosquilla de Homero Simpson? ¿Cómo va a tener un agujero el Universo? Bueno, no sé.

**DLP:** Es impactante que digas que no es esférico, pensé que dábamos por sentado que era esférico.

**GA:** No, no. El Universo no es esférico; lo que es esférico es el Universo visible, este horizonte es esférico. Pero volvamos a la finitud o infinitud... Vimos que si es finito hay complicaciones y no nos decidimos. ¿Y cómo va a ser infinito? Se necesita bastante energía para crearlo, infinita energía. Cualquier proceso físico tiene energía finita. Sin embargo, las dos opciones son posibles, son compatibles con los modelos matemáticos actuales, es decir con lo que sabemos de la Relatividad General y de la mecánica cuántica.

**DLP:** Es ahí donde hay algunas contradicciones en las cuentas, ¿no?

**GA:** Si. Inclusive podría ser infinito o finito en el tiempo también, o sea, podría tener un origen hace 13 mil millones de años o puede ser que hace 13 mil millones de años haya estado en este estado, que vino de un estado anterior, tal vez infinitamente antiguo. Las dos cosas son posibles. Y es curioso esto de la finitud y de la eternidad, porque a lo largo de la historia de la ciencia, la cuestión de si el Universo es finito o si es eterno se ha ido alternando. Algunas religiones y algunas filosofías han dado respuestas: que es finito, que es infinito, que hay un momento de creación, pero que antes de la creación había otro estado... Estas cosas finalmente terminaron convirtiéndose, en el siglo

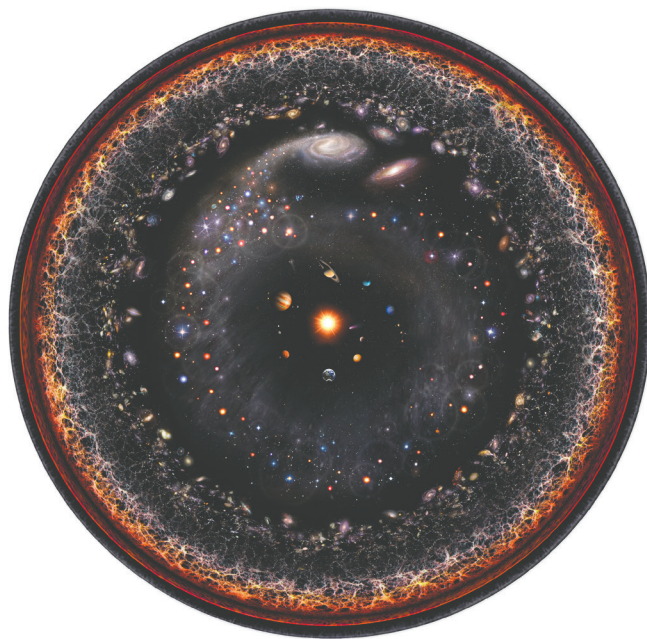


Imagen: P. C. Budassi CC BY-SA

**Ilustración del universo observable con el Sistema Solar en el centro, los planetas, Alfa Centauri y otras estrellas cercanas, un brazo galáctico y la Vía Láctea, Andrómeda y las galaxias cercanas, la telaraña cósmica de cúmulos galácticos, la radiación de fondo de microondas y el Big Bang en el borde. Una escala logarítmica en la dirección radial permite visualizar todos estos componentes, que se encuentran a una enorme diversidad de distancias, en una única imagen.**

XX y el XXI, en cuestiones que estamos sometiendo al proceso científico, que es el de calcular con la ciencia que conocemos que funciona y medir. La física es una ciencia natural y la respuesta -que aún no tenemos- no va a venir de la belleza de la matemática, va a venir de las mediciones.

**DLP:** ¿Cómo aparecen acá los conceptos de la materia oscura, la energía oscura, los agujeros negros, los agujeros de gusano?

**GA:** Como consecuencia de la teoría y las observaciones resultó la pregunta, ¿de qué está hecho el Universo a gran escala?

**DLP:** ¿De nada?

**GA:** El Universo está hecho de casi nada, claro. Pero no es simplemente una caja de zapatos adentro de la cual ocurren cosas. Es un objeto y por eso hay ondas que se propagan. Está hecho de espacio-tiempo, y de materia y radiación. Mucha más radiación que materia. Hay miles de millones de veces más fotones (las partículas de radiación) que partículas de materia en el Universo. Pero a mediados de siglo XX empezó a aparecer cierta evidencia de que la cantidad de materia que había no era suficiente para explicar las trayectorias de las estrellas alrededor de las galaxias. O de las galaxias cuando se mueven en conjunto en lo



que se llaman cúmulos de galaxias. Parecía que había más interacción gravitatoria que lo que la materia visible permitía concluir. Y la evidencia de la existencia de esta materia invisible se fue sumando a lo largo de décadas hasta el principio del siglo XXI y, como es una materia que no podemos ver, la llamaron materia oscura: no sabemos de qué está hecha y hay muchas conjeturas. A esto se aplica lo que dije antes: que no sabemos no significa que no tengamos respuestas, tenemos muchas respuestas, lo que no sabemos es cuál es la correcta. Hay muchas teorías matemáticas y físicas, es decir, con ecuaciones, que explican qué es esta materia oscura, pero la cuestión, de nuevo, la va a zanjar la observación. Ya se han descartado un montón de candidatos, como por ejemplo que podrían ser planetas, que no brillan o que podrían ser agujeros negros, que no brillan..., así que debe ser otra cosa. Lo que se cree hoy en día -se llama "materia oscura fría"- es que son partículas, como las partículas que forman los átomos, pero de un tipo que no está en el modelo físico que explica la materia que forman los átomos, que se llama "Modelo Estándar de Partículas y Campos". Que ya sabemos que es limitado, o sea que no habría problema en incorporar más cosas. Nadie se rasga las vestiduras por eso, y entonces hay físicos experimentales, hay proyectos de laboratorio donde se está tratando de medir las partículas de materia oscura, por ahora sin éxito. Inclusive físicos del Centro Atómico tienen proyectos para medirla y están haciendo experimentos en las minas de Sierra Grande, por ejemplo. Ojalá la descubran ellos y les den el Premio Nobel (risas). Así que eso es la materia oscura: sería materia o tal vez sea otra cosa, todavía no tenemos evidencia. Como todavía no tenemos evidencia, tal vez sea otra cosa, tal vez haya algo mal en las ecuaciones de la gravedad... no sabemos. También sabemos que la Relatividad General es limitada, habrá que modificarla en algún momento, así que tal vez hay que hacer una modificación que permita que este fenómeno observado, que adjudicamos a la materia oscura, sea el resultado de una nueva física. Hoy por hoy, lo que parece ocurrir es que debería haber unas partículas, que son difíciles de detectar por naturaleza -porque si no ya las hubiéramos detectado- y que serían parte de la materia del Universo. La energía oscura es un bicho completamente distinto. La energía oscura ya está en las ecuaciones de Einstein como una magnitud, una variable en las ecuaciones del campo gravitatorio. Se llama "constante cosmológica". Durante décadas se creyó que valía cero, incluso Einstein dijo que había que sacarla y después resultó que había que ponerla. En el pasado el Universo era distinto de como es ahora, y en un pasado muy lejano era muy distinto, porque estaba toda la materia tan apretada que no podían ni existir los átomos. Esa expansión del Univer-

so se mide con un parámetro que se llama "constante de Hubble", porque Hubble fue el que descubrió que el Universo se estaba expandiendo. Aquí tengo un cuadro de Pablo Bernasconi, en el que hay una chica que está mirando un cielo oscuro y abajo está la ecuación que define el parámetro de Hubble: "velocidad igual a distancia por  $H_0$ "; es una de las ilustraciones de su libro "El infinito". Dice Bernasconi: "el infinito es la noche más estrellada de todas y nadie la ve porque está nublado", lo cual se aplica muy bien al intento de hacer astronomía en Bariloche (risas). Así que la energía oscura es algo distinto, no es algo material, es algo matemático que está en las ecuaciones. ¿Qué naturaleza tiene? No tiene una explicación más allá de la matemática, es algo que está en las ecuaciones de la Relatividad General, da cuenta del balance de materia y energía, porque, aunque no sea materia es energía y la materia y la energía son equivalentes en la Relatividad y hay que tenerlo en cuenta para hacer los cálculos usando estos datos.

**DLP:** ¿A qué velocidad se expande el Universo?

**GA:** ¿Escucharon hablar del telescopio espacial de Hubble? El telescopio espacial se llama así porque su misión era medir la constante de Hubble. Según el cálculo obtenido con este telescopio, que es muy técnico, el espacio se dilata a 74 kilómetros por segundo por megaparsec (un megaparsec equivale a 3.26 millones de años luz).

**DLP:** ¿Eso es lento o rápido?

**GA:** Y, ...74 kilómetros por segundo es una velocidad rápida inclusive en términos astronómicos. Significa que dos galaxias que se encuentren a 1 megaparsec una de la otra, se alejan a 74 km/s.

**DLP:** Si el Universo se expande, ¿por qué no vemos la expansión en la vida cotidiana?

**GA:** Esa pregunta es buenísima, y es tan natural que se le ocurrió Woody Allen: si el Universo se expande por qué es tan difícil encontrar lugar para estacionar (risas). Aquí hay que hacer una aclaración, porque realmente no se aplica a la superficie de la Tierra. No se aplica siquiera a la distancia entre las galaxias que nos rodean. El Universo se expande a gran escala, es decir, todo el Universo se expande, pero localmente existen otras fuerzas como la fuerza electromagnética, las fuerzas nucleares, la fuerza fuerte que es la que mantiene unidos a los protones y a los neutrones dentro de los núcleos atómicos... O sea, la expansión del Universo no evita que la galaxia de Andrómeda se esté acercando a la Vía Láctea. No todas las galaxias se alejan entre sí. Porque existe la gravedad, claro, van a chocar, y en un futuro van a fusionarse. La expansión del Universo tiene que ver solamente con el Universo

en su conjunto y a gran escala. A pequeña escala, no solamente existen otras fuerzas, sino que la gravedad es una fuerza atractiva. Entonces, ¿cómo se mide la expansión del Universo? Se mide con una de las variables de las ecuaciones de campo, o un parámetro que se puede definir a partir de ellas, que se llama el "factor de escala" del Universo a gran escala, que caracteriza si el espacio-tiempo (que representa el espacio y el tiempo convertidos en un objeto matemático) se está agrandando o se está achicando. El espacio-tiempo se achica, por ejemplo, porque la gravedad es atractiva. ¿Qué pasa en los agujeros negros? En la proximidad de los agujeros negros el espacio-tiempo no se está expandiendo, se está contrayendo. Sin embargo, a gran escala, mirando con los ojos entrecerrados para ignorar las inhomogeneidades locales (las estrellas, los agujeros negros, incluso las galaxias), veríamos el Universo como si fuera un fluido de materia y energía que sólo obedece a las ecuaciones de Einstein, y que se está expandiendo. Claro que el Universo es muy heterogéneo, y lo más interesante está muy concentrado donde las densidades son grandes, no donde hay un átomo por metro cúbico. Pero esas partecitas (nosotros, por ejemplo) no son la mayor parte del balance de energía del Universo.

**DLP:** Las leyes que gobiernan el funcionamiento de los átomos, ¿son las mismas que las que se aplican al funcionamiento del Universo?

**GA:** La mecánica cuántica es la misma: la teoría cuántica de campos. Es la misma y esto lo sabemos porque los fenómenos que observamos en lugares remotos del Universo, son describibles a partir de esas mismas leyes físicas de los experimentos de laboratorio. El mundo cuántico es difícil de imaginar, porque nuestra intuición de la vida cotidiana está desarrollada con fenómenos que son distintos, que son deterministas. Esta falla de nuestra intuición a partir del movimiento de los objetos en la vida cotidiana para coincidir con los fenómenos de la cuántica, hace que a menudo se dé una explicación de la mecánica cuántica que no es del todo correcta. Uno tiende a decir -la gente que lo escucha lo repite- que la mecánica cuántica "describe el comportamiento de los objetos más chiquitos que existen: los electrones, los átomos, las relaciones entre las moléculas, etc.". Eso es cierto, pero no es todo lo que es, por ejemplo, di una charla en el Planetario de Buenos Aires que se llamó "El desayuno cuántico", en la que mostraba los alambres del tostador con el cual preparo las tostadas en mi casa. Uno mira esos alambres y brillan. ¿Por qué brillan? Porque están calientes; es algo de lo más natural, un objeto caliente, cualquier objeto caliente, brilla: los alambres del tostador, el Sol, los carbones del asado... Un objeto caliente brilla. Cuando uno quiere describir físicamente cómo



Imagen: Gentileza P. Bernasconi.

**Pablo Bernasconi eligió la Ley de Hubble para una de las viñetas de su libro El infinito (Penguin Random House 2018). Está expresada de la manera ingenua que se usó al principio, como una velocidad de alejamiento, de las galaxias ( $v$ ) que se encuentran a distancia  $\Delta$ :  $v = H_0 \Delta$ . La constante de proporcionalidad,  $H_0$ , se llama constante (o parámetro) de Hubble. Cien años después de Hubble, esta relación está incorporada en un modelo mucho más complicado, que describe en términos de la Relatividad General, cómo se expande el universo.**

está brillando cualquier objeto caliente se encuentra con que la explicación es cuántica, de hecho, fue la primera explicación cuántica. La hizo Max Planck en 1899: la radiación del cuerpo negro, que explica por qué brilla el alambre del tostador y por qué brilla del color que brilla y no me calcinan con rayos ultravioletas de los carbones del asado cuando los prendo el domingo, esa explicación es cuántica, así que necesitamos la física cuántica inclusive para los fenómenos de la vida cotidiana, punto final (risas).

**DLP:** Te invitamos a que cierres esta entrevista como quieras.

**GA:** Lo último fue un buen cierre, ¡Gracias!

**DLP:** Gracias a vos, ¡fue un placer!

## DESDE LA PATAGONIA

**LENTO: FESTIVAL ARTE-CIENCIA**

Encuentros para otros diálogos híbridos y mutantes

por **Gabriela Klier, Sebastian Bustingorry y Martín Virgili**

Del 6 al 8 de junio de 2024 en la ciudad de Bariloche habitamos Lento, el primer festival arte-ciencia de la región. Lento surge de la responsabilidad de dar lugar a insólitos espacios de intercambio entre las artes y las ciencias. Es un festival; es cierto, pero también es una reunión que celebramos entre geografías, personas, sensibilidades y otras formas vivientes. Y es un esfuerzo, además, que tiene como ejes fundamentales la crisis ambiental y los desafíos de buscar nuevas formas de convivencia. El punto de partida fue el tiempo: si la contemporaneidad del consumo nos agita hacia lo *fast*, entonces, como contrapunto, vayamos lento. En esta nota queremos compartir un resumen de este festival junto con algunos hallazgos y preguntas abiertas que nos dejó.

**Desde la mixtura**

¿Qué diferencia a las artes de las ciencias? ¿Qué las acerca? Las historias sobre las construcciones del conocimiento en el llamado Occidente nos cuentan de indistinciones, diferencias, acercamientos y separaciones. Artes y ciencias no siempre fueron campos separados, sino que las dimensiones epistemológicas y estéticas del saber, durante mucho tiempo entramaron un horizonte común. Algunas personas en otros momentos históricos nos dan pistas sobre estas articulaciones: En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci reu-



Imagen: gentileza M. Virgili.

Postales de Lento pintadas por Mariano Lossi.

nió las artes, los oficios y las teorías del conocimiento; Alexander von Humboldt, en el siglo XVIII y XIX, exploró no sólo volcanes sino también geologías, poéticas, dibujos, y políticas. En el siglo XVII, María Sybilla Merian escribió la metamorfosis de las orugas elaborando una prosa íntima y "entomológica", y dibujó las relaciones ecológicas en Alemania y Surinam, integrando estéticas, epistemologías y afectos. Pero ¿qué pasa en estos tiempos? El siglo XX separó cada vez más los mundos de los saberes y de las prácticas, desde las corrientes positivistas que consideran a las ciencias como un saber objetivo, radicalmente distinto al de las artes, hasta la especialización disciplinar cada vez más profunda. A partir de la Guerra Fría, las ciencias y las artes han ido simulando desconocerse. Vivimos entonces en una aparente dualidad: por un lado, las ciencias en el campo del contenido, del saber, de "lo real"; por otro lado, las artes en el mundo de las formas, los imaginarios y la ficción. Sin embargo, ya sabemos: los dualismos mienten. Las ciencias también se

**Gabriela Klier<sup>1</sup>**Dra. en Biología  
grklier@unrn.edu.ar**Sebastian Bustingorry<sup>2</sup>**Dr. en Física  
sebastianbustingorry@integra.cnea.gob.ar**Martín Virgili<sup>3</sup>**Mg. en Arte Sonoro  
ceac@mdp.utn.edu.ar<sup>1</sup> Universidad Nacional de Río Negro, CITECDE-CONICET. Proyecto RUMIA.<sup>2</sup> Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA-CONICET), Nodo Bariloche y Gerencia de Física, Centro Atómico Bariloche<sup>3</sup> Centro de Arte y Ciencia (CEAC) UTN Mar del Plata



## DESDE LA PATAGONIA

hacen de formas y ficciones, de imaginarios y colores. Las artes se conforman a partir de saberes, teorías y de conocimientos sobre el mundo. Y si el siglo XX se caracterizó por vías institucionales que separaron artes y ciencias, en el siglo XXI somos testigos de un número creciente de actividades a nivel mundial centradas en su hibridación, desde la aparición de centros dedicados específicamente al arte-ciencia y la realización de residencias de artistas en entornos científicos, hasta la proliferación de espacios de formación en temáticas transdisciplinarias. Estos contextos permiten recorrer un amplio espectro relacional entre las artes y las ciencias, que no se limita a que unas les sean funcionales a las otras, sino a la elaboración de aproximaciones abiertas con diferentes relaciones, vínculos y estrategias en múltiples dimensiones.

Quizás estos tiempos de crisis sean los que provocan la mixtura, los que habilitan el reencuentro de lo que se trató de separar. Con la crisis socioambiental, sabemos que no sólo bastan los saberes técnico y científico para abordar temáticas relacionadas con el cambio climático, la justicia social, las extinciones de especies o las desertificaciones. Aprendimos que necesitamos otras epistemologías, estéticas y éticas para imaginar y cultivar otras formas de habitar, entre humanos y con otras especies. Así nació Lento, en un contexto que requiere más encuentros que separaciones, más demoras que aceleramientos, y con la creencia de que ciertas alianzas pueden contribuir a mejores saberes y prácticas. Partimos desde lo "lento" como metáfora, pero también como amuleto, como brújula para orientarnos. Partimos de pensar la plasticidad del tiempo en las prácticas artísticas y científicas, aquel que determina sus ritmos y encuentros, aquel que posibilita miradas atentas, demoras poéticas y transformaciones. En estos reconocimientos sabemos que el apuro del capitalismo voraz impide que veamos otras alternativas y nos preguntamos, frente a la novedad constante, cada vez más volátil y adictiva: ¿qué dicen las artes y las ciencias? ¿Qué otras escuchas aparecen en otros ritmos? Si la metáfora que nos guía en este mundo es "el tiempo es dinero", la ficción de ganar o perder tiempo, de que todo pueda ser recurso y de que la lentitud sea improductiva, ¿podríamos probar otras metáforas? ¿Qué tal si el tiempo fuera empatía, compañía, amor? Por cierto, formas impermeables a devenir en mercancías; entonces la lentitud puede ser un modo de resistencia y creación.

### Una posible bitácora

Cada día del festival implicó un lugar singular de la ciudad de Bariloche y cada lugar nos guió por diferen-



Imagen: gentileza G. Klier.

### Invocación a lo lento en la Jam arte-ciencia.

tes prácticas. El primer espacio fue el Centro Municipal de Arte, Ciencia y Tecnología, ubicado en el ex Puerto San Carlos. Las actividades iniciaron con una invocación guiada por Juan De Rosa (Proyecto RUMIA), que orientó nuestros cuerpos en sintonía común, dejando los saberes teóricos para entrar en ese colectivo del movimiento, ¿qué tan lento podemos atravesar una sala?, ¿qué imágenes aparecen? La performance como acto de "dar forma" desde los cuerpos invitó a desarmar ciertos dualismos, por ejemplo ¿los cuerpos lentos propician ideas calmas? Desde allí pasamos a una actividad para compartir la palabra, llamada Fogón. La propuesta fue escuchar e intercambiar ideas y proyectos que movilizan a nuestra comunidad arte-ciencia. Les pedimos a diez personas involucradas con estos cruces que nos cuenten el corazón de sus investigaciones y que nos acerquen sus preguntas más arriesgadas. Lo mismo que en un fogón se comparten historias, quisimos sintonizar la dinámica para este movimiento. De allí pasamos a la Jam<sup>1</sup> arte-ciencia. Tomando la terminología de la improvisación musical, la trayectoria curatorial buscó en la improvisación un modo de tejer artes y ciencias. Las obras que participaron de esta muestra se enlazan por el interés en formular preguntas urgentes acerca de cómo vamos a (con)vivir en un futuro delineado por la crisis y las ruinas. Y también, esta muestra compone un deseo por friccionar las aduanas de las epistemologías con las que nos formamos y pensamos y discutimos lo real, para comenzar a detectar bolsones de sentido, inclasificables, pero que intuimos solidarios para la comprensión del mundo que nos rodea. La artista patagónica Ingrid Roddick exploró "orillas", espacios

<sup>1</sup> Una Jam es un encuentro informal en el que se realiza una actividad en conjunto, ya sea de baile, música o cualquier otra acción creativa.

## DESDE LA PATAGONIA



Imagen: gentileza J. Bustos.

**Música naranja.**

de interfase donde encontramos seres con diferentes modos de existir que cuentan de regeneraciones y violencias. Florencia Rubini, artista local, compartió un calado que habla del tiempo de los procesos en el arte y en los seres vivos; Mónica Espinosa nos invitó a un juego de comunicación entre hongos y humanos a través de un llao llao; Sebastian Bustingorry (InterfaseDúo), físico y artista visual, perturbó las categorías entre obra artística y gráfico científico. Martín Virgili, artista marplatense (Negra 40), habilitó otras voces y comunicaciones desde un objeto guitarra. Estas obras conformaron un ecosistema propio en medio de otros artistas y creaciones, que nos permitieron especular y descubrir áreas "salvajes" entre la biología y el sonido, la física y el diseño gráfico, la arquitectura y los organismos simbióticos. El día cerró con la presentación del primer capítulo de Archivos del (no) desierto, una serie dirigida por Natalia Cano, co-guionada con la investigadora Pilar Pérez y producida por Van Mühlmann. El capítulo articula investigaciones históricas con problemáticas legales y territoriales, abriendo la pregunta por los modos de construcción entre ciencias sociales y artes en pos de formas más justas de habitar en lugares atravesados por colonialidades y violencias múltiples. El debate, en el que participaron directora, guionista y productore, fue un espacio sensible para ver las implicancias y desafíos de otras narrativas sobre la historia patagónica.

El segundo día transcurrió en las instalaciones del Instituto Balseiro, en el Centro Atómico Bariloche. Habilitar un espacio tan significativo en el campo de las ciencias en la ciudad fue, tal vez, uno de los desafíos, resignificaciones y logros más importantes del festival. Se abrieron puertas, en un sentido casi literal. La primera actividad fue un taller, llevado a cabo por

Proyecto Visitantes, colectivo de El Hoyo, Comarca Andina, y llamado Taxidermia y otras técnicas para experimentar la demora. El taller desplegó un espacio de juego y creación desde la modelación de materiales para indagar sobre los diferentes sentidos de la temporalidad. Exploramos rodeos en torno a la imagen de la miniatura para habilitar preguntas y gestos en torno al tiempo en artes y en ciencias. Luego de un almuerzo común, el físico Guillermo Abramson nos llevó a recorrer lugares míticos y misteriosos del Centro Atómico. Nos enteramos de una parte de la historia local, para muchos desconocida. Hubo personas que reconectaron con sus historias propias: artistas criados en el Centro Atómico volvieron a los territorios de sus infancias, resignificando los espacios y, de algún modo, volviéndolos parte de sus trayectorias entre artes y ciencias.

La tercera actividad del día fue un encuentro de Pensamiento Colectivo. Pensamiento colectivo es un juego serio, una metodología para pensar en comunidad, y facilitar la circulación de la palabra. Coordinaron Ingrid Roddick y la artista de Buenos Aires, Eliana Castro (InterfaseDúo). Las preguntas que nos atravesaron rodearon las nociones múltiples de artes y ciencias, las responsabilidades en un mundo en ruinas, las posibilidades de ampliar los círculos de cuidado y los círculos de pertenencia (y exclusividad) que amurallan los campos de artes y de ciencias. El día cerró con un festín de fuego que generosamente guiaron Sebastian



Imagen: gentileza G. Klier.

**Mapa de la Escuchata.**



## DESDE LA PATAGONIA



Imagen: gentileza M. Virgili.

**Casa Las Golondrinas.**

Bustingorry y el físico Javier Curiale en medio de escuchas atentas hacia las obras de Javier Bustos y Música Naranja (Martín Virgili y Pamela Guruciaga). Para cerrar, inevitablemente, bailamos.

Hacia el tercer día ya íbamos comprendiendo lo difícil que es sostener la lentitud. En medio de las ganas y ansiedades, todo se vuelve vorágine. Por suerte, los refugios también proponen otros tiempos. El sábado nos acogió la casa Las Golondrinas, gracias al acompañamiento de la Fundación Balseiro. Un espacio de intimidad y espesura. La primera actividad es una Escuchata: ¿Qué nos dicen los árboles? ¿Cuál es la música del bosque? ¿Qué cuchichean las hormigas? ¿Cómo se orienta nuestro mapa de sonido? Facilitados por la bióloga Carla Pozzi y la artista Ingrid Roddick, buscamos reconocimientos diversos, identificación de especies de árboles y de pájaros, y también singularidades propias de la vista, el tacto y la escucha, en cada encuentro.

Compartimos durante el almuerzo una Biblioteca Efímera: las personas invitadas al festival aportaron un libro físico, de esos que pesan y se pueden tocar, para que examinemos y así generar una reformulación colectiva del "qué leemos". Abrimos un espacio para intercambiar impresiones sobre la biblioteca que se arma. Lecturas compartidas en voz alta, dibujos y otras impresiones. A continuación, fuimos testigos de la proyección de Planeta simbiótico: cómo Lynn Margulis revolucionó la ciencia<sup>2</sup>, dirigida por John Feldman. Esta pieza documental explora la vida y las ideas de la

bióloga estadounidense Lynn Margulis, cuyas teorías sobre la simbiosis y la vida conjunta transformaron la biología y nuestras formas de convivir. Hacia el final de la tarde, dimos lugar a una reflexión colectiva sobre lo que estaba transcurriendo, sobre lo que pasó, una invitación a una metalectura del festival, en tiempo real. Dedicamos tiempo a un conversatorio donde fuimos testigos y actores. ¿Podremos volver sobre nuestros pasos y mirar de nuevo las huellas que dejamos en este recorrido de tres días, de experiencias, charlas y amistades? Pensamos que sí, o al menos lo intentamos. Para ello, le pedimos a tres testigos, el músico Javier Bustos, la docente y comunicadora Belén Lovino y Astrid Bengtsson, investigadora especialista en comunicación pública de la ciencia, que reporten y nos recuerden lo vivido desde sus perspectivas, que nos traigan una impronta personal y vista desde lejos de Lento, para seguir formulando preguntas en este espacio de intersecciones arte-ciencia. El festival finalizó con Meseta tenaz, música para piano e imágenes fractales de Mariano Losi (Negra40), que propone explorar relaciones inusitadas entre notas musicales e invariancia matemática.

### Otros rodeos, cierres y aperturas

Pasados unos meses de estos tres días, volvemos a ellos para ver qué ocurrió: ¿fuimos lento?, ¿encontramos ritmos comunes?, ¿exploramos especulaciones colectivas? Todo encuentro es un experimento; todo experimento es experimentación. Quizás ahí haya una punta de ovillo para tejer artes y ciencias, reconocer las diferentes vías de experimentar el mundo, de com-

<sup>2</sup> Traducción de los autores del título original *Symbiotic Earth: How Lynn Margulis rocked the boat and started a scientific revolution*.



## DESDE LA PATAGONIA

prenderlo y de habitarlo. Lo lento fue una consigna difícil: vivimos este mundo bajo la marcha del apuro. Sin embargo, las consignas, en alguna medida, se incorporan, se vuelven al cuerpo para transformar lo cotidiano en este juego que queremos experimentar. La pregunta entonces retorna: ¿cómo habitar la lentitud?

Otra dimensión que apareció fue la del encuentro: gestar momentos de intercambio, de exploraciones colectivas. En Fogón, en Pensamiento Colectivo y en la Biblioteca Efímera se habilitaron tramas y articulaciones, formas de apertura que involucraron mundos, personas y recorridos diferentes, desde múltiples lecturas e imaginarios que nos entran. Vale aclarar que

la mayor parte de las personas participantes provenían del campo de las artes. Nos preguntamos entonces: ¿qué significa eso?, ¿cómo convocar para que personas abocadas a las ciencias encuentren en estos espacios híbridos alianzas y proyectos potentes?

Creemos que Lento, festival arte-ciencia, dejó una impronta, una pequeña huella en el territorio, por su variedad, por la tesitura impuesta por la falta de velocidad, pero sobre todo por la riqueza de los diálogos, las relaciones y las vinculaciones generadas entre las personas, entre las comunidades artísticas y científicas. Con convicción, consideramos que hay lugar para volver y soñar con más propuestas de estas características.

### COLECTIVOS QUE PARTICIPARON

Proyecto Rumia es un colectivo transdisciplinar de investigación, creación y educación ambiental que parte de la simbiosis como propuesta ética, estética y epistemológica. Es parte de la organización de "La Semana del Hongo" (Bariloche) y "Horizontes entramados: especulaciones colectivas para futuros amables".

Más info en [www.proyectorumia.blogspot.com](http://www.proyectorumia.blogspot.com) y @proyectorumia.

Negra40 es un núcleo de artistas provenientes de diversas disciplinas, interesados en la promoción, producción y difusión de nuevas formas de creación artística bajo una perspectiva sonora. más info en [www.negra40.com](http://www.negra40.com) y @negracuarenta.

Proyecto Visitantes (Chubut, Comarca Andina) es un espacio de creación y pensamiento en el espacio público natural que alberga múltiples proyectos de articulación de arte y educación, co-creando en comunidades articuladas desde el apoyo mutuo. Más info en <https://linktr.ee/visitantes>, <https://loaudiblelvento.com> y @proyecto-visitantes.

InterfaseDúo, integrado por Eliana Castro y Sebastian Bustingorry, es un dúo artístico que discurre en la conjunción entre las artes y las ciencias observando la naturaleza en su entorno humano. Desde diversas miradas, sus propuestas transitan un espacio-tiempo híbrido y fértil para la generación de diversos e inéditos proyectos.

### Expositores, oradores y talleristas

Bar Visconti, Bruno Mesz, Carla Pozzi, Carlos Bertoli, Eduardo Molinari, Eliana Castro, Fernanda Mugica, Fernando Ballejo, Gabriela Klier, Gaz, Guido Bressan, Guillermo Abramson, Ingrid Roddick, Javier Bustos, Javier Curiale, Juan De Rosa, Leonardo Salvini, Lorena Franco, Luciana Gutiérrez, Mariano Losi, Martín Virgili, Mónica Espinosa, Nadia Guthmann, Natalia Cano, Pilar Perez, Proyecto Visitantes, Sandra Murriello, Sebastian Bustingorry, Sofía Copello, Trayecto Devenir y Van Muhlmann.

**Organizadores:** Sebastian Bustingorry, Gabriela Klier y Martín Virgili.

**Apoyaron:** Universidad Nacional de Río Negro, Instituto Balseiro, Fundación Balseiro, Centro de Arte y Ciencia (CEAC) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Municipalidad de Bariloche.

**Colaboraron:** Negra40, Proyecto RUMIA.

**Logística:** Guido Bressan, Pamela Guruciaga, Juan De Rosa, Ingrid Roddick.

**Diseño Gráfico:** Mariano Losi.

**Programa y presentación del festival:** <https://mdp.utm.edu.ar/novedad/lento/>

## DESDE LA PATAGONIA

**NUEVO LABORATORIO PARA LA CRÍA DE ABEJAS**

Un espacio para investigar, promover la sustentabilidad y la participación ciudadana.

por **Marina Arbetman, Carolina Morales, Victoria Campopiano Robinson y Eduardo Zattara**

El jueves 8 de agosto se inauguró el “Laboratorio de Cría” del Grupo de Ecología de la Polinización (EcoPol). Este grupo de investigación forma parte del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INI-BIOMA), perteneciente tanto a la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) como al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). El laboratorio se localiza en Briolche, en el predio de Salmonicultura, propiedad de la UNCo, y su construcción fue financiada por la *National Geographic Society*. El mismo cuenta con dos salas diseñadas para la cría de abejorros, a distintas temperaturas y porcentajes de humedad, lo que permitirá realizar estudios de polinización, comportamiento, fisiología y enfermedades, entre otros temas. Uno de los principales objetivos a mediano plazo es lograr la cría del abejorro nativo *Bombus dahlbomii*, conocido como “mangangá” para diseñar planes de restauración, ya que las poblaciones de este abejorro están amenazadas. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, una organización internacional creada en 1948 y mundialmente conocida por delinear los criterios de evaluación del estado de conservación de especies y publicarlas en sus “listas rojas”, ha categorizado a esta especie “En peligro de extinción”, y señala como su principal causa, la invasión de especies europeas de abejorros.

**Marina Arbetman<sup>1</sup>**

Dra. en Biología  
marbetman@comahue-conicet.gob.ar

**Carolina Morales<sup>1</sup>**

Dra. en Biología  
moralesc@comahue-conicet.gob.ar

**Victoria Campopiano Robinson<sup>1</sup>**

Lic. en Cs. Biológicas  
vcampopiano@comahue-conicet.gob.ar

**Eduardo Zattara<sup>1</sup>**

Dr. en Biología  
ezattara@comahue-conicet.gob.ar

<sup>1</sup> Grupo de Ecología de la Polinización, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo).



Imagen: gentileza de los autores.

**Inauguración del Laboratorio de Cría.**

**¿Para qué un laboratorio de cría de abejas?**

Las abejas silvestres constituyen un conjunto muy diverso de insectos (con más de 20.000 especies). Su rol como polinizadoras es fundamental para la reproducción de plantas, asegurando el funcionamiento de los ecosistemas y siendo clave para la producción de alimentos. Actualmente, muchos factores están poniendo en riesgo el futuro de sus poblaciones, tales como el cambio climático, el uso de agroquímicos y la introducción de abejas exóticas y sus enfermedades. Un ejemplo de este riesgo se observa en la Patagonia, donde la introducción constante de abejorros europeos ha provocado una invasión que impacta en toda la región, afectando especialmente a nuestra única especie de abejorro nativo, el mangangá.

Esta invasión comenzó a finales de la década de los '90, debido a la introducción de miles de abejorros criados y comercializados desde Europa y autorizados por el gobierno de Chile, con el objetivo de mejorar la polinización en cultivos, a pesar de los riesgos ambientales ya conocidos. Estos abejorros se establecieron en la naturaleza, cruzaron los Andes y se expandieron por la Patagonia y otras regiones, tanto de Argentina como de Chile. Su proliferación masiva está afectando, por un lado, a las especies nativas de plantas y, por otro, al mangangá.

Mientras continúan los reclamos al gobierno chileno para que frene la importación de especies exóticas invasoras, criar al abejorro nativo podría promover la restauración de las poblaciones silvestres afecta-

## DESDE LA PATAGONIA



Imagen: gentileza los autores.

Investigadores y becarios del Grupo de Ecología de la Polinización (EcoPol).

das, además de ofrecer a los productores frutihortícolas una alternativa de polinización sustentable. Junto con este esfuerzo de desarrollo científico, el Grupo de Ecología de la Polinización impulsa una iniciativa de ciencia ciudadana llamada "Vi un abeja", que invita a la comunidad a participar activamente en la observación de estas abejas. Este proyecto tiene como objetivo mejorar el conocimiento sobre la distribución y ecología de las especies de abejorros en toda Argentina. Hoy en día, ese conocimiento es limitado y está desactualizado, pero es muy necesario para comprender el avance de los abejorros invasores y, eventualmente, poder mitigar su impacto en áreas donde aún no han llegado.

El proyecto de ciencia ciudadana propone la participación de la comunidad mediante el envío de fotos de registros de abejorros, junto con el reporte de la fecha y el lugar de la observación y, cuando sea posible, la especie de planta que visitan. Esto permite identificar las especies presentes y su distribución en las distintas regiones del país, las épocas del año en que están activas y la flora que visitan, tanto en ecosistemas naturales como en huertas y jardines. Dicha información es clave para entender la relación entre los insectos y su entorno, ya sea natural, urbano o rural.

A través de la colaboración entre nuestro grupo de investigación y la comunidad, se espera no solo generar datos relevantes sobre la ecología de los abejorros, sino también profundizar la valoración de estos polinizadores por parte de la sociedad. El proyecto busca resaltar la importancia de los abejorros para la biodiversidad y la agricultura, fomentando un vínculo más cercano con la naturaleza y también el papel fundamental que estos insectos desempeñan en la pro-

ducción de alimentos y en la salud de los ecosistemas. Con la inauguración del nuevo laboratorio y el desarrollo del proyecto de ciencia ciudadana "Vi un abeja", se promueve la revalorización de los recursos naturales y la generación de evidencia científica para enfrentar los desafíos ambientales, con un modelo de ciencia participativa y colaborativa.

## ¡ESTAMOS BUSCANDO ABEJORROS!

Somos un grupo de biólogos e investigadores de CONICET y la Universidad Nacional del Comahue buscando monitorear el estado de las poblaciones de abejorros de Argentina

Con tu ayuda, podemos conocer dónde, cuándo y en qué cantidad se ven, en la Patagonia, la especie nativa (*Bombus dahlbomii*) y las exóticas (*Bombus terrestris* y *Bombus ruderatus*)



## ¿CÓMO AYUDAR?

ENVIAMOS UNA FOTO DEL ABEJORRO QUE VISTE A TRAVÉS DE CUALQUIERA DE ESTOS MEDIOS:



MÁS INFO EN NUESTRA WEB: [WWW.ABEJORROS.AR](http://WWW.ABEJORROS.AR)





## DESDE LA PATAGONIA

## NUEVA DIPLOMATURA EN APICULTURA SUSTENTABLE Y POLINIZACIÓN

por **Grecia S. de Groot, Carolina Morales, Silvia I. Martínez, Marina Arbetman, Nancy García, Agustín Sáez, Marcelo A. Aizen, Guillermo Huerta y Micaela Buteler**

En junio de este año comenzó a dictarse la Diplomatura en Apicultura Sustentable y Polinización en el Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue. La iniciativa surgió en el año 2018 por parte de miembros del [Grupo de Investigación en Ecología de la Polinización](#) del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente. Debido al trabajo desarrollado en territorio en vinculación permanente con agricultores, apicultores y gestores de áreas protegidas, notamos la demanda de conocimientos específicos y adaptados a la Región Andino Norpatagónica. Si bien la apicultura se desarrolla localmente hace varias décadas, es frecuente que cier-

**Grecia S. de Groot**<sup>1,2</sup>

**Carolina L. Morales**<sup>1,2,3</sup>

**Silvia I. Martínez**<sup>2,4,5,7</sup>

**Marina Arbetman**<sup>1,2,3</sup>

**Nancy García**<sup>6,7</sup>

**Agustín Sáez**<sup>1,2</sup>

**Marcelo A. Aizen**<sup>1,2,3</sup>

**Guillermo Huerta**<sup>7,8</sup>

**Micaela Buteler**<sup>1</sup>

apiuncobariloche@gmail.com

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA, UNCo - CONICET).

<sup>2</sup> Grupo de investigación en Ecología de la Polinización (EcoPol).

<sup>3</sup> Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), Universidad Nacional del Comahue (UNCo).

<sup>4</sup> Coordinadora Diplomatura en Apicultura Sustentable y Polinización (UNCo).

<sup>5</sup> Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)

<sup>6</sup> Agencia de Desarrollo Económico del Neuquén (PyME-ADENEU).

<sup>7</sup> Referente apícola regional.

<sup>8</sup> Investigador independiente.



Imagen: C. L. Morales.

**Práctica de campo en un apiario ubicado en Colonia Suiza, San Carlos de Bariloche.**

tos conocimientos prácticos y de manejo provengan de regiones con mayor tradición apícola, en particular la región pampeana, en donde el contexto ambiental, socioeconómico y cultural, así como la escala y objetivos de producción, son muy distintos a los de nuestra región.

Tanto la historia relativamente reciente de la apicultura local, como las características ambientales (climáticas y ecológicas) propias del lugar, demandan conocimientos específicos para alcanzar un desarrollo productivo sustentable y rentable. Aquí, la apicultura se desarrolla a pequeña y mediana escala, con un trabajo dedicado y artesanal, generando mieles y otros productos derivados y/o elaborados, muy apreciados en el mercado de consumo local. Los servicios de polinización (es decir, la contratación de colmenas para mejorar el rendimiento de cultivos dependientes de

## DESDE LA PATAGONIA

polinización animal) no representan en la actualidad una práctica habitual en la región cordillerana, como sí ocurre en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, aunque potencialmente pueden desarrollarse como alternativa productiva, asociados a la siembra de fruta fina y a otros cultivos de producción local. Desde una mirada ecológica, tanto el clima como la flora visitada por la abeja de la miel en busca de recursos (flora apícola) son factores centrales que influyen en las colmenas. Estos factores interactúan entre sí y también con otros, como son la presencia de otros polinizadores, enemigos naturales, patógenos y contaminantes, que pueden afectar de forma diferencial el desarrollo de las colmenas y, por lo tanto, su productividad. Por ello, conocer y comprender cómo actúa la abeja de la miel (*Apis mellifera*) en cada región, promueve y facilita la adquisición de prácticas de manejo adecuadas y situadas.

La abeja de la miel es una especie euroasiática, traída a América por inmigrantes europeos. Esta especie interactúa con las flores y otras partes de las plantas, recolectando recursos naturales con fines alimenticios (polen y néctar) y para otros usos (propóleos). Al mismo tiempo, en su rol ecológico de especie polinizadora, transporta el polen adherido a su cuerpo entre flores de la misma especie de planta, lo que desencadena su fecundación, con la consecuente formación de semillas y frutos, facilitando de esta forma la reproducción sexual de las plantas. Esto ocurre tanto en flora apícola silvestre como cultivada. Dado que la apicultura involucra la cría en altas densidades de abejas de esta especie, que es exótica y es supergeneralista (es decir, visita una amplia variedad de especies de plantas con flores), la sustentabilidad de esta práctica estará dada por la comprensión, prevención y eventual mitigación de sus impactos ecológicos, tanto sobre ecosistemas naturales como en aquellos modificados (antropizados) por los usos del suelo. Los potenciales impactos incluyen la competencia por recursos alimenticios con especies de polinizadores nativos, la eventual alteración de las tasas de reproducción de especies de plantas nativas y exóticas, o la transmisión de patógenos. Es decir, que el conocimiento del comportamiento ecológico de la abeja de la miel es fundamental para el desarrollo y la planificación de una apicultura sustentable, desafío que se vuelve más relevante en esta región, donde coexisten paisajes productivos, de conservación y áreas naturales protegidas. El abordaje de la especificidad florística y ambiental de la región, distinguen a esta diplomatura de otras propuestas académicas existentes.

Gran parte del territorio donde se desarrolla la apicultura cordillerana está comprendido en la Reserva

de Biósfera Andino Norpatagónica, la segunda más grande de Argentina (declarada por la UNESCO en el año 2007). Abarca, en sus 2.266.942 hectáreas, cinco Parques Nacionales (Lanín, Nahuel Huapi, Arrayanes, Lago Puelo y Los Alerces), áreas protegidas provinciales y municipales, y numerosas ciudades, pueblos y parajes, en tres provincias (Neuquén, Río Negro y Chubut). Las Reservas de Biósfera son áreas donde se promueve el desarrollo productivo y cultural, con especial énfasis en la sustentabilidad de las actividades humanas. En ese sentido, la propuesta formativa de esta nueva diplomatura tiene como objetivo aportar herramientas desde el conocimiento científico y técnico disponible más reciente, en permanente construcción y diálogo con los saberes locales, promoviendo una apicultura consciente del entorno, adaptativa y resiliente. Dicho conocimiento se vuelve imprescindible para desarrollar actividades productivas sustentables, mediante un manejo que permita la obtención de productos a partir del usufructo de bienes naturales comunes sin comprometer su existencia en el tiempo y su disponibilidad para las generaciones futuras.

Esta propuesta, de carácter teórico-práctico, está orientada a aquellas personas dedicadas a la producción apícola y/o a la gestión de políticas públicas relacionadas a este sector productivo, o al manejo de los bienes naturales y la conservación de la biodiversidad. El programa de la diplomatura es una propuesta académica única en el país, que trasciende los contenidos meramente técnicos orientados a maximizar la producción, para incluir una visión ecológica sobre el rol de la abeja melífera en los ecosistemas naturales y antropizados. Los contenidos incluyen conceptos sobre flora apícola, calendario de floración regional, nutrición apícola, nociones de ecología del paisaje y la influencia de la vegetación circundante sobre el comportamiento de la abeja de la miel, servicios de polinización en cultivos regionales, sanidad apícola, plagas y patógenos, calidad de los productos, diversificación y agregado de valor, monitoreo de la calidad del ambiente mediante colmenas (biomonitoreo), pesticidas y contaminantes, fiscalización y normativas vigentes, conservación de los polinizadores nativos y la integridad de los ecosistemas andino norpatagónicos, principios de agroecología y manejo apícola sustentable. El enfoque de trabajo es transversal, buscando conjugar el conocimiento científico y técnico más reciente y adecuado para la región, con el conocimiento empírico y práctico de quienes desarrollan la apicultura local.

El cuerpo docente está integrado por un nutrido equipo, con experiencia desde distintos enfoques y ámbitos de desarrollo de la apicultura: docentes de la

## DESDE LA PATAGONIA

### Práctica de laboratorio en el Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente.



Imagen: G. Huerta.

Universidad Nacional del Comahue e investigadoras/es del CONICET del grupo de investigación en Ecología de la Polinización del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente, cuyos temas de investigación están ligados a la apicultura, la agricultura, la ecología, la biodiversidad y su conservación, junto con referentes de la apicultura patagónica de las provincias de Río Negro y Neuquén con reconocida trayectoria. Gracias a las redes de trabajo y colaboración con colegas de todo el país, contamos también con docentes invitados del Programa Apícola del INTA (INTA ProApi), del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). La propuesta involucra asimismo al Ente Mercado Comunitario de Bariloche (EMCO), cuyo referente apícola dicta el curso de iniciación en apicultura desde hace siete años, encuadrado en la gestión municipal. Además, la diplomatura cuenta con el apoyo de diversas instituciones públicas y del ámbito académico local y regional, entre ellas el Consejo Apícola de Río Negro, la [Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas](#) y la [Red Colmena](#).

La primera cohorte de este espacio formativo y de intercambio de saberes contó con 32 participantes -debido al cupo- aunque la pre-inscripción fue de casi 150 personas, reflejando el interés por parte de la población de toda la región. Las distintas trayectorias, experiencias y objetivos de quienes participaron de esta edición, con cursantes de entre 27 y 70 años de edad, dieron como fruto un intercambio enriquecedor para el conjunto. Más de la mitad se encuentran abocados a la producción para autoconsumo, casi un 75% cuen-

ta con una experiencia menor a cinco años y casi un 90% realiza apicultura fijista (colmenas fijas en un sitio determinado durante toda la temporada) con un bajo número de colmenas. Los encuentros semanales abarcaron un período total de cinco meses, concentrándonos en aspectos teóricos durante el otoño-invierno y aspectos prácticos al inicio de la primavera. En esta primera edición, nos enfocamos en las apicultoras y apicultores de la ciudad de Bariloche, sumando a referentes apícolas de la Comarca Andina del Paralelo 42, San Martín de los Andes y Aluminé. Sin embargo, a futuro buscamos profundizar el contacto con municipalidades de otras localidades de la región de forma tal de favorecer el alcance y arraigo territorial del espacio formativo. El balance que hacemos de esta primera edición es muy positivo y nos estimula a reeditar la diplomatura en el futuro próximo. Nuestro desafío es seguir apostando a una universidad pública y un sector científico-tecnológico que contribuyan, desde una perspectiva agroecológica y de cuidado de nuestro entorno, a la soberanía alimentaria y al buen vivir del conjunto de habitantes de la Patagonia.

Para más información consultar en:

✉ [apiuncobariloche@gmail.com](mailto:apiuncobariloche@gmail.com)

📷 [@diploapiunco](https://www.instagram.com/diploapiunco)



# ENSAYO

## EDUCACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

# LOS NUEVOS LIBROS DE ARENA

*¿Cuáles son los criterios que nos pueden orientar para trabajar Lengua y Literatura en el aula, con las nuevas tecnologías de lectura y escritura?*

**Diego Rodríguez Reis**

*“Me dijo que su libro se llamaba el Libro de Arena, porque ni el libro ni la arena tienen principio ni fin”*

*J.L. Borges, El libro de arena*

En 1975, Jorge Luis Borges publica (en el libro homónimo) el cuento “El libro de arena”. El argumento es de índole fantástica: un hombre que vive solo recibe la visita de un vendedor de Biblias; ante la negativa por parte del dueño de casa, el visitante le ofrece un libro extraño, extraordinario. Ese libro, denominado por el propio vendedor “el libro de arena”, no se corresponde (más allá de las características materiales externas) con ninguna otra cualidad de lo que comúnmente denominamos “libro”: los caracteres son extraños, las páginas no están ordenadas cardinalmente, no hay forma de encontrar la página inicial o la última. Es un libro infinito. El hombre lo compra, pero, luego de numerosos días de fracasos y de alucinaciones, enloquecido, decide abandonar el libro, escondiéndolo en unos viejos anaqueles de la Biblioteca Nacional.

Una de las interpretaciones posibles (de las múltiples interpretaciones que un cuento puede aportar) es que el hombre intenta leer este libro infinito siguiendo los mismos hábitos y costumbres con los cuales suele leer los otros libros, cotidianos, clásicos, finitos. Fracasa, por supuesto: este “nuevo libro” es de otra naturaleza, obedece o responde a otra lógica.

La pregunta inicial, disparadora de este artículo, es la siguiente: ¿cuáles son los criterios que nos pueden orientar para trabajar en el aula con las nuevas tecnologías? Hay otra pregunta, subyacente: ¿son estas nuevas tecnologías enemigas del libro? Puntualmente, en lo que refiere a los contenidos de programa y las actividades áulicas (en cualquiera de sus versiones), sumo interrogantes: ¿cómo y en qué modalidad y/o plataforma conviene más trabajar?, ¿cuál es la más efectiva, la que permite un trabajo más profundo y a largo plazo? Y finalmente, acaso la pregunta fundamental: ¿cuál es el impacto de las nuevas tecnologías en los contextos de producción-circulación del saber y, por ende, en los modos de leer y escribir?

### Modos de leer

A los fines de organizar este trabajo y con la mirada analítica direccionada hacia posibles conclusiones, podemos intentar un recorrido respetando la historia cultural como perspectiva teórica, haciendo pie en dos de sus líneas de amplio desarrollo: por un lado, la historia de la cultura escrita y de la lectura y, por otro, la historia cultural de la educación.

El filósofo prusiano Immanuel Kant, en el siglo XVIII, en “Metafísica de las costumbres” escinde el concepto “libro” en dos acepciones: una, el libro en tanto objeto material, de tres dimensiones; otra, el libro en tanto discurso dirigido. Esta doble naturaleza del libro presupone, así, dos lógicas distintas, diversas, (¿contradictorias?). En su artículo “¿Qué es un libro? ¿Qué es leer? Una doble genealogía”, publi-

**Palabras clave:** enseñanza media, escritura, lectura, literatura, tecnologías.

#### Diego Rodríguez Reis<sup>1</sup>

Prof. en Lengua y Literatura, Esp. en Ciencias Sociales (mención en Lectura, Escritura y Educación)  
diegorodriguezreis@gmail.com

<sup>1</sup>Centro Provincial de Enseñanza Media N°68, Villa La Angostura, Neuquén.

Recibido: 28/07/2024. Aceptado: 22/10/2024.

\* Este artículo está basado en el trabajo final para optar al título de Diplomado Superior en Ciencias Sociales con mención en Lectura, Escritura y Educación (FLACSO ARGENTINA. Área Educación. Programa Educación, Conocimiento y Sociedad), 15 de febrero de 2023.

cado en 2014, el historiador francés Roger Chartier cita los dichos del crítico David Kastan, quien plantea los dos extremos de estas lógicas: a la primera, la califica de "pragmática", ya que niega la existencia del texto fuera de las materializaciones; a la segunda, de "platónica", ya que postula una obra que trasciende cualquier materialización posible.

Es precisa una lectura superadora de estos dos extremos, fundamentalistas, del libro como objeto material o como obra intelectual incorpórea. El camino genealógico (ver Glosario) del libro lo muestra descendiente de los antiguos soportes (la escritura cuneiforme, el papiro, el pergamino). Tiene fecha de nacimiento: el libro en su acepción clásica, el libro impreso a partir de la creación de los tipos móviles creados por Gutenberg en Maguncia, nació a mediados del siglo XV. También tiene fecha de nacimiento su inmediato sucesor: a fines de la década de 1940, en España, Ángela Ruiz Robles imaginó la primera "enciclopedia mecánica", que consistía en una maleta que se abría en dos y que disponía de una serie de bobinas. La inventora española quería aligerar la gran carga de libros que los alumnos debían llevar al colegio, así como aumentar su productividad académica. Algunas décadas más tarde, en 1971, ideado y fundado por el escritor y filántropo Michael S. Hart, nace la primera biblioteca digital del mundo, el Proyecto Gutenberg: una gran biblioteca gratuita con libros electrónicos de dominio público.

El libro ha sido el objeto-dispositivo-soporte por excelencia de la lectura en la escuela durante generaciones. Sin embargo, la muerte del libro viene siendo anunciada desde el siglo pasado. Más apropiada y valiosa se plantea la circunstancia de analizar la coexistencia de las diversas tecnologías, determinar sus repercusiones en nuestros modos de leer e interpretar, y el desafío de abordar algunas de las posibilidades que nos proponen dentro del campo educativo.

### ¿Apocalípticos o integrados?

Expuesto el camino genealógico del libro en la vida social, y continuando con la mirada postulada desde la historia cultural como perspectiva teórica (historia de la cultura escrita y de la lectura-historia cultural de la educación), persisten las preguntas iniciales, con todas sus posibles reformulaciones. Algunas de ellas podrían ser las siguientes: ¿cómo se relaciona el libro con las nuevas tecnologías?, ¿es una relación de oposición, excluyente? y ¿cuál es nuestra posición como docentes ante esa aparente disyuntiva?

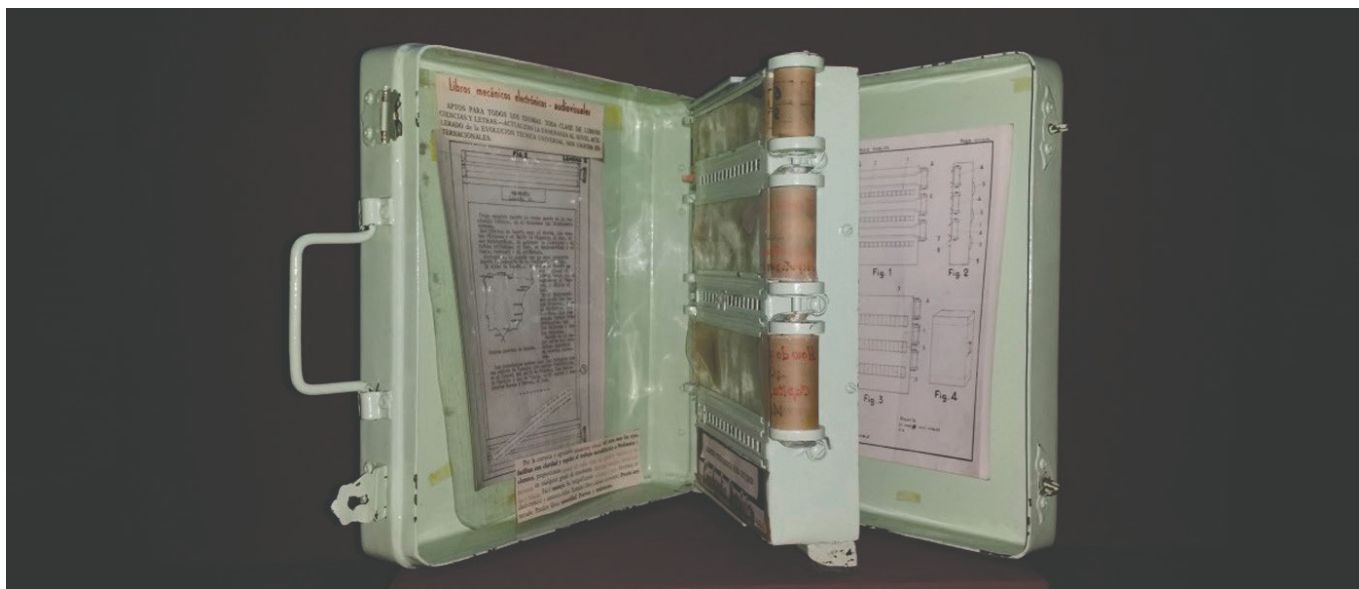


**Portada de El libro de arena, de Jorge Luis Borges (Editorial Sudamericana, 2019). Fue publicado originalmente por Emecé Editores en 1975.**

En principio, si pensamos a la lectura y a la escritura como parte de un mismo eje conceptual, como prácticas relacionadas con los procesos de transformaciones tecnológicas que se despliegan en las sociedades, la línea histórica de sucesivas tecnologías (alfabeto - escritura - papiro - pergaminos - imprenta - máquina de escribir - computadora), se nos revela desnaturalizando (ver Glosario) la mirada sobre los productos tecnológicos (impuestos como lógicos, útiles, modernos) y debemos repensarlos en función de nuestras necesidades humanas y espirituales.

De nuevo, se nos postulan varias lógicas. Si la lógica es el progreso, la evolución, entonces cada soporte tecnológico mejora (reemplaza) al anterior: lo inutiliza, lo vuelve obsoleto. Si la lógica es la velocidad, la productividad cuantitativa, leer y escribir son acciones contra-hegemónicas: su lógica no es la mayor velocidad ni la mayor productividad en términos cuantitativos. Idénticos interrogantes se pueden trasladar al concepto de educación.

# ENSAYO



**La "enciclopedia mecánica", patentada en 1962 por la escritora, docente e inventora española Ángela Ruiz Robles.**

Es precisa una lógica multidimensional que nos permita diferentes abordajes, a veces simultáneos. El docente y escritor argentino Christian Ferrer plantea tres operaciones cognitivas fundamentales: diferenciar técnica de tecnologías; historizar (ver Glosario) los acontecimientos técnicos, y desnaturalizar los productos de la organización técnica del mundo. Operaciones críticas, activas, constantes, que nos hacen pensar en otras dimensiones: del concepto de texto saltamos al de hipertexto (ver Glosario), del libro saltamos al concepto de herramienta hermenéutica (ver Glosario) y podemos confluir en esta sentencia: "ninguna tecnología es neutral".

Tomando como modelo lo propuesto por el filósofo y escritor italiano Umberto Eco, tendríamos, a priori, dos perspectivas: la apocalíptica, más allá de la mirada catastrófica, se consuela al pertenecer a una comunidad (reducida) de individuos (superiores) que no se dejan obnubilar por las ofertas de la cultura de masas; la integrada sostiene una mirada más benévola ante esta cultura de masas y sus efectos, en virtud de determinadas circunstancias como el acceso a la información y la diversificación de los medios.

Ahora, ¿cuál es nuestra mirada? ¿Somos apocalípticos en nuestra relación con el libro, transformándolo en un fetiche? ¿Nos lamentamos de que los chicos "no leen", queriendo señalar que "no leen libros en el formato clásico"? ¿Nos consolamos formando parte de una comunidad que se formó leyendo libros? ¿Abominamos soberbiamente las demás tecnologías? ¿O tenemos una mirada integrada? ¿Nos conformamos con que cada estudiante tenga al menos un dispositi-

vo de lectura y escritura y que cada institución tenga bibliotecas físicas y/o digitales? ¿Nos desentendemos del uso de esas herramientas hermenéuticas, limitándonos a las currículas (ver Glosario) y los programas?

La pregunta original prevalece, subsumida en la cuestión de nuestra postura docente en el aula: ¿hay una voz que prevalece sobre las otras?, ¿somos autores-creadores o repetidores de axiomas?, ¿mediamos sentido, lo negociamos, lo imponemos?

## Leer (en) el aula

Estamos, por fin, en el aula: ese espacio único que tiene sus geografías y sus lógicas propias. ¿Cómo leer (en) el aula? ¿Hay unas herramientas hermenéuticas distintas, distintivas, en el aula? La antropóloga Paula Sibilia señala que nos distanciamos del llamado "sujeto moderno", el habitante de los mundos de los siglos XIX y XX: nuestras formas de leer, de aprender y de aprehender el mundo son material y sustancialmente distintas. Los cambios socioculturales, políticos y económicos, estrechamente relacionados con determinadas herramientas técnicas, de este proceso de fin del siglo pasado, repercuten en la vida social, en la escuela y en el ambiente del aula. Se pregunta Sibilia en qué medida las nuevas tecnologías afectan las configuraciones corporales y los "modos de ser" de los sujetos contemporáneos. Más aún, proliferan las preguntas: ¿cómo podemos aprovechar estas herramientas de un modo realmente creativo y liberador?, ¿es posible apropiarse de ellas para usarlas de una manera disruptiva, capaz de desafiar esta lógica que le es propia y en la cual nos mantiene amarrados?,





**Representación del siglo XIX de la Biblioteca de Alejandría, obra del artista alemán O. Von Corven.**

¿cómo utilizar esos aparatos de una forma que sea capaz de cuestionar sus propios mecanismos, sus métodos y sus sentidos utilitarios? Las respuestas, ordenadas, sistematizadas, a estas preguntas, determinarían todo un programa y una metodología.

La perspectiva de base es que no sólo leemos libros. Leemos toda clase de textos en diversos formatos: carteles, películas, publicidades, música, juegos. Esta mirada echa por tierra esta diatriba constante de que “los chicos no leen”.

Como educadores, nuestras guías de lectura deben ser tanto comprensivas como críticas: deben proponer la reformulación, consultar constantemente el “por qué”. ¿Por qué estamos leyendo este cuento? ¿Por qué vemos esta película? ¿Por qué es “aburrida” o “divertida”? ¿Con qué cosas de la vida “real” podemos relacionar lo que estamos aprendiendo? La diversidad de textos hará posible, en principio, que establezcamos varias claves de acceso para los estudiantes, anclajes para llamar su atención, para la posterior lectura e interpretación personal y colectiva; y, en segunda instancia, organizar materiales para una relación más fluida con otras áreas. La toma de conciencia de que no sólo enseñamos Lengua, que no sólo la enseñamos con textos escritos y que no sólo un Departamento o Área posee el patrimonio exclusivo de determinados contenidos, puede redundar en la apertura hacia una mirada más profunda y más rica de la escuela, de quienes la habitamos y de la sociedad en general.

Podemos ser guías de lectura y hacer guías de lectura que aborden el acto mismo de leer: ¿leemos todos de la misma forma o cada soporte presenta sus propias características, únicas? Podemos mediar el tiempo de la lectura, propiciar el uso del hipertexto, generar más cuestionamientos que no se agoten en la búsqueda de datos fácticos: ¿cuánto dura un libro?, ¿cuánto dura un texto?, ¿existe un tiempo “real” de lectura?, ¿leer “más rápido” es leer “mejor”?

Antes, cuando sólo disponíamos del libro en formato papel, si un lector estaba interesado en una palabra o concepto, abandonaba el libro y abordaba otra tarea hermenéutica: buscaba referencias en otros libros, en diccionarios, en enciclopedias, en bibliotecas públicas. La diferencia con los modelos actuales no es sustancial, sino que, antes bien, reside en la velocidad y en la accesibilidad.

Podemos comenzar por concluir que, básicamente, hay textos y hay espacios. Y hay un mar de posibilidades: lo ideal es que podamos navegar en ese mar y no ahogarnos. Que podamos discernir que habrá tiempo de leer un libro en su forma clásica, que habrá otro tiempo más oportuno para trabajar con la lectura en otros formatos (como un “pdf” o un libro digital, por ejemplo) y utilizando diversos soportes, que habrá ocasiones en las cuales será conveniente y práctico escuchar un texto en el formato de audiolibro.

Cada una de esas opciones, a su vez, será susceptible de relacionarse con las otras, cotejando las diversas versiones de un mismo texto, analizando sus características, sus constantes y sus mutaciones; y dando lugar además a todas las voces posibles, a todas las interpretaciones.

### **Todas las voces todas**

Específicamente, lo que está en juego es el origen del conocimiento que recibimos: cuáles son las lógicas de producción e interpretación que se tensionan allí y cuáles son los roles asignados/aceptados de quienes intervenimos desde lo educativo, tanto docentes como estudiantes. Si hay nuevos interlocutores y nuevos soportes, hay nuevos escenarios. Y en esos escenarios hay movimientos que afectan aspectos clave que configuran nuestras subjetividades. Aunque son viejas discusiones, aún siguen estando vigentes estas preguntas: ¿enseñar es repetir lo que me enseñaron?, ¿aprender es repetir lo que me enseñaron?, ¿puedo dejar inscripta mi huella personal en este proceso de enseñanza-aprendizaje?

Podemos posicionarnos frente a la escritura digital y colaborativa como una compleja práctica social y situada donde se conjugan tanto las posibilidades y res-

# ENSAYO



**Portada de Historia de la lectura en el mundo occidental, editado por Guglielmo Cavallo y Roger Chartier, Santillana, 2011.**

tricciones de dispositivos y plataformas, como los procesos de negociaciones que se abren en esa práctica. Puntualmente, trasladar esta mirada a cualquier trabajo práctico, a cualquier evaluación, entendida también como proceso: un trabajo que se escribe colectivamente, donde cada aporte es una capa de sentido, que suma y potencia. Esto es, el texto (cualquier texto) entendido como un texto en proceso: se escribe, se reescribe, se aconseja, se corrige, se amplía, se reforma, y hay participación colectiva (explícita e implícita) en la construcción de ese texto. En esa encrucijada semántica, se nos vuelve a presentar la trama del cuento de Borges (el hipertexto es un tópico extremadamente borgeano) “El libro de arena”: “El número de páginas de este libro es exactamente infinito. Ninguna es la primera; ninguna la última”, dice el narrador.

52

A estas alturas, podemos intentar sintonizar todas estas lecturas y relecturas con criterios (lo más inclusivos posible) que nos pueden orientar para trabajar en

el aula con las diversas tecnologías y metodologías.

Por una parte, debemos desconfiar de las lógicas que terminan por demonizar un dispositivo determinado, y luego, intentar anclar en una lógica multidimensional de las tecnologías. A la hora de pensar la enseñanza de la lectura y la escritura, la toma de decisiones en la implementación de herramientas digitales en las prácticas comunicativas es deseable que se esté libre de prejuicios: no temerles a los conceptos de texto en proceso, borradores, re-escrituras, composiciones colectivas; no temer a que estas instancias sean producidas en diversas plataformas y de acuerdo a las diferentes lógicas que estas plataformas proponen.

Además, plantear como un camino deseable que una clave de lectura e interpretación, en tanto propuesta de enseñanza, sea permitir el ingreso de conocimientos (corpus de herramientas y recursos) que circulan socialmente fuera y dentro del colegio e intentar que puedan transformarse en material de trabajo áulico, en todas sus manifestaciones. Debemos abandonar herencias ociosas y/o perniciosas: transformar nuestros hábitos será transformar nuestras percepciones y creará “gestos inéditos” (como bien señala el historiador francés Roger Chartier). Esos nuevos gestos, que en su momento fueron “dar vuelta la página” pueden ser hoy “hacer clic”, pausar, retroceder, hacer búsquedas inmediatas al interior de un libro, “espoilear”. En síntesis, ser sujetos activos y no pasivos en relación con la tecnología.

Estamos en presencia de nuevas textualidades: una textualidad “blanda, móvil, infinita” (volvemos a los dichos de Chartier): nuevos libros de arena.

## Los barcos del desierto

Nuestro desafío actual es revisar y reformular aquellas costumbres que se hicieron reglas, leyes y hasta se cristalizaron en categorías y metodologías. Nuevos territorios exigen nuevas cartografías y nuevas cartas de navegación (mapas sintáctico-semánticos, guías de lectura, unidades y secuencias didácticas). Reubicarnos en este nuevo “mapa de mutaciones”, revertir la lógica causal, recordando, en relación a los dispositivos tecnológicos, que fuimos sus creadores.

Habitamos un universo donde coexisten los objetos antiguos y los nuevos, las prácticas históricas y las actuales: esa coexistencia puede resultar de una riqueza casi ilimitada para nuestras vidas sociales y nuestras prácticas profesionales. Según dicen, Aristóteles fue el último ser humano que leyó toda la literatura a su alcance de su tiempo. Una versión que roza la leyenda y pisa las fronteras de lo fantástico, lindante con el libro de arena borgeano. Esa proeza hoy sería del todo

impracticable: seleccionamos, recortamos, elegimos según nuestros gustos y nuestras posibilidades.

El filósofo y crítico Roland Barthes señala que no podemos huir de las prácticas del lenguaje: por cultura, por opción política, hemos de comprometernos, participar en uno de los lenguajes particulares a los que nos obliga nuestro mundo, nuestra historia; tenemos que sostener en la misma mano las riendas del compromiso y las del placer, asumir una filosofía plural de los lenguajes. Sostener las riendas de ese compromiso, que (vale decirlo) también es un placer y una filosofía, es acaso nuestro desafío actual.

Hay otra imagen, extraída de la literatura de ficción, que podemos contraponer a aquella inicial del libro de arena borgeano. En uno de los cuentos de las famosas Crónicas marcianas del gran escritor estadounidense Ray Bradbury, el narrador describe “azules barcos marcianos” que “se deslizaban por las arenas susurrantes”. Desaparecidos los antiguos mares de Marte, esas extrañas embarcaciones continuaban navegando mágicamente en las arenas del desierto.

Una esperanza humilde: que todas las tecnologías, todas las herramientas hermenéuticas (las antiguas, las actuales y las del futuro), nos permitan navegar sobre los modernos libros de arena, para seguir descubriendo y compartiendo maravillosos nuevos universos.

### Glosario

**Currícula:** Plan de estudios o proyecto educativo general en el cual se cristalizan los contenidos y las concepciones (ideológicas, pedagógicas) que determinan los objetivos de la educación escolar de una institución.

**Desnaturalizar:** Práctica consistente en revertir la mirada sobre determinados fenómenos socio-culturales calificados comúnmente como “naturales”. El proceso de desnaturalización aborda una matriz compleja en la que se conjugan pensamientos y prácticas arraigados históricamente en los individuos y las instituciones.

**Genealogía:** Propuesta histórico-filosófica desde la perspectiva del pensador francés Michel Foucault, desarrollada como una continuación de las obras de Friedrich Nietzsche. La genealogía se propone como una forma de hacer historia: se cuestiona el surgimiento de diversas creencias filosóficas y sociales: no inquiriere sobre el origen de las ideas, de los valores o de las identidades sociales, sino que investiga cómo éstas emergen como producto de relaciones de fuerza.

**Hermenéutica:** Disciplina que consiste en la interpretación de textos, ya sean de carácter sagrado, filosófico o literario. A través de la hermenéutica se pretende encontrar el verdadero significado de las palabras, tanto escritas como verbales.

**Hipertexto:** Texto que contiene enlaces a otros textos, tratándose así de una estructura no excluyentemente secuencial, que permite crear, incorporar, enlazar y compartir información de diversas fuentes por medio de enlaces asociativos a otros sitios de la red universal.

**Historizar:** Estudiar o presentar el contexto de algo a través de su historia; indicar la trayectoria histórica de algo. Historizar implica poner en relevancia tanto la experiencia vivida como la percepción que se tiene del pasado en un presente determinado.

## Resumen

Este artículo presenta un recorrido por diversos dispositivos de lectura y escritura y sus aplicaciones en el campo de la educación, desde la escuela clásica hasta la actual incluyendo el aula virtual, a partir de la metáfora borgeana del cuento “El libro de arena” (perteneciente al libro homónimo).

## Para ampliar este tema

- Barthes, R. (2013). *El susurro del lenguaje. Más allá de la palabra y la escritura*. Buenos Aires: Paidós. [[Disponible en Internet](#)]
- Chartier, R.; Cavallo, G. (1997). *Historia de la lectura en el mundo occidental*. Madrid: Taurus. [[Disponible en Internet](#)]
- Godoy, L. (2020). Escritura digital y colaborativa: una práctica discursiva multifacética. Estado del arte y perspectivas para el futuro. *Quintú Quimün*. Revista de Lingüística, 4. [[Disponible en Internet](#)]
- Martínez, M. (2019). La esfera y el bosque. Escribir y leer en la época de internet. Entrevista a Christian Ferrer. *Revista Heterotopías del Área de Estudios Críticos del Discurso de FFyH*, 2 (3). [[Disponible en Internet](#)]



## DESTREZAS DE LA FAMOSA CHAQUETA AMARILLA

**OTRA CARA DE LAS AVISPAS**

**Las chaquetas amarillas presentan sorprendentes habilidades cognitivas cuando recolectan alimento en ambientes cambiantes e impredecibles.**

**Sabrina Moreyra y Mariana Lozada**

Los habitantes de Bariloche y sus alrededores estamos familiarizados con las chaquetas amarillas (*Vespula germanica*, ver Figura 1A y 1B), cuando realizamos actividades al aire libre, en asados o picnics. A pesar de que por su picadura es considerada una especie molesta y potencialmente peligrosa para las personas alérgicas, estos pequeños insectos también presentan destacables cualidades de aprendizaje. Esta avispa social invasora posee una gran plasticidad comportamental (ver Glosario), entre otros rasgos, que podrían facilitar su establecimiento en nuevos y variados territorios. Los organismos que tienen una gran capacidad de adecuarse a diferentes condiciones ambientales, presentan más posibilidades de sobrevivir en ecosistemas novedosos.

**Características de la chaqueta amarilla**

Esta avispa es originaria de Europa, Asia y el norte de África. Ha invadido diversas partes del mundo, incluida la Argentina, donde fue observada por primera vez en 1980 en la provincia de Neuquén. Actualmente, se la encuentra en distintos ambientes de las provincias de la Patagonia y de Mendoza, como la estepa, zonas de transición, bosques y áreas urbanas.

**Palabras clave:** aprendizaje, avispa, chaqueta amarilla, memoria, plasticidad comportamental.

**Sabrina Moreyra<sup>1</sup>**

Dra. en Biología  
moreyras@comahue-conicet.gob.ar

**Mariana Lozada<sup>1</sup>**

Dra. en Ciencias Biológicas  
lozadam@comahue-conicet.gob.ar

<sup>1</sup>Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCo).

Recibido: 24/09/2024. Aceptado: 19/11/2024.

La concentración de avispas y nidos es mayor en sitios urbanos y periurbanos, dado que estos entornos les ofrecen diversas fuentes nutritivas y protección, facilitando el desarrollo de sus colonias. La tasa de expansión geográfica de la chaqueta amarilla es de aproximadamente 37 kilómetros al año, siendo el transporte mediado por humanos el principal vector de propagación.

Esta especie presenta un sistema de organización social complejo -eusocial- (ver Glosario). Construye formidables nidos donde conviven de manera cooperativa varias generaciones de individuos: larvas, pupas (ver Glosario) y adultos, que incluyen avispas obreras no reproductivas, futuras reinas y zánganos (hembras y machos reproductivos). Estos organismos realizan diferentes tareas y funciones dentro y fuera de la colonia, mostrando complejos procesos de comunicación y cooperación.

La chaqueta amarilla obtiene alimento de variadas fuentes como carroña, sustancias azucaradas, artrópodos y vertebrados vivos, como por ejemplo pichones. Su dieta incluye frutas, polen, néctar, exudado de pulgones (ver Glosario), miel de abejas, e incluso residuos o alimentos generados por el ser humano. Es común observar que las avispas merodean, y pueden alimentarse de comidas o bebidas cuando realizamos actividades al aire libre. Es decir, esta especie utiliza diversas estrategias en la búsqueda de alimento, que involucra diferentes patrones de percepción-acción (ver Glosario), como la caza o la recolección de pequeños fragmentos de alimentos encontrados. Las obreras, conocidas también como avispas recolectoras -que son aquellas que solemos ver en nuestros jardines o casas-, son las encargadas de buscar esos alimentos y llevarlos a la colonia. Los carbohidratos -sustancias azucaradas- se utilizan para alimentar a las larvas, a la reina, a otras obreras, y como suministro de energía para ellas mismas. Los alimentos proteicos recolectados -presas y restos de carroña- son esenciales para el crecimiento y el desarrollo de las larvas.

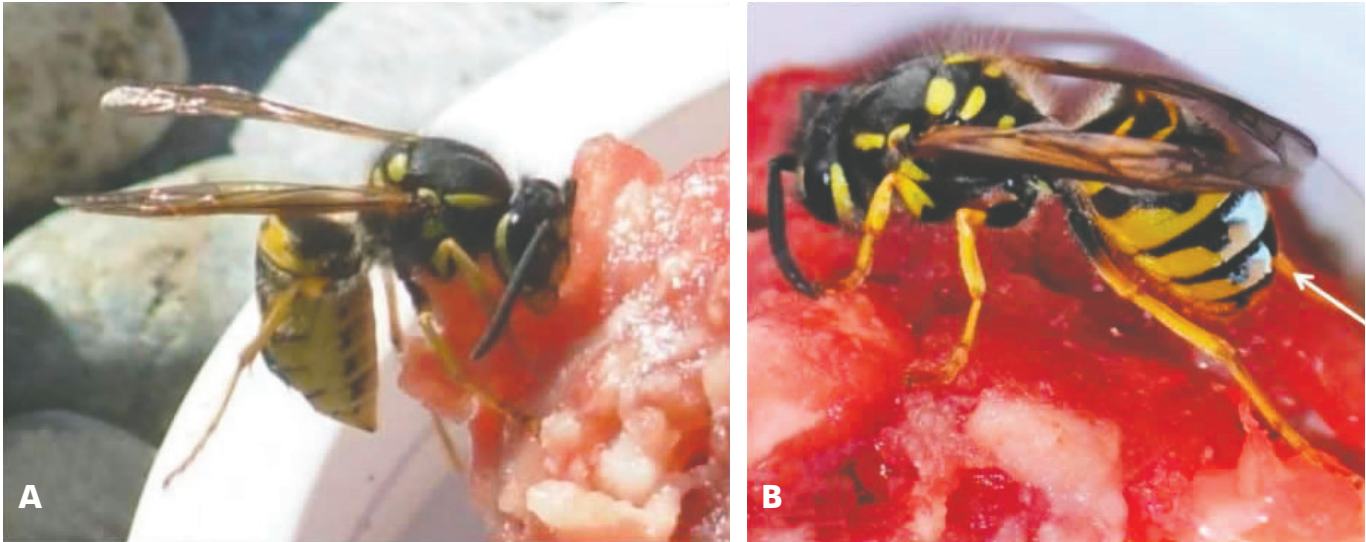


Imagen: Gentileza de las autoras.

**Figura 1. A) Chaqueta amarilla obrera. B) Detalle del marcado de la chaqueta amarilla realizado sobre el abdomen (región posterior del cuerpo). La flecha indica la marca.**

### ¿Cómo aprenden y qué recuerdan?

Como mencionamos anteriormente, debido a su pequeño tamaño, cuando las avispas recolectoras encuentran una fuente abundante de alimento, no pueden transportarlo al nido de una sola vez. Por ello, deben hacer múltiples viajes entre el lugar donde se encuentra el alimento y su nido, desplegando un comportamiento denominado de relocalización (ver Glosario), el cual requiere el aprendizaje y memorización de diversas claves contextuales (ver Glosario) -visuales, olfativas o espaciales-, como colores, olores, rocas, vegetación del entorno, etc. Este comportamiento posibilita a las avispas regresar tanto al lugar exacto donde encontraron el recurso alimenticio como al sitio donde se encuentra el nido, incluso si este último está a gran distancia. Estos recorridos muestran la existencia de complejos procesos cognitivos durante la búsqueda y recolección de alimento.

Nuestro equipo de investigación ha estudiado, durante varios años, procesos de aprendizaje y memoria en trabajos realizados a campo, los cuales describiremos más adelante. Estos procesos, que surgen como resultado de la experiencia, permiten establecer asociaciones entre diversas claves contextuales y el alimento. De este modo, los organismos identifican eventos importantes de su entorno que podrían influir en situaciones futuras. Estudiando el comportamiento de relocalización nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cómo aprende la chaqueta amarilla estas claves? Cuando una avispa encuentra alimento, corta una pequeña porción con sus mandíbulas. Antes de regresar al nido, realiza una serie de vuelos circulares de aprendizaje sobre el recurso, ampliando gradualmente el radio de su recorrido hasta que finalmente se aleja volando

(ver Figura 2). A través de estos vuelos, las avispas aprenden a reconocer las claves contextuales asociadas al lugar donde se encuentra el alimento.

Nos preguntamos si estos vuelos de aprendizaje varían a lo largo de numerosas visitas de recolección. Para responder a esta y a otras preguntas, es necesario poder identificar a la avispa que estamos estudiando. Por eso, cuando una recolectora aterriza voluntariamente sobre un alimento ofrecido y comienza a cortar una porción, la pintamos con témpera en el tórax (zona del cuerpo donde están ubicadas las patas y alas) o el abdomen, sin necesidad de capturarla (ver Figura 1B). Hemos observado que, durante su primer encuentro con el recurso (primera visita de recolección), las avispas realizan un promedio de siete vuelos de aprendizaje. Sin embargo, el número de vuelos disminuye a lo largo de las sucesivas experiencias de recolección en cierto sitio, lo que sugiere que las avispas ya recuerdan esas claves. Curiosamente, si el alimento cambia de posición, el número de vuelos de aprendizaje vuelve a aumentar. También descubrimos que el número de vuelos de aprendizaje varía según el entorno: es mayor cuando las avispas recolectan recursos alimenticios en áreas con escasa vegetación y es menor donde las claves contextuales son llamativas. Asimismo, otros resultados de nuestros estudios indican que las avispas que recolectan alimento en contextos con vegetación abundante, regresan al sitio de alimentación con mayor frecuencia que aquellas que lo hacen en ambientes poco vegetados. Notablemente, la adición de claves artificiales prominentes -es decir, señales como postes o cilindros de gran altura, elaboradas por nosotras- en entornos con escasa vegetación, promueve una respuesta similar a la observada en ambientes con mucha vegetación. Estos hallazgos

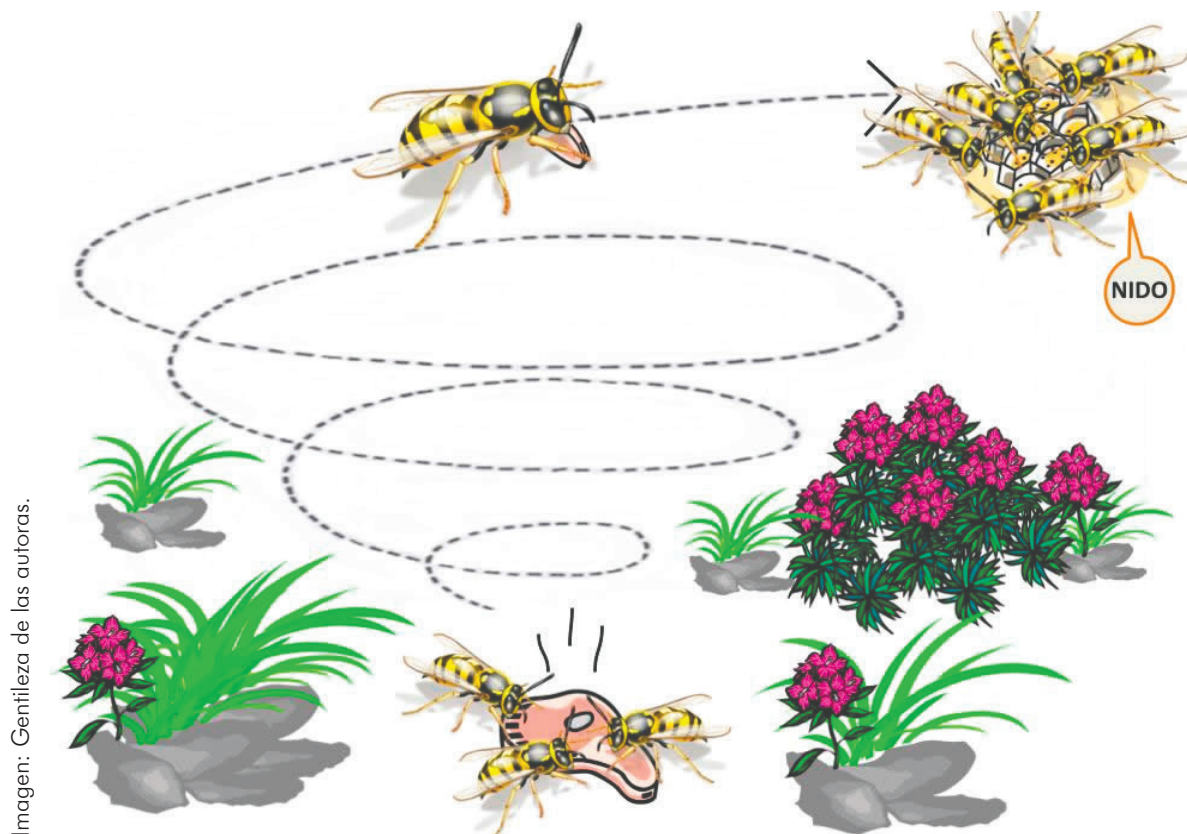


Imagen: Gentileza de las autoras.

**Figura 2. Esquema de vuelos de aprendizaje de la chaqueta amarilla para relocalizar el alimento en sucesivas visitas.**

sugieren que los sitios que cuentan con numerosos puntos de referencia, como árboles, arbustos, rocas, estructuras urbanas y señales artificiales, pueden facilitar la orientación de las avispas durante el comportamiento de relocalización.

Observamos que los ambientes antropizados -es decir, aquellos modificados o disturbados por las actividades humanas- donde las avispas buscan y recolectan alimento, pueden ser inciertos y cambiantes. Es común que la comida sea removida, desplazada o reemplazada debido a la actividad humana o a la acción de otros consumidores, como perros, gatos o aves rapaces. Estas acciones inesperadas, además de modificar la localización del recurso alimenticio, alteran las claves contextuales asociadas, es decir, las claves o señales previamente aprendidas que han sido relacionadas con el lugar donde se encontraba el alimento. Por ejemplo, en un picnic, los comensales no solo modifican la ubicación de los alimentos, sino también las señales del entorno, como cubiertos, platos y vasos, entre otros. Por lo tanto, estas modificaciones son una experiencia habitual para las avispas cuando relocalizan fuentes abundantes de alimento en ambientes urbanos.

### Algunos resultados experimentales

56

Para entender cómo las chaquetas amarillas enfrentan situaciones de cambio, realizamos otros

experimentos a campo en los que modificamos la ubicación del alimento y las claves asociadas (como cilindros amarillos, ver Figura 3). Por ejemplo, en una de las investigaciones, quisimos conocer cómo responden las avispas cuando se les retira el alimento después de una visita de recolección, pero las claves asociadas permanecen en el sitio. Descubrimos que las avispas regresan al lugar exacto y buscan el alimento donde estaba previamente ubicado. También, nos preguntamos si este comportamiento varía cuando las avispas recolectan alimento un mayor número de veces. Hallamos que, luego de tres visitas de recolección, retornan al mismo sitio, pero pasan mucho más tiempo buscando el alimento en comparación con aquellas que solo tuvieron una visita. Además, las investigaciones realizadas, nos permitieron comprender que las avispas pueden recordar con precisión el sitio donde estaba ubicado el alimento luego de una sola experiencia de recolección.

A partir de este estudio, nos preguntamos: ¿cómo responderían las avispas si, después de una hora de haber retirado la comida, colocamos un platito con alimento en el lugar de recolección anterior y otro a 60 centímetros de distancia? ¿Regresarán al mismo sitio o elegirán entre ambos platitos de manera indistinta? Encontramos que luego de una hora, las avispas que habían realizado cuatro visitas consecutivas recuerdan la ubicación del platito previamente aprendido, ya que



**Figura 3. Diseño utilizado en la mayoría de los experimentos desarrollados, por ejemplo, cuando el alimento fue removido, desplazado o reemplazado. Los cilindros amarillos y platitos blancos, sin alimento, son utilizados como claves espaciales y visuales, respectivamente.**

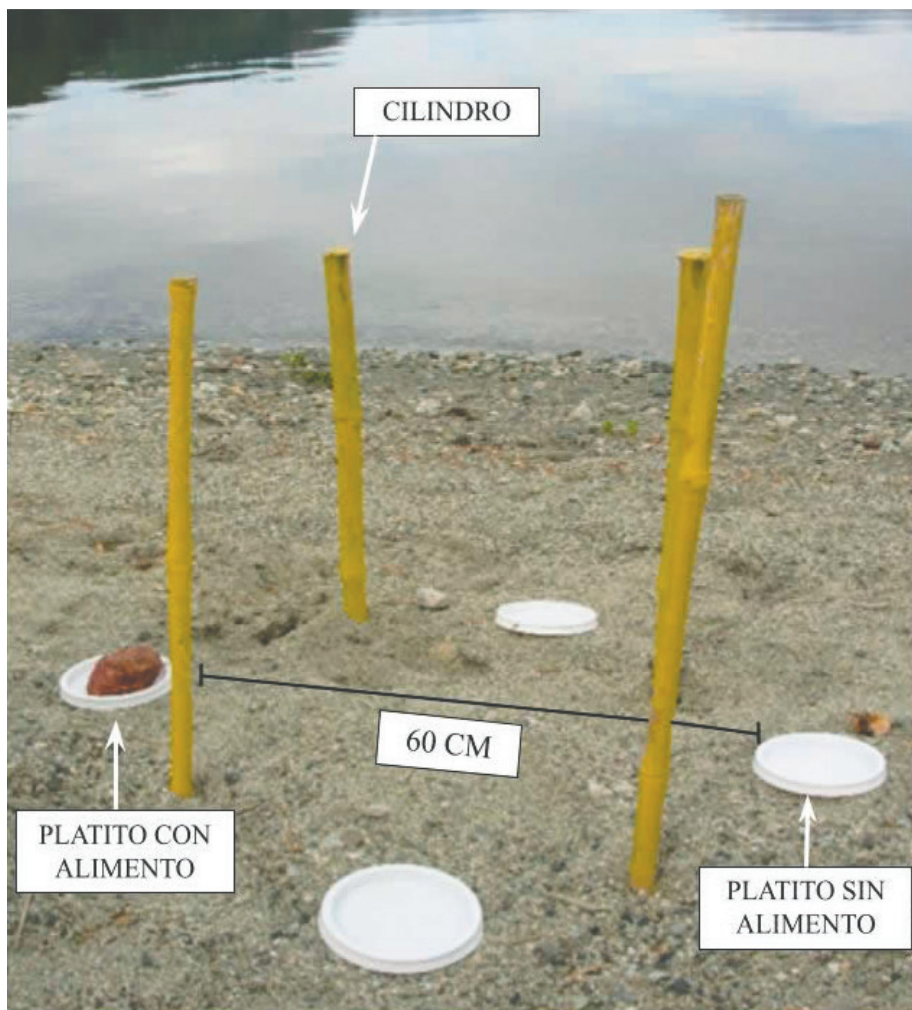


Imagen: Gentileza de las autoras.

recolectan el alimento de ese plato y no del otro. En cambio, las avispas con una sola experiencia previa buscan el recurso de ambos platos indistintamente. En continuidad con estos estudios nos preguntamos qué sucedería si, en lugar de esperar una hora, realizáramos el mismo experimento luego de 24 horas. En este caso, descubrimos que solo las avispas que habían tenido ocho visitas previas de recolección preferían el platito ubicado en la misma posición que el día anterior. Estos resultados son especialmente interesantes porque demuestran una memoria de largo término, un fenómeno poco estudiado en esta especie.

También exploramos cómo responden las avispas si, en lugar de retirar el alimento, sólo lo desplazamos. Descubrimos que si el platito con alimento es movido unos 60 centímetros en dirección opuesta al sitio original de recolección y un nuevo plato, sin alimento, es colocado en el sitio donde previamente estaba el recurso -sitio aprendido-, las avispas siempre regresan a ese micrositio. Incluso luego de una sola visita, las avispas ignoran la comida en la nueva posición y buscan sobre ese platito vacío. El tiempo que tardan las obreras en encontrar la nueva ubicación del recurso depende del número de visitas previas en el sitio aprendido. Por

ejemplo, las avispas que solo han recolectado comida una vez se dirigen al plato desplazado en la nueva posición más rápido que aquellas que habían tenido más experiencias. Por lo tanto, la búsqueda de nuevas fuentes de alimento parece demorarse cuando ocurren varias experiencias previas de recolección. Asimismo, encontramos que, cuando el recurso es desplazado a tan solo 30 centímetros, las avispas encuentran la nueva ubicación del alimento más rápido que cuando se desplaza a 60 centímetros. Es decir, la proximidad al lugar original facilita el descubrimiento del nuevo sitio, aunque inicialmente se dirigen al plato vacío. Esta respuesta comportamental es sorprendente dado que el olor a la carne (clave olfativa) tiene gran relevancia para desencadenar respuestas de aterrizaje en esta especie. Los resultados indican que las avispas podrían estar dando más importancia a su experiencia pasada (su recuerdo) que a la clave olfativa, durante el comportamiento de relocalización. El pasado parece tener mucho peso para las avispas, lo que podría ser similar a lo que experimentamos los seres humanos en situaciones en las que ciertos hábitos (inercias y sesgos) nos dificultan enfrentar nuevas experiencias relacionadas con los continuos cambios de la vida,

afectando nuestra conciencia del presente. Tanto las chaquetas amarillas como nosotros tenemos el desafío de aprender a ir más allá de estos hábitos, dado que tendemos a quedarnos fijados o adheridos a puntos de referencia pasados.

Por otra parte, en otros estudios exploramos el comportamiento de las chaquetas, añadiendo mayor complejidad al entorno en los sitios de recolección. Analizamos si la modificación del contexto podría influir en el tiempo de búsqueda cuando las avispas vuelven del nido y se encuentran con el recurso alimenticio desplazado. Observamos que, después de recolectar alimento en un contexto con determinadas claves, las avispas encuentran más rápidamente la nueva ubicación del recurso si estas claves asociadas son diferentes en una visita posterior (por ejemplo, si el color de los cilindros cambia de amarillo a azul en una segunda visita). Los resultados sugieren que las chaquetas amarillas se desprenden de un recuerdo con mayor facilidad cuando las claves contextuales aprendidas cambian. Nuevos procesos de aprendizaje parecen facilitarse cuando las avispas se enfrentan a un escenario diferente, exhibiendo plasticidad comportamental al relocalizar los recursos alimenticios. Esta es una situación frecuente cuando buscan y recolectan alimentos en entornos antropizados, donde estas fuentes nutritivas a menudo cambian de posición o de tipo de alimento. Por ejemplo, cambiar de carbohidrato a proteína, y viceversa. En línea con esto, estudiamos cómo las avispas responden si luego de una visita de recolección, el alimento es reemplazado por otro tipo de recurso en el mismo sitio. Encontramos que sólo el 60% de las avispas recolectan el nuevo alimento ofrecido, mientras que el 40% no recolecta el recurso alternativo. Las chaquetas amarillas que sí lo hacen tardan mucho más tiempo en aterrizar sobre el plato, comparado con las avispas que no tuvieron experiencia de cambio. Es decir, cuando el tipo de alimento es el mismo en ambas visitas, las avispas aterrizan directamente. Estos resultados sugieren que aunque el alimento permanece en el mismo lugar y las claves espaciales no cambian, las claves visuales, es decir, la apariencia del alimento, y las claves olfativas del nuevo recurso no coinciden con lo aprendido en la primera visita, lo cual parece afectar su comportamiento de relocalización. Asimismo, demostramos que este comportamiento depende del tipo de alimento que las avispas están buscando. Por ejemplo, cuando las avispas se alimentan por primera vez de un tipo de recurso, como sustancias azucaradas o carne, aprenden a asociar determinadas claves con ese alimento. Antes de que regresaran, separamos las claves aprendidas (visual, olfativa y espacial). Es decir, colocamos una simulación artificial que representaba el alimento (sin olor), usando un

pedacito de telgopor pintado a 50 centímetros del sitio original de alimentación, como señal visual. En la dirección opuesta, ubicamos un contenedor oscuro con perforaciones (vasito negro), que permitía el paso del olor del alimento aprendido, actuando como clave olfativa. El sitio de alimentación original, donde se encontraba el recurso, permaneció en el mismo lugar, delimitado por un círculo de alambre delgado. Al regresar las avispas, observamos que su respuesta era diferente según el tipo de alimento recolectado. Los resultados demostraron que las claves visuales son más importantes cuando las avispas recolectan sustancias azucaradas, mientras que la memoria espacial, es decir, el recuerdo del lugar donde se encontraba el alimento, prevalece cuando recolectan carroña. Esto nos indica que las avispas usan distintos patrones de percepción-acción según el tipo de alimento que están recolectando, impactando significativamente en el comportamiento de relocalización.

### ¿Qué aprendimos de las avispas?

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en estas investigaciones, podemos concluir que la chaqueta amarilla es capaz de aprender sobre cambios tanto en relación a las claves contextuales como al tipo de recurso que está recolectando. Además, las avispas que regresan a sitios donde la fuente de alimento es abundante pueden enfrentar situaciones imprevistas. Sin embargo, dependiendo de la circunstancia, les puede resultar más o menos difícil desprenderse de experiencias pasadas. Asimismo, nuestros trabajos resaltan el valor de estudiar el comportamiento de esta especie en condiciones de campo, lo que posibilita comprender mejor su respuesta ante la naturaleza dinámica de los entornos ecológicos donde habita. Aunque la chaqueta amarilla puede resultar una especie molesta e incluso peligrosa, presenta habilidades comportamentales sorprendentes, como por ejemplo, que con una sola experiencia de recolección, puede aprender a retornar a un sitio donde hay un recurso abundante. Esta capacidad de aprendizaje podría favorecer su establecimiento en entornos diversos y cambiantes, lo cual podría estar ligado a su gran invasividad.

---

### Glosario

**Claves contextuales:** señales del entorno, como imágenes, olores, colores o puntos de referencia espaciales, como rocas, arbustos, estructuras humanas, entre otros.

**Comportamiento de relocalización:** proceso que se presenta cuando los organismos realizan múltiples viajes entre una fuente de alimento y el nido.

**Eusocial:** del griego *eu* “verdadero” + *social* “organismo verdaderamente social”. Se refiere al nivel más alto de organización social presente en algunos animales.

**Exudado de pulgones:** sustancia rica en azúcares excretada por los pulgones, que actúa como fuente de nutrientes.

**Larva:** fase inicial del ciclo de vida de muchos insectos después de la eclosión, en la que adopta una forma de gusano.

**Patrones de percepción-acción:** concepto que describe configuraciones de cómo los organismos captan las señales o claves del entorno (percepción), y responden guiando o condicionando sus acciones (acción).

**Plasticidad comportamental:** capacidad de un organismo para modificar su comportamiento en respuesta a cambios en el ambiente, que le permiten hacer frente a nuevas situaciones y desafíos.

**Pupa:** etapa intermedia en la metamorfosis durante la cual el insecto, en estado inactivo, se transforma de larva a adulto.

## Resumen

En Bariloche y sus alrededores, la chaqueta amarilla es conocida por su presencia cuando realizamos actividades al aire libre durante el verano. Aunque a menudo puede resultar molesta y potencialmente peligrosa para personas alérgicas, esta avispa también exhibe notables habilidades de aprendizaje y memoria durante la búsqueda y recolección de alimento. Por ejemplo, con una sola experiencia de recolección, las avispas pueden aprender a retornar a un sitio donde hay un recurso abundante. En este artículo, descubrirás que, a pesar de su pequeño tamaño, estas avispas poseen una gran plasticidad comportamental que les permite establecerse en entornos diversos y cambiantes.

## Para ampliar este tema

Lozada, M. y D'Adamo, P. (2014). Learning in an exotic social wasp while relocating a food source. *Journal of physiology Paris*, 108: 187-193. [[Disponible en Internet](#)]

Masciochi, M. (2018). Avispas invasoras en la Patagonia Argentina. *Desde La Patagonia Difundiendo Saberes*, 15: 22-29. [[Disponible en Internet](#)]

Moreyra, S., D'Adamo, P. y Lozada, M. (2012). Cognitive processes in *Vespula germanica* wasps (Hymenoptera: Vespidae) when relocating a food source. *Annals of the Entomological Society of America*, 105: 128-133. [[Disponible en Internet](#)]

Moreyra, S. y Lozada, M. (2015). ¿Cómo aprenden y qué recuerdan las chaquetas amarillas? *Macrosco-pia (Divulgación técnica científica del patrimonio natural y cultural del Parque Nacional Nahuel Huapi)*, año 4, Revista nº 4.11-14. [[Disponible en Internet](#)]

Moreyra, S. y Lozada, M. (2021). How behavioral plasticity enables foraging under changing environmental conditions in the social wasp *Vespula germanica* (Hymenoptera: Vespidae). *Insect Science*, 28: 231-237. [[Disponible en Internet](#)]





## INFLUENCIA DEL FUEGO SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CUATRO ESPECIES NATIVAS DE LOS BOSQUES PATAGÓNICOS DE LA COMARCA ANDINA DEL PARALELO 42

**Aldana J. Matellini**

Mi trabajo surgió a partir de un evento que sufrimos todas las personas que vivimos en la Comarca Andina en 2021, el incendio de interfase Las Golondrinas, catalogado como el más destructivo de Norpatagonia de los últimos tiempos. En ese contexto, fue difícil separar lo emocional de lo objetivo. Así fue que, luego de realizar la investigación científica donde analicé el efecto de las altas temperaturas sobre las semillas de cuatro especies nativas, nació "Las hijas del fuego", una presentación que dio protagonismo a las plántulas que surgieron a partir de las mismas, destacando la resiliencia del bosque patagónico.



Entre los disturbios que ocurren en los ecosistemas boscosos, los incendios tienen una gran relevancia como agentes modificadores. Las estrategias de regeneración post-fuego que presentan las especies que componen a la comunidad vegetal, son cruciales para compensar el impacto que los disturbios pueden ocasionar. Éstas pueden estar asociadas con la resistencia de los individuos a los efectos del fuego y su capacidad de rebrotar o con el establecimiento de nuevos individuos a partir de semillas. Luego de la ocurrencia de un incendio, la regeneración de la población de muchas especies depende de la disponibilidad de semillas viables, ya sea presentes en el banco de semillas o liberadas por individuos no afectados, localizados en cercanías de la zona incendiada. A su vez, las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que permiten a las semillas resistir, beneficiarse o eludir los efectos del fuego contribuyen a la resiliencia de los ecosistemas frente a los incendios y a la diversidad de la vegetación post-fuego.

Durante el verano de 2021, la Comarca Andina del Paralelo 42 (suroeste de la provincia de Río Negro y noroeste de la provincia de Chubut) sufrió uno de los incendios de interfase más destructivos de los que se tenga registro en el noroeste de Patagonia. Al momento de su ocurrencia, varias especies leñosas presentaban frutos maduros o estaban liberando las semillas, las cuales, por lo tanto, estuvieron sometidas a las altas temperaturas desarrolladas durante el incendio. Esta observación incentivó mi trabajo científico, cuyo objetivo fue analizar cómo los efectos de las altas temperaturas ocurridas durante el incendio influyen en la germinación y morfología de las semillas de cuatro de las especies nativas leñosas con mayor abundancia en los bosques de transición de la Patagonia. La elección de las especies estuvo sujeta a que se encontraran semillando al momento del incendio. Tres de ellas, la laura (*Schinus patagonica*), el maitén (*Maytenus boaria*) y el chacay (*Discaria chacaye*) tienen una estrategia mixta de regeneración

Autora: Aldana Jimena Matellini  
 Correo electrónico: matelliniaj@gmail.com  
 Título obtenido: Licenciada en Ciencias Biológicas.  
 Lugar: Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche.  
 Fecha de defensa: 26 de marzo 2024.  
 Director y codirector de tesis: Cristian Daniel Torres y Santiago Agustín Varela.  
 Tribunal evaluador: Iris Nadia de la Rosa y Natalia Fernández.  
 URL: <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17832>



**Muestras de semillas de laura, chacay, ciprés de la cordillera y maitén**

Imagen: A. Matellini y N. Bondel.



Imagen: A. Matellini y N. Bondel.

**Bosque de coihue totalmente quemado ubicado en la ladera oeste del cerro Piltriquitrón.**



Imagen: A. Matellini y N. Bondel.

**Ejemplar de maitén parcialmente quemado ubicado en la bajada de Ponce.**



Imagen: A. Matellini y N. Bondel.

**Ejemplar de maitén totalmente quemado ubicado en la bajada de Ponce.**

es decir que además de producir semillas, son rebrotantes. Esto significa que tienen la capacidad de ser las primeras en recuperarse luego de un disturbio mediante el desarrollo de rebrotes a partir de meristemas. La cuarta especie elegida fue el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), que presenta reproducción sexual obligada, es decir, depende exclusivamente de las semillas para su regeneración. La recolección de semillas se realizó manualmente, colectando los frutos o conos sobre las ramas de ejemplares en pie.

Para realizar esta evaluación, se seleccionaron individuos adultos que presentaban distintos grados de afectación por el fuego. El primer paso fue determinar una escala cualitativa de afectación de la copa, analizando visualmente el estado del follaje remanente. De esta manera, definí cuatro grados de afectación por el fuego en base a la proporción de follaje quemado: control (no quemado); afectación media (30 a 60%); afectación alta (80

a 90%) y afectación total (100%). Consideré quemado a todo aquel follaje que perdió su coloración característica o que al tacto se desprendía y perdía su integridad. En ningún caso se incluyeron individuos carbonizados. Evalué el poder germinativo de las semillas registrando la cantidad de plántulas que emergieron durante 60 días.

Los resultados que obtuve mostraron indicios de tolerancia de las semillas del ciprés de la cordillera y del chacay a una baja afectación por fuego, como así también, una leve inducción a la germinación. A su vez, las cuatro especies mostraron modificaciones morfológicas de las semillas según el grado de afectación por el fuego, siendo el impacto de este efecto diferente entre especies. Por ejemplo, el chacay redujo la superficie de sus semillas a mayor afectación por el fuego, mientras que el ciprés obtuvo un aumento de la misma. A su vez, la laura presentó las semillas más redondeadas en los ejemplares más afectados por el fue-





Imagen: G. Hernández y Á. Martín.

**Plántulas surgidas de la germinación de las semillas cosechadas.**

go, y el chacay más alargadas. La información encontrada en este trabajo es relevante para planes de restauración, destacando la importancia de ejemplares adultos que han sido afectados por el fuego, pero no quemados directamente, como posibles proveedores de semillas viables. A su vez, el aumento pronosticado en la severidad de los incendios en esta región y las múltiples amenazas a las que se ve expuesto el ciprés de la cordillera, como el cambio climático y el "mal del ciprés", lo ubican en un estado de conservación de "especie casi amenazada" (según Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), y hacen que sea de vital importancia reconocer qué mecanismos permitirían su supervivencia. En cuanto a la morfología de las semillas, puede ser un factor importante, ya que puede condicionar su tolerancia a la exposición al fuego, además de otros aspectos como la dispersión y/o la capacidad para enterrarse y posteriormente germinar. Esto demuestra que los individuos de estas especies que son afectados parcialmente por el fuego pueden ser altamente relevantes para la restauración post-fuego.

62

Por otro lado, muchas de las semillas afectadas lograron sobrevivir al fuego, dando lugar a plántulas sanas. No

podíamos descartarlas y terminar el trabajo en ese punto. A medida que hacíamos el conteo de semillas germinadas, fuimos trasplantándolas a macetas, para luego repartirlas entre las personas que habitan la zona en la que el fuego arrasó todo. El incendio lo experimenté muy de cerca, tuvimos la suerte de que frenara a 50 metros de nuestro hogar. Pero la experiencia de no poder llegar a nuestra vivienda y de no poder comunicarnos con nuestros seres queridos, entre otras tantas situaciones de impotencia, generó que varios meses después nos invadieran emociones de tristeza y desesperación al ver las imágenes del hecho o pasar por lugares determinados. "Las hijas del fuego" surgió tres años después, el día del aniversario del incendio. Junto a Nicolás Bondel, quien transitó conmigo tanto el incendio como el trabajo de investigación, decidimos difundir, por las redes sociales, las fotos de las plántulas que fueron obtenidas del trabajo realizado. Para ello, hablamos con Gabriela Hernández y Álvaro Martín, amigos docentes y artistas visuales, con el objetivo de que nos ayudaran con la documentación fotográfica. Junto a ellos reconocimos que era importante generar un espacio de encuentro donde las personas pudieran compartir sus



Imagen: G. Hernández y Á. Martín.



**Plántula de laura surgida de la germinación de las semillas cosechadas.**

vivencias, sintiéndose parte de la actividad. Entonces, decidimos realizar una presentación que intentó difundir imágenes más esperanzadoras luego del incendio. Reconocer que existe una recuperación pasiva de los bosques y que la naturaleza tiene las herramientas para hacerlo, nos permitió encontramos con otra parte de la historia. Esta charla, presenciada por más de 40 personas unidas por una vivencia común, modificó los gestos de sus rostros. Algunos/as ingresaron temerosos/as por lo que podrían escuchar y salieron con una sensación de esperanza. ¡La verdad, logramos un objetivo mucho mayor de lo que imaginábamos! No sólo modificó las emociones, sino que, a raíz de este encuentro, surgieron diversas actividades: charlas en las escuelas, maestros/as nos contaron sus proyectos con flora nativa y otros/as nos pidieron ayuda para generar nuevos, vecinos/as quisieron hacer su propio acopio de semillas, entre otras. Sin saberlo, a partir de las Hijas del fuego desarrollamos un proyecto de interés comunitario que aún está activo, crece cada día y que se propone trabajar desde el desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana.

Este proyecto tiene nombre, Centro Biológico Biguá (CBB), y tiene como objetivos: producir nuevos conocimientos científicos a través de proyectos de investigación colectiva, participativa y abierta, donde la sociedad se vincule activamente ocupando diferentes roles dentro de los mismos; promover los conocimientos biológicos y de esta manera generar el interés de cuidar y conservar nuestro entorno, y acercar a la comunidad a entender el lugar que habita. Creemos que esta es la mejor manera de que lleguemos a un equilibrio con el ambiente y lograr la sustentabilidad del mismo.

Para más información consultar en:

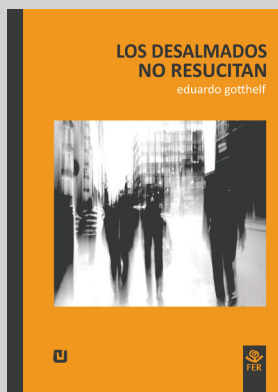
 @centrobigua



**Plántulas de ciprés de la cordillera surgidas de la germinación de las semillas cosechadas.**

Imágenes: G. Hernández y Á. Martín.

## En las librerías



### **Los desalmados no resucitan**

**Eduardo Gotthelf. Primera edición. Fondo Editorial Rionegrino, Colección Tierras y Mares, 2021. Premio Convocatoria Literaria Anual 2019-2020, narrativa.**

ISBN 978-950-767-121-0

En esta novela de ciencia ficción, la humanidad está amenazada por un objeto no identificado que se dirige a la Tierra. Curiosamente, la trama transcurre en la Patagonia, un escenario inusual para este tipo de relatos. A través de tres personajes de una agencia secreta argentina, el autor explora temas como la supervivencia de la especie y la destrucción del hábitat, combinando entretenimiento con una crítica social y ecológica.

**Cintia Úbeda. Primera edición. Fondo Editorial Rionegrino, Colección Pájaros Celestes, 2020. Mención especial Convocatoria Literaria Anual 2017, literatura para las Infancias.**

ISBN 978-950-767-108-1

“El Campeón” cuenta la historia de Fernando, un hombre atrapado en la tristeza y la monotonía, agravadas por el clima lluvioso que parece reflejar su estado de ánimo.

Sin embargo, algo cambia: decide salir a correr bajo la lluvia, un gesto que le recuerda los placeres de la infancia, el disfrute de los días y de las cosas. La novela esta hermosamente ilustrada por Eugenia Cimino.



### **Ufiza. Un canto, un mundo**

**Anahí Mariluan. Primera edición. Fondo Editorial Rionegrino, Colección Pájaros Celestes, 2021. Primer Premio Convocatoria Literaria Anual 2020, literatura para las Infancias.**

ISBN 978-950-767-122-7

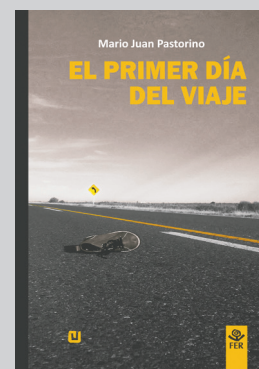
Es un libro-álbum que nace de una canción en mapuzungun, lengua del pueblo mapuche. La historia relata un día en la vida de una oveja y su cuidador, Don Herminio, quienes viven en la Patagonia. La obra combina simplicidad poética con las bellas ilustraciones de Alicia Pez. Destaca la diversidad lingüística, la importancia del conocimiento colectivo, donde la sabiduría no es exclusiva del hombre, sino compartida por animales, plantas y la tierra misma. Incluye un glosario mapuzungun-español y un código QR para escuchar el canto.

### **El primer día de viaje**

**Mario Juan Pastorino. Primera edición. Fondo Editorial Rionegrino, Colección Tierras y mares, 2022. Primer premio Convocatoria Literaria Anual 2021, narrativa.**

ISBN 978-950-767-137-1

Esta novela relata una historia que transcurre a partir de un encuentro fortuito entre un adolescente que huye de su pueblo y un hombre que acaba de salir de prisión. La novela transcurre en menos de veinticuatro horas y en el relato se cuelan las realidades de estos dos personajes, sus pensamientos y la desolación del paisaje patagónico.





# CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO BARILOCHE

## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE


### Carreras que se pueden cursar en la UNCo Bariloche



- Profesorado en Ciencias Biológicas (4 años)
- Licenciatura en Ciencias Biológicas (5 años)
- Profesorado en Matemática (4 años)
- Licenciatura en Matemática (5 años)
- Profesorado en Educación Física (4 años)
- Profesorado en Historia (5 años)
- Licenciatura en Historia (5 años)
- Licenciatura en Enfermería (5 años)  
Título intermedio: **Enfermero profesional** (3 años)
- Técnico universitario en Acuicultura (3 años)
- Ingeniería: civil, mecánica, eléctrica, electrónica, en petróleo y química (ciclo básico: 2 años, los restantes se cursan en Neuquén capital)
- Maestría en gestión de la Biodiversidad
- Doctorado en Biología

Consultá por nuestra oferta de Diplomaturas en:  
[secretaria.extension@crub.uncoma.edu.ar](mailto:secretaria.extension@crub.uncoma.edu.ar)

 [facebook.com/UncoBariloche](https://www.facebook.com/UncoBariloche)

 [@uncobariloche](https://www.instagram.com/uncobariloche)

Web UNCo:  
[www.uncoma.edu.ar](http://www.uncoma.edu.ar)

Web UNCo Bariloche:  
<https://app.crub.uncoma.edu.ar/>

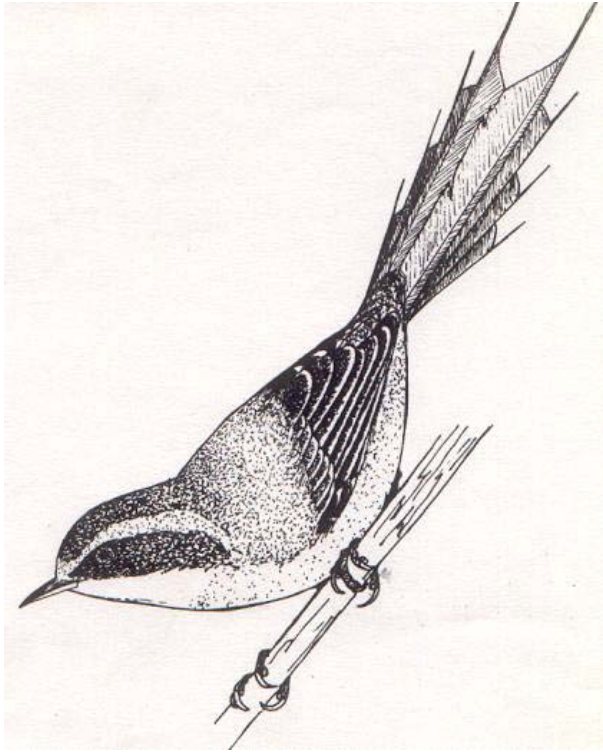


Quintral 1250 - Bariloche - Tel. +54 294 442 8505/3374



# SANTIAGO AZAR

**S**antiago Azar, nació el 25 de junio de 1970 en Neuquén, y se radicó en Bariloche en 1988. Es lo que se podría decir un "artista de amplio espectro", autodidacta en todos sus rubros: es músico, compositor, escultor, dibujante y eborario, nombre con el que se conoce a quien realiza tallas en asta, hueso o marfil. A esta rama del arte se dedica desde hace más de 20 años. Santiago dedicó prácticamente su vida al estudio de la anatomía animal, característica que se refleja en sus obras, ya sean realistas o recreando arte étnico. También trabajó como dibujante para diversas publicaciones científicas y libros. Realizó modelos de plantas y animales en Epoxy para coleccionistas y museos como el Bernardino Rivadavia y el Museo de la Patagonia. En este último, se encuentran en exposición un cóndor, un loro barranquero y una bandurria, en tamaño natural realizados por el artista. Como músico y compositor hace 25 años creó El Alambique, una banda que incursiona en diferentes estilos de música afroamericana, abordados desde la óptica del blues, con composiciones propias y letras netamente humorísticas y con fuerte impronta local, que son sellos distintivos de la banda: "La obras que hago, primero me tienen que asombrar a mí, esa es mi regla."



📍 @tallasenasta Bariloche  
@elalambiquebrc