

Índice

- 2** **AYUDAR AYUDA**
por Mariana Lozada, Paola D'Adamo y Natalia Carro
- 7** **RESEÑA DE LIBRO**
HISTORIAS DEL MALLÍN. EL BARRIO BELGRANO SUDESTE Y SU GENTE
por Valentina Stella
- 8** **ENSAYO**
ESTELAS EN EL CIELO
por Rodolfo D. Sánchez y Astrid Bengtsson
- 22** **AVISPAS SOCIALES INVASORAS EN LA PATAGONIA ARGENTINA**
por Maite Masciocchi
- 30** **DESDE LA PATAGONIA**
GALAXIAS LEJANAS, DESDE EL LEJANO SUR
por Guillermo Abramson
LA CIENCIA, LA LITERATURA Y SUS PUNTOS DE ENCUENTRO
por Carolina Biscayart y Mónica de Torres Curth
- 38** **EL CLUB DE FÚTBOL COMO ESPACIO DE INTEGRACIÓN SOCIAL**
por Luciano Arancibia
- 46** **REPORTAJE**
MARIANO TREVISAN
por Gustavo Viozzi
- 50** **UNA SOCIEDAD CON MUCHO PARA BRINDAR**
por Natalia V. Fernández, Paula Marchelli y Sonia B. Fontenla
- 60** **CORTINAS DE ÁLAMO**
por Andrea A. Medina, Pablo Manzione e Ismael R. Andía
- 68** **EN LAS LIBRERÍAS**
ARTE: CECILIA FRESCO

EMPATÍA Y SALUD EN EL ÁMBITO ESCOLAR

AYUDAR AYUDA

Mediante la realización de actividades lúdicas que favorecen la auto-percepción, la colaboración empática y la toma de perspectiva, niñas y niños pueden mejorar su salud y sus relaciones interpersonales.

Mariana Lozada, Paola D'Adamo y Natalia Carro

Recibir ayuda por parte de desconocidos es una experiencia que posiblemente muchos de nosotros hemos vivido. Las personas frecuentemente acuden en forma espontánea con la intención de auxiliar a otras que se encuentran en una situación crítica, sin que exista ninguna relación previa. Es notable cómo estas personas se sienten complacidas después de brindar su apoyo. Y tal vez, algo de esto hemos sentido al haber ayudado a otros. ¿Qué moviliza a las personas a querer aliviar el sufrimiento de otras?. Ponerse en el lugar de otra persona es un primer paso para poder ayudar.

¿Qué es la empatía?

La empatía es la capacidad que tenemos de sentir y entender las emociones de otra persona. Para poder "ponernos en los zapatos de otro", necesitamos darnos cuenta de lo que siente ese otro. La empatía está relacionada con nuestra condición de seres sociales. La vida de las personas depende íntimamente de

otros. Numerosos psicólogos como Vygotsky y Bruner, entre otros, han destacado que el inter-juego con el contexto social es fundamental para aprender y constituirnos como seres humanos, de ahí la importancia de las interacciones, intercambios y comunicaciones. En este sentido, la empatía es necesaria para la intersubjetividad, es decir para compartir estados subjetivos como los sentimientos, las intenciones y las creencias,

No todas son malas noticias

Los siguientes son titulares de algunas noticias publicadas recientemente en medios masivos de comunicación, que dan cuenta de iniciativas solidarias que ocurren con más frecuencia de lo que se cree.

- Un enfermero tapó los baches de la ruta para evitar accidentes. Decidió donar su franco a la comunidad cansado de recibir pacientes accidentados por las fallas de la calzada.
- Hacen pelucas de tela para llevar alegría a chicos con cáncer.
- Grupo de voluntarios recorre distintos barrios de la ciudad para asistir a las personas en situación de calle.
- Llevan esperanza a los chicos por medio de la música.
- Los voluntarios de una organización acercan un poco de alegría a quienes están internados y a sus familiares.
- Su padre murió de un paro en el subte y ahora busca a las personas que lo ayudaron para agradecerles.
- Encontró 20 mil pesos y 4 mil dólares en una bolsa y buscó por Facebook a la dueña para devolvérselos.
- Una fundación cordobesa recibirá a dos familias de refugiados sirios.
- Entregan libros en Braille hechos por presos de la Unidad 6. Los ejemplares fueron para instituciones educativas de Chascomús.

Palabras clave: altruismo, colaboración empática, educación, infancia, salud.

Mariana Lozada¹

Dra. en Ciencias Biológicas.
mariana.lozada@gmail.com

Paola D'Adamo²

Dra. en Ciencias Biológicas.
paodadamo@gmail.com

Natalia Carro¹

Lic. y Prof. en Ciencias Biológicas.
nadecar@yahoo.com.ar

⁽¹⁾ INIBIOMA (CONICET - Universidad Nacional del Comahue).

⁽²⁾ Grupo Vinculado de Estudios Cognitivos y Culturales del IPEHCS (CONICET-Universidad Nacional del Comahue).

Recibido: 03/10/17. Aceptado: 14/02/2018.

y resonar con las perspectivas de otros/as. La empatía se desarrolla desde la infancia y puede aprenderse a lo largo de la vida. Se ha encontrado que una mayor auto-percepción (es decir, la percepción de estados internos) favorece el desarrollo de habilidades como la escucha, la comprensión de sí mismo y de los demás.

Científicos como Jean Decety de la Universidad de Chicago, entre otros, han descripto cambios a nivel del sistema nervioso que ocurren cuando resonamos de esa manera con otras personas, es decir, cuando experimentamos “estados empáticos”. Se ha observado que cuando se percibe una emoción en otra persona se activan áreas cerebrales similares a cuando uno experimenta esa misma emoción. Así, al percibir un estado emocional en otro, se activan en el observador, los mecanismos neuronales implicados en la generación de esa emoción. Por ejemplo, las zonas cerebrales que se activan cuando percibimos dolor en otra persona son las mismas que se activan cuando nosotros mismos experimentamos dolor. Este fenómeno ha sido asociado a las famosas “neuronas espejo”, descubiertas por el investigador italiano Giacomo Rizzolatti y sus colaboradores en 1996. Estudiando el sistema nervioso de los monos macacos, estos investigadores encontraron que un mismo grupo de neuronas motoras se activaba tanto cuando el animal ejecutaba una acción como cuando observaba esa misma acción realizada por otro. Actualmente, sin embargo, varios neurobiólogos prefieren asociar el fenómeno de la empatía con los denominados “circuitos neuronales compartidos” o “sistemas de resonancia” (ver Glosario) que se pueden manifestar al estar en contacto con otra persona.

Colaboración empática y altruismo

Percibir las necesidades de otros es un puente que acerca a las personas entre sí. El altruismo, entendido como un comportamiento cuyo fin es procurar el bien de las personas de manera desinteresada, se apoya en la empatía. Ayudar, compartir o consolar son ejemplos de comportamientos altruistas que surgen a partir de sentir y entender a otra persona. Estas acciones tienden a surgir espontáneamente para beneficiar a otros, y se manifiestan desde la temprana infancia. Investigadores del instituto Max Plank de Alemania, Michael Tomasello y colaboradores, vienen estudiando el altruismo en niños pequeños desde hace dos décadas. Observaron que ya antes de los dos años de edad, los niños tienden a ayudar espontáneamente a personas desconocidas que se encuentran en una situación de necesidad. Por ejemplo, cuando ven que a alguien se le cae un objeto y que no puede alcanzarlo, el niño mira a la persona y, sin que nadie se lo indique, acude en su ayuda, levantando y entregándole el objeto. En otros estudios encontraron que alrededor de los dos años, los niños expresan mayor bienestar cuando comparten recursos con otros, que cuando los reciben ellos mis-

Los bebés eligen a quien ayudar

¿Cómo podemos saber qué piensa o desea un bebé? Existen estudios que analizan las preferencias de los bebés, a pesar de que no pueden hablar. Por ejemplo, a bebés de entre 3 y 10 meses de edad se les presentó una obra de títeres, en la cual uno de los títeres ayudaba, otro títere no ayudaba, y un tercero obstaculizaba. Cuando se les daba a elegir, los bebés eligieron aquel títere que había brindado ayuda.

mos. Incluso en bebés más pequeños se ha observado esta preferencia por la colaboración, como lo ilustra el estudio realizado por el investigador canadiense Paul Bloom y su equipo.

Premiar no ayuda a ayudar

Resulta interesante el hecho de que cuando en las investigaciones de Tomasello y colaboradores recompensaban materialmente la iniciativa de los niños a ayudar, veían que esta predisposición espontánea disminuía. También encontraron algo novedoso en relación a la distribución equitativa en los niños. Hasta ese entonces se concebía que recién a partir de aproximadamente los seis años de edad los niños eran capaces de distribuir equitativamente recursos de su interés, tales como golosinas. Sin embargo, este grupo de investigadores encontró que luego de realizar actividades colaborativas con un compañero, ya a los tres años, los niños tendían a compartir de manera equitativa los recursos obtenidos. Estos ejemplos dan cuenta de cómo el tipo de experiencia vivida, que incluye un determinado contexto sociocultural, puede influir en el desarrollo de la colaboración empática.

Ayudar ayuda

Las investigaciones recientes del equipo de Brown o de Cohen de la Universidad Carnegie Mellon de Estados Unidos, muestran que brindar ayuda puede ser incluso más beneficioso para la salud física y mental que recibir ayuda de otras personas. Las acciones altruistas y el apoyo social pueden contribuir a incrementar la respuesta inmune (ver Glosario) y disminuir los niveles de estrés crónico, mejorando parámetros fisiológicos vinculados a la salud, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, el colesterol, el ácido úrico y la adrenalina urinaria. Por el contrario, el aislamiento social percibido, es decir, percibirse como carente de pertenencia social, aumenta la activación del eje hipotalámico - pituitario - adrenal (HPA) (ver Glosario), afectando negativamente la salud, ya que este circuito es responsable de la respuesta al estrés, al control inflamatorio, la inmunidad, el sueño, y la expresión de



Niños realizando algunos juegos cooperativos.

los genes que regulan las respuestas de los glucocorticoides (ver Glosario).

El estrés, el estrés... ¿qué es?

El uso de este término es cada vez más frecuente en las conversaciones, en los medios masivos de comunicación, y en los informes técnicos relacionados con el mundo de la salud, la educación, el trabajo y la familia, entre otros. Sin embargo, muchas veces este término es usado en forma imprecisa. Entender mejor qué fenómeno describe puede contribuir a visibilizar y por tanto a prevenir situaciones de riesgo o, llegado el caso, a tratarlas profesionalmente. El estrés es un estado de alerta que desencadena respuestas fisiológicas que ayudan a afrontar circunstancias adversas. Estas respuestas ayudan a preparar a las personas para huir o luchar ante una situación de peligro, por ejemplo. Si estas respuestas son acotadas en el tiempo estaremos ante una situación de estrés agudo, pero si perduran, estaremos ante una situación de estrés crónico. Este último tipo de estrés, que conlleva a un estado constante de alarma, puede tener efectos nocivos para la salud y la cognición. El estrés crónico puede inducir una desregulación hormonal, del sistema nervioso, de la función inmunológica, metabólica y el sistema cardiovascular, afectando los procesos de atención, memoria, auto-regulación cognitiva y emocional, y la socialización.

4 En la actualidad es cada vez más frecuente que niños y niñas de edad escolar presenten altos niveles de estrés crónico, lo cual puede tener efectos negativos a largo plazo. Varios factores como el ambiente escolar, la vida familiar, los problemas de salud, el acoso o *bullying*, entre otros, pueden influir sobre el estrés crónico durante la infancia. También se ha encontrado que

el inicio de la escolarización incrementa los niveles de estrés en los niños. Esto podría deberse a la exigencia académica propia del sistema escolar. En sentido opuesto, la interacción social entre pares puede jugar un rol fundamental en la atenuación del estrés.

Juegos cooperativos, experiencias corporales con pares

Durante la infancia los juegos son un vehículo para desarrollar variados recursos, al ofrecer la posibilidad de interacción con otros, favoreciendo la socialización. Los juegos grupales pueden propiciar el despliegue de habilidades individuales y sociales, tan importantes en esta etapa del desarrollo.

En España, la investigadora en psicología Maite Garaigordobil desarrolló un programa educativo de juegos cooperativos en niñas y niños, en los cuales llevan a cabo una tarea colectiva con el fin de alcanzar un objetivo común a través de la ayuda mutua. Garaigordobil y su equipo encontraron que cuando los niños realizaban estos juegos semanalmente en el contexto escolar incrementaban sus capacidades cognitivas, emocionales y sociales. Estos notorios beneficios fueron observados en todos los grados de nivel primario. Así fue como este programa se extendió a las escuelas públicas del País Vasco.

Vivir experiencias que ayudan a conectar con otras personas puede tener un impacto positivo en las relaciones sociales. En ese sentido, los aportes pioneros de Francisco Varela y sus colaboradores, desde los años 70 del siglo pasado, sugieren que la experiencia se arraiga en nuestro cuerpo, en cómo percibimos y captamos el mundo, cómo nos movemos, tocamos, respiramos y nos vinculamos, en imbricación con el contexto social, cultural y ecológico. Es decir, nues-

Cambios tangibles favorecidos por la empatía y la compasión

La investigadora Tania Singer del Instituto Max Plank de Alemania junto a su equipo demostró que las prácticas diarias que promueven estados compasivos y de toma de perspectiva, afectan en forma diferencial distintas estructuras cerebrales. Luego de llevar a cabo prácticas vinculadas a la compasión durante varios meses, se observó un engrosamiento en áreas corticales asociadas al sistema límbico (ver Glosario), mientras que luego de realizar prácticas que promueven la capacidad de comprender el punto de vista de otra persona (toma de perspectiva), el engrosamiento se observó en aquellas áreas asociadas con circuitos neurales relacionados con la empatía. Además, encontraron que luego de seis meses de realizar estas prácticas se reducían los niveles de cortisol ante un evento de estrés agudo. Es interesante señalar cómo ambos tipos de prácticas, que involucran actividades individuales y de a pares tienen un gran potencial para favorecer cambios en la salud, el bienestar y la motivación altruista.

tra experiencia surge del estrecho acoplamiento entre nuestro cuerpo y el contexto. De este modo, la interacción humana juega un rol preponderante. Desde esta perspectiva, que se suele denominar corporizada y situada, "conocer es participar". Investigadores como Di Paolo, De Jaegher y Gallagher han destacado la importancia del encuentro social a través de interacciones corporizadas en donde se crea sentido desde la participación.

Una propuesta para desarrollar la colaboración empática en la escuela

La perspectiva corporizada y situada de la cognición social constituye la base de los estudios que desde hace siete años las autoras de este trabajo venimos desarrollando en escuelas primarias de Bariloche. Este enfoque resulta particularmente pertinente para abordar el aprendizaje de la colaboración empática en niños, pues integra diversos aspectos individuales y sociales, destacando el valor de la experiencia. Teniendo en cuenta la relevancia de lo vivido en presencia e intercambio con otras personas, postulamos que brindar oportunidades de interactuar de manera colaborativa y empática podría incrementar la integración social entre pares y el comportamiento altruista. Dados los antecedentes científicos existentes en esta temática, analizamos el impacto que estas experiencias pueden tener en el bienestar psicofísico de los niños y niñas. Desde este enfoque, proponemos una serie de actividades que ponen el énfasis en la conexión con uno mismo y con otros en el ámbito escolar. Con este fin, creamos un programa que busca desarrollar la auto-percepción (escucha interna), la colaboración empática y la toma de perspectiva, esperando encontrar una influencia favorable en la salud y en las relaciones interpersonales de niñas y niños, y por tanto en el clima escolar. Partimos de la evidencia empírica que muestra que la empatía y la colaboración son atributos que contribuyen al bienestar y pueden aprenderse y desplegarse en contextos favorables.

Experiencias en el aula

En diversas escuelas primarias de Bariloche diseñamos y realizamos, junto a las maestras de los grupos participantes, actividades lúdicas que favorecen la auto-percepción, la colaboración empática y la toma de perspectiva, y registramos los cambios que suceden en los niños luego de unos meses de encuentros semanales. A modo de ejemplo, uno de los juegos de a pares consistía en guiar al compañero que tenía los ojos tapados y conducirlo por el aula con cuidado para que no se chocara con otros, no se tropezara, etc.

Mediante diversos métodos, hemos constatado que al participar de estas experiencias, se amplían los lazos sociales entre los niños, incrementándose la inclusión y disminuyendo el rechazo entre pares. Encontramos además una mayor frecuencia de actitudes altruistas. Estos cambios favorables estuvieron acompañados también de una reducción del estrés, reflejada tanto en la disminución de indicadores fisiológicos, como el cortisol del cabello y la alfa-amilasa salival (ver Glosario), así como también en cuestionarios que permiten estimar la auto-percepción del estrés. Estos resultados están en línea con la propuesta que plantea que las actitudes altruistas pueden ser beneficiosas para la salud y el bienestar, y que pueden ser desarrolladas en el ámbito escolar.

Cabe destacar el marcado interés que mostraron las maestras que participaron del programa. Ellas observaron profundos cambios favorables en sus grupos, especialmente en relación a la integración social, a las relaciones interpersonales y a la capacidad para resolver conflictos en forma no agresiva. Participar del programa también les facilitó tomar perspectiva de su propia práctica, pudiendo rever algunos hábitos y automatismos. La mayoría de ellas continuó realizando las actividades con sus cursos y mostró interés en extender su formación en estas temáticas.

Por otro lado, los niños y niñas no sólo mostraron gran entusiasmo en participar del programa, sino también en realizar las prácticas aún fuera del espacio

destinado para las mismas. Durante las entrevistas al finalizar los encuentros, nos comentaron que recurrieron a ellas para serenarse en momentos de miedo, enojo, angustia, tristeza, tanto en el ámbito escolar como en sus hogares. Incluso varios contaron que se las enseñaron a sus padres o hermanos en situaciones de estrés o de desequilibrio emocional. Es interesante resaltar que también nos contaron que continuaron haciendo uso de las herramientas aprendidas luego de varios meses de haber finalizado el programa.

Nos resulta particularmente destacable cómo estas experiencias tan sencillas y fáciles de incorporar pueden tener efectos tan beneficiosos en los niños de mediana infancia. Por consiguiente, sugerimos que propiciar y extender este tipo de experiencia a todo el ámbito educativo podría favorecer cambios potentes tanto en las relaciones como en la salud psicofísica. Esto parece especialmente pertinente dado los severos problemas de estrés y de relaciones interpersonales que se evidencian actualmente en el contexto escolar. En este sentido, brindar experiencias que favorezcan la colaboración empática y la toma de perspectiva en la escuela resulta deseable para contribuir a la salud y el bienestar individual y social en la infancia.

Agradecimientos

Agradecemos a Nora Scheuer por sus valiosos aportes y sugerencias sobre la primera versión del artículo.

Glosario

Alfa-amilasa: Enzima que se encuentra en la saliva, cuya concentración aumenta ante situaciones de estrés.

Áreas corticales: Áreas de la corteza cerebral que tienen características propias en cuanto a su composición celular y funciones que cumplen.

Circuitos neuronales compartidos o sistemas de resonancia: Sistemas de neuronas que se activan y sincronizan con los sistemas neuronales de otras personas, facilitando así procesos empáticos.

Cortisol: Hormona producida por la glándula suprarrenal que se libera ante situaciones de estrés.

Eje hipotalámico - pituitario - adrenal (HPA): Parte del sistema neuro-endócrino, constituido por el hipotálamo, la hipófisis y la glándula suprarrenal cuya función, entre otras, es regular la respuesta al estrés.

Glucocorticoides: Hormonas que participan en la regulación del metabolismo de hidratos de carbono y poseen actividad inmunosupresora.

Respuesta inmune: Mecanismo mediante el cual el organismo tiende a preservar su equilibrio interno.

Sistema límbico: Sistema conformado por diversas estructuras cerebrales vinculadas a procesos emocionales, de memoria y de supervivencia.

Resumen

En este artículo las autoras describen investigaciones que han demostrado que el comportamiento pro-social y la empatía pueden contribuir al bienestar psicofísico, disminuyendo niveles de estrés crónico y mejorando la respuesta inmune. Basadas en esta evidencia y con el fin de promover estas capacidades en niñas y niños, desarrollaron un programa que consiste en realizar, en el ambiente diario de los chicos, junto a sus maestras, actividades lúdicas grupales que favorecen la auto-percepción, la colaboración empática y la toma de perspectiva. Observamos que, al participar de estas experiencias, las niñas y niños amplían sus lazos sociales, aumentando la inclusión y disminuyendo el rechazo entre pares. Encontraron además un aumento en las actitudes solidarias y una reducción del estrés crónico. Estos resultados muestran como la colaboración empática puede aprenderse y desarrollarse en la escuela, beneficiando así la salud y las relaciones sociales.

Lecturas sugeridas

- Di Paolo, E. (2013). El enactivismo y la naturalización de la mente. D. Chico, & M. Bedia, Nueva ciencia cognitiva: Hacia una teoría integral de la mente. Madrid: Plaza y Valdes Editores.
- Garaigordobil, M. (2005). *Programa Juego 6-8 años. Juegos cooperativos para grupos de niños de 6 a 8 años*. Madrid: Pirámide.
- Hamlin, K.J., Wynn, K., y Bloom, P. (2007). Social evaluation by preverbal infants. *Nature*, 45D (7169), pp. 557-9.
- Tomasello, M. (2010). ¿Por qué cooperamos? (Vol. 2030). Katz Editores.
- Varela, F. (2001). *El fenómeno de la vida*. Santiago de Chile: Editorial Dolmen.

RESEÑA DE LIBRO

Historias del Mallín. El Barrio Belgrano Sudeste y su gente

**Mariano Oscar Aranda, Laura M. Méndez,
María M. Morales y Giuletta Piantoni**
2017.

ISBN 978-987-42-3105-5

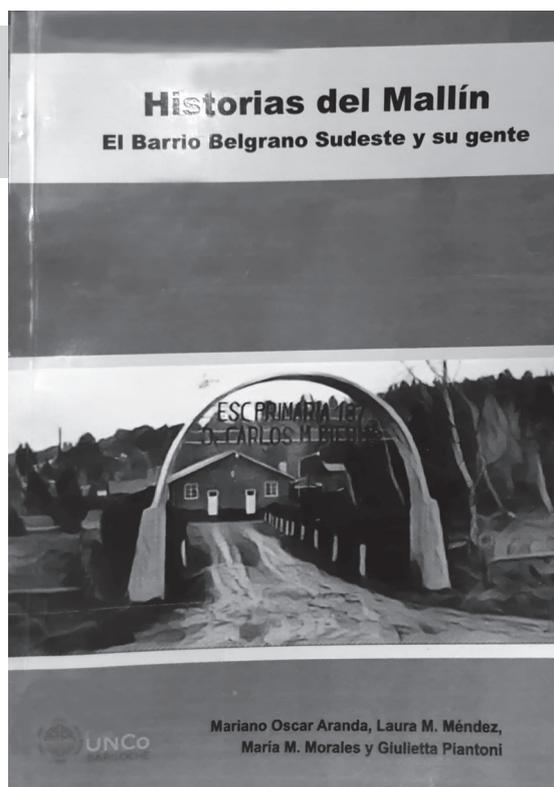
UNCo-Bariloche, San Carlos de Bariloche, 100 pp.

Reseña realizada por Valentina Stella

IIDyPCa/CONICET

valenstella84@gmail.com

La memoria como objeto de reflexión y como herramienta de lucha estimula tanto lugares de apego como instancias de difusión que desafían las narrativas hegemónicas sobre el pasado. Este libro es una apuesta a esa posibilidad: a actualizar recuerdos de vecinos/as de un barrio histórico para reconstruir una memoria social cargada de trayectorias personales y familiares; de afectos, remembranzas, sacrificios, materializaciones y anhelos que -en su conjunto- pusieron en valor la conformación de una identidad barrial que les permitió sobrellevar contextos adversos y luchar por el derecho de los ciudadanos a construir, decidir y habitar la ciudad en condiciones de igualdad. El libro surge del proyecto "Reconstruyendo la historia del Barrio Mallín" que, a su vez, es el producto de un trabajo enmarcado en un proyecto mayor denominado "Memoria, verdad y justicia: construcción colectiva de un nuevo espacio público en Bariloche" -años 2015 y 2016-, entre docentes y estudiantes del Centro Regional Universitario Bariloche junto con organizaciones sociales, vecinos/as y la comunidad educativa de la Escuela N° 187 del barrio El Mallín. En él, los/as autores/as elaboran otras narrativas posibles, pero también ayudan a matizar y complejizar los relatos oficiales y naturalizados de nuestra localidad. No los de aquellos "grandes pioneros" que la historiografía hegemónica resalta y busca fijar, sino las trayectorias de mujeres y hombres que conforman -también y principalmente- la historia rica y dinámica de la ciudad. El libro está organizado en cuatro partes. La primera está compuesta por un breve recorrido histórico acerca de la conformación de Bariloche y de los primeros años del surgimiento del barrio a través de anécdotas, remembranzas, imágenes y sentidos en torno al territorio que hoy denominamos como "El Mallín". Acompañados por fotografías y relatos, los capítulos que la componen conjugan en sus páginas las memorias de los primeros pobladores; los recuerdos sobre la flora, la fauna y el paisaje rural; las experiencias y luchas en torno a la búsqueda colectiva por acceder a mejores condiciones de vida y la cons-



trucción de la escuela como parte fundamental de la identidad barrial. La segunda parte narra la trayectoria del barrio enmarcada y atravesada en un contexto histórico y social mayor a partir de los últimos treinta años del SXX (los gobiernos militares, las políticas liberales, la vuelta a la democracia y la crisis de los '90). En este recorrido histórico y social, los/as vecinos/as de El Mallín fueron transitando sus vidas y sus luchas colectivas en un contexto a partir del cual el territorio fue urbanizándose, ampliándose con la llegada de migrantes de diferentes regiones y enmarcándose en las implicancias de dejar atrás una vida rural para luchar por mejores condiciones de vida en torno a la ciudad -la instalación de servicios y la llegada del transporte público, entre otras-. Finalmente, en la tercera parte nos encontramos con el relato de uno de sus protagonistas. Será un vecino quien a través de sus memorias nos invite a adentrarnos en las formas de vida, en las costumbres, en los acontecimientos y en las imágenes de antaño que nos permitan vivenciar la cotidianeidad en El Mallín y en el Bariloche pueblo. Así, y lejos de reforzar imágenes estereotipadas de una "Suiza argentina", su narrativa nos muestra una ciudad atravesada por múltiples formas, contradicciones, desigualdades y relaciones que se invisibilizan en aquella "comunidad imaginada" como una postal turística. Este libro, entonces, es un aporte a contar otras historias, a visibilizar otras imágenes y recuerdos que ayudan a dar voz a los que históricamente no la han tenido: pueblos originarios, mujeres y hombres que supieron luchar, en todos los tiempos, por condiciones de igualdad.

ESTELAS EN EL CIELO

*Un avión atraviesa el cielo de la Patagonia y deja tras su paso una estela blanca
¿Qué es?, ¿debemos preocuparnos?, ¿puede afectar nuestra salud?*

Rodolfo D. Sánchez y Astrid Bengtsson

En noviembre de 2016 y meses posteriores se difundieron en medios digitales, impresos y radiales de San Carlos de Bariloche, varios reportajes y artículos donde se explicitaba la preocupación de un grupo de vecinos por supuestas fumigaciones masivas, manifestadas en trazos o estelas blancas persistentes, que atraviesan el cielo de la región cordillerana. Según varias hipótesis, estas fumigaciones atmosféricas de aviones esparcirían masivamente productos químicos tóxicos, de allí el nombre que les dan a estos trazos: estelas químicas o *chemtrails* (contracción de las palabras en inglés *chemical trails*). El grupo de vecinos autoconvocados por "Cielos limpios" y agrupados en un espacio en Facebook *Chemtrails Norpatagonia*, afirma que estas *chemtrails* son diferentes al fenómeno muy bien conocido de estelas de condensación que deja el paso de un avión a altura de crucero, conocidas como estelas de vapor o *contrails* (contracción de las palabras en inglés *condensation trails*). Estas, están muy estudiadas y son residuos remanentes (dióxido de carbono y vapor de agua) de la combustión de kerosene, que ocurre en las turbinas o motores de los aviones.

La Defensoría del Pueblo de Bariloche, concejales de esta ciudad y de la ciudad vecina de Dina Huapi,

legisladores de la provincia de Río Negro, y una senadora nacional, se han hecho eco de los reclamos de un sector de la población de la región, preocupados por el posible paso de aviones fumigadores con productos tóxicos, o por la existencia de un presunto plan a gran escala con el objetivo de modificar y controlar el clima mundial. Estas actividades estarían incluidas en lo que se denomina geoingeniería (ver Glosario).

En un artículo aparecido en la revista *Al Margen* de circulación regional, sus autores, Moraga y Fau¹, también retoman el reclamo de los vecinos y de los defensores de la existencia de las *chemtrails* y describen la supuesta intencionalidad y responsabilidad, de fumar con estas estelas de productos químicos tóxicos: "(...) estas fumigaciones tienen razones como el control total de los recursos básicos como agua y alimentos, con la participación de grandes corporaciones; la guerra climática, provocando desastres en zonas concretas con distintos fines, como la extracción de recursos; ataques biológicos, tanto por programas de reducción de población, como por los beneficios de las corporaciones farmacéuticas, entre tantos otros posibles ensayos". En la misma publicación, los autores hacen mención al relato en primera persona de un ex trabajador del Parque Nacional Nahuel Huapi, que afirma: "Toda nube tóxica que se genera en realidad es parte de la geoingeniería. Los gobiernos tienen serios problemas para poder contrarrestar la influencia de alguien como Monsanto, que goza de la impunidad de Estados Unidos y que ha sido capaz de comprar Bayer". Más adelante, el texto señala: "Detrás de las enfermedades masivas están los grandes laboratorios farmacológicos (...) Jamás en la historia regional veíamos estas estelas programadas y con aviones extranjeros. Exijamos análisis de suelo, agua y aire".

El activo grupo de vecinos realizó una jornada de difusión y debate sobre geoingeniería el 22 de abril de 2017, que tuvo como oradora a la Defensora del Pueblo. Durante la jornada se mostraron fotos de es-

Palabras clave: *chemtrails*, *contrails*, estelas químicas, geoingeniería.

Rodolfo D. Sánchez ^(1,2)

Dr. en Física.
rodo@cab.cnea.gov.ar

Astrid Bengtsson ⁽¹⁾

Dra. en Psicología.
astrid@cab.cnea.gov.ar

⁽¹⁾ Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro (CNEA-UNCuyo).

⁽²⁾ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA-CONICET), Argentina.

Recibido: 18/09/2017. Aceptado: 23/02/2018.

⁽¹⁾ Moraga V. y Fau A. (2017). "Chemtrails, un grito en el cielo". *Al Margen* 78, 4 - 6.

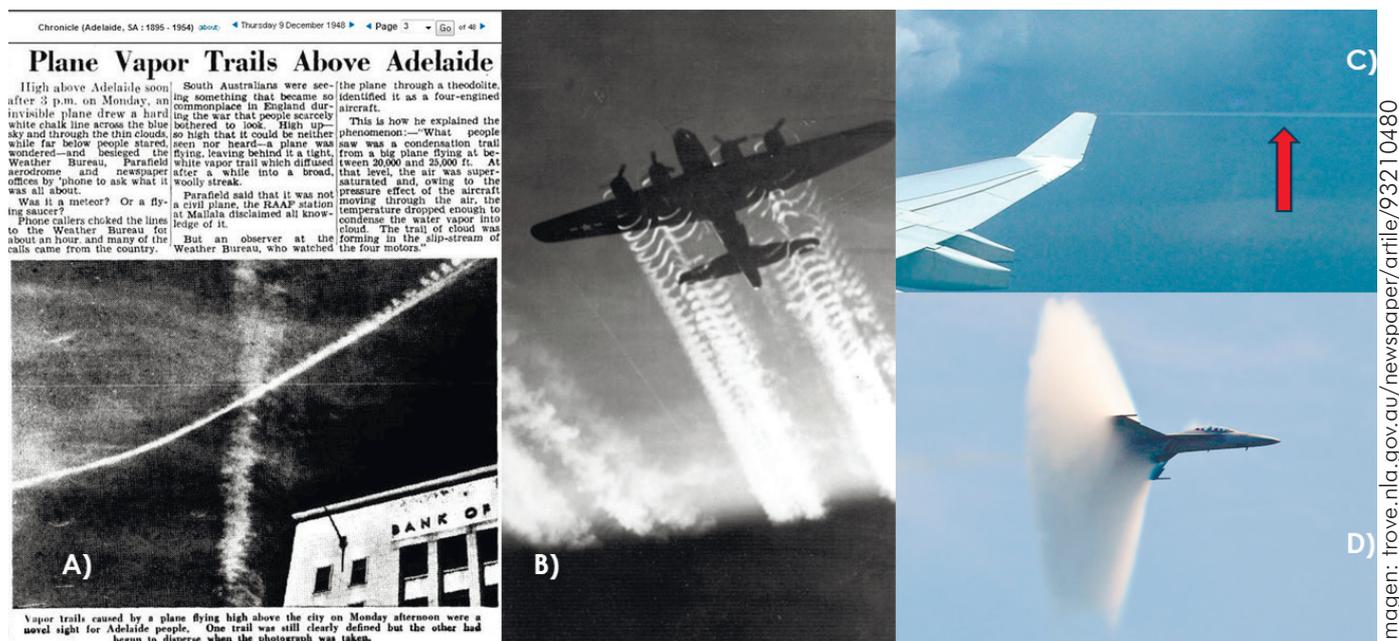


imagen: trove.nla.gov.au/newspaper/artfile/93210480

Figura 1. A) "Plane Vapor Trails Above Adelaide, Chronicle (Adelaide, SA)", 9 de diciembre de 1948, página 3. B) Bombardeos durante la Segunda Guerra Mundial. Trazas radiales de vapor condensado, producidas por cuatro motores a hélice de bombarderos B-17 a una altura de 30.000 pies (9.000 m) y -40°C de temperatura. C) condensación aerodinámica en la punta del ala (ver flecha). D) avión de combate, que al alcanzar la velocidad del sonido ocasiona una estampida sonora como una perturbación local que produce un cono de vapor condensado alrededor de la nave (condensación espontánea). Este fenómeno suele verse también en cohetes.

telas sobre la región. Se destacaron las diferencias entre las estelas tipo *contrails* y las supuestas *chemtrails*, como por ejemplo la persistencia o excesivo tiempo de duración de las últimas. También se calificó a las nuevas morfologías y a la clasificación del nuevo *Atlas Internacional de Nubes* (publicado en 2017 por la Organización Meteorológica Mundial), como una operación mediática del mercado mundial. Las hipótesis sobre las fumigaciones masivas con aluminio, bario y estroncio, como también las de proyectos de estudios atmosféricos con trazadores de trimetilaluminio (TMA) por parte de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration* de EE.UU.), fueron presentadas como evidencia de la existencia de un plan de geoingeniería para manipular el clima a escala mundial.

En este contexto, pretendemos utilizar datos, información y conceptos científicos elementales para dar evidencias de la escasa factibilidad y razonabilidad de algunas de las hipótesis sustentadas por el grupo de vecinos autoconvocados.

Antecedentes y explicación de la formación de diferentes condensaciones

En la atmósfera hay grandes cantidades de agua disuelta en forma de vapor. Podemos darnos cuenta de su presencia si dejamos un objeto congelado sobre una mesa; en unos minutos notaremos la condensación de una fina capa de cristallitos de hielo sobre su superficie. Si esperamos más tiempo, el objeto se calienta y veremos que los cristales se transformaron en gotitas de agua, lo que vulgarmente suele explicarse como que el objeto "ha transpirado". Otra forma de visualizar la condensación es cuando, en un día muy frío de invierno, exhalamos aire de los pulmones a temperatura corporal formándose una pequeña traza de vapor. Las nubes que observamos en el cielo también son formas de condensación del vapor de agua presente en la atmósfera, y a la altura de los vuelos comerciales (alta atmósfera) se forman cirrus (ver Glosario). En los párrafos siguientes explicaremos cómo el

ENSAYO

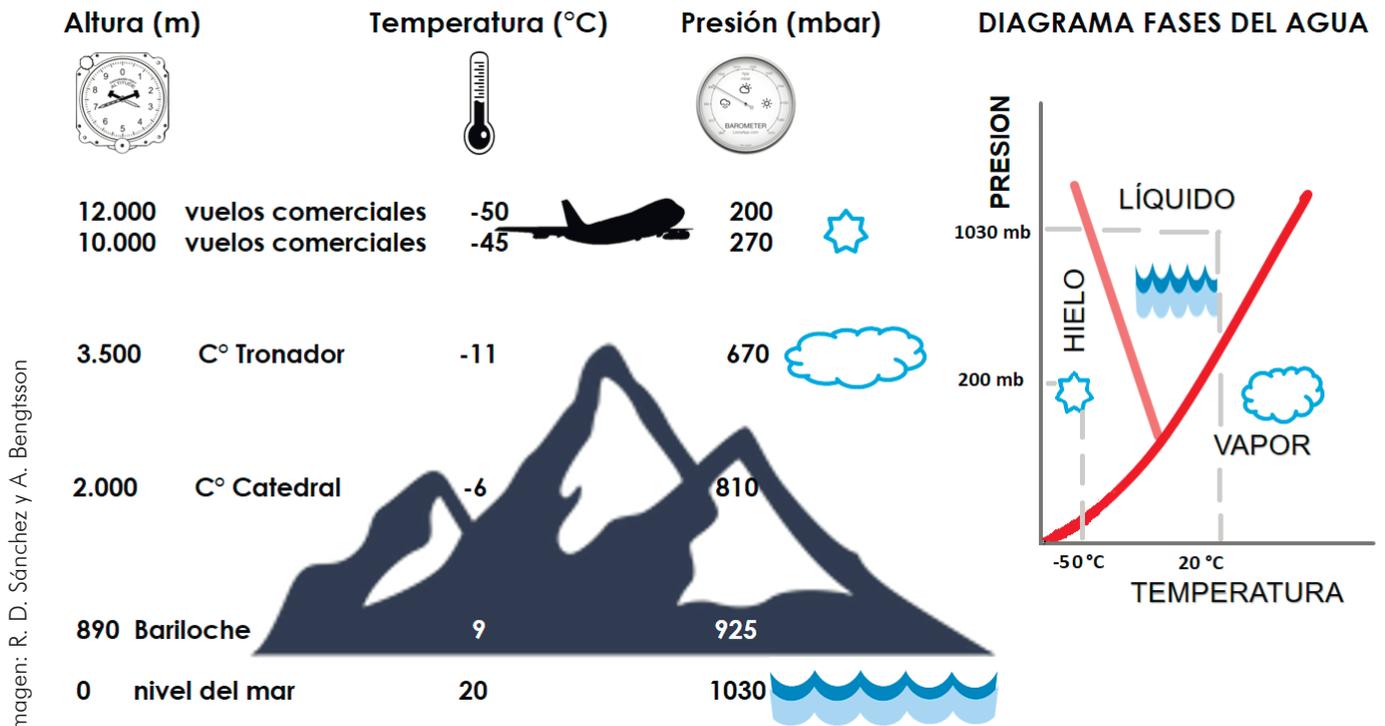


Imagen: R. D. Sánchez y A. Bengtsson

Figura 2. Dependencia de la presión atmosférica y la temperatura con la altura (valores estimativos y aproximados). Diagrama de fases del agua. Un conjunto de valores de presión y temperatura, indica que estado de agregación del agua es estable. Al bajar la temperatura y la presión se condensa el vapor en hielo.

vapor de agua que sale de la combustión de las turbinas del avión se enfría y condensa, haciendo visible una estela de "vapor" en un trazo blanco, formando lo que se conoce como *contrail*.

Desde las décadas de los '40 y '50 se tienen registros periodísticos y fotográficos (ver Figura 1A) y explicaciones científicas sobre cómo ocurren las *contrails* producidas por aviones a más de 8.000 metros de altura, donde la presión y temperatura son bajas. Además, en aire limpio prácticamente saturado de humedad, el empuje del avión que acompaña al flujo de aire en torno a las puntas de hélices (ver Figura 1B), o puntas de las alas (ver Figura 1C), produce una reducción de presión aerodinámica, con un consecuente enfriamiento suficiente para formar las llamadas "estelas aerodinámicas". También existen nubes excepcionales de condensaciones de vapor de agua que no tienen forma de estela, y que se producen cuando un avión supera la velocidad del sonido. En este caso la

nube tiene forma de disco o cono (ver Figura 1D) y el fenómeno es denominado "nube de condensación espontánea" (conocido como efecto *Prandtl-Galvert*) que puede ser observado durante el vuelo de aviones caza de combate y en cohetes, o en el despegue de transbordadores espaciales.

Para un vuelo comercial a 12.000 metros de altura, las condiciones termodinámicas de presión atmosférica y temperatura son aproximadamente 200 mbar y -50°C . Bajo estas condiciones en la alta atmósfera, el diagrama de fases del agua, predice que el vapor de agua debe condensar formando cristales de hielo (ver Figura 2). En lo particular, a pesar de que estén dadas las condiciones termodinámicas para la condensación del vapor de agua, deben existir otros factores que definirán la dinámica y persistencia de las estelas. Uno de estos factores que debe considerarse es la humedad relativa con respecto al hielo. En la Figura 3A, podemos apreciar cómo es la relación entre la máxima

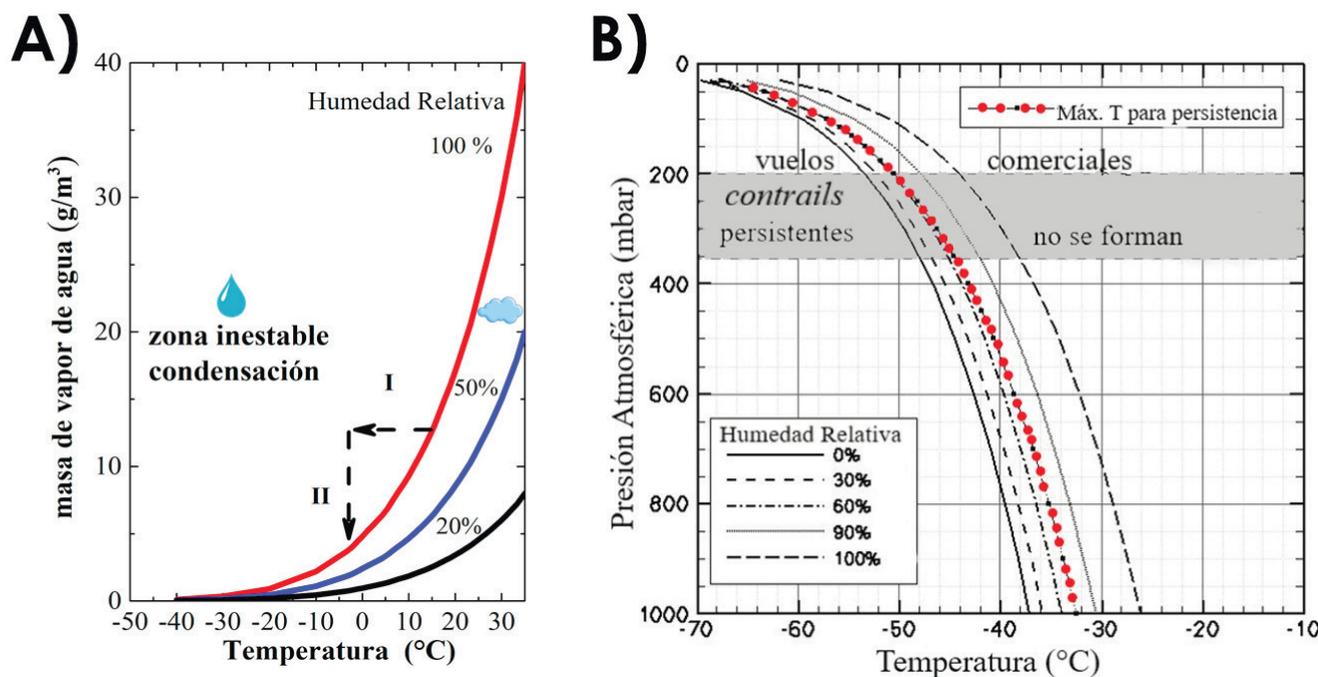


Figura 3. A) Curvas de masa de vapor de agua por metro cúbico de aire en función de la temperatura y para diferentes porcentajes de humedad relativa (20%, 50% y 100%). La curva de 100% corresponde a la saturación. Una mayor cantidad de vapor de agua es inestable y debe condensar como lo muestran las flechas indicando los procesos I y II. A 15 °C la saturación de vapor de agua es 13 gramos, al disminuir la temperatura a -2 °C (la saturación es de 4 gramos de vapor de agua), 9 gramos de vapor de agua deben condensar. B) Curvas de presión atmosférica en función de temperatura para diferentes valores de humedad relativa. La zona gris indica la presión atmosférica existente a la altura de los vuelos comerciales. La curva central con puntos muestra las temperaturas máximas, a cada presión, para la formación de las *contrails*.

cantidad de masa de vapor de agua que puede estar disuelta en un metro cúbico de aire a cada temperatura. Las tres curvas del gráfico corresponden a los datos de humedad relativa del 100%, 50% y 20% respectivamente. Las flechas horizontal y vertical indican (sobre la curva de 100%) dos procesos: el que denominamos "proceso I" de sobreenfriamiento del vapor desde 15°C a -2°C. A una temperatura de 15°C hay 13 gramos de vapor de agua (saturación) disueltos en un metro cúbico de aire, mientras que a -2°C, la cantidad de saturación de vapor disuelto en aire debería ser 4 gramos por metro cúbico. En consecuencia, hay 9 g/m³ de agua en exceso que debería condensar espontáneamente, lo cual está indicado en el "proceso II". Diferente es el caso si la humedad relativa es muy baja y se enfría la masa de aire húmedo sin alcanzar aún la saturación. En estos casos, al bajar la temperatura no

se producirá condensación.

En la Figura 3B mostramos el diagrama propuesto por H. Appleman en su publicación de 1953 en el Boletín de la Sociedad Americana de Meteorología y el cuál es utilizado aún en la actualidad. El diagrama representa la presión atmosférica en función de la temperatura y a partir de qué condiciones se puede formar una *contrail*. Cada una de las curvas corresponde a diferentes valores de humedad relativa. La franja gris indica el rango de presiones que se registra a la altura de los vuelos comerciales (entre 200 y 350 milibares). La curva central con puntos indica la temperatura máxima que permite la formación de *contrails* a cada valor de presión. Por arriba de la temperatura máxima, el vapor de agua no condensa (o aquella fracción que lo hizo, se disuelve en el aire cálido desapareciendo rápidamente la estela). Entre la curva de máxima tem-

Imagen: R. D. Sánchez y A. Bengtsson

ENSAYO

peratura y la correspondiente a una humedad relativa del 0%, la probabilidad de formación de estas estelas es pequeña. Mientras que a temperaturas por debajo de una humedad relativa del 0%, siempre se formarán *contrails* porque este valor de humedad relativa implica que no hay condiciones para que exista vapor disuelto en la atmósfera. El vapor de agua que sale de la turbina, al enfriarse sólo puede condensar. Los tiempos de persistencia dependen fuertemente de los valores de temperatura, presión, humedad relativa y otros factores como la eficiencia del motor (ver lectura sugerida).

Se pueden encontrar publicaciones de fines de los '90 con proyecciones y estimaciones hasta el año 2050 de crecimiento de las rutas del tráfico aéreo, donde consideran la tasa de crecimiento anual, el consumo de combustible, el rendimiento de los motores, los datos meteorológicos de temperatura y humedad, y estiman la evolución y la distribución resultante de cubrimiento de cirrus provenientes de *contrails*. Sobre un mapa del mundo se ve claramente que la mayor densidad de estas estelas está sobre el hemisferio norte y específicamente sobre las rutas aéreas (con una tasa de cubrimiento del 0,09%). El desbalance entre la radiación entrante y saliente de la tierra por la formación de estas estelas (contribución a la variación de temperatura superficial del planeta o efecto invernadero) fue estimada en $0,02 \text{ W/m}^2$ (potencia de energía por metro cuadrado). Este valor multiplicado por una constante permite calcular la contribución al efecto invernadero entre $0,01^\circ\text{C}$ a $0,02^\circ\text{C}$. En el peor de los escenarios, con un desbalance de radiación diez veces superior debido a la presencia masiva de *contrails*, la temperatura de la superficie del planeta puede aumentar $0,2^\circ\text{C}$ en 2050. Las estimaciones muestran que el aporte de las *contrails* al calentamiento global es ínfimo, comparado con el efecto natural de las nubes tipo cirrus y más aún, frente a emisiones de dióxido de carbono de aproximadamente 30 billones de toneladas por año, provenientes principalmente de centrales térmicas usando combustibles fósiles, que si producen un desbalance de radiación importante ($1,5 \text{ W/m}^2$).

Trabajos científicos más recientes tienen en cuenta todos estos factores y logran hacer modelos y simu-

laciones bastante sofisticados, a partir de los cuales se puede predecir la persistencia de las *contrails*. Estos modelos involucran otras variables que afectan su formación y persistencia. Entre ellas se encuentra el número de centros de nucleación presentes en la atmósfera (polvo, cristales de hielo, partículas provenientes de incendios forestales, de cenizas volcánicas, etc.) que permitirían la condensación sobre ellos. Si no hay centros de nucleación, el vapor de agua en la alta atmósfera puede estar sobreenfriado y si éste está por encima de la sobresaturación puede condensar a temperaturas por debajo de -40°C en lo que se llama nucleación homogénea de hielo. Otros factores que se suelen considerar son los efectos de la radiación (principalmente solar que produce enfriamiento o calentamiento de la estela) y la dirección y magnitud del viento (que puede desplazarlas o darle formas peculiares).

Antecedentes de fumigaciones nocivas a baja altura

En la historia reciente de la humanidad, podemos citar dos ejemplos de fumigaciones perjudiciales y nocivas. Una es con el herbicida fosforado conocido como glifosato, fabricado y comercializado en todo el mundo por la multinacional Monsanto. Otro es el caso de las fumigaciones con el Agente Naranja en la guerra de Vietnam durante la década del '60. En el discurso, de los que sostienen la hipótesis de la existencia de las *chemtrails*, se mencionan estas dos fumigaciones nocivas y destructivas. Por ejemplo, en la nota de la revista Al Margen que mencionamos previamente, encontramos la siguiente sentencia "Y, esto, [de la fumigación] arranca en la Guerra de Vietnam como una herramienta de ataque y con el Agente Naranja, con la fumigación a toda esa nación (...) uno de los productos del Agente Naranja, lo tiene actualmente el glifosato porque en definitiva es la misma empresa Monsanto la que lo fabrica". También en una entrevista radial que diera la misma persona citada en el artículo, el entrevistado explica en diálogo con El Vespertino de Radio Seis¹: "En Córdoba hicimos una fuerte denuncia porque vemos que aparecen plantas con hojas verdes achicharradas. Algunos dicen que

era el glifosato, pero lo único que cae del cielo en Córdoba es el *chemtrail*". Justamente Córdoba es una de las provincias más castigadas con la fumigación a gran escala con glifosato. Desde hace 18 años, la agrupación Madres del Barrio Ituzaingó Anexo está dando una batalla titánica contra el aparato estatal y la multinacional, por la fumigación con agrotóxicos que afecta a las poblaciones vecinas a los campos. Recién en 2009, la Justicia de Córdoba terminó dándole la razón y fue contundente: "(...) fumigar áreas urbanas viola disposiciones de la Ley Provincial de Agroquímicos y constituye un delito penal de contaminación ambiental, que se pena con hasta diez años de prisión". Sin embargo, la lucha aún continúa y recién en 2017 la Corte Suprema se expidió ante la apelación de los fumigadores. El precio para los vecinos fue muy caro: en una población de 5.000 habitantes, 200 padecen algún tipo de cáncer. Deberíamos tener un debate serio al respecto, ya que a pesar de las sentencias judiciales, se continuó con esta práctica y unos 300 millones de litros de glifosato al año se siguen esparciendo en el país sobre 28 millones de hectáreas de campo sembrado.

Como señalamos anteriormente, el Agente Naranja es otro ejemplo de fumigación. Durante la guerra de Vietnam con Estados Unidos, ocasionó graves daños tanto a la salud de la población vietnamita como a los soldados estadounidenses que participaron del conflicto. Es un herbicida clorado que produce una dioxina (ver Glosario) como reacción secundaria. Fue fabricado por Monsanto y Dow Chemical, y utilizado por el gobierno de EEUU para defoliar la selva y destruir los plantíos para alimentación de la población vietnamita. Unos 76 millones de litros de herbicidas clorados fueron esparcidos y afectaron a un millón y medio de soldados de la propia tropa de Estados Unidos, que padecieron distintas formas de cáncer, según se puede constatar en las revistas especializadas sobre esta enfermedad en los EEUU. Se estima que el número de vietnamitas perjudicados por el Agente Naranja supera en diez veces al número de estadounidenses afectados. El glifosato y el Agente Naranja son productos químicos fabricados por la corporación Monsanto, pero esto no implica que el glifosato contenga

al Agente. Son, de hecho, dos compuestos químicos diferentes.

Lo anteriormente expuesto muestra información relevante acerca de la existencia de fumigaciones a gran escala, a baja altura, nocivas para la humanidad y que involucran a gobiernos y corporaciones económicas. De estos hechos, no se desprende que estén relacionados directamente con las supuestas *chemtrails*, sin embargo, más adelante mencionaremos que estos (o similares) forman parte de lo que los especialistas denominan percepción de riesgo por parte de la sociedad, y es un factor que debe ser tenido en cuenta cuando se establece un diálogo entre la ciencia y la tecnología con la sociedad.

Las estelas blancas en los cielos de Bariloche

En algunos días soleados y despejados es relativamente común ver estelas blancas sobre el cielo de Bariloche. Éstas suelen aparecer tras el paso de un avión comercial. En la Figura 4 puede apreciarse un par de fotografías que muestran dos estelas, cruzándose en el cielo. Por los horarios o ayudados por alguna aplicación de celular que indique los vuelos en tiempo real (por ejemplo, *flightradar24*, ver Figura 5A) es posible identificarlos. El sistema de esta aplicación funciona con un equipo que envía desde el avión señales periódicas con datos de vuelo, aeronave, tiempos de vuelo, coordenadas de la ubicación, etc. La información es recibida por algún radar o antena y es distribuida a diferentes servidores para que cualquiera de estas aplicaciones monitoree el vuelo en tiempo real a través de Internet.

Como ejemplo, en el caso de las fotos de la Figura 4, que fueron tomadas el miércoles 26 de abril de 2017 cerca de las 15 horas, con 10 minutos de separación, pueden observarse dos estelas cruzadas dejadas por aviones. La estela (1) corresponde al vuelo de Auckland (Nueva Zelanda) a Ezeiza a 12.000 metros de altura que viaja del sudoeste hacia el noreste, con una frecuencia de 3 veces por semana. La estela (2) corresponde a un vuelo de Chile que se dirige desde Puerto Montt a Santiago de Chile a 7.200 metros de altura. Las líneas de puntos en la Figura 4B indican las posiciones iniciales de ambas estelas. Se puede apre-

ENSAYO

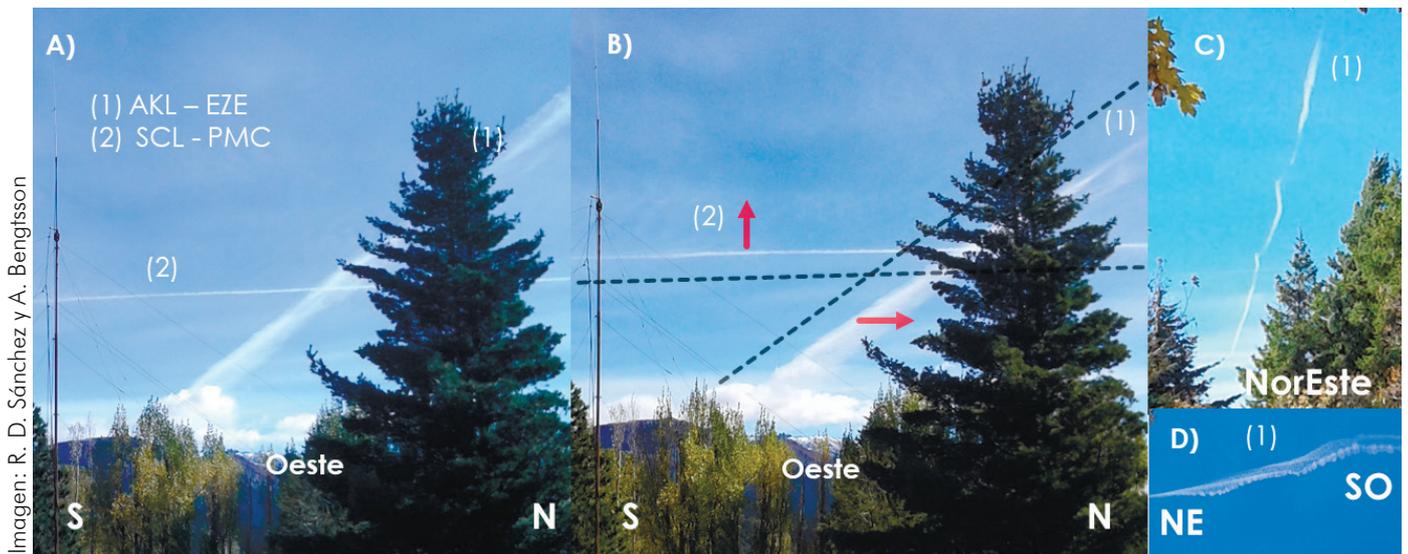


Imagen: R. D. Sánchez y A. Bengtsson

Figura 4. A) y B) Fotos tomadas con 10 minutos de separación, el 26 de abril de 2017 cerca de las 15 horas. Puede observarse dos estelas cruzadas dejadas por aviones. (1) Es el vuelo a 12.000 metros de altura, desde Auckland (Nueva Zelanda) hacia Ezeiza y viajando de la dirección sudoeste hacia el noreste dejando una *contrail* persistente. El vuelo tiene una frecuencia de tres veces por semana, y (2) es un vuelo de Chile que vuela desde Puerto Montt a Santiago de Chile a 7.200 metros de altura. La línea de puntos en la foto B) son las posiciones iniciales de ambas estelas. Se puede apreciar que se mueven en diferentes direcciones, ya que la dirección del viento depende de la altura. C) La misma estela en dirección noreste. D) En el cenit. Esta última tiene forma de ola.

ciar que las estelas se desplazaron en diferentes direcciones, ya que la dirección del viento puede variar con la altura y que una estela se esparció mucho más que otra. Ese día, la estela (1) dejada por el avión de Auckland atravesaba todo el cielo como puede verse por su continuación hacia el noreste (Figura 4C). En la Figura 4D se puede apreciar que los bordes de la estela forman rulos u olas debido a turbulencias. Sin embargo, casi un mes después, el miércoles 24 de mayo de 2017, se oía el paso del avión, pero para fotografiarlo y poder ver la estela había que aumentar el zoom considerablemente, apreciándose cómo la condensación desaparecía rápidamente (ver Figura 5B y 5C). Seguramente, las condiciones en la atmósfera eran diferentes a las del mes anterior, con menos presencia de humedad o mayor temperatura a esa altura. También puede observarse un espacio entre la aeronave y la estela de vapor. En esta zona, los gases expulsados por la combustión aún están a alta temperatura. A medida que los gases se van enfriando, el vapor es condensando en cristales de hielo y forman la estela.

Cuanto más frío es el aire del entorno, las *contrails* tardan más tiempo en deshacerse. En dirección de norte a sur suelen verse otras estelas que corresponden a un vuelo en Chile, de Santiago a Punta Arenas o el vuelo de Córdoba a El Calafate, que en este último caso pasa sobre el Cerro Otto.

¿Qué sabemos del aluminio, bario y estroncio que supuestamente componen las *chemtrails*?

Entre las afirmaciones contundentes por parte de quienes sostienen la hipótesis de la existencia de las *chemtrails* está la de que nos rocían con “una nube de metales pesados como el aluminio, el bario y el estroncio”. En algunos casos se habla de “nube tóxica” que afectaría la salud de los seres humanos y en otros como “parte de la *geoingeniería*” para modificar el clima. En los siguientes párrafos comentaremos en forma sucinta cómo estos elementos pueden afectar la salud y qué propiedades físicas tienen y si es factible que puedan cambiar el clima.

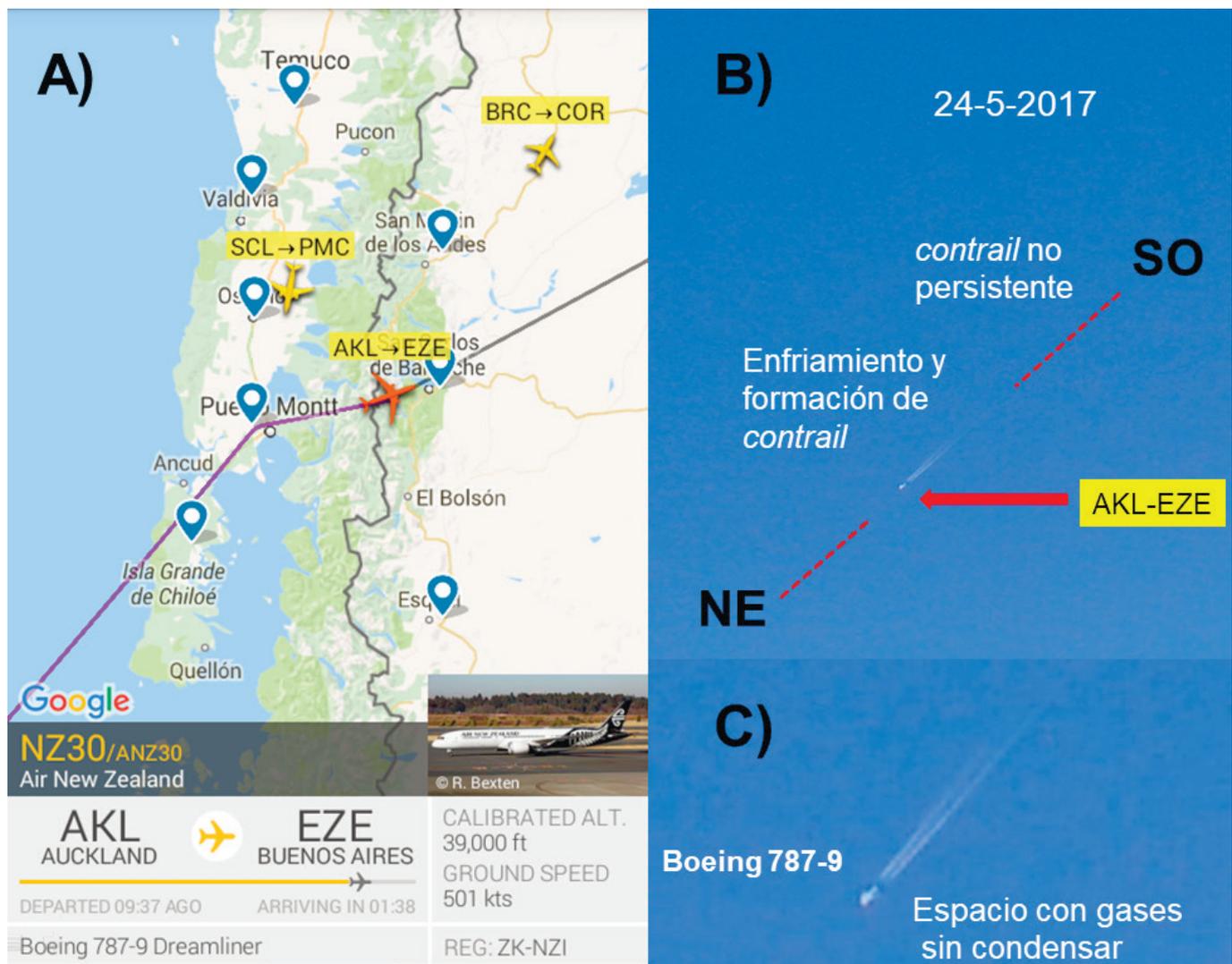


Imagen: R. D. Sánchez, A. Bengtsson

Figura 5. A) Captura de la pantalla de la aplicación flightradar24 para celular del miércoles 24 de mayo de 2017 cerca de las 15 hs. B) Fotografía del vuelo de Auckland – Ezeiza ANZ30 en su paso sobre Bariloche formando una contrail no persistente. C) Se puede ver un espacio, entre el avión y la estela vapor condensado, donde los gases emitidos están aún a una alta temperatura al salir de la turbina.

En general, se considera que un metal pesado es aquel cuya densidad supera en cinco veces a la del agua, que tiene una densidad de 1 g/cm³, y no deben confundirse con metales tóxicos perjudiciales para salud. Podemos decir que casi todos los elementos químicos pueden ser tóxicos si una persona está expuesta a altas dosis o durante muchas horas, como podría ser una jornada completa de trabajo en una mina. Algunos metales pesados como el plomo y cadmio son

extremadamente tóxicos, pero no todo metal pesado es tóxico.

El aluminio no es precisamente un metal pesado y de hecho se utiliza en la industria de la aviación por ser liviano (tiene una densidad de 2,7 g/cm³), y el átomo de este metal es cinco veces más liviano que el del bario. La corteza terrestre tiene en su composición un 8% de este metal, lo que lo hace muy abundante. En lo que respecta a la salud, por ejemplo, el aluminio

ENSAYO

puede causar problemas en los riñones cuando entra en el cuerpo durante el proceso de diálisis en pacientes con insuficiencia renal.

También, aquellos que sostienen la hipótesis de la existencia de las *chemtrails*, suelen afirmar que se utilizan nanopartículas de aluminio porque "cambia el reflejo del sol" y en consecuencia permitirían disminuir la temperatura de la superficie terrestre. Es cierto que el aluminio refleja los rayos del sol y se hacen cocinas solares o espejos aprovechando esta propiedad que hace que la luz se refleje especularmente. La luz visible (colores de luz que puede percibir el ser humano), apenas penetra unos nanómetros en el metal, y los electrones libres tienden a hacer una "coraza" impidiendo que la luz sea absorbida y se refleja por completo. Pero las nanopartículas de aluminio son de color negro, lo cual se debe principalmente a su tamaño, lo que minimiza el papel de coraza de los electrones libres del metal. Las nanopartículas ya no reflejan la luz, sino que la absorben y en consecuencia las vemos de color negro.

El bario, por su parte, es un metal liviano con una densidad de $3,5 \text{ g/cm}^3$. El sulfato de bario se usa como contraste en radiografías de rayos X de estómago. De forma natural los niveles de bario en el medio ambiente son muy bajos. Altas cantidades pueden sólo ser encontradas en suelos y algunos alimentos como frutos secos, algas y pescados. La cantidad de bario que es detectada en la comida y en el agua generalmente no es suficientemente alta como para ser preocupante para la salud. Sus sales son poco solubles y la que presenta mayor solubilidad es el cloruro de bario.

El estroncio es un metal liviano y tiene una densidad de $2,7 \text{ g/cm}^3$. Sus sales son insolubles en agua. En general, la ingesta de altas concentraciones de estroncio no se reconoce como un gran peligro para la salud humana. En altas cantidades (miles de partes por millón) puede causar problemas en el desarrollo de huesos. Los niveles de este metal en comidas y agua no son suficientemente altos para ser capaces de producir estos efectos. El cromato de estroncio produce cáncer de pulmón, pero esto puede ser debido al cromo que es un elemento bastante perjudicial para la salud.

Ninguno de estos tres elementos existe en la naturaleza en forma de metal, sino formando sales u óxidos

(lo que se conoce como estado iónico del metal). Por otro lado, compuestos que contienen estos mismos tres elementos son utilizados en los fuegos artificiales para darles diferentes coloraciones (el aluminio aporta el color blanco o plata, el estroncio el rojo y el bario el verde). Probablemente cada vez que asistimos a un espectáculo de lanzamiento de fuegos artificiales, como la Fiesta Nacional de la Nieve, podríamos estar siendo "rociados" con estos tres elementos.

¿Cuántos aviones se necesitarían para fumigar con bario y alcanzar la categoría de residuo peligroso?

Cualquier tipo de fumigación en aerosol o líquida de estos elementos debe partir de soluciones y casi la totalidad de las sales y los hidróxidos de estroncio o de bario, son prácticamente insolubles en agua. De las sales de estos elementos, el cloruro de bario, es la única relativamente soluble en agua y por eso sólo consideraremos este elemento. Los defensores de la hipótesis sobre la existencia de las *chemtrails*, para fundamentar la fumigación, suelen mostrar fotos de aviones comerciales sin asientos que en su lugar tienen tanques supuestamente con el líquido para fumigar. Si contamos la cantidad de tanques que se ven en una de esas fotos, podemos hacer la siguiente estimación: el volumen aproximado de líquido que puede transportar ese avión es de unos 2.500 litros, y conociendo la solubilidad de cloruro de bario a 20°C (358 g por litro de solución), se puede estimar la cantidad de bario que puede transportar el avión. Para 2.500 litros de una solución saturada de cloruro de bario, se tienen 560 kg de bario por avión.

El 4 de junio de 2011 el sistema volcánico Puyehue - Cordón del Caulle entró en erupción con una pluma que llegó a medir entre 11 y 14 km de altura. Por acción del viento, el material o tefra, al que llamamos ceniza, se depositó en una franja a lo largo de la dirección sureste desde el volcán, afectando parte de la zona del lago Nahuel Huapi y alcanzando varias localidades de la línea sur. Teniendo en cuenta fotos satelitales, Hernán Asorey, Arturo López Dávalos y Andrea Clúa (estudiantes y docentes de la Universidad Nacional de Río Negro en la Sede Andina de esta casa de estudios), realizaron una estimación de

la superficie de la zona afectada y obtuvieron que fue de aproximadamente 1.700 km², tres veces mayor que la superficie del Lago Nahuel Huapi incluidas sus islas. Tomando datos de diversos reportes se estimó también que, en promedio, el espesor de ceniza depositada fue de diez centímetros. Por otro lado, se midió la densidad del material recién caído, que resultó de 600 kilogramos por tonelada. Con este conjunto de datos se pudo estimar en esta primera fase, que el volcán arrojó unas 100 millones de toneladas de cenizas sólo en ese primer día. Por otro lado, los datos geoquímicos publicados por los investigadores Romina Daga, Sergio Ribeiro y María Arribere del Laboratorio de Activación Neutrónica del Centro Atómico Bariloche, nos permiten saber que la concentración de las trazas de bario en las cenizas varía entre 765 y 814 gramos por tonelada. Ahora, con los datos sobre la cantidad de cenizas depositadas y la concentración de bario en las mismas, es posible estimar que la erupción del volcán depositó aproximadamente 60 mil toneladas de bario (un equivalente a 110 mil hipotéticos aviones fumigadores). En un día, un evento natural arrojó decenas de miles de toneladas de bario al medio ambiente sin llegar a valores tóxicos o perjudiciales, porque la concentración de bario en la ceniza es similar a la concentración del elemento en el suelo patagónico. Esto es lógico, ya que la superficie del terreno está principalmente formada por depósitos sucesivos de cenizas de reiteradas erupciones.

En los párrafos siguientes vamos a estimar qué cantidad de hipotéticos vuelos fumigadores se necesitarían para contaminar una franja de suelo o el aire de la atmósfera entre el suelo y el avión.

Hipótesis de que nos fumigan con bario, llega al suelo y se deposita completamente.

Ahora, si la máxima cantidad de bario transportada por avión que estimamos en párrafos precedentes (560 kg), fuera fumigada sobre una franja de diez kilómetros de ancho por 100 kilómetros de largo, y suponemos que el bario penetra tres centímetros de profundidad en el suelo (profundidad de penetración, que normalmente se toma para el cálculo de dosis en el uso de herbicidas); se puede calcular que por cada vuelo la variación de concentración de bario es 0,014

gramos por tonelada de suelo. Comparando este valor estimado con los niveles permitidos por la Legislación Argentina sobre residuos tóxicos, los límites de bario en suelos argentinos, dependiendo de su uso, rondaría ente 500 y 2.000 gramos de bario por tonelada de suelo. Valores similares figuran en la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades, que informa que la cantidad de bario que se encuentra en el suelo varía entre 15 y 3.500 partes por millón (ppm, equivalente a g/t). Según pudimos deducir, de los datos publicados en 2011 sobre análisis de geoquímica de cenizas de varias erupciones en el sur andino, la concentración de bario en el suelo patagónico es de unos 250 g/t. Para subir 10 veces esta concentración (a 2.500 g/t), y acercarnos a una concentración de toxicidad, deberían pasar fumigando con bario sobre esta franja de terreno, más de 180 mil aviones. Si lo escalamos a la Patagonia entera, se necesitarían unos 300 millones de aviones con bario para elevar la concentración en el suelo a niveles considerados como tóxicos, cantidad nada despreciable de aviones si se considera que el tráfico aéreo mundial es de unos 93 mil aviones diarios. Para lograr este efecto, durante casi nueve años consecutivos, todos los días, deberían pasar por la Patagonia todos los vuelos del mundo y -por supuesto- sin llevar pasajeros sino tanques con solución de cloruro de bario.

Hipótesis de que nos fumigan con bario y que éste se queda en el aire

Supongamos ahora que el bario nunca llega al suelo, que queda suspendido en el aire y que no se desplaza a otras zonas por la acción de los vientos. Esta suposición es muy poco probable, simplemente recordemos que la pluma de cenizas de la erupción de 2011, mencionada con anterioridad, dio la vuelta al mundo. Aun así, continuemos con la suposición de que el bario queda suspendido en el aire y contenido en un volumen comprendido entre el avión y el suelo. ¿Qué geometría puede tener el volumen de aire que contendrá el bario suspendido por la fumigación?, una posibilidad es imaginarnos que el bario se va distribuyendo desde los 10 km de altura a un ancho de 5 km de cada lado del avión. Esto forma un triángulo de 10 km de base y 10 km de altura: si el avión fumigador se

ENSAYO

desplaza (el triángulo también) a lo largo de 100 km, el volumen donde queda el bario suspendido (y atrapado) sería del tipo prisma triangular (10 km de base x 10 km de altura x 100 km de largo). Tendríamos los 560 kg de bario que arroja el avión fumigador en cinco billones de metros cúbicos de aire. En este caso, la variación de concentración de bario en aire aportada por un hipotético vuelo fumigador, sería de 0,000112 mg/m³ (miligramos por metro cúbico). El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional considera que la exposición a niveles entre 50 mg/m³ o más de cloruro de bario en aire, constituye peligro inmediato para la salud o la vida². En otras palabras, el límite aconsejado de concentración de bario en aire, para una persona que inhala en una atmósfera cargada de sales de bario durante 40 horas semanales en su trabajo, es 440 mil veces mayor que lo aportado por un hipotético vuelo fumigador. Serían necesarios casi medio millón de aviones fumigando los mismos 100 km para alcanzar un nivel perjudicial para la salud y ponernos en riesgo como los trabajadores expuestos en una explotación de minerales de bario.

Si veo una estela entre los cerros ¿a qué altura va el avión?

Los aviones fumigadores suelen hacerlo a cinco metros del suelo, porque de lo contrario no se alcanza la concentración deseada del agroquímico para que sea eficaz. En el caso de la fumigación con *chemtrails*, ¿a qué altura se debería realizar? Entre los defensores de la hipótesis sobre la existencia de las *chemtrails* hay dos versiones: i) que se realiza a la altura de un vuelo comercial, esto es entre 10.000 y 13.000 metros de altura o ii) que se fumiga entre 2.000 y 3.000 metros de altura. Como las estelas en la alta atmósfera pueden explicarse por el fenómeno de las *contrails* que dejan los vuelos comerciales, tal como explicamos al principio de este texto, muchos defensores de la hipótesis de las *chemtrails* optan por asegurar que las fumigaciones se realizan a más baja altura (entre 2.000 y 3.000 metros) donde por otro lado, la formación de *contrails* es menos probable. A nivel local, estas argumentaciones también se utilizan y se

pueden encontrar afirmaciones como esta: “Los aviones que nos fumigan habitualmente a nosotros, que está comprobado, siempre vienen pegados al filo de la Cordillera, cruzan sobre el Tronador”². El cerro Tronador tiene aproximadamente 3.500 metros de altura.

Al observar sobre los cerros una estela dejada por un avión, la altura del cerro no nos da, necesariamente, la información sobre a qué altura pasó el avión. La perspectiva y la percepción de nuestros sentidos pueden engañarnos. En Bariloche, la Avenida Bustillo bordea el lago Nahuel Huapi de este a oeste y finaliza en el Hotel Llao-Llao en el kilómetro 24. Desde el kilómetro cero (donde se ubica el monolito), las estelas visibles hacia el oeste de la ciudad se ven bajo un ángulo (desde el suelo) de unos ocho grados aproximadamente. Una relación trigonométrica, la tangente de este ángulo, nos dice qué valor debe tener el cociente entre la altura del vuelo y la distancia horizontal desde el punto de observación (kilómetro cero) a la vertical del suelo al avión. Conociendo este cociente, ahora podemos suponer que: i) si el avión estuviera fumigando a 2.000 metros de altura, la distancia desde el punto de observación a la vertical del avión, sería el kilómetro 16 de la Av. Bustillo (hacia el sector oeste de la ciudad); ii) en cambio, si el avión estuviera volando a unos 10.000 m de altura (como lo hace el vuelo comercial entre Santiago de Chile y Punta Arenas), su vertical estaría sobre territorio chileno a unos 80 kilómetros en línea recta desde el punto de observación en Bariloche (ver Figura 6). Este sencillo cálculo trigonométrico nos permite demostrar que el supuesto avión “fumigador” cuya estela se observa en la dirección norte-sur, cuando miramos al oeste desde la ciudad de Bariloche, no pasó por los cerros cercanos a la ciudad, ni por el Tronador, sino que habría pasado sobre territorio aéreo de Chile.

Modelos científicos para evitar la construcción de falacias y conclusiones erróneas

En ciencia no hay verdades absolutas. La forma que tiene la ciencia de avanzar es por medio de la construcción de modelos teóricos que pone a prueba, de manera de evitar argumentaciones

(2) Decreto 831/93, Reglamentación de la Ley N° 24.051 sobre residuos peligrosos y su Anexo II, Tabla 9.

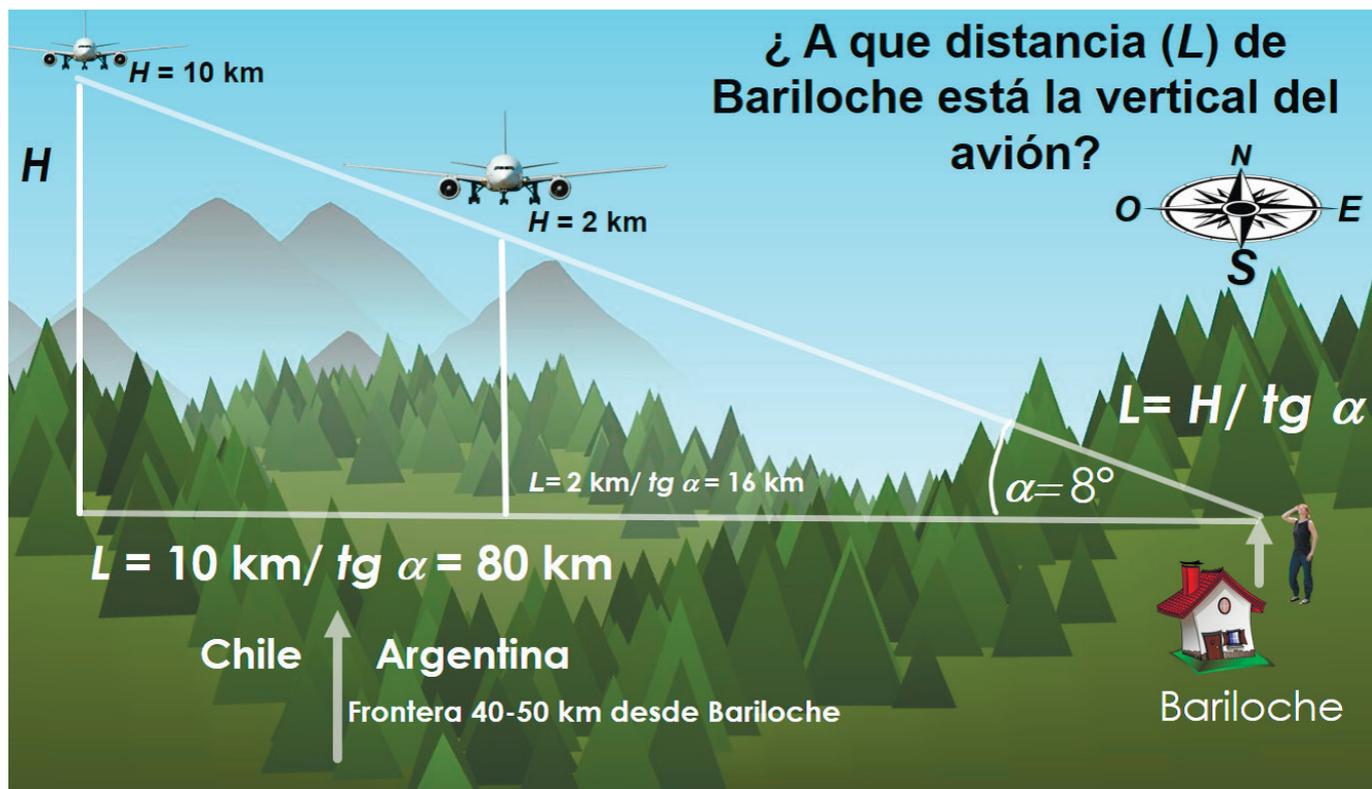


Figura 6. Para estelas (norte-sur) que se vean hacia el oeste de la ciudad de Bariloche (punto de observación), la tangente del ángulo (α) relaciona la distancia terrestre (L) desde el centro de la ciudad (punto de observación) hasta aquel punto por donde pasa la vertical del avión con la altura del vuelo (H). El ángulo se mide desde la horizontal del suelo hasta la estela y para un caso concreto medimos un ángulo de 8° . Con este ángulo, si el vuelo fuera de baja altura (2.000 m), su vertical debería pasar a 16 kilómetros del punto de observación. En cambio, si vuela a 10.000 m, $L=80 \text{ km}$ y la vertical del avión recorre el territorio chileno.

del tipo de las falacias y prejuicios. El ser humano busca entender el mundo en el que vive, generando innumerables hipótesis y modelos explicativos, aunque no todos son comprobables o posibles.

En declaraciones de los defensores patagónicos de la hipótesis sobre la existencia de las *chemtrails* y la geoingeniería perjudicial se dice: "(...) es escasa la información con la que cuenta la sociedad sobre las *chemtrails*, porque hay una campaña mundial de ocultamiento de la práctica". Aunque hemos tomado citas de la revista Al Margen y otras de la prensa local, en general, este tipo de afirmaciones y construcciones argumentativas son parte de un fenómeno mundial. Por ejemplo, Estados Unidos, España, Italia y Grecia son países donde hay bastante actividad y comunidades

defendiendo la existencia de las *chemtrails*, supuestamente propiciadas por una geoingeniería a escala mundial. Hay varios millones de sitios en Internet en los cuales se puede leer sobre el tema, pero la mayoría de las informaciones vertidas en esos sitios de Internet no son comprobables, ni cuentan con sustento académico.

Por otro lado, accediendo a una base de publicaciones disponible en las Universidades (por ejemplo, SCOPUS) y colocando como palabras de búsqueda: "geoengineering" o "chemtrails", aparecen menos de una decena de artículos. De autores italianos, griegos, franceses, o estadounidenses, la mayoría de este puñado de publicaciones son estudios sociológicos y antropológicos que consideran la existencia de las *chemtrails* como una teoría

ENSAYO

conspirativa y paranoica. Algunos estudian la propagación de rumores o noticias pseudocientíficas a través de las redes sociales y sobre cómo estas se potenciaron con el uso de Internet a partir de los 90.

El 17% de las personas que participaron en una encuesta internacional cree que es verdad, o parcialmente verdadero, que existe un plan secreto de *spray* a gran escala en la atmósfera. Sin duda, el trabajo más importante que refuta la hipótesis de las *chemtrails* y de la existencia de un programa secreto es el de C. Scheerer y colaboradores publicado en 2016. En este trabajo se encuestó a 77 investigadores científicos especialistas en *contrails* y en análisis de elementos en la atmósfera. El reporte fue concluyente por parte de 76 investigadores (el 98,7% de los participantes): ninguno de ellos encuentra evidencia alguna sobre la existencia de un plan secreto de fumigaciones atmosféricas a gran escala como plantean los defensores de la hipótesis de la existencia de *chemtrails* (ver lectura sugerida de Asende, *El País* y de Bell en *BBC*).

Una teoría científica suele ser buena para explicar muchos fenómenos e hipótesis en danza, y descartar falacias. A lo largo de este análisis, vimos que muchas de las hipótesis sostenidas por los defensores de los *chemtrails* no resisten análisis científicos básicos.

Reflexiones finales

Podemos indicar, en rasgos generales, que el discurso sostenido por los defensores de las hipótesis sobre la existencia de las *chemtrails* se caracteriza por afirmaciones contundentes sin estudios que lo sustenten, así como el uso de conceptos científicos e históricos básicos descontextualizados o formulados de manera errónea o incompleta, e hipótesis no comprobadas.

La nube de cenizas del volcán Puyehue - Cordón del Caulle dio la vuelta al mundo en 14 días, demostrando que la atmósfera está interconectada. Esta interconectividad muestra que no es trivial fumigar localmente o atacar selectivamente una población con un producto tóxico, sin ocasionar un daño importante a miles de kilómetros de distancia. Una geoingeniería perjudicial para la salud selectiva hacia algunos seres humanos de una región es impracticable.

En cierta forma, entendemos los reparos, miedos y dudas que puede tener la opinión pública acerca

del papel que juegan las corporaciones económicas (como tabacaleras o fumigaciones a gran escala con agroquímicos) que, con tal de maximizar sus ganancias, ocultan y manipulan información sensible que puede afectar la salud de la población. Otras actividades extractivamente abusivas, como la pesca, la petrolera o la megaminería, ocasionan daños importantes en el medio ambiente. Sobran ejemplos en la historia reciente de la humanidad y de cómo la complicidad de muchos gobiernos con las corporaciones multinacionales, terminan apañando la actividad delictiva de las mismas o legalizando directamente el saqueo y la impunidad. Sin embargo, el argumento sobre las *chemtrails* llega a ser abstracto y con poco sustento al carecer de referencias sobre qué corporaciones y qué gobiernos son exactamente los que promueven o ejecutan programas a gran escala de fumigaciones perjudiciales para la salud de la población. Así presentadas se vuelven denuncias genéricas que, lamentablemente a nuestro juicio, terminan desacreditando otras denuncias con fuertes fundamentos sobre el accionar delictivo y en algunos casos hasta inmoral por parte de multinacionales y gobiernos hacia la humanidad. Desde el punto de vista académico, ya en 1984 Dorothy Nelkin (socióloga experta en temas de Ciencia y Sociedad), inició los estudios de percepción pública de riesgo. En ellos, destacó la importancia de analizar las disputas públicas que vinculan a la ciencia-tecnología y sociedad, y la necesidad de observar las preocupaciones e intereses que allí se ponen en juego, así como también supuestos y posiciones que adoptan los actores intervinientes.

Hoy, gracias a internet, disponemos de muchísima información, aunque abundan las páginas, *blogs* y artículos que sostienen narrativas fantasiosas y sin sustento, tomadas luego como verdades. En particular, en este artículo y utilizando herramientas conceptuales, hemos refutado varias hipótesis que sostienen los defensores sobre la existencia de las *chemtrails*. Entre ellas, vimos que las estelas blancas persistentes que dejan los aviones pueden ser explicadas perfectamente con la información científica disponible y aceptada. También mostramos que las nanopartículas de aluminio no pueden reflejar la luz solar; que es imposible fumigar con aluminio, bario o estroncio debido a la

insolubilidad de los diversos compuestos que forman; y que en el caso de poder hacerlo (como el cloruro de bario) sería logísticamente imposible la fumigación que permita alcanzar concentraciones tóxicas. También hemos mostrado que, si se ven estelas “sobre los cerros”, por una cuestión de perspectiva no necesariamente podemos asegurar que el avión vuela a la altura de los cerros, sino que este puede estar a más altura y en consecuencia a una distancia más lejana que los cerros.

Este planteo particular tomado en este artículo es parte de problemáticas más generales entre la ciencia y tecnología y la sociedad. Consideramos que se debe prestar especial atención a la forma de comunicación, a cómo la educación general y formal debería habilitar la construcción de conocimientos necesarios para discernir la solidez de la información, y fomentar análisis críticos sobre hipótesis.

Resumen

Tras el paso de un avión por los cielos de la Patagonia, en un día despejado, suelen verse trazas o estelas blancas que surcan el cielo. Vecinos preocupados y agrupados en la región cordillerana han reclamado a través de la defensoría del pueblo, de concejales municipales y de legisladores provinciales pedidos de informe a Instituciones sobre si: estas estelas están relacionadas con estelas químicas o chemtrails, si los aviones dejan trazas de aluminio y bario con el objetivo de cambiar el clima y si son nocivos para la salud de personas, plantas y animales. En este artículo intentamos dar una respuesta desde el saber científico a la hipótesis sostenida por el grupo de vecinos de que las estelas dejadas por los aviones son chemtrails o fumigaciones masivas con metales tóxicos.

Glosario

Cirrus: Tipo de nube compuesto de cristales de hielo y caracterizado por bandas delgadas, finas como hebras de cabello.

Dioxina: Compuesto químico que se produce a partir de procesos de combustión con cloro. Se encuentra en el medio ambiente por todo el mundo y debido a su persistencia se va acumulando a lo largo de la cadena alimentaria en el tejido adiposo de los animales por ser soluble en las grasas.

Geoingeniería: También llamada ingeniería climática es una propuesta que surge de las teorías científicas, que abordan el problema del cambio climático, formulando técnicas especialmente desarrolladas para influir en el clima terrestre estipulando como su propósito combatir el calentamiento global. Sus métodos se catalogan en: i) gestión de la radiación solar y ii) reducción del dióxido de carbono.

Lecturas sugeridas

- Ansedo, M. Los científicos niegan los ‘chemtrails’, el supuesto plan para fumigar a la población. El País (España), 17 de agosto de 2016. En URL: elpais.com/elpais/2016/08/16/ciencia/1471361175_920591.html
- Aranda, D. El veneno que asoló el barrio de Ituzaingó. Página 12, 12 de enero de 2009. En URL: www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-118075-2009-01-12.html
- Aranda, D. (2015). Tierra Arrasada. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- Asorey H., López Dávalos A. y Clúa A. (2011). Potencia de la erupción del volcán Puyehue como un problema de Fermi, *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(2), pp. 49-54.
- Bell, C. Estelas químicas: por qué hay gente que cree que hay algo siniestro detrás de las líneas blancas que dejan los aviones en el cielo, BBC, 31 de enero de 2018. En URL: www.bbc.com/mundo/noticias-42896167
- Villatoro F.R. La física de las estelas blancas de los aviones. *Naukas*, 4 de mayo de 2011. En URL: naukas.com/2011/05/04/la-fisica-de-las-estelas-blancas-de-los-aviones/

INSECTOS SOCIALES, INVASORES EXITOSOS

AVISPAS SOCIALES INVASORAS EN LA PATAGONIA ARGENTINA

Las avispas invasoras han logrado establecerse con éxito en un territorio con condiciones ambientales severas. Este artículo resume la historia de invasión de tres insectos sociales en la Patagonia.

Maité Masciocchi

Las invasiones biológicas son uno de los problemas ambientales más serios de la actualidad. En las últimas décadas la diversidad y el volumen del comercio global han crecido de modo exponencial, incrementando y favoreciendo el movimiento de especies hacia regiones donde antes no estaban establecidas.

Debido al desacople evolutivo de las especies introducidas en los sitios invadidos, y a los procesos poblacionales característicos que operan cuando sus densidades son bajas, sólo una pequeña fracción de las especies que arriban a nuevos sitios logra establecerse exitosamente y sostener poblaciones en niveles capaces de generar algún impacto en los nuevos ecosistemas. Esa pequeña proporción, sin embargo, es suficiente para considerar a las especies invasoras como una de las principales amenazas tanto para los ecosistemas naturales como para los productivos del planeta. En ocasiones, estas especies alcanzan niveles poblacionales tales, que se las "naturaliza" como parte del paisaje local. Buenos ejemplos de ello son la trucha marrón (*Salmo trutta*), la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) o diferentes especies de coníferas del género *Pinus*.

Insectos, invasores exitosos

Los insectos son el grupo con mayor cantidad de especies invasoras luego de las plantas vasculares. Este grupo posee ciertas particularidades que los diferencian del resto, y favorece su éxito de invasión.

En la mayoría de los casos, el arribo de insectos a nuevos territorios ocurre accidentalmente. Su pequeño tamaño les permite "escondarse", por ejemplo, dentro de pertenencias humanas que son transportadas de una región a otra. Por otro lado, una vez establecidos en el nuevo territorio, se expanden y reproducen rápidamente siendo detectados cuando las poblaciones ya son abundantes y ocasionan algún impacto sobre el ecosistema receptor. La abeja *Apis mellifera*, es el insecto invasor por excelencia, le sigue la hormiga argentina (*Linepithema humile*), la hormiga de fuego (*Solenopsis invicta*) y el mosquito tigre (*Aedes albopictus*).

Además de ser exitosos invasores los insectos son considerados una de las plagas más importantes a nivel mundial. Muchas veces cumplen roles ecológicos importantes en los diferentes ambientes donde están presentes. La polinización, la dispersión de semillas y la descomposición de la materia, entre muchas otras funciones, son tareas centrales realizadas por insectos. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, algunas especies exóticas pueden generar desequilibrios en la biodiversidad local, alteraciones en los servicios ambientales o provocar pérdidas significativas en la productividad de sistemas agro-forestales, o incluso ser vectores de enfermedades graves.

Insectos sociales

De las especies que arriban a un nuevo territorio, logrando establecerse exitosamente y causando impactos significativos en la comunidad receptora, un cuarto son insectos sociales. Dentro de los insectos, la socialidad evolucionó en el orden Hymenoptera (algunas avispas, abejas y todas las hormigas), en el orden Isoptera (todas las termitas) y en algunas pocas especies de los órdenes Thysanoptera (piojos de plantas o trips) y Hemiptera (chinchas y áfidos). Una característica que distingue a estos insectos es que pueden ser localmente muy abundantes y estar presentes en la mayoría de los hábitats terrestres. Para darnos una idea, sólo la biomasa de hormigas constituye más de la mitad de la de todos los insectos combinados.

Palabras clave: avispa de papel, chaqueta amarilla, insectos sociales, invasiones biológicas.

Maité Masciocchi¹

Dra. en Biología.
masciocchi.maite@inta.gov.ar

⁽¹⁾Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos, CONICET-INTA EEA Bariloche, Bariloche, Argentina

Recibido: 27/09/2017. Aceptado: 01/03/2018.

Las termitas, hormigas, abejas y avispas son insectos eusociales (ver Glosario), es decir viven en sociedades muy avanzadas. Se sabe que el 2% de todas las especies de insectos conocidas pertenece a este grupo. La eusocialidad -o socialidad verdadera- implica una sumatoria de características ecológicas y comportamentales, entre las que podemos mencionar el solapamiento de generaciones y cuidado parental compartido, lo cual contribuye al gran éxito ecológico que tienen los insectos, permitiéndoles una rápida adaptación local. Por otro lado, la división de los individuos en castas reproductivas y no reproductivas (otra característica de la eusocialidad), les confiere la posibilidad de poseer diferentes funciones dentro de la colonia. Dentro de la casta obrera, las tareas van variando a lo largo de su vida, permitiendo que los individuos jóvenes realicen labores dentro del nido, exponiendo a los más viejos a las actividades más peligrosas. Por último, la capacidad de las reinas de fecundarse con diferentes zánganos (es decir los machos) y guardar el esperma hasta el momento de la fecundación de los huevos, permite que sólo una reina fecundada sea necesaria para establecer una colonia en un nuevo territorio, alcanzando rápidamente altas densidades poblacionales.

A pesar de su aislamiento geográfico y su clima riguroso, la Patagonia no ha sido ajena a las invasiones biológicas por insectos. En el transcurso de las últimas décadas, la Patagonia argentina ha sido invadida por diferentes especies de insectos sociales que tuvieron impactos significativos sobre la comunidad, ecosistema y actividades económicas de la zona. Algunos ejemplos de invasores exitosos en esta región son: la hormiga cortadora de hojas (*Acromyrmex lobicornis*), dado su avance geográfico favorecido por el cambio climático hacia latitudes donde anteriormente no estaba establecida, y el abejorro europeo (*Bombus terrestris*), principalmente por la venta de paquetes para polinización.

En el Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos (GEPI), con sede en el INTA Estación Experimental Agropecuaria Bariloche, desde hace varios años se realizan investigaciones relacionadas con diversos aspectos de la ecología de insectos de importancia económica en el ámbito boscoso del noroeste de la Patagonia argentina. Algunas de las preguntas que guían nuestras investigaciones son cómo y por qué cambian los tamaños de las poblaciones de plagas y cómo es posible controlarlas, estando particularmente interesados en la relación que existe entre la conducta de los individuos y la dinámica de sus poblaciones, así como la ecología de las invasiones biológicas. El grupo de los himenópteros es el más investigado, dado que posee una fascinante biología y alberga especies con la más compleja estructura social observada en los invertebrados. Dentro de los insectos sociales, las "chaquetas amarillas" (nombre común que se le da

a dos especies estrechamente emparentadas, cuyos nombres científicos son *Vespula germanica* y *Vespula vulgaris*) recientes invasores en nuestra región, son las mayormente estudiadas. Como ambas especies tienen el mismo nombre común, voy a referirme a cada una por separado por su nombre científico. A continuación, describiré aspectos relevantes de la biología de *V. germanica*, realizando luego una comparación con otras avispas sociales invasoras presentes en la Patagonia (*V. vulgaris* y la avispa de papel *Polistes dominula*) dado que su diferenciación es importante para el control.

Avispas sociales invasoras en la Patagonia ***Vespula germanica***

Comúnmente conocida como "chaqueta amarilla", ésta es una avispa eusocial con gran poder invasor. Es originaria de Eurasia y norte de África, presentando en la actualidad una amplia distribución mundial (ver Figura 1). Actualmente se encuentra establecida en América del Norte, Australia, Nueva Zelanda, Chile y Argentina. En la Patagonia argentina, se la observó por primera vez en 1980 en la localidad de Andacollo (provincia de Neuquén) a 30 km de la frontera con Chile. Se cree que su introducción a la Argentina fue por dispersión natural de las reinas aprovechando un paso cordillerano bajo al norte de la provincia de Neuquén. Desde su detección a la fecha, esta especie ha llegado a establecerse en una gran diversidad de hábitats. Un estudio que realizamos en el año 2009 determinó que el área de distribución de esta especie abarca desde el norte de la provincia de Mendoza hasta el extremo sur de la provincia de Tierra del Fuego. Por otro lado, calculamos su tasa de expansión geográfica, registrando que en la Patagonia argentina presenta una de las tasas más altas observadas en himenópteros sociales invasores: se ha propagado en promedio unos 37 km por año.

La gran expansión territorial abarcada por esta especie en un período corto de tiempo (aprox. 30 años), y la alta tasa de expansión registrada (37 km/año) llevó a preguntarnos cuál era la capacidad de vuelo de las reinas, o sea, una reina ¿es capaz de volar, por sus propios medios, 37 km en un año? ¿O ese desplazamiento se debe a la ayuda de algún otro vector? Las reinas de *V. germanica*, al igual que otras reinas de insectos sociales (por ejemplo abejas y hormigas), son las encargadas de expandir geográficamente a las poblaciones, y generalmente poseen una gran capacidad de dispersión. En condiciones controladas de laboratorio, utilizando molinos de vuelo, observamos que la capacidad de vuelo de una reina es en promedio de 2 km, encontrando avispas que han superado los 12 km en un solo día. Al complementar este dato (capacidad propia de vuelo), con la tasa de expansión geográfica obtenida anteriormente, sugerimos que pese a su notable potencial del vuelo, el transporte mediado por

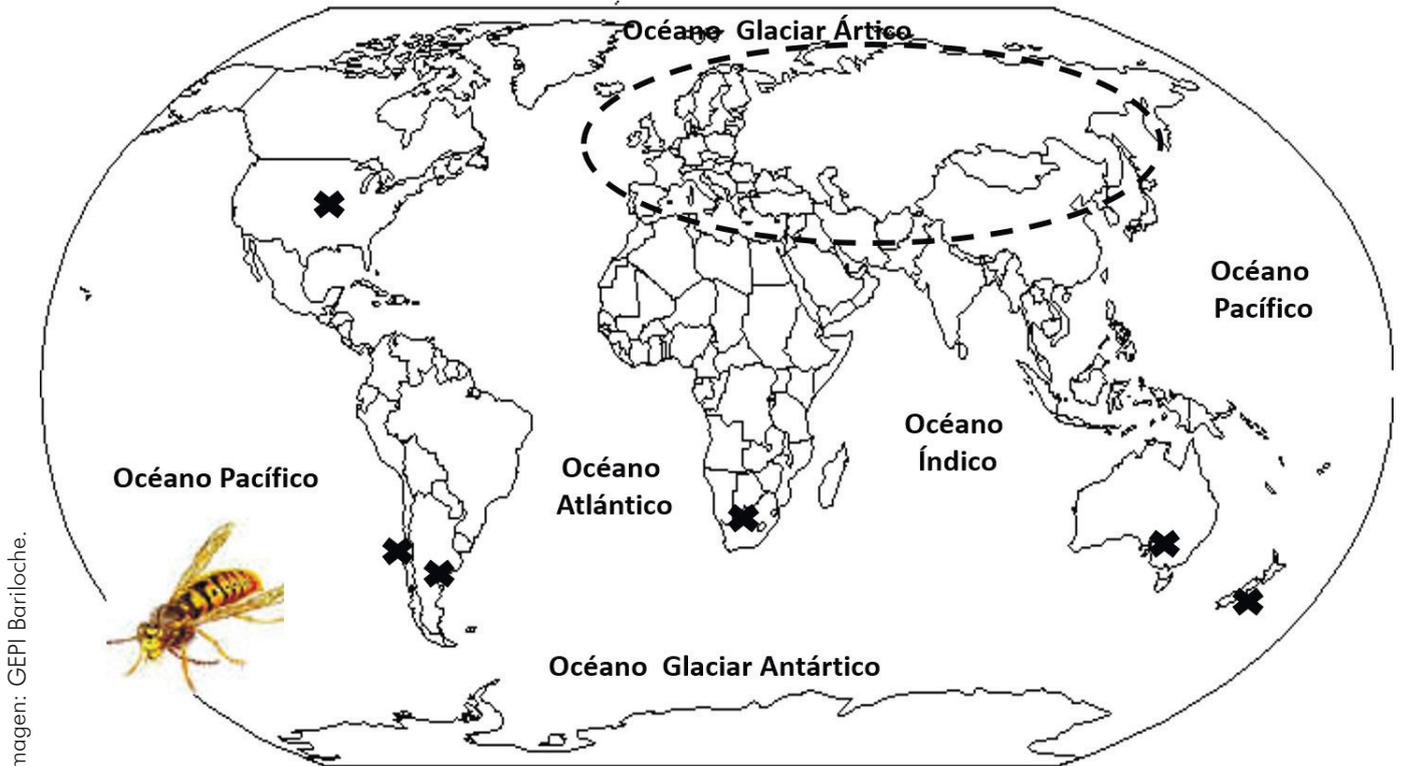


Imagen: GEPI Bariloche.

Figura 1. Distribución mundial de la chaqueta amarilla. El círculo con línea intermitente encierra el área de distribución nativa de esta avispa. Las cruces negras están situados en aquellas áreas donde la avispa se estableció exitosamente.

humanos de reinas hibernantes es la principal vía de propagación geográfica en la Argentina, dada la capacidad de las reinas fecundadas de hibernar en sitios protegidos, como por ejemplo troncos caídos, debajo de la corteza de los árboles, entre ramas o en madera acopiada en leñeras.

En áreas de invasión, generalmente presenta un ciclo de vida anual en el cual las reinas son las únicas sobrevivientes de un año al siguiente (ver Figura 2). Las avispas reinas hibernan en sitios protegidos (por ejemplo: debajo de la corteza de los árboles), y despiertan en la primavera, con el inicio de las temperaturas más cálidas. Luego de un corto período en que se alimentan y exploran el terreno, comienzan a construir un nido en un lugar protegido, seco, con disponibilidad de agua y reparado del viento (ver Figura 3). De

modo menos frecuente, utilizan construcciones como galpones, techos y paredes para iniciar sus nidos.

El comportamiento social de esta especie implica el desarrollo de tareas colectivas. Un nido típico está conformado por una reina, encargada de la postura de huevos, y por lo tanto el crecimiento poblacional de la colonia; por zánganos, machos cuya única función es fecundar a las reinas, y por obreras, que son las encargadas de la recolección de alimento fuera del nido, de su defensa y mantenimiento, y de la alimentación y cuidado de larvas (ver Figura 4). Dentro de la casta obrera se observa cierta especialización que va cambiando a lo largo de su vida. Como sucede con otros insectos sociales, las obreras son hembras estériles debido a una feromona que libera la reina que inhibe su desarrollo reproductivo. Si la reina muere, las obreras

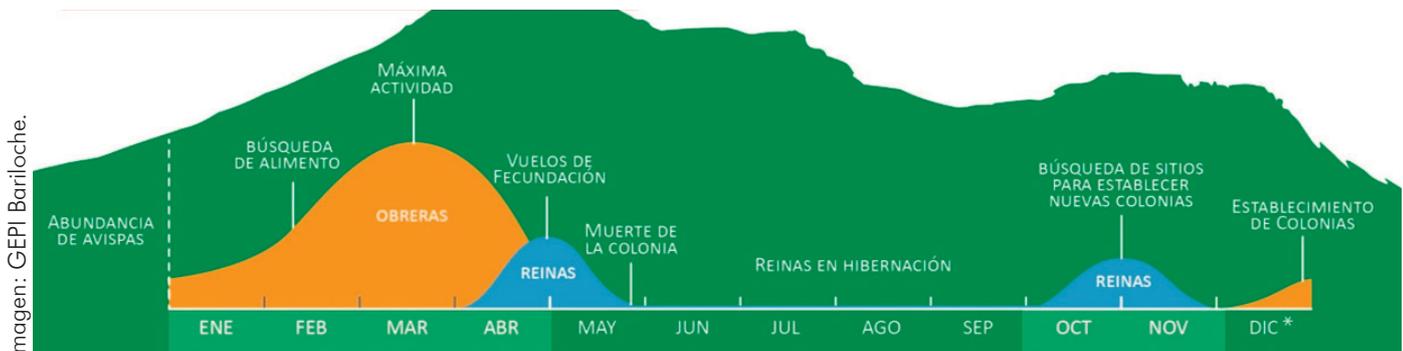


Imagen: GEPI Bariloche.

Figura 2. Ciclo de vida de las chaquetas amarillas en la Patagonia argentina. En el eje horizontal se representan los meses del año y en el vertical la abundancia de avispas obreras y reinas. Se puede observar cómo varía la abundancia de individuos durante el año calendario, con un pico notable hacia fines del verano y principio del otoño.

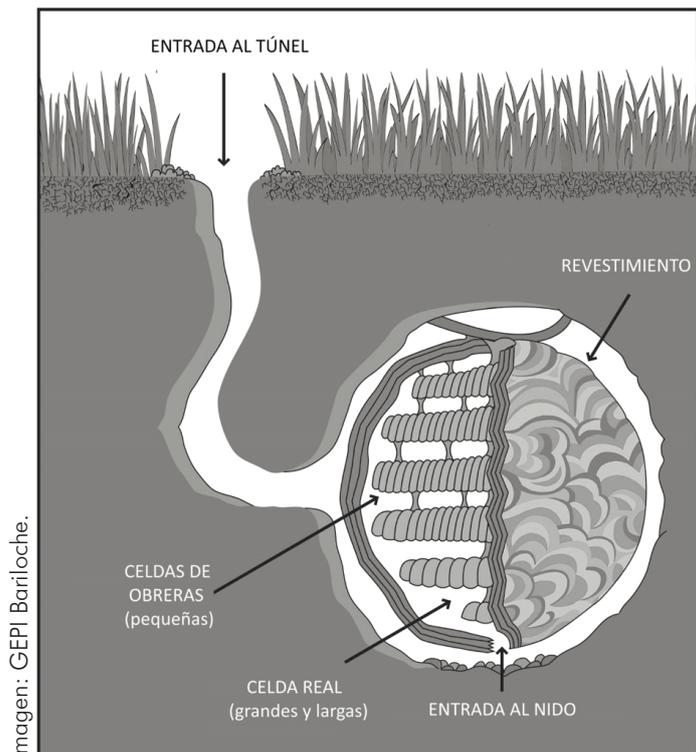


Imagen: GEPI Bariloche.

Figura 3. Esquema de un corte transversal de nido subterráneo de las chaquetas amarillas.

pueden madurar sus ovarios e incluso poner huevos de los que siempre eclosionarían machos, dado que no han sido fecundados.

La flexibilidad es la característica fundamental que hace que *V. germanica*, así como otros insectos sociales, sean excelentes invasores. Además de la plasticidad relacionada con los sitios de nidificación, estas avispas poseen una dieta amplia que varía a lo largo de la temporada de actividad. A inicios y finales de la temporada (diciembre-principios de enero,

y abril-mayo respectivamente para la Patagonia) las obreras recolectan principalmente hidratos de carbono (azúcares: néctar, frutos maduros, etc.). Dado que es un depredador oportunista y carroñero, en los meses de febrero y marzo, cuando la colonia demanda más ingreso de alimento, su búsqueda se focaliza en las proteínas (otros insectos y carne principalmente). La chaqueta amarilla, a diferencia de las abejas, no almacena alimento dentro del nido. Un estudio desarrollado en el GEPI, relacionado con la dieta proteica de las obreras, sugiere que presentan ciertas preferencias (moscas, mosquitos, pulgones, antes que polillas y arañas) la cual, sin embargo, puede ser modificada ante la presencia de competidores, como por ejemplo hormigas en la zona.

Las obreras son las encargadas de ingresar el alimento al nido. Se observó que existe algún tipo de reclutamiento por el cual aumentan la recolección del recurso y aceleran su explotación. Actualmente en el GEPI se están llevando a cabo investigaciones que intentan comprender el comportamiento de forrajeo en profundidad. Por otro lado, como las obreras no pueden digerir el alimento proteico que recolectan, están obligadas a trasladarlo al nido e interactuar con las larvas, quienes sí lo pueden asimilar. A cambio de ello, las larvas regurgitan una sustancia que sirve de alimento a las obreras. Este tipo de intercambio se denomina trofalaxia (ver Glosario) y es clave en el contacto social entre los individuos de la colonia.

La abundancia poblacional de los animales, incluidos los insectos, fluctúa en los diferentes años. Esas fluctuaciones dependen de factores externos a la especie, como el clima -por ejemplo-, y de factores propios de las especies. Durante 12 años, en la zona de



Imagen: GEPI Bariloche.

Figura 4. Diferentes castas que conforman una colonia de avispas chaquetas amarillas.

Algunas recomendaciones para evitar las picaduras

- 1) No dejar bolsas de residuos y desperdicios expuestos, ya que esto atrae a las avispas.
- 2) En épocas de gran abundancia de avispas (febrero-marzo principalmente), al comer al aire libre se debe prestar especial atención a lo que se lleva a la boca. Las avispas suelen posarse sobre los alimentos y bebidas, y no se espantan fácilmente.
- 3) Evitar caminar descalzo (en particular los niños) en áreas de alta densidad de avispas.

El Bolsón colocamos trampas de insectos voladores, con la finalidad de observar las variaciones de las poblaciones de esta avispa en un área de invasión. De este estudio obtuvimos que la actividad de las obreras variaba a lo largo de los años, dependiendo principalmente de la temperatura de la primavera anterior. Otro resultado obtenido fue que el pico máximo de abundancia de individuos en la Patagonia es en el mes de marzo. Al final del verano una colonia típica suele tener su máximo tamaño (unas 6.000 obreras). En ese momento la reina comienza con la postura de los huevos que desencadenarán en reproductivos (futuras reinas y zánganos) los cuales se aparearán en vuelos nupciales. Luego del apareamiento, los zánganos mueren y las reinas se refugian en sitios protegidos hasta la primavera siguiente (ver Figura 2). Excepcionalmente, en áreas donde las temperaturas del invierno no son tan extremas, las colonias pueden sobrevivir activas de un año al siguiente, alcanzando poblaciones aun más numerosas.

En áreas de invasión, esta avispa posee un impacto significativo a nivel ecológico, económico y sanitario. Por su dieta generalista y su comportamiento depredador, es común el ataque hacia colmenas o adultos de la abeja melífera, afectando negativamente en la Patagonia argentina, hasta un 10% de las colmenas. Además de la apicultura, la ganadería y la actividad forestal se ven afectadas por la avispa invasora, generando en ocasiones, importantes pérdidas económicas por disminución en cantidad y calidad de leche e interferencia con operarios forestales. En Argentina no existe ningún informe que detalle el real impacto que esta especie genera. Por tal motivo desde hace varios meses, integrantes del GEPI estamos desarrollando diferentes investigaciones relacionadas con esta temática, con el objetivo de cuantificar el efecto provocado en diferentes actividades. Entre los ítems que nos propusimos evaluar, podemos mencionar la apicultura, la actividad forestal, el turismo, así como también la sanidad y vida cotidiana de los pobladores de la zona. Además, el impacto ecológico es significativo, dado que se la ha observado depredando sobre insectos nativos, alimentándose en la región principalmente de especies pertenecientes al orden de los dípteros y hemípteros.

A pesar del estatus de plaga en muchas partes del mundo, las herramientas disponibles para su mane-

jo son aún muy limitadas, y muchas veces su éxito es variable. El control de insectos sociales puede desarrollarse desde dos perspectivas diferentes: estrategias de control dirigidas a la reducción de la casta obrera, o estrategias que se focalicen en la disminución de reproductivos. El control por medio de la casta obrera mediante la utilización de cebos tóxicos ha sido el más eficiente; sin embargo, los efectos alcanzados sobre las poblaciones fueron poco significativos. Por otro lado, se realizaron algunos intentos de control dirigidos a la disminución de la casta reproductiva (reinas y zánganos), obteniéndose resultados similares. Las líneas de investigación relacionadas con la chaqueta amarilla en el GEPI contemplan ambas estrategias. Respecto al control por medio de la casta obrera, estamos investigando acerca de características comportamentales y fisiológicas de los individuos relacionadas con sus hábitos de forrajeo, y diferentes variables vinculados con la cooperación entre individuos, particularidad importantísima en insectos sociales. En cuanto a los reproductivos, reinas y zánganos, diferentes aspectos del comportamiento de apareamiento, estrategias de abandono del nido y selección de pareja son las líneas priorizadas.

Vespula vulgaris y Polistes dominula

Vespula vulgaris, la otra especie conocida comúnmente en Argentina como "chaqueta amarilla" y la "avispa de papel", *Polistes dominula* son avispas eusociales exóticas que han invadido la Patagonia argentina y se establecieron exitosamente. Al igual que *V. germanica* ambas especies ocasionan molestias importantes todos los veranos, principalmente por sus hábitos alimenticios y peligrosa picadura.

La primera detección *V. vulgaris* en Argentina la realizamos en el año 2010 a orillas del Río Limay, próximo a la ciudad de San Carlos de Bariloche. Al igual que en otras áreas invadidas, su introducción fue posterior a la de *V. germanica*. Morfológica y ecológicamente esta especie es similar a *V. germanica*. A simple vista ambas especies son casi indistinguibles, observándose algunas diferencias en sus caras, abdomen (ver Figura 5) y color de sus nidos (ver Figura 6). Al igual que *V. germanica*, sus nidos son subterráneos y pueden llegar a albergar miles de individuos. Su dieta, temporada de actividad, impacto y peligrosidad de la picadura, también son similares.

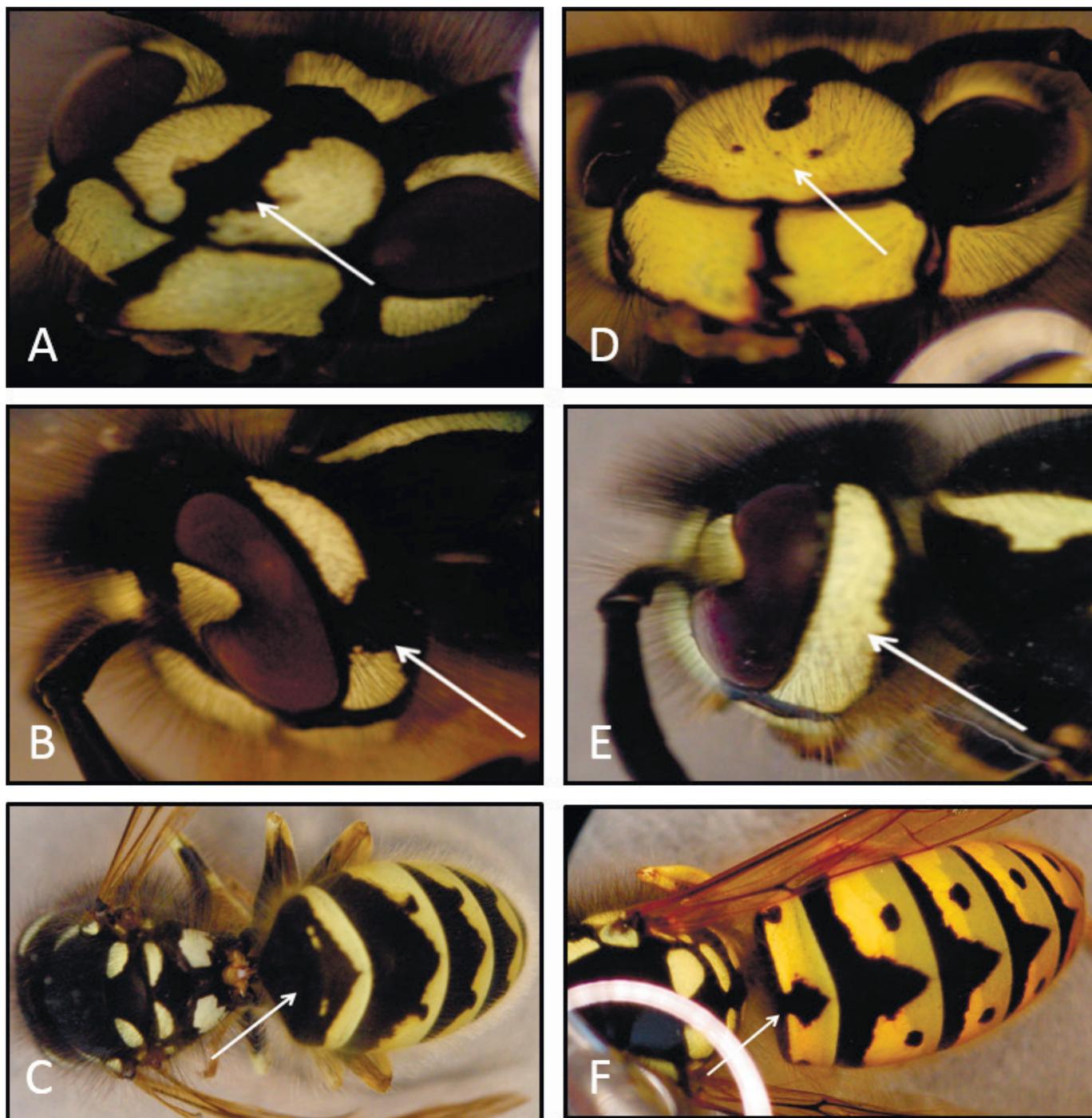


Imagen: GEPI Bariloche.

Figura 5. Diferencias morfológicas entre las dos especies de avispas chaquetas amarillas. A) Cabeza de *V. vulgaris* mostrando la mancha con forma de "ancla" negra en el frente de la misma. B) Cabeza de *V. vulgaris* mostrando la marca negra detrás del ojo. C) Vista superior del abdomen de *V. vulgaris* mostrando la mancha negra basalmente ancha en el primer segmento del mismo. D) Cabeza de *V. germanica* mostrando la ausencia de la mancha con forma de ancla negra en el frente de la misma. E) Cabeza de *V. germanica* mostrando la ausencia de la marca negra detrás del ojo. F) Vista superior del abdomen de *V. germanica* mostrando la mancha negra en forma de flecha en el primer segmento del mismo.

La avispa de papel, en cambio, fue observada por primera vez en la localidad de El Bolsón, en el año 2002. Esta avispa suele ser confundida con la chaqueta amarilla, principalmente por los colores de su cuerpo. Sin embargo, presenta algunas características importantes que permiten diferenciarlas a simple vista. La avispa de papel posee patas y antenas anaranjadas, mientras que las dos especies de chaquetas amarillas poseen las antenas de color negro y las patas amarillas

(ver Figura 7). Por otro lado, durante el vuelo, la avispa de papel lleva sus patas extendidas ("colgando") mientras que las chaquetas llevan sus patas plegadas sobre su cuerpo (ver Figura 7). La arquitectura de sus nidos es otra característica que permite distinguirlos. Si bien ambas construyen nidos a partir de una pasta de celulosa que ellas mismas producen, la diferencia radica en que la avispa de papel construye nidos aéreos abiertos dejando las celdas expuestas; en tanto, los ni-

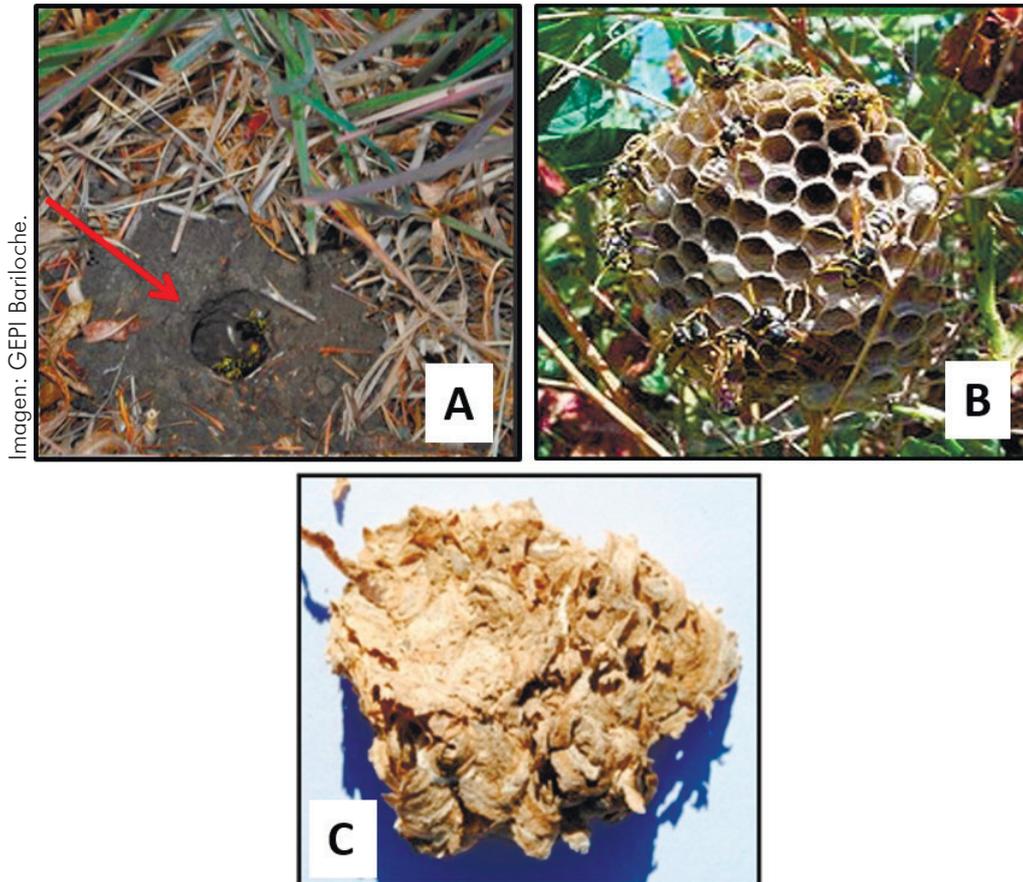
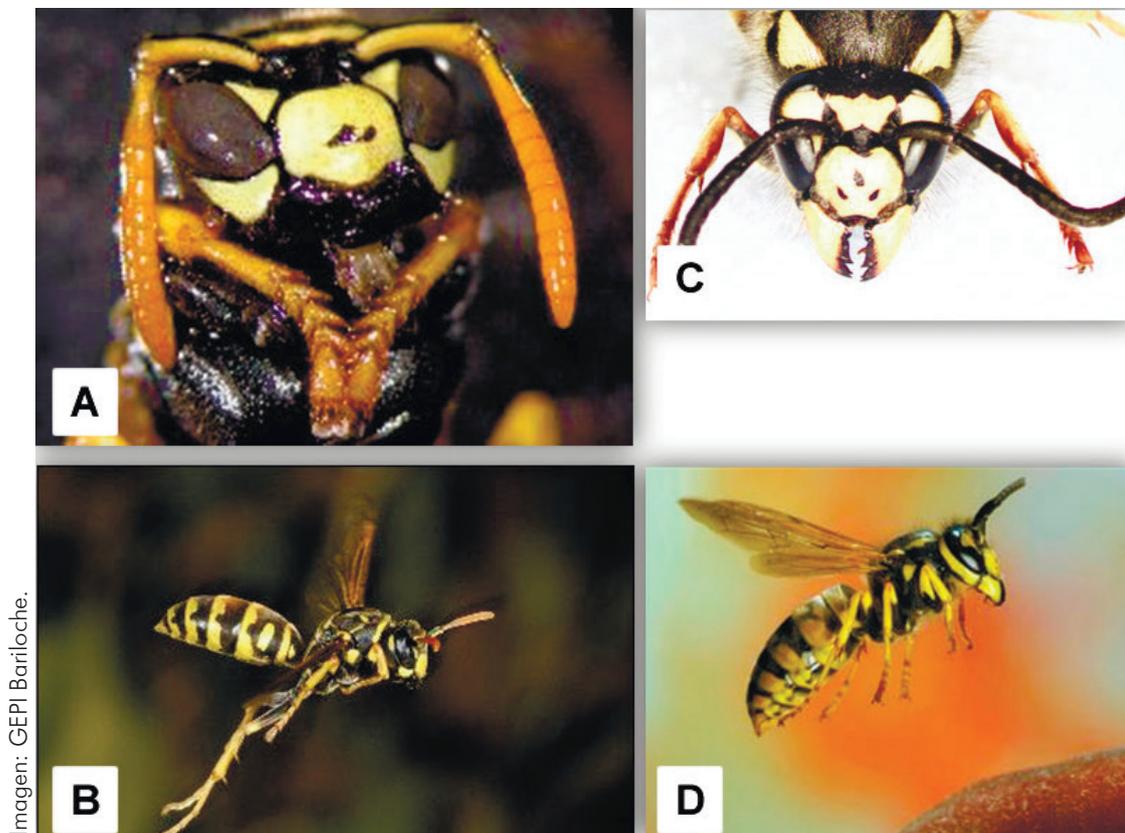


Figura 6. Diferencias en los nidos de las dos especies de chaqueta amarilla y de la avispa de papel. A) Nido subterráneo típico de cualquiera de las dos especies de las chaquetas amarillas. B) Nido aéreo con celdas expuestas, típico de la avispa de papel. C) Envoltorio de un nido de chaqueta amarilla; color gris si corresponde a *V. germanica* y color marrón si corresponde a *V. vulgaris*.



28 **Figura 7. Diferencias entre la avispa de papel -a la izquierda- y las chaquetas amarillas -a la derecha-. A) La avispa de papel posee las antenas y las patas anaranjadas, B) y mantiene sus patas extendidas al volar (como si estuviesen colgando). C) Las chaquetas amarillas presentan las antenas negras y las patas amarillas, y D) pliegan las patas junto a su abdomen al volar.**

dos de las chaquetas son en su mayoría subterráneos, y siempre cerrados (no se puede observar a simple vista las celdas; ver Figura 7). La dieta de la avispa de papel se compone principalmente de otros insectos y arañas, y en menor medida de néctar de flores u otras soluciones azucaradas (por ejemplo jugos de frutas). Por lo tanto, dado que no poseen hábitos carroñeros, su interferencia con las actividades humanas es mucho menor que la de las chaquetas. Sin embargo, también poseen aguijón y pican al sentirse agredidas.

A modo de resumen podemos decir que la gran capacidad de invasión de estos insectos se debe seguramente a su condición social, lo que les confiere flexibilidad para hacer frente a las condiciones ambientales adversas, tanto bióticas como abióticas. A pesar del desacople evolutivo de estas avispas con los sitios invadidos, han logrado establecerse con éxito en un territorio con condiciones ambientales severas como las presentes en la Patagonia. Hasta el momento no existen intenciones de controlar a estas especies de la Argentina. Para poder lograr controlar a las poblaciones de insectos plaga, que generan pérdidas económicas

en los ambientes que invaden, son necesarias políticas públicas a gran escala con fondos disponibles para tal fin. El Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos de la EEA INTA Bariloche, cuenta con investigadores y becarios, dedicados a estudiar en profundidad diferentes aspectos ecológicos de esta avispa invasora. El conocimiento de la biología y ecología de una plaga es fundamental para establecer planes o estrategias de control de especies problema.

Glosario

Eusocial: (eu: verdadero, "socialidad verdadera"). Nivel más alto de organización social presente en ciertos animales.

Exótico: Organismo establecido fuera de su distribución natural.

Invasor: Organismo que logra establecerse exitosamente fuera de su área de distribución natural, produciendo muchas veces alteraciones en el ecosistema receptor.

Trofalaxia: Mecanismo mediante el cual los insectos sociales se alimentan unos a otros o transfieren información a través de feromonas.

Prevención y cuidado

A diferencia de los mosquitos, que pican para conseguir alimento, estas avispas sociales pican y muerden como estrategia de defensa ante cualquier situación que consideren una amenaza para ellas o su colonia. La picadura es peligrosa, dado que estas avispas poseen el aguijón conectado a la glándula de veneno. Además de ser muy dolorosa, puede generar una reacción alérgica, la cual varía desde un enrojecimiento de la zona hasta un shock anafiláctico. Por otra parte, a diferencia de las abejas, pueden picar reiteradas veces, por que no pierden el aguijón. No se puede saber con exactitud de antemano si alguien es alérgico o no a la picadura de estas avispas; por tal motivo, ante una picadura, recomendamos dirigirse al centro de salud más cercano.

Resumen

Las invasiones biológicas son uno de los problemas ambientales más serios de la actualidad. Sólo una fracción pequeña de las especies que arriban a nuevos sitios logra establecerse exitosamente provocando impactos significativos. Sin embargo, esa pequeña proporción, es suficiente para considerar a las especies invasoras como una de las principales amenazas a nivel mundial. A pesar de su importantísimo rol ecológico, los insectos sociales, son considerados invasores muy exitosos. La vida en colonias les confiere mayor flexibilidad al momento de invadir un territorio nuevo. Se describirá la invasión de *Vespula germanica*, avispa social exótica, en la Patagonia Argentina resaltando aquellas características propias de los insectos sociales que los ayudan a invadir exitosamente, comparando posteriormente con otras avispas sociales invasoras presentes en la Patagonia (*Vespula vulgaris* y *Polistes dominula*).

Lecturas sugeridas

- Masciocchi, M. (2011). La avispa "Chaqueta Amarilla" *Vespula germanica*. Serie de divulgación sobre insectos de importancia ecológica, económica y sanitaria. Boletín nro. 1. En URL: sites.google.com/site/gepinsectos/divulgacion/serie-divulgacion
- Masciocchi, M. (2011). La "avispa de papel" *Polistes dominulus*. Serie de divulgación sobre insectos de importancia ecológica, económica y sanitaria. Boletín nro. 2. En URL: sites.google.com/site/gepinsectos/divulgacion/serie-divulgacion
- Raffaele, E., de Torres Curth, M., Morales, C. y Kitzberger, T. (2014). Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina: Un cuarto de siglo de investigación en biogeografía, ecología y conservación. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Felix de Azara, 255p.
- Villacide, J. M., Masciocchi, M. y Corley, J. C. (2014). Avispas exóticas en la Patagonia: la importancia de la ecología de invasiones en el manejo de plagas. *Ecología Austral*, 24, pp:154-161.

DESDE LA PATAGONIA

GALAXIAS LEJANAS, DESDE EL LEJANO SUR

¿Cómo llegó el universo a ser como lo conocemos? ¿Cómo eran las primeras estrellas, las primeras galaxias, y cómo modificaron su entorno de manera irreversible? Casi cien astrónomos de todo el mundo, expertos en el área de las galaxias distantes, se reunieron en Bariloche para discutir el estado actual y el futuro de sus investigaciones.

por Guillermo Abramson



Imagen: M. Orellana

Los participantes del encuentro *Distant Galaxies from the Far South*, en uno de los eventos sociales del encuentro.

Aprendimos a lo largo del siglo XX que el universo no fue siempre igual: evolucionó a partir de un estado extremadamente denso y caliente, y 13.800 millones de años después todavía está expandiéndose y enfriándose. El universo joven era muy distinto del que vemos a nuestro alrededor. No había estrellas ni galaxias, sólo los elementos más simples: hidrógeno y helio, y radiación electromagnética. ¿Cómo llegó a ser como lo conocemos? ¿Cómo se formaron las primeras estrellas, las primeras galaxias? ¿Cómo eran, y cómo llegaron a ser como la Vía Láctea y el resto de las galaxias que vemos a nuestro alrededor? Preguntas como éstas reunieron en Bariloche, del 11 al 15 de diciembre de 2017, a los expertos mundiales de las "galaxias distantes". Este campo de estudio ha progresado enormemente en años muy recientes, y se espera que lo haga a paso acelerado, con la inminen-

te nueva generación de telescopios gigantes tanto en la superficie terrestre como en el espacio. El encuentro se realizó en el marco de la conferencia internacional *Distant Galaxies from the Far South*, primera conferencia exclusiva de astronomía desarrollada en nuestra ciudad.

El evento fue una iniciativa de la Prof. Karina Caputi, graduada en Física del Instituto Balseiro y doctora en Astronomía por la Universidad de Edimburgo. Actualmente es Profesora de Astronomía en la Universidad de Groninga, Holanda. Su cariño por Bariloche la impulsó a idear esta conferencia, imaginarla durante años y convocar a sus colegas (no sin esfuerzo, ya que Bariloche queda muy lejos de la mayor parte de los centros científicos del mundo). La Dra. Caputi se dedica a estudiar precisamente cómo se formaron y evolucionaron las galaxias cuando el universo era joven. Participamos en la organización local la Dra. Mariana Orellana, de la Universidad Nacional de Río Negro, y el autor de esta nota.

Además de las numerosas presentaciones técnicas (que pueden descargarse en versión *pdf* de la página web de la conferencia) el programa incluyó dos charlas para todo público. La primera de ellas, sobre el Telescopio Espacial James Webb, estuvo a cargo del Dr. Matt Greenhouse, del Centro Espacial Goddard

Guillermo Abramson

Doctor en Física, Instituto Balseiro (CNEA y UNCuyo). Investigador del CONICET y Profesor del Instituto Balseiro, Jefe de la División Física Estadística e Interdisciplinaria del Centro Atómico Bariloche.
Email: abramson@cab.cnea.gov.ar
Blog: enelcielolas.blogspot.com

DESDE LA PATAGONIA



Imagen: M. Orellana

El panel de discusión “Claves científicas para la próxima década”, a cargo de Garth Illingworth (Universidad de California en Santa Cruz, “padre” de los famosos Campos Profundos del Telescopio Hubble), Julio Navarro (Universidad de Victoria), Alexandra Pope (Universidad de Massachusetts en Amherst), George Rieke y Marcia Rieke (Universidad de Arizona).

de la NASA. El Dr. Greenhouse es el responsable de la instrumentación científica a bordo del que será el mayor telescopio espacial al momento de su lanzamiento (planeado para 2020). Forma parte de una nueva generación de telescopios espaciales y será el sucesor del famoso Telescopio Espacial Hubble, que revolucionó la astronomía y la cosmología en los últimos 25 años. El telescopio Webb es un proyecto internacional conjunto de las agencias espaciales de los Estados Unidos, Europa y Canadá. La segunda charla pública estuvo a cargo de la Dra. Caputi, acerca de las primeras galaxias del universo, su relevancia en el contexto de la astronomía moderna y los desafíos de su estudio. La Dra. Caputi participa también en la construcción de uno de los instrumentos que viajarán a bordo del Telescopio Webb.

No deja de ser sorprendente que los astrónomos puedan no sólo imaginar (gracias a las leyes de la Física), sino directamente observar el universo temprano. ¿Acaso tienen máquinas del tiempo, para acceder al pasado? En algún sentido sí: los telescopios son casi máquinas del tiempo. No nos permiten visitar el pasado, pero nos permiten verlo. A diferencia de la historia de nuestro mundo, el pasado del universo está a la vista. La razón es la velocidad luz, que es enorme pero no infinita: la luz y todas las radiaciones electromagnéticas viajan por el espacio a mil millones de kilómetros por hora.

Al no tener un acceso inmediato a los objetos y fenómenos más allá del sistema solar, el astrónomo no puede tomar una muestra y analizarla en el laboratorio. Prácticamente todo lo que sabemos del universo, lo sabemos observando de lejos, gracias a la luz que nos llega desde enormes distancias. Y debido a la velocidad de la luz, cuanto más lejos se encuentra un objeto astronómico más antigua es la luz que observamos, y lo vemos tal como era hace tiempo. Por supuesto, nunca podremos ver cómo era la gran galaxia de Andrómeda (la galaxia grande más cercana a nuestra propia galaxia, la Vía Láctea), u otras galaxias de nuestra región. Pero el universo es inmenso, así que las galaxias más lejanas que podemos ver son muy antiguas. Las vemos, tenuemente por la enorme distancia a la que se encuentran, tal como eran hace 12 mil millones de años, o más. Y son muy distintas de la Vía Láctea y de Andrómeda: son más chicas, de forma irregular, y producen nuevas estrellas a un ritmo frenético, 100 o 1.000 veces mayor que las galaxias tranquilas de hoy en día.

Existe una complicación adicional. La mencionada expansión del universo no sólo hace que las galaxias se alejen unas de otras, sino que las propias ondas electromagnéticas “se estiren” prodigiosamente, cambiando sus longitudes de onda hacia valores mayores. La radiación ultravioleta y visible de aquellas primeras estrellas, similar a la luz del Sol cuando fue emitida,

DESDE LA PATAGONIA



Imagen: G. Abramson

Charla pública "The James Webb Space Telescope", a cargo de Matt Greenhouse, en Bariloche Eventos y Convenciones. La exposición fue en inglés, pero convocó a una numerosa audiencia general.

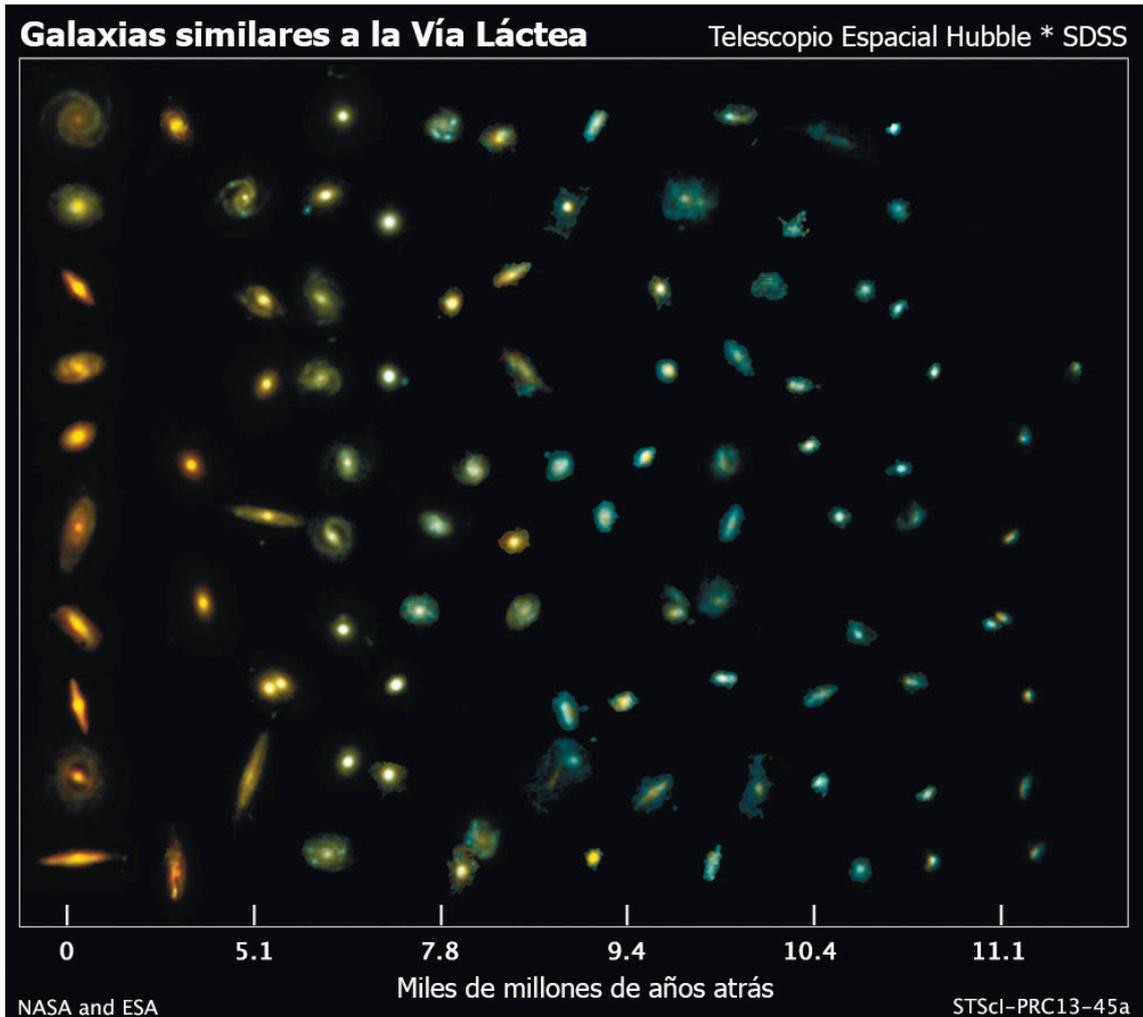


Imagen: NASA/ESA.

Galaxias similares a la Vía Láctea, en una composición de imágenes del Telescopio Espacial Hubble. Están ordenadas cronológicamente, y se observa que las más antiguas (a la derecha) tienen un color azul, dominado por el brillo de numerosas estrellas jóvenes. El arreglo permite observar también la evolución de sus morfologías. (Puede verse la imagen en color en goo.gl/6RK6jy)

DESDE LA PATAGONIA

en su milenario camino hacia nosotros se ha mudado hasta la región infrarroja del espectro electromagnético (un fenómeno llamado *redshift*, o corrimiento al rojo, aunque en estos casos extremos vaya más allá del rojo).

Este programa, aquí esbozado en un breve párrafo, requiere esfuerzos tecnológicos sin precedentes. Hoy en día existen gigantescos instrumentos en lugares remotos de la Tierra, telescopios con espejos de diez metros de diámetro y radiotelescopios con decenas de antenas extendiéndose en formaciones de más de diez kilómetros de ancho. Y hay también una flota de telescopios (de los cuales el Telescopio Espacial Hubble es el más famoso) instalados directamente por encima del efecto perturbador de la atmósfera, ya sea en órbita terrestre o más lejos aún. Estos instrumentos exploran el universo en todas las longitudes de onda del espectro electromagnético: radio, microondas, infrarrojo, visible, ultravioleta, rayos X y gamma.

Telescopios como el Hubble sólo nos pueden mostrar una parte menor de estas lejanas regiones del universo. Desde la superficie terrestre algunos grandes telescopios, como el VLT del Observatorio Europeo Austral en Chile, pueden usarse en infrarrojo, pero el vapor de agua de la atmósfera terrestre absorbe la mayor parte estas radiaciones. Para observar el universo en infrarrojo el mencionado Telescopio James Webb será revolucionario, tanto en la observación del universo temprano como en la de la formación de estrellas y sistemas planetarios y la detección directa de planetas y sus atmósferas alrededor de otras estrellas.

Distant Galaxies from the Far South fue una actividad patrocinada por la Universidad de Groninga, el *European Research Council* y la alianza de institutos holandeses de astronomía, NOVA. Contó también con el auspicio del Instituto Balseiro, la Universidad Nacional de Río Negro e INVAP. Fue declarada de Interés Municipal y Cultural por la Municipalidad de San Carlos de Bariloche.

Resumen

¿Cómo llegó el universo a ser como lo conocemos?
¿Cómo eran las primeras estrellas, las primeras galaxias, y cómo modificaron su entorno de manera irreversible?
Casi cien astrónomos de todo el mundo, expertos en el área de las galaxias distantes, se reunieron en Bariloche para discutir el estado actual y el futuro de sus investigaciones.



Imagen: M. Orellana

Charla pública "Las primeras galaxias del universo", a cargo de Karina Caputi, en la Biblioteca Sarmiento.

Para saber más

Distant Galaxies from the Far South: En el sitio web www.astro.rug.nl/galpatagonia dentro de la sección *Programme*, se pueden descargar las ponencias.

First Galaxies: firstgalaxies.org (en inglés). Sitio web organizado por varios de los participantes, donde puede explorarse tanto lo que se sabe como lo que se planea para el futuro, acerca del universo joven y el rol de las primeras galaxias.

James Webb Space Telescope: En el sitio web (en inglés) www.jwst.nasa.gov, pueden observarse las etapas de fabricación del complejísimo instrumento, y simulaciones de su futura instalación en el espacio. Cuando esté funcionando podremos disfrutar de sus imágenes.

Observatorio Europeo Austral: www.eso.org

DESDE LA PATAGONIA

LA CIENCIA, LA LITERATURA Y SUS PUNTOS DE ENCUENTRO

En noviembre de 2017 el escritor y periodista Bruno Arpaia realizó dos actividades en la sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro. Una de ellas fue la presentación de su libro "Algo, ahí fuera", y la otra fue la realización de un workshop "Ciencia y literatura", en el cual puso en análisis las formas de encuentro entre la comunicación de la ciencia por fuera del círculo académico y la ficción.

Desde la Patagonia asistió a este encuentro.

por Carolina Biscayart y Mónica de Torres Curth

En el marco del encuentro "Ciencia y Literatura", el escritor Bruno Arpaia abordó tres ejes sobre los que desarrolló su charla. En primer lugar se refirió a las similitudes de los procesos de creación literaria e investigación científica. Luego habló sobre la atomización de la ciencia y sus consecuencias, para adentrarse por último en la comunicación en la ciencia, y sus puntos de encuentro con la literatura. A lo largo de la charla trajo a colación, pensamientos de grandes personajes históricos y contemporáneos, tanto del ámbito de la ciencia como de las letras para reforzar estas ideas.

Arpaia fue enfático en transmitir que los procesos de producción de la ciencia y de la literatura son similares. "Estos procesos -dijo- presentan varios puntos de contacto y están en permanente retroalimentación". Para mostrar estos vínculos puso como ejemplo al novelista irlandés ganador del Premio Booker en 2005 John Banville, que dijo: "en un cierto punto, esencial, el arte y la ciencia son tan cercanos que es difícil distinguirlos", y sobre esta idea trabajó Arpaia en su disertación. En este sentido, citó al cosmólogo Joao Magueijo, quien sostiene que "en las fases iniciales del desarrollo de una nueva idea, en esa zona gris en la que aún las ideas no son ni correctas ni equivocadas, sino sólo sombras de posibilidad, [los científicos] nos comportamos más bien como artistas, dejándonos guiar por el temperamento y por el gusto. En otras palabras, partimos de una intuición, de una sensación, o incluso del deseo de que el mundo funcione de un único modo, por lo que procedemos siguiendo ese presentimiento, y a menudo nos quedamos obstinadamente aferrados, inclusive mucho después de que los datos indican que probablemente estamos conduciéndonos a nosotros mismos, y a aquellos que creen en nosotros, en un callejón sin salida. Al final nos salva la

experimentación, que desarrolla el rol de juez supremo y dirime las controversias de una vez por todas".

En la actualidad -dijo Arpaia- existen preconcepciones que tienden a ubicar a las ciencias sociales, exactas y naturales en compartimentos estancos, faltando en este hecho al verdadero modo de funcionamiento de las ciencias y de los contextos a los que refieren. Tanto Galileo como Kepler, mostraban un "ida y vuelta" entre las leyes de la física, la filosofía y la política; y utilizaban una escritura acorde a esta dinámica. Lo importante, según ellos, era el impacto de sus descubrimientos en las creencias de la ciudadanía y en la construcción del pensamiento. Según Arpaia, el físico recientemente fallecido Stephen Hawking afirmaba que "es necesario incorporar a la ciencia el aspecto humano y mirar cómo funcionan las cosas con una mirada externa, que denominaba *desde arriba*". En la ciencia sectorizada todo se banaliza, se encapsula -dijo Arpaia-. Según Hawking, la visión integradora de la ciencia de las épocas de Kepler y Galileo, tiende a desaparecer, y con ello el concepto de verdad. A esto se refería Hawking cuando afirmaba "la filosofía ha muerto". Para el escritor, ésta es una visión exagerada en cuanto "no está contemplando los desarrollos de la ciencia de frontera", la que tiene interrogantes planteados después de un amplio conocimiento y se encamina en esas búsquedas. Arpaia sostuvo que es posible pensar de un modo holístico que, aunque no especializado, pueda entender con simpleza que de lo que se está hablando en uno u otro lenguaje, es del mundo en el que nos movemos, y que todo saber apunta a una mejor comprensión del mismo.

El escritor recordó que la distinción entre ciencias sociales y naturales es una implicancia del positivismo. Es evidente -dijo- al leer la historia y su legado, que

DESDE LA PATAGONIA

Bruno Arpaia nació en Ottaviano (Nápoles, Italia) en 1957, estudió Ciencias Políticas en la Universidad de Nápoles. No obstante, su pasión por la escritura lo convirtió en periodista y, con el tiempo, en comunicador de la ciencia. En 1990, publicó su primera novela *I forestieri*, que ganó el Premio Bagutta - Opera prima. También ha publicado *Tiempo perdido* (sobre la Revolución de Asturias de 1934), *La última frontera*, *Narrar es resistir* (una conversación con el escritor Luis Sepúlveda) y *La energía del vacío*, finalista del Premio Strega y ganadora del Premio Merck Serono. Es traductor de escritores como Ortega y Gasset, Camilo José Cela, Carlos Ruiz Zafón y Arturo Pérez Reverte. Su último libro *Algo, ahí fuera* (Alianza literaria, 2016), es una novela que transcurre entre dos tiempos, que obliga a vivir las consecuencias extremas del cambio climático ya en marcha. Con la capacidad de recrear distintos mundos, en esta última novela Bruno Arpaia combina cuestiones relativas a la ciencia, el arte y la filosofía que, como sostenía Italo Calvino, constituyen la vocación más profunda de la mejor literatura italia-

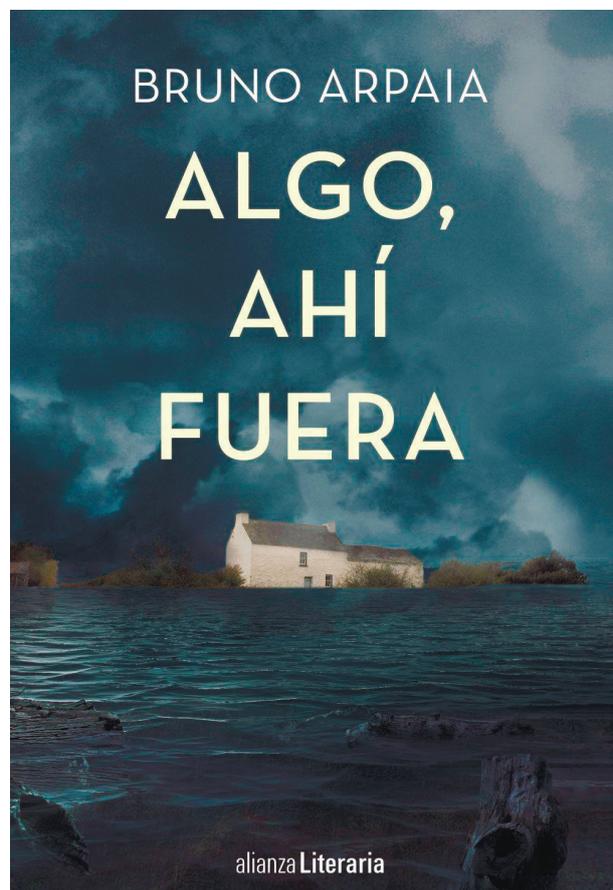


Imagen: www.barinoticias.com.ar

na. Sus textos han sido caracterizados por la crítica como apocalípticos, pero él los considera realistas.

ni a da Vinci ni al Dante ni a Einstein ni a Goethe se les hubiera ocurrido hacer una distinción entre arte, filosofía y ciencia. La literatura aparece vinculada a la ciencia en el sentido de que la ciencia es también "un cuento", en tanto que, con lenguaje propio, intenta eliminar ambigüedades y acercarnos una realidad o un aspecto de la misma. La ciencia es un cuento con sus propias características. La comunicación de la ciencia se trata entonces, de convertir a la ciencia en una historia. Desde una perspectiva histórica, Arpaia explicó de qué modo a lo largo del tiempo arte y ciencia resultaron fuentes de inspiración mutua y resaltó que el contacto entre ambas es estrecho: "en la literatura tenemos zonas oscuras y construimos un cuento; con la mecánica cuántica es igual. La ciencia y la literatura buscan entender la complejidad del mundo"

Los científicos no sólo deben escribir artículos para comunicar sus resultados a sus pares dentro de la comunidad científica. La ciencia ahora es postacadémica -señaló-, hay muchos actores en la sociedad que influyen en el trabajo de los científicos: la financiación, los políticos, los grupos de opinión pública, los periodistas y las asociaciones ambientales, entre muchos otros. No es simplemente una comunicación "de arriba hacia abajo", como se la entendía antes, sino que -en el modelo actual- la comunicación va y viene.



DESDE LA PATAGONIA



Imagen: www.unsam.ed.ar

El positivismo le atribuye a la ciencia casi únicamente el mecanismo de dar una respuesta a una pregunta. Pero el paradigma ha cambiado. “El Principio de Incertidumbre de Heisenberg contribuyó a derrotar esta idea de ciencia para reconocer que hay cosas que el hombre no puede saber”, dijo. Para Arpaia, el hecho de que la ciencia admita su propia ignorancia la vuelve más humanista. “Estamos al borde de las fronteras del conocimiento y, para abordarlas, lo que más necesitamos es imaginación”, concluyó. Decir que el tiempo no existe o que leyes de la física funcionan en un espacio y no en otro, y que convivan estas teorías en el presente mientras se sigue investigando, tiene implicaciones, y esto debe ser incorporado a una concepción humana de la ciencia.

La literatura puede manipular el tiempo y el espacio, así un día pueden ser 100 páginas en el Ulises y 20 años pueden ser abarcados en una línea, como en La Cartuja del Parma. “El arte no reproduce lo visible, hace visible lo que no se ve”, dice Paul Klee en este sentido.

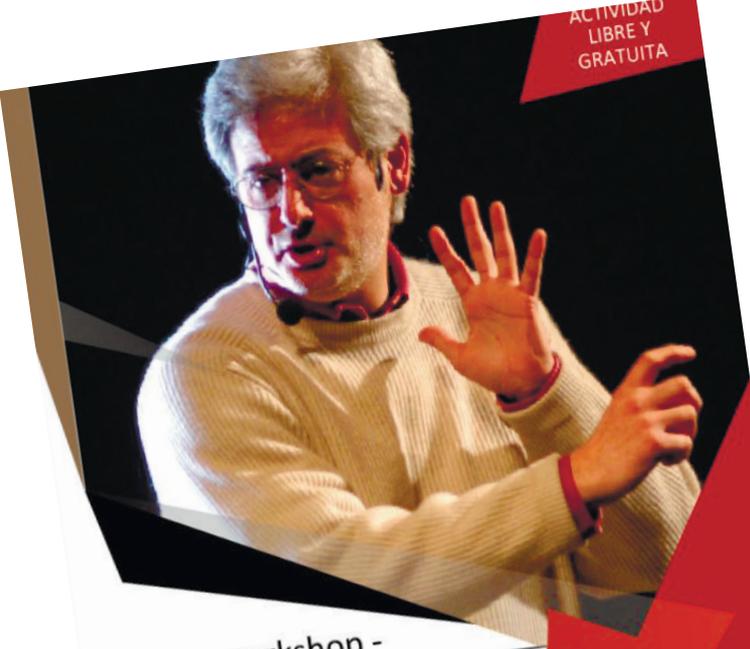
Arpaia se refirió también a la relación entre los métodos de la literatura y la ciencia. Tanto el método científico como el proceso creativo necesitan de disciplina y constancia para obtener resultados productivos. Es preciso acabar con la idea de que la ciencia es exacta y precisa, afirmó. Contó que el matemático británico contemporáneo Michel Atiyah dijo que “la matemática está más cerca del arte que de la ciencia, y que la

lógica es una estructura para madurar lo que aparece en primera instancia: la imaginación”. Con estas citas Bruno Arpaia buscó desmitificar el concepto de aburrido y opaco del científico y lo parangonó con el artista. “A ambos los rige la imaginación y la intuición, y luego de esto sólo está la disciplina”-dijo-. Ni ciencia ni literatura son correctas o equivocadas en sus fases iniciales. Se enmarcan en un cono de sombras, sólo siguen la intuición y el gusto. El escritor Eduardo Caranillo sostiene que “tanto la ciencia como la novela son una mezcla indisoluble de arte, tecnicismos y método”.

Bruno Arpaia afirmó que la literatura “hace experiencia” y ahí está el mayor punto de contacto con la ciencia. El cerebro recrea la realidad y uno vive la historia que se narra y eso hace al mundo “más humano”. Dijo Arpaia: “yo conozco más a Madame Bovary o a Aureliano Buendía que a cualquiera de ustedes (señalando al público) y en el accionar espejo de una neurona, dato científico, está la clave de la importancia de la literatura. La evolución y el lenguaje van juntos”

La importancia de poder comunicar la ciencia -apuntó el escritor- tiene implicancias en el proceso de “desculturización” que se observa en los últimos tiempos. Hoy -dijo- los jóvenes tienen dificultad para entender una noticia del periódico, más allá de veinte líneas. El mundo es complejo y necesita gente que sepa dar respuestas a la altura de esa complejidad. Necesitamos una ciudadanía que tenga las

DESDE LA PATAGONIA



ACTIVIDAD LIBRE Y GRATUITA

- workshop -

Ciencia y Literatura

DISERTANTE: Bruno Arpaia, escritor italiano periodista y traductor experto en literatura española y latinoamericana. Se pondrá en análisis las distintas formas en que se comunican los conocimientos científicos por fuera del círculo académico: periodismo gráfico, audiovisual, crónica, distintas formas de ficción, etc.

Sede Andina | Bariloche
 HORA: 10:00 a 12:00 Hs.
 LUGAR: Mitre 630 - aula 2 "D"

Organizado por la Dirección de Extensión de la Sede Andina y el Departamento de Arte y Cultura de la UNRN.

martes 21 de noviembre 2017

 RÍO NEGRO UNIVERSIDAD NACIONAL Sede Andina
www.unrn.edu.ar

herramientas para comprender y para tomar decisiones, o para evaluar las decisiones que en su nombre los gestores toman. La cotidianeidad cada vez más nos interpela sobre cuestiones científicas. La gran mayoría de la gente no sabe qué hacer, pero hay que decidir. Por eso es importante que la ciudadanía disponga de los conocimientos científicos. La mirada amplia, inclusiva respecto a saberes nos permite una mayor capacidad crítica, y abordar los contextos teniendo en cuenta los posibles impactos de una variable respecto a otras en el momento de un análisis de la realidad.

Tanto la ciencia como la "verdadera" literatura van contra el sentido común. Y nada nos salva más que salvarnos del sentido común. El saber y el sentido común no se llevan bien y es el saber lo que nos salva.

Ciencia y literatura nos acercan realidades complejas sin simplificaciones. Esto no tiene que ver con la dificultad sino con el modo de ver. Para entender hay que saber ver. La escritora Elsa Morante dijo: "una de las posibles definiciones correctas de escritor para mí sería la siguiente: un hombre que se ha tomado a pecho todo lo que ocurre menos la literatura"

Tanto en la ciencia como en la literatura, las preguntas son más importantes que las respuestas. Las preguntas son las que mueven al mundo. Lo que hacen la ciencia, la literatura y el arte en general, es darnos la posibilidad de hacernos preguntas cada vez más profundas. Y probablemente nunca llegaremos a la esencia de las cosas, pero tratamos de aproximarnos a eso. Y las preguntas son lo que nos mueve. La curiosidad por el sentido de nuestra existencia.

Resumen

En noviembre de 2017 el escritor y periodista Bruno Arpaia realizó dos actividades en la sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro. Una de ellas fue la presentación de su libro "Algo, ahí fuera", y la otra fue la realización de un workshop "Ciencia y literatura", en el cual puso en análisis las formas de encuentro entre la comunicación de la ciencia por fuera del círculo académico y la ficción. Desde la Patagonia asistió a este encuentro.

CLUB PUERTO MORENO (1975-2017)

EL CLUB DE FÚTBOL COMO ESPACIO DE INTEGRACIÓN SOCIAL

El club Puerto Moreno brinda un espacio para la recreación deportiva a través de la práctica del fútbol a cientos de niños y jóvenes de toda la ciudad de Bariloche. En este artículo conoceremos la historia del club.

Luciano Arancibia Agüero

El barrio Pájaro Azul - Puerto Moreno es uno de los más antiguos de Bariloche, pero su crecimiento ha sido más lento que el de otros barrios de la zona oeste de la ciudad, como por ejemplo Casa de Piedra y Virgen Misionera. En el área abarcada por este barrio viven familias que pertenecen principalmente a un sector socioeconómico medio y se hallan numerosas viviendas de ocupación temporaria para el turismo. Además, allí se emplazan diversas instituciones como la Biblioteca Popular Francisco P. Moreno, la Escuela N° 44, la guardería Frutillitas, el Jardín N° 68 y el club Puerto Moreno.

La Asociación Civil, Cultural y Deportiva Puerto Moreno, conocida como el club Puerto Moreno, se ubica en la costa sur del lago Nahuel Huapi en el kilómetro 10 de la Avenida E. Bustillo. En su área de influencia más cercana se encuentran numerosos barrios de la heterogénea zona oeste de Bariloche, que es conocida como los Kilómetros ya que su población se asienta a lo largo de las avenidas Bustillo y Pioneros.

El club, identificado con los colores verde y naranja que caracterizan a la flor del Amancay, brinda formación y contención a través de la práctica del fútbol, a unos trescientos niños y jóvenes desde los 4 hasta los 15 años en sus categorías menores. A éstos se suman jugadores con más de 16 años que conforman las divisiones mayores, que participan en los torneos oficiales de la Liga de Fútbol Bariloche (LIFUBA).

A continuación, esbozaré la historia del club, desde su fundación hasta la actualidad, considerando los factores que favorecieron u obstaculizaron la función

formativa y de contención social desarrollada a través del fútbol con jóvenes del barrio y de toda la ciudad.

La fundación del club y sus comienzos

El antecedente más cercano a la creación del club Puerto Moreno se halla en el desarrollo de las actividades del Club Ciclistas Unidos de Puerto Moreno, que era el centro de las prácticas deportivas de los pocos pobladores de la zona oeste de Bariloche en los años sesenta. A la institución concurrían vecinos de diversos barrios que participaban de las competencias futbolísticas y ciclísticas locales, regionales y nacionales de aquella época. Sin embargo, esas actividades se vieron interrumpidas por diversos motivos, y todo ello quedó en el olvido.

A principios de los años '70, aumentó la población estable de la zona de Puerto Moreno, en concordancia con el acelerado crecimiento demográfico en toda la ciudad. En efecto, era mayor la cantidad de jóvenes que demandaban desarrollar actividades deportivas frente a la ausencia de lugares destinados para ello. Ante esta situación, el 16 de septiembre de 1975, por iniciativa de un grupo de vecinos del barrio, se fundó la asociación civil Club Atlético Puerto Moreno con el propósito de brindar a la juventud del oeste un espacio para su formación "física y moral".

El club ocupó el predio en la calle Martín Pescador, donde todavía reside, mediante un permiso de uso precario otorgado en 1977 por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), propietaria de las tierras que ya habían sido utilizadas por el club de ciclistas. Desde aquel momento, se conformó un equipo para participar en el torneo oficial de LIFUBA y se adecuó la cancha de tierra para ello. Algunos miembros fundadores, que eran empleados de la Cooperativa de Electricidad Bariloche, se encargaron de acondicionar el predio mientras instalaban el cableado eléctrico para la zona.

En los años posteriores la CNEA autorizó la colocación del alambrado perimetral del campo de juego y la construcción de vestuarios y sanitarios, requisitos exigidos por la Asociación del Fútbol Argentino para

Palabras clave: barrio, club, fútbol, integración.

Luciano Arancibia Agüero¹

Prof. de Historia.

luciano_arancibia@yahoo.com.ar

⁽¹⁾Facultad de Humanidades (FaHu), Centro Regional Universitario Bariloche, UNCo, Argentina

Recibido 01/09/2017. Aceptado 21/03/2018.

competir como club federado. Como agradecimiento, la entidad deportiva invitó a los estudiantes del Instituto Balseiro a hacer uso de la cancha gratuitamente. La fluida relación con la CNEA muestra la construcción de vínculos del club con otras instituciones, lo que lentamente lo fue convirtiendo en un centro de anclaje identitario para la población de la zona. Cabe destacar que, si bien el público originario al que estaban destinadas las actividades del club eran los jóvenes del barrio, tempranamente la institución comenzó a recibir gente de toda la zona de los Kilómetros, de condiciones socioeconómicas muy diversas.

A fines de los años '70, el club Puerto Moreno tuvo muy buenos resultados deportivos en los campeonatos oficiales de fútbol. Además, conformó equipos juveniles de básquet, vóley y atletismo. Estos proyectos se concretaron, aunque la institución contaba con pocos recursos. De hecho, no pudieron efectuarse todos los proyectos de infraestructura planteados porque implicaban un presupuesto considerable, a la vez que se debían afrontar los altos costos de las competencias. Dichas limitaciones motivaron a las primeras dirigencias del club a solicitar subsidios al gobierno nacional, para lo cual se apeló a su carácter de asociación civil sin fines de lucro.

La última dictadura militar intentó intervenir en las prácticas deportivas con el objetivo de imponer control sobre la población y lograr una transformación social por medio de la transmisión de valores "patrióticos y cristianos". Por su parte, la dirigencia de Puerto Moreno también manifestaba la necesidad de "orientar" desde el deporte a los jóvenes de la ciudad, tratando de evitar que se decidan "por una vida fácil contraria a cierta moral".

Los apoyos solicitados al gobierno nacional nunca llegaron, lo que da cuenta del límite de los alcances de las políticas planteadas desde el Estado. Esto se explica en gran medida por la falta de interés del gobierno

de facto en intervenir en el desarrollo de las actividades de las asociaciones civiles y deportivas como las propuestas por el club Puerto Moreno. A esto podría sumarse la grave crisis política y económica que atravesaba el país durante los últimos años de la dictadura como consecuencia de la implementación de políticas de tinte neoliberal sustentadas en el terrorismo de Estado. De esta manera, el surgimiento de varios equipos de fútbol en Bariloche en esos años no se debió a iniciativas estatales, sino a la consolidación de nuevas identidades barriales y al crecimiento demográfico.

Sin apoyos, Puerto Moreno realizó distintas actividades para costear sus gastos, como organizar rifas y ofrecer bonos contribución. El fracaso de estas actividades se debió a la corta trayectoria del club y la desorganización interna. Los problemas económicos y dirigenciales mellaron el funcionamiento institucional y derivaron en la disolución de la Comisión Directiva, motivo por el cual el gobierno de la provincia de Río Negro procedió en 1984 al retiro de la personería jurídica, y el club fue desafiliado de LIFUBA.

La etapa de las asociaciones y el fútbol barrial

Puerto Moreno se adaptó a las circunstancias y continuó utilizando sus precarias instalaciones para la realización de torneos de "fútbol libre" (es decir, torneos independientes de la liga local federada vinculada a la AFA). Además, hacia 1987, la institución se combinó con una agrupación hípica que comenzó a realizar jineteadas en el predio. Así surgió la Agrupación Gaucha Puerto Moreno, y durante varios años esas actividades representaron a la institución. A comienzos de los noventa el club volvió a volcarse plenamente al fútbol y llevó adelante una alianza con Deportivo Paraguayo (el equipo de la Colectividad Paraguaya) para fortalecerse y participar en los torneos.



Ubicación del club Puerto Moreno en la ciudad de San Carlos de Bariloche.

Imagen: L. Arancibia Agüero



Sede social del club Puerto Moreno.

El fútbol libre es una práctica de los sectores populares de Bariloche que tiene como base de referencia a los barrios, en torno a los cuales se afirman distintas identidades. De acuerdo con Javier Nestares, historiador especializado en fútbol local y sectores populares, a mediados de los '80 esta actividad atravesaba una crisis debido al aumento de los hechos de violencia en los partidos y la pérdida de espacios físicos utilizados para el fútbol. Una de las causas de esta realidad fue la inacción del municipio para paliar las problemáticas de los sectores más vulnerables de la ciudad. Esto se vio agravado por los procesos de fragmentación socio-espacial en Bariloche que dieron lugar a diversas dinámicas barriales. La violencia en el fútbol local puede explicar el hecho de que Puerto Moreno haya priorizado otras actividades durante algunos años.

Por otra parte, muchos "potreros" fueron ocupados con viviendas y edificaciones, producto del crecimiento urbano. Esto no fue seguido por una reasignación de lugares para la recreación deportiva. Sin embargo, el club Puerto Moreno contaba con una cancha propia que podía ser utilizada por muchos equipos, dando lugar a la integración de los jóvenes de todo Bariloche.

El predominio del turismo como actividad económica, el crecimiento demográfico, y la composición social heterogénea, son factores que contribuyeron a la expansión urbana desordenada y a la conformación de una ciudad fragmentada con profundas desigualdades sociales. Dentro de este escenario, en las últimas décadas aumentaron las dificultades para brindar servicios públicos a la población en crecimiento, y los

nuevos barrios se caracterizaron por las pobres condiciones habitacionales.

Como resultado de esta fragmentación, desde los años '80 se instauró en el imaginario local la representación de Bariloche como "la ciudad de las dos caras". Por un lado, la cara que corresponde con la zona del casco urbano denominada como el Centro, que mira hacia el lago Nahuel Huapi, muy vinculada al turismo y con buenas condiciones socioeconómicas; y, por otra parte, la zona conocida como el Alto, ubicada hacia el sur, con una población que vive en condiciones muy desfavorables. Esta última cara es la parte de la ciudad que el discurso hegemónico oculta, omitiendo la complejidad social que hay en Bariloche. A su vez, la dicotomía entre el Centro y el Alto deja afuera las realidades existentes al interior de la zona de los Kilómetros, desconociendo la diversidad de situaciones sociales que presenta el área oeste de la ciudad.

A partir del retorno de la democracia en 1983, el discurso gubernamental defendió la participación ciudadana en el espacio público y la igualdad de oportunidades. Sin embargo, la materialización de ese discurso muchas veces se vio limitada por la poca fuerza del gobierno para revertir la situación económica y social dejada por la dictadura. El crecimiento acelerado de los precios aumentó los niveles de pobreza en todo el país.

Durante los años '80 surgieron en Bariloche numerosas juntas vecinales que buscaban hacer frente a las demandas que el Estado no podía satisfacer. Los



Imagen: Gentileza club Puerto Moreno

Equipo de la Primera de Puerto Moreno, 2017.

vecinos de Puerto Moreno no vivían las mismas condiciones de precariedad sufridas por los pobladores del Alto, pero el barrio también se vio afectado por las dificultades del gobierno municipal para proporcionar servicios públicos. Así fue como se creó la Junta Vecinal Pájaro Azul en 1980 (convertida en Asociación en 1981) por iniciativa de un conjunto de vecinos que se unieron con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la gente del barrio, fomentar diversas manifestaciones culturales y solucionar la falta de abastecimiento de agua potable en la zona.

Aun así, como afirman Paula Núñez y Daniel Fuentes, historiadores de Bariloche, los espacios formales que han regido a las juntas vecinales suelen dificultar la participación real de los sectores populares en los procesos de toma de decisión y su efectiva integración social. Por eso, frente a la pobreza y el abandono institucional, el club de fútbol se convirtió en un ámbito complementario de suma importancia a través del cual se difundieron con gran éxito los valores democráticos. Allí, dichos sectores pudieron manifestar su presencia en el espacio público. La solidaridad y la igualdad de oportunidades generalmente ocuparon la base de la organización institucional y de la práctica deportiva.

Al no contar el club Puerto Moreno con una personería jurídica, sus posibilidades de obtener ayudas estatales se volvieron nulas. Esto explica la necesidad de formar alianzas con otras organizaciones, lo que hizo posible la continuidad de las actividades deportivas, además de ser una forma de aliviar las cargas económicas que ello implicaba.

Pájaro Azul-Puerto Moreno en el contexto del neoliberalismo

En los años '90, el proceso de urbanización estuvo más determinado por las presiones del mercado inmobiliario, con lo cual el Estado favoreció la ocupación privada del espacio público y no consideró las necesidades de los sectores populares. Al promediar la década, la ciudad se sumergió en una profunda crisis económica producto de la aplicación de políticas neoliberales en todo el país. Éstas conllevaron un aumento de la desocupación, la precarización y la flexibilización laboral en muchos sectores. En efecto, crecieron los niveles de pobreza y exclusión en Bariloche.

En ese momento las complicaciones económicas del club pusieron en riesgo el mantenimiento del usufructo del terreno cedido en préstamo por la CNEA. Por esta razón, resultó necesario para Puerto Moreno retornar al fútbol federado, ya que esto implicaba volver a adquirir una personería jurídica y reasumir sus obligaciones como asociación civil, las cuales eran la razón de ser del permiso adquirido para la utilización del predio. La concreción de este objetivo se vio favorecida por el surgimiento de un grupo de jóvenes jugadores que lograron tener exitosas campañas en el fútbol libre, a raíz de lo cual afrontaron el desafío de regresar al fútbol federado.

En 1999, la entidad deportiva llevó adelante un acuerdo con la Asociación Vecinal Pájaro Azul para utilizar su personería jurídica y, de esta manera, formar parte de los certámenes de LIFUBA. Así, el club disputó las competencias de la Liga hasta el año 2003 bajo el

Imagen: Gentileza club Puerto Moreno



Inauguración de la cancha de Puerto Moreno en 1977.

Trabajos de sembrado en la cancha. 2012.



Imagen: Gentileza prensa club Puerto Moreno

nombre Pájaro Azul - Puerto Moreno. Gracias al trabajo de dirigentes y jugadores, el equipo de primera división obtuvo el campeonato oficial de la temporada 2001-2002, tras vencer en el Estadio Municipal al conjunto de Estudiantes Unidos, el club de mayor estructura y reconocimiento en Bariloche. En efecto, la Asociación Pájaro Azul se ganó la participación en el Torneo del Interior organizado por el Consejo Federal del Fútbol Argentino. Esto implicó un enorme desafío deportivo y económico. El club Puerto Moreno pudo afrontar los gastos que demandó esa importante competencia gracias al aporte activo de la Asociación Vecinal. Además, el sostenimiento de las actividades en Puerto Moreno fue posible por la voluntad de unas pocas personas que desempeñaban múltiples funciones dentro del club.

La relación Pájaro Azul - Puerto Moreno se basó en un beneficio mutuo. El club recibía de la Asociación los recursos necesarios para el desarrollo futbolístico, a la vez que esta última podía incentivar las actividades sociales y culturales del barrio a través de la entidad deportiva. Es decir, el canal formal de participación barrial se puso al servicio del club deportivo, entendido como un ámbito de interacción ciudadana de tipo informal. En un contexto problemático que amenazaba a ambas instituciones, la alianza fue otra estrategia del club para mantenerse con vida.

42

La crisis de 2001 respondió a las políticas neoliberales aplicadas durante las presidencias de Carlos Menem que generaron un crecimiento de la polariza-

ción social en todo el país. Esas políticas impactaron sobre el turismo y también se manifestaron, una vez más, a través de un modelo de urbanización favorable a los intereses del sector inmobiliario, que tuvo como consecuencia nuevamente el crecimiento de la fragmentación socio-espacial en Bariloche.

En este momento, Puerto Moreno trascendió el ámbito barrial y permitió que jóvenes varones de los barrios marginados de la zona de los Kilómetros e incluso del Alto pudieran ser incluidos socialmente a través de la práctica deportiva. A su vez, la institución reforzó los lazos con los vecinos de su barrio. La alianza del club con la Asociación Vecinal Pájaro Azul, la obtención del campeonato local de la primera categoría y la cobertura periodística de las campañas del equipo a través de una radio de la zona, son factores que favorecieron la integración del club al interior de la identidad barrial.

Sin embargo, la violencia a nivel general en el fútbol de Bariloche fue un obstáculo para las actividades de Puerto Moreno, ya que puso fin a la relación con la Asociación Vecinal. En diciembre de 2001, se desencadenaron serios incidentes en un partido que disputaron los equipos de Pájaro Azul y Alas Argentinas. Como resultado de estos hechos, y ante el incumplimiento de algunas de sus obligaciones institucionales, la Asociación Vecinal Pájaro Azul decidió terminar la alianza con la entidad deportiva.

Estos hechos reflejaron la conflictividad de la población barilocheña en aquellos momentos de convul-

sión social que se vivían en todo el país. Y las actividades deportivas son permeables al contexto social en el que se desarrollan. De hecho, el barrio Pájaro Azul (al igual que otros de la zona oeste) fue lugar de reclamos a las autoridades, debido a la falta de soluciones estatales respecto a las problemáticas sociales de la población del sector.

El comienzo de las categorías infantiles

A partir de 2003, la Argentina tuvo una recuperación económica motivada por los precios favorables en el mercado internacional de las materias primas exportadas, junto a la implementación de otras políticas de Estado. Las mejoras económicas en la etapa post-neoliberal ayudaron a reducir los niveles de desempleo, pobreza y desigualdad social gracias a una mayor redistribución de la riqueza. Sin embargo, en Bariloche continuaron desarrollándose los procesos de segregación socio-espacial junto a la pervivencia de problemáticas como la presencia de jóvenes en situación de calle.

Dentro de este contexto, en 2004, la Comisión Directiva del club Puerto Moreno buscó reorganizar al institución luego del cese de la experiencia junto a la Asociación Vecinal Pájaro Azul. Se propuso mejorar la deteriorada infraestructura y formar nuevos dirigentes para evitar repetir las pugnas internas y la ineficiente administración de los recursos. Además, se crearon las divisiones infantiles de Puerto Moreno, apuntando a integrar y contener a los niños, ante la ausencia de otros clubes en el oeste y frente a la dura realidad social.

Las nuevas categorías quedaron a cargo de unos pocos técnicos capacitados por la Asociación de Técnicos de Fútbol Argentino, hecho por demás importante, considerando la escasez de técnicos profesionales en la ciudad. A partir de 2007 el trabajo del club comenzó a dar sus frutos en una seguidilla de campeonatos obtenidos por las categorías infantiles, y los planteles comenzaron a viajar a certámenes regionales.

La refundación del club en 2008

El 8 de marzo de 2008, ante la imposibilidad de reflotar su personería jurídica, la institución dejó de llamarse Club Atlético Puerto Moreno y se refundó como la Asociación Civil, Cultural y Deportiva Puerto Moreno. En ese momento se reasumió el compromiso de posibilitar que los niños y jóvenes puedan contar con un espacio para realizar una práctica deportiva que los aleje de las calles. Para concretar sus objetivos, la dirigencia buscó ampliar los recursos económicos de la institución y administrarlos de forma más eficiente. A partir de ello se dio un mayor acercamiento de los vecinos para colaborar en el funcionamiento institucional.

La falta de recursos fue paliada parcialmente con el aporte de algunos comercios interesados en apoyar la labor contenedora desarrollada con los jóvenes. Además, el club buscó atraer "socios protectores" que brindaran contribuciones económicas. Así, con los apoyos recibidos, se pudo construir el quincho del club, se incorporó una línea eléctrica trifásica en la sede, y se adquirió una bomba para el sistema de riego.

En los siguientes años, la Comisión Directiva apuntó a una mayor inserción de los vecinos por medio del deporte y las actividades sociales, con el propósito de aumentar la cantidad de socios. Desde entonces, la cuota societaria ha constituido el principal pilar económico del club. A esto se sumaron los beneficios generados por el alquiler de las instalaciones, la realización de rifas, eventos, y una colaboración que aportaba la junta vecinal Casa de Piedra. Con estos ingresos continuó la ejecución de obras para mejorar la sede. Mientras tanto, los dirigentes aportaron su propio dinero para hacer posible la continuidad de la actividad futbolística (hay que considerar que los clubes deben pagar gastos por participar en LIFUBA, arbitrajes, seguros, transporte, seguridad policial, alquiler de gimnasios, indumentaria y viáticos para los directores técnicos).

Por otra parte, se creó el Departamento Infante-Juvenil de Puerto Moreno con el objetivo de agrandar el "semillero" del club, capacitar a los dirigentes y técnicos para realizar las tareas formativas, y lograr un mayor acercamiento de las familias a la institución, para cooperar con la Comisión Directiva. Esta propuesta se basaba en el supuesto de que, al tener gente capacitada trabajando con los niños, se vería menos violencia en las canchas. La idea era evitar que el fútbol infantil reflejara los incidentes que se registraban en las categorías mayores del fútbol barilocheño.

Muchos de estos hechos fueron, una vez más, un correlato de la conflictividad latente en la ciudad, que estalló en coyunturas críticas. Ejemplos de ello fueron los incidentes generados a partir de la represión policial que acabó con el asesinato de tres jóvenes en junio de 2010, y los saqueos en varios comercios en diciembre de 2012.

Los sectores populares del Alto y los Kilómetros han compartido experiencias como las situaciones de hacinamiento, las malas condiciones laborales y las formas de marginación comunes. Durante décadas estos sectores quedaron excluidos de la memoria oficial de la ciudad. El discurso hegemónico atribuye las problemáticas de los sectores populares a su propia responsabilidad, y las representaciones que se construyen desde afuera sobre los barrios marginados son las que los identifican como "zonas de peligro". Frente a ello, los conflictos sociales derivaron en un cuestionamiento a la clase dirigente y a las fuerzas policiales por el aban-

Imagen: Gentileza prensa club Puerto Moreno



Categoría infantil de Puerto Moreno en 2017.

dono institucional y la represión, sumado a reclamos por las grandes carencias que padecen los barrios.

La exclusión socio-espacial propició la violencia en el fútbol. Como agravante, el fanatismo suscitado por el deporte dio lugar a identidades excluyentes que posicionaron al rival como un enemigo.

No obstante, el deporte también hace posible la integración de los jóvenes en contextos de marginalidad y pobreza. Para prevenir la violencia, la dirigencia de Puerto Moreno comenzó a trabajar para realizar mejoras en el predio (incluyendo la reparación del alambrado perimetral y los portones que separan a las hinchadas de los jugadores) e intensificar las tareas con las categorías del fútbol infantil. En este sentido, desde el Departamento Infanto-Juvenil del club se fomentaron valores y actitudes como el respeto, la solidaridad y el compañerismo.

El abandono institucional en el fútbol se manifestó, además, a través de la precariedad de las canchas de la ciudad, que generalmente no cumplen las mínimas condiciones de seguridad, lo que guarda relación con la violencia en los partidos. La falta de infraestructura constituye un problema que históricamente ha obstaculizado el desarrollo de la actividad futbolística en Bariloche. Puerto Moreno vivió en carne propia la falta de recursos para mantener las medidas de seguridad del predio y prevenir los hechos de violencia.

El sembrado de la cancha y el crecimiento actual

44

Luego de la caída de cenizas producto de la erupción del volcán Puyehue - Cordón Caulle en 2011,

la dirigencia del club puso en marcha el sembrado del campo de juego. Finalmente, el 1 de diciembre de 2013 se inauguró la cancha de césped que lleva el nombre de Walter Montero, dirigente del club que impulsó la tarea del sembrado. A partir de allí la institución tuvo un crecimiento notable. Este logro fue posible por el trabajo de la dirigencia, por los padres y madres de jugadores que brindaron su aporte y por la contribución de los patrocinadores.

Sin embargo, hasta el día de hoy continúan las dificultades producto de la relativamente poca contribución estatal al desarrollo de las actividades deportivas y de contención social. Los materiales de entrenamiento que proporciona el municipio no son suficientes para todos los equipos de la ciudad. Además, la cesión de espacio del Estadio Municipal o de los distintos gimnasios por parte de las autoridades generalmente se da en horarios y épocas inadecuadas para el desarrollo de la actividad y para contener a la gran cantidad de chicos que moviliza el fútbol infantil en Bariloche.

La ausencia de lugares techados para albergar a los niños en invierno es una dificultad que afecta a los clubes que no cuentan con gimnasios propios. Puerto Moreno es uno de ellos, motivo por el cual sus equipos deben desplazarse a los gimnasios de las distintas escuelas, de acuerdo a la concesión de espacios.

Por otra parte, los últimos gobiernos nacionales confeccionaron planes para el desarrollo deportivo en todo el país que apuntaban al mejoramiento de canchas y el acceso de toda la población a las actividades físicas. En ellos se consideraba el deporte como un agente capaz de mejorar la calidad de vida de la

población, promover la salud, la educación y la organización comunitaria. Si bien estos lineamientos fueron adoptados por el club, lo cierto es que no obtuvo apoyos concretos hacia sus actividades. Además, Puerto Moreno reivindicó los conceptos de equidad, justicia e igualdad sostenidos por el discurso del gobierno a nivel nacional, lo cual es una prueba de la forma en que las actividades deportivas pueden ser agentes difusores de ciertos valores de una época incluso sin que haya intervenciones estatales.

El crecimiento institucional de los últimos años se produjo a pesar de la falta de recursos que impedía ampliar la oferta de actividades. Aun así, se llevaron adelante mejoras en el predio, incluyendo la conexión del gas, la instalación de tribunas y la inauguración de una cabina de transmisión para la prensa. Para costear sus gastos, el club organiza cenas, ferias, y recauda el dinero de las entradas los días de partido. Esto permite la presencia constante de todas las categorías de la institución en los torneos oficiales de LIFUBA, y la participación en competencias de alcance local, nacional e internacional, siendo estas últimas realizadas en algunas localidades del sur de Chile. Muchos de estos certámenes tuvieron sede en el campo de juego del club y contaron con la presencia de equipos de diversas provincias del país.

A través del trabajo de las categorías infanto-juveniles en su cancha, Puerto Moreno proporciona un es-

pacio de recreación para cientos de chicos de toda la ciudad y realiza una destacada tarea de contención frente a diferentes problemáticas como los conflictos familiares y el consumo de drogas. También hay casos de chicos con carencias económicas, muchos provenientes de los barrios más humildes de los Kilómetros. Puerto Moreno brinda facilidades a estos jugadores que no pueden pagar la cuota, para que, de todos modos accedan a la práctica deportiva. Así se busca romper los imaginarios que excluyen a los sectores del Alto e invisibilizan las realidades de los Kilómetros.

Por otra parte, cabe destacar que el club cuenta con una importante participación de mujeres que contribuyen al crecimiento de la institución. Esto incluye dirigentes, madres de jugadores y niñas que están integradas en algunas categorías, si bien hay que aclarar que Puerto Moreno no cuenta con categorías exclusivas de fútbol femenino.

Las actividades en favor del crecimiento del fútbol y el fútbol infantil en Puerto Moreno han sido casi exclusivamente por iniciativa de los dirigentes, cuerpo técnico y vecinos del barrio que destinan su tiempo y sacrificio para hacer posible la práctica deportiva, y no por una intervención sistemática del Estado. El trabajo de todos ellos es lo que permite que continúe desarrollándose la tarea de contener e integrar a través de la práctica deportiva del fútbol a niños y jóvenes provenientes de toda la ciudad.

Resumen

El club Puerto Moreno se encuentra en el barrio Pájaro Azul de San Carlos de Bariloche, en el corazón de la zona oeste conocida como "los Kilómetros". En su cancha proporciona un espacio de recreación y formación a través de la práctica deportiva del fútbol para cientos de chicos, no sólo provenientes de las zonas lindantes, sino también de toda la ciudad. El trabajo de los dirigentes y los vecinos del barrio ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de la institución pese a los obstáculos que se presentaron desde su fundación hasta la actualidad, tales como las complicaciones económicas, organizativas, la violencia y la falta de apoyos por parte del Estado a las instituciones que, como ésta, realizan una tarea de formación e integración social a través del deporte.

Lecturas sugeridas

- Gerlero, J. C. (2012). La imposición del ocio. Características del Modo de Recreación de la última dictadura militar en Argentina. *Revista Educación física y deporte*, 31, pp. 989-997. En URL: aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/14404
- Lezcano, M. J. (2010) ¿Sí o NO a Wal-Mart en Bariloche? Una perspectiva desde los sectores populares. *Revista Pilquen*, San Carlos de Bariloche: Universidad Nacional del Comahue.
- Nestares, J. (2015). Clase de fútbol. Sectores populares y asociativismo deportivo en Bariloche. La experiencia de la ADEFUL (1975-2015). Bariloche: Universidad Nacional del Comahue.
- Núñez, P. y Fuentes, R. (2008). Formas de participación en procesos democráticos recientes. Sociedad civil en San Carlos de Bariloche. *Revista de pensamiento i Análisis*, 8. En URL: www.raco.cat/index.php/RecercaPensamentAnalisi/article/view/182956
- Núñez, P. y Guevara, T. (2013). La ciudad en disputa: desarrollo urbano y desarrollo económico en San Carlos de Bariloche, Argentina. *Revista Diálogo Andino*, 45. En URL: www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07192681201400030001

MÉDICOS DE CORAZÓN

Reportaje

a Mariano Trevisan

por Gustavo Viozzi

Entrevistamos al Dr. Mariano Trevisan, quien junto con un grupo de cardiólogos de Bariloche realizan trabajos científicos para responder preguntas sobre la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cuyas respuestas pueden ayudar a tomar decisiones desde la salud pública.

Desde la Patagonia: Bienvenido a la revista, primero te pido que te presentes y me cuentes sobre tu trabajo.

Mariano Trevisan: Hola, soy Mariano Trevisan, estudié medicina en la Universidad de Buenos Aires e hice la especialidad en cardiología en el Hospital Italiano. Llegué hace 12 años a Bariloche y formo parte de un grupo de cardiólogos de Bariloche del ámbito público y privado con quienes, bajo el paraguas de la Sociedad Argentina de Cardiología - Filial de los Lagos, nos reunimos semanalmente para discutir casos clínicos y novedades de la especialidad. A partir de esas reuniones surgieron varios trabajos de investigación que tienen que ver con la prevalencia de factores de riesgo por un lado y más recientemente nos concentramos en averiguar sobre la incidencia de infartos en nuestra ciudad.

DLP: Este trabajo, ¿forma parte de un proyecto más grande que se está haciendo a nivel nacional?

MT: En el ámbito nacional, desde la Sociedad Argentina de Cardiología se promueve este tipo de iniciativas para poder conocer mejor nuestra realidad relativa a la enfermedad cardiovascular. Por otro lado, existe una iniciativa de la Organización Mundial de la Salud para relevar el infarto agudo de miocardio, no solamente en las instituciones de salud, donde los pacientes llegan vivos y se internan. Esa es la punta del iceberg, pero hay una proporción grande de individuos que sufren un infarto y fallecen antes de llegar a un centro de atención. Lo que suele pasar, y de eso hay mucho estudiado, es que se trata de optimizar el manejo, la atención y el cuidado de los pacientes que llegan a un centro de salud con un problema grave, como es un infarto. Se trata de incidir sobre esa población para atender a los pacientes en tiempo y forma, ya que cuanto antes se los atiendan mejor les va. Todo eso está muy bien, pero lo que pudimos ver en este último estudio es algo que se investiga menos, porque



Mariano Trevisan

Imagen: Gentileza de M. Trevisan

necesita otra logística, y es qué les pasa a las personas que no llegan al hospital, cómo son las situaciones en las que esas personas desarrollan el evento cardiovascular, cuál es el contexto, cuántas son esas personas, qué características tienen y qué condiciones hace que esas personas no lleguen al centro de salud y mueran. En ese sentido, tomando esta propuesta como punto de partida, quisimos aprovechar ventajas que tiene Bariloche como ciudad, geográficamente hablando, ya que es una ciudad que está relativamente aislada de otros centros urbanos, y por lo tanto lo que pasa acá no se mezcla con lo que pasa en otros poblados. Por ejemplo, pensemos en las ciudades del Alto Valle: son ciudades que se superponen y sus poblaciones migran internamente en forma cotidiana y por lo tanto se hace más difícil evaluar estos factores dentro de una ciudad en particular. Las características de nuestra ciudad permiten delimitar mejor la población que uno está estudiando para averiguar, en este caso, la incidencia de infarto. Las desventajas de nuestra ciudad serían que hay menos complejidad en los centros de salud, y desde el punto de vista epidemiológico, al constituir una población relativamente pequeña, tendríamos menos variedad de patologías, menos pacientes enfermos, etc., lo que limita la posibilidad de extrapolar los hallazgos a otras poblaciones.

DLP: ¿Cómo diseñaron estos estudios y cómo los realizaron?

MT: El estudio que hicimos en el año 2011 fue un

estudio poblacional complejo, en el que se indagó sobre factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares e implicaba ir a las casas y encuestar a los individuos sobre hábitos alimentarios, presión arterial, tabaquismo, etc. Para tener una muestra representativa teníamos que hacer un estudio poblacional a partir del censo del INDEC. Fue un muestreo complejo desde el punto de vista logístico. El año pasado hicimos un estudio que no implicó tanto esfuerzo, en el que la pregunta inicial fue cuántos infartos había en un año en la ciudad de Bariloche. Una pregunta que parece tan sencilla es difícil de contestar: uno puede saber cuántas personas se internan en un centro y ver cómo les va a esas personas, pero saber cuántas personas se internan en todo Bariloche en un año y más aún, cuántas personas no llegaron a internarse porque tuvieron un infarto y fallecieron antes de llegar al centro de salud, es mucho más complejo. Hay una iniciativa internacional desde la Organización Mundial de la Salud llamada MONICA¹ que promueve este tipo de estudios.

Si queremos saber cuántos infartos hay en Bariloche tenemos que relevar las personas que se internan con diagnóstico de infarto en los centros que tengan terapia intensiva, que en Bariloche no son tantos: Hospital zonal, Sanatorio San Carlos y Hospital Privado Regional y Sanatorio del Sol, que comparten la misma terapia intensiva. Por otro lado, necesitábamos consultar el registro civil para relevar todas las muertes mensualmente y de ahí extraer las que podrían haber sido por infarto. Esto le agregaba otra complejidad al estudio, porque en el certificado de defunción no siempre los diagnósticos son precisos. Entonces, una vez que descartábamos los casos que habían tenido una muerte claramente no cardiovascular, como cáncer, suicidio, traumatismo, etc. quedaban los posibles infartos, y ahí podíamos aplicar un instrumento novedoso en nuestro medio que se llama autopsia verbal.

DLP: ¿Qué es la autopsia verbal?

MT: En general no se hacen autopsias fuera del ámbito forense o judicial, pero existe una encuesta validada para Latinoamérica que permite, entrevistando al médico que atendió al paciente en el último tiempo, o a familiares y acompañantes que estuvieron con el fallecido en las últimas horas, saber si esa persona

estaba enferma desde hace tiempo o fue algo más reciente, si tuvo dolor de pecho, si tenía problemas cardíacos, si se acostó y se quedó dormido y cuando fueron a despertarlo estaba muerto, o si se desplomó en la vía pública y podría haber sido asistido, entre otras cosas.

DLP: Contame algunos resultados de este estudio.

MT: Lo que encontramos, en números groseros, es que hubo unos 145 infartos en todo el año pasado, que es más o menos la proporción de infartos que hay en otros lugares. Vimos que la mortalidad de los pacientes que se internan es bastante parecida a la media de otros lugares del país, pero lo que fue sorprendente es que hubo una proporción muy alta de personas que se mueren antes de llegar al hospital. En general se dice que la mortalidad por infarto es del 8% y la intervención (angioplastia, medicación, etc.) la puede bajar al 7%, pero en realidad, la mortalidad verdadera es del 46%, porque hubo una proporción muy alta de individuos que nunca llegaron al hospital. Entonces uno de los resultados más importantes de este estudio es que no sólo hay que mirar la punta de iceberg, que son los pacientes internados. Quizás a nivel de políticas públicas, habría que transmitir a la gente cuáles son los síntomas de alarma. Porque esas personas tal vez tuvieron el día previo dolor de pecho y no lo entendieron como un síntoma preocupante y no consultaron a un médico.

DLP: Entonces muchas de estas personas ¿no habían tenido nunca síntomas cardíacos?

MT: Sí, muchas personas no tuvieron síntomas y el primer síntoma es el último. Pero hay otras que tuvieron síntomas unas horas antes o un día antes y tal vez no lo jerarquizaron, no lo entendieron como un problema, y si hubieran consultado a un médico, la evolución habría sido distinta. Por otro lado, personas que fallecen en la casa o en un centro de la tercera edad o en la vía pública, podrían haber sido asistidos por un testigo eventual, si esa persona hubiera sabido hacer maniobras de reanimación cardiopulmonar. Entonces, uno empieza a pensar que la divulgación en la población de maniobras de reanimación y la alarma para llamar rápido a la ambulancia pueden ayudar. Ahí se abren distintas alternativas, desde hacer cursos en las escuelas, porque se sabe que los chicos son muy

¹ Sigla del proyecto destinado a vigilar las enfermedades cardiovasculares: *MONitoring of trends and determinants in CARdiovascular disease*

buenos para contagiar el entusiasmo y transmitir lo aprendido a sus familias, pasando por la posibilidad de asistir al individuo que tiene un paro mediante la guía remota a través del celular desde un centro con personal capacitado, o bien políticas de prevención más a largo plazo, a nivel sanitario, como intentar reducir los factores de riesgo para que la gente no termine sufriendo un evento cardiovascular.

DLP: Cuando relevaron los factores de riesgo en la población de Bariloche encontraron que había algunos índices más elevados que otros lugares de la Argentina, ¿cuáles eran esos factores?

MT: Paradójicamente, aunque uno puede pensar que Bariloche es una ciudad ideal para hacer actividad física, la prevalencia de sobrepeso fue de 6 de cada 10 habitantes. Además, sólo una de cada 4 personas tiene un nivel de actividad física razonable. Eso llama mucho la atención. La cantidad de gente que fuma es de 1 cada 3, similar al resto del país, las personas con hipertensión son 1 de cada 3, aunque de esos, la mitad no sabe que tiene presión alta y de la mitad que sabe, sólo la mitad están bien tratados. Entonces hay mucha tela para cortar si uno quiere disminuir los números para sacarse esta lotería que es el infarto.

DLP: ¿Te parece que la salud pública toma estos datos y los utiliza para sus acciones?

MT: Este estudio contó con el apoyo de la Sociedad Argentina de Cardiología a nivel nacional. Nos financiaron una secretaria y lo que necesitábamos para hacer ese estudio, tuvo repercusión a nivel de los medios, pero no tuvo repercusión a nivel de los gobiernos. Sin embargo, tengo que decir que la municipalidad de Bariloche estaba llevando adelante la elaboración de una ordenanza que estaba a punto de salir. Esta ordenanza exigía que los centros que convocaran a una cantidad grande de gente por día (centros comerciales, terminales de transporte, etc.), dispongan de un desfibrilador automático para asistir a una persona que sufre un infarto y tiene muerte súbita. Lo que pudimos ver es que, en todo el año, de las 61 personas que tuvieron muerte cardiovascular fuera del hospital, sólo un caso ocurrió en la vía pública. El resto fue en el hogar o en un hogar de la tercera edad. Ese dato lo llevamos a la municipalidad, y sugerimos que era una política que no era costo-eficaz. Frenaron la ordenanza, por lo que vimos que sirvió para aplicarlo en una política sanitaria a nivel local. Me parece que es algo rescatable.

DLP: ¿Porque se les ocurre que la gente de Bariloche hace menos actividad física que en otros lugares?

MT: Pensamos que hay distintas causas. Una es el clima: tenemos por lo menos 6 meses desapacibles que desalientan a quienes quieren salir a la intemperie a hacer actividad aeróbica. Pero también hay factores que tienen que ver con lo urbanístico y con decisiones políticas que hacen que Bariloche no sea una ciudad

amigable para hacer actividad física. Es muy difícil e inseguro caminar en las avenidas principales, no siempre hay veredas para caminar, no hay bicisendas, no hay plazas para hacer actividades aeróbicas, en esto hay terreno fértil para trabajar y para favorecer que la gente pueda hacer más actividad física.

DLP: Si tuvieras que recomendar medidas para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, ¿cuáles serían?

MT: Medidas elementales como que la gente fume menos, que conozca su presión arterial y su colesterol. Si uno quiere reducir las muertes por infarto de las personas que no llegan al hospital, habría que implementar alguna estrategia educacional, por ejemplo, en el nivel medio, para que la gente sepa hacer algunas maniobras sencillas de reanimación.

DLP: ¿Te parece que puede influir positivamente el cambio que se está implementando en las escuelas para que los kioscos dejen de vender golosinas y gaseosas para vender alimentos y bebidas más saludables?

MT: Absolutamente, los quioscos saludables ayudan porque los chicos son quienes una vez que adquieren e incorporan un hábito saludable funcionan como transmisores a las familias. Sé que hay una ley a nivel provincial que dispone que los kioscos escolares tengan alimentos saludables. En la semana del corazón estuvimos visitando escuelas y vimos que lo que termina pasando en varios colegios es que es difícil de implementar, porque en muchos casos estos kioscos son para juntar dinero para el viaje de egresados, y resultan más rentables los alimentos poco saludables que otros más elaborados o más saludables.

DLP: ¿Ustedes tienen pensado trabajos a futuro en el tema de enfermedades cardiovasculares?

MT: El trabajo del relevamiento de infarto es el segundo trabajo que publicamos en la revista de la Asociación Argentina de Cardiología, que es una revista prestigiosa con alcance nacional e internacional. Ahora hay otro trabajo en prensa que se vincula con la estrategia de poner desfibriladores en lugares populosos, que no funciona necesariamente en todos los centros urbanos. Pone de manifiesto la necesidad de realizar relevamientos localmente para diseñar las políticas públicas en ese sentido.

DLP: El hecho de tomar algunos medicamentos para otras enfermedades ¿puede favorecer la aparición de afecciones cardíacas?

MT: En realidad, como la enfermedad cardiovascular es la primera causa de mortalidad en el mundo, cuando se desarrolla una droga nueva y se la prueba, los laboratorios prestan mucha atención para detectar si pueden estar aumentando el riesgo de producir un infarto. Esta precaución surgió a partir del caso de un antiinflamatorio que en su momento fue muy promisorio, y quienes lo desarrollaron ocultaron adrede que

Trabajos publicados:

Calandrelli M.E., Saavedra, M. E., Trevisan, M., Zgaib, M. E., Parola, M., y Ferrante D. (2011). Relevamiento de factores de riesgo cardiovascular en Bariloche. *Revista Argentina de Cardiología*, 79 (4), pp: 344-350.

Calandrelli M.E., Caminos, M., Bocian, J.L., Saavedra, M.E., Zgaib, M.E., Bazán, A., Abriata, D.J., Parola, M., Grilli, J., y Trevisan M. (2017). Incidencia anual y letalidad del infarto agudo de miocardio en la ciudad de San Carlos de Bariloche. *Cardiología*, 85, pp. 428-434.



Algunos de los médicos que componen el equipo de trabajo que realizó los estudios en Bariloche. De izquierda a derecha: Daniel Abriata, Jorge Bocian, Matías Calandrelli y María Emilia Saavedra

Imagen: Gentileza de M. Trevisan

aumentaba el índice de infartos. La droga producía menos problemas gástricos, pero al lanzarlo al mercado ocultaron que aumentaba leve pero significativamente el riesgo de enfermedad cardíaca. Cuando se descubrió fue un escándalo a nivel mundial, porque este fármaco ya estaba entre los más utilizados en el mundo. Desde ese momento todo desarrollo de nuevas drogas siempre tiene un ojo puesto en esta cuestión.

DLP: Las muertes por infarto que más llaman la atención son las de quienes mueren súbitamente haciendo actividad física. Esto, ¿está en aumento debido a la exigencia o es un mito producto de lo llamativo de la situación?

Creo que es una pregunta compleja de responder y tiene distintas facetas. En la época actual muere una persona jugando al fútbol en el norte de Italia y la noticia inmediatamente recorre el mundo en pocas horas y se viraliza en todos los canales de deportes. La realidad es que las chances de que una persona joven deportista tenga un problema cardíaco y una muerte súbita son tan bajas que investigar a toda la población buscando eso está demostrado que no sirve para nada. Por un lado, te diría que hacer actividad física siempre está bien y es un factor protector contra las enfermedades cardiovasculares, y por otro lado lo que les pasa a esas personas es como tener un solo número y sacarse el gordo de navidad. Hay un efecto de mayor difusión y que impresiona mucho. Por otro lado, si uno ve lo que ocurre en los grandes eventos deportivos en donde concurren decenas de miles de personas, sería lógico pensar en invertir para tener desfibriladores y personal técnico que los maneje, aun sabiendo que las chances de que ocurra un paro cardíaco son relativamente bajas. También es cierto que hay deportes en donde la exigencia de rendimiento está vinculada a consumo de sustancias, como el caso del ciclista Lance Armstrong, que admitió públicamente que el consumió sustancias para mejorar su rendimiento, pero que

todos lo hacían y que si no las usaba estaba en clara desventaja con los demás. Y el tipo de suplementos que utilizan son potencialmente nocivos para la salud y pueden elevar el riesgo de enfermedades cardíacas.

DLP: De las actividades físicas que se pueden recomendar para la prevención de enfermedades cardiovasculares, ¿cuál dirías que es la mejor?

Lo que solemos decirles a los pacientes es que hagan algo que les guste, que les genere placer, que los divierta, que lo puedan hacer con amigos, que cuando llueva tu amigo te pueda decir, dale vamos igual. Cualquier actividad aeróbica que se incorpore a la rutina, como salir a caminar a paso normal, media hora tres veces por semana. Se puede dejar el auto un poco más lejos del trabajo e ir caminando, lo importante es que sea algo que a uno lo entusiasme y que pueda sostenerse en el tiempo.

DLP: Muchas Gracias Mariano, como es costumbre, te pedimos que cierres la nota con lo que quieras comentar.

MT: Quisiera resaltar que este registro que realizamos pone de relieve una realidad compleja con respecto al infarto, ya que 80% de las muertes ocurren antes de llegar al hospital. El desafío ahora es desarrollar estrategias que nos permitan reducir estas muertes. En este sentido, un mayor control de los factores de riesgo, sumado a campañas de advertencia para consultar ante síntomas específicos y un programa de capacitación para reanimación dirigido al público general podrían tener algún impacto en la mortalidad pre hospitalaria.

Finalmente, es para destacar que un grupo de médicos del ámbito público y privado, en una ciudad "periférica", pudimos trabajar mancomunadamente y generar información relevante para nuestra población, con implicancias concretas en la toma de decisiones a nivel sanitario.

DLP: Muchas gracias por tu tiempo.

MICORRIZAS Y RAULÍ

UNA SOCIEDAD CON MUCHO PARA BRINDAR

Muchas veces desconocemos la importancia de aquello que no podemos observar a simple vista. Los invitamos a conocer a las micorrizas, una simbiosis fundamental para el desarrollo vegetal y con gran potencial en producción forestal.

Natalia V. Fernández, Paula Marchelli y Sonia B. Fontenla

Bosques Andino-patagónicos y domesticación de especies forestales nativas

Los bosques Andino-patagónicos se encuentran ubicados a ambos lados de la cordillera de los Andes, desde el norte de la provincia del Neuquén hasta Tierra del Fuego. En la Argentina, éstos representan aproximadamente el 10% de la superficie boscosa total. Además de poseer una belleza natural inigualable, estos bosques se caracterizan por la existencia de ecosistemas muy diversos, muchos de ellos únicos, con una alta diversidad de especies endémicas; es decir, que sólo se encuentran en esta región del mundo.

Los bosques andino-patagónicos son considerados una de las últimas reservas mundiales de bosques templados con poca alteración antrópica (ver Glosario) y uno de los biomas argentinos mejor conservados. Otras características de estos bosques que los hacen un patrimonio nacional de incalculable valor, son los

servicios ecosistémicos (ver Glosario) que brindan a la sociedad, y la riqueza económica de sus recursos (por ejemplo la madera, sumamente apreciada en el mercado local e internacional). Debido a la excelente calidad del recurso maderero, los bosques andino-patagónicos fueron explotados intensamente en el pasado, sin considerar un manejo silvícola apropiado que tuviera en cuenta su conservación.

Por otro lado, la expansión de la ganadería en estos ecosistemas boscosos trajo consigo la necesidad de generar praderas de pastoreo. Para ello fue necesario retirar la cubierta arbórea natural, lo que los pobladores ganaderos consiguieron provocando extensos incendios. Otros factores, tales como el establecimiento de extensas plantaciones forestales de especies exóticas en cuanto a recurso maderero alternativo y los incendios forestales, también han influido significativamente en el estado de conservación de estos bosques. En conjunto, estos factores han favorecido la reducción en la distribución natural de muchas especies vegetales y animales, así como la extinción de otras.

En Argentina, en 1937 se comenzó con la creación de los primeros parques nacionales, dándose así el primer paso destinado a proteger gran parte de los bosques andino-patagónicos. Otro hecho de gran importancia relacionado con la protección de estos ambientes nativos fue la sanción de la "Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" (Ley 26.331), presentada en el año 2007, cuyo objetivo es "establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad". En este sentido, y tal como ocurre en el hemisferio norte y en Australia, se considera que una de las posibles formas de conservar y aprovechar los recursos naturales en forma sostenible es a través del cultivo y la producción de especies forestales autóctonas, lo cual contribuiría a mitigar la extracción maderera del bosque nativo, y a promover la producción forestal de especies autóctonas en lugar de exóticas, como los pinos.

Palabras clave: bosques andino-patagónicos, domesticación y producción forestal, especies forestales nativas, micorrizas.

Natalia Verónica Fernández ¹

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

Paula Marchelli²

Dra. en Biología.
pmarchelli@gmail.com

Sonia Beatriz Fontenla¹

Dra. en Biología.
fontenlasonia@gmail.com

⁽¹⁾Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología IPATEC (CONICET – UNCo).

⁽²⁾Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal - INTA, EEA Bariloche.

Recibido: 02/11/2017. Aceptado: 25/04/2018.

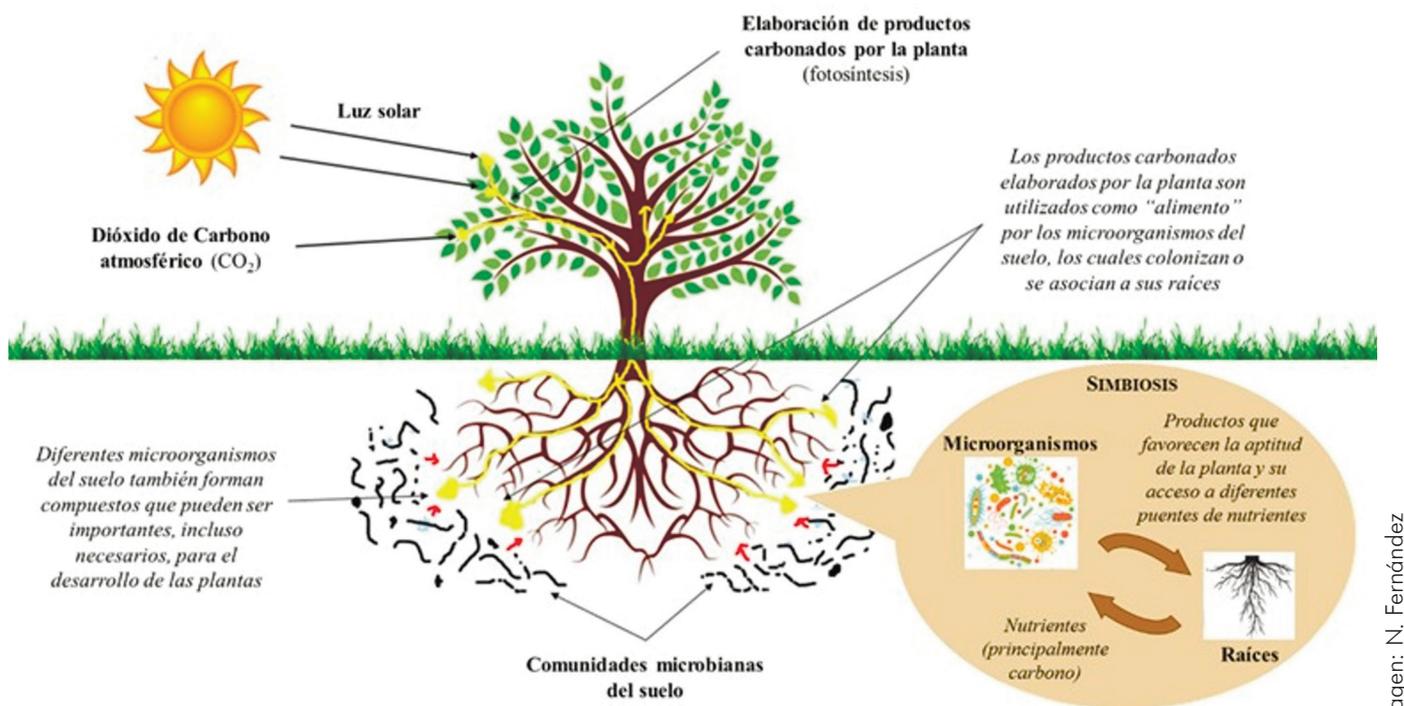


Imagen: N. Fernández

Figura 1. Relación entre diferentes microorganismos del suelo y las plantas que se desarrollan en ellos.

Estas últimas generan diversas problemáticas ambientales en la región, como por ejemplo la fragmentación del hábitat, la alteración del suelo, la eliminación del sotobosque, un mayor riesgo de plagas, enfermedades e incendios. Desde el punto de vista económico, la forestación con especies autóctonas tendría actualmente un costo más elevado respecto de la que se realiza tradicionalmente con pinos, pero éste se compensaría con la alta calidad y precio de la madera. Por otro lado, cultivar especies forestales autóctonas permitiría contar con plantines de calidad para llevar a cabo tareas de reforestación y restauración de ambientes naturales afectados por distintos disturbios, tanto naturales como antrópicos. En este contexto, domesticar y llevar a cultivo especies forestales autóctonas surge como una alternativa de gran relevancia regional. La domesticación se refiere a la forma en la que se seleccionan, manejan y propagan especies forestales con el fin de incrementar su tasa de crecimiento, la calidad de su madera, la resistencia a patógenos tanto como a distintos factores de estrés (por ejemplo, la sequía). Fomentar la domesticación y cultivo de especies forestales nativas de aptitud comercial constituiría, por lo tanto, una forma de disminuir el impacto sobre el bosque nativo, promoviendo su conservación y restauración y, a la vez, proveer al mercado de madera de calidad a partir de actividades forestales sustentables.

Una sociedad de gran relevancia: las micorrizas

Los microorganismos son seres vivos que sólo pue-

den ser observados a través de un microscopio y que habitan en nuestro entorno, incluyendo el suelo y las raíces de las plantas. Dado que son invisibles a nuestros ojos, se suele desconocer su ubicuidad y la importancia de los procesos que llevan a cabo. En la naturaleza, los microorganismos forman parte de comunidades complejas que interaccionan entre sí y con el medio ambiente. Además, son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas, ya que muchos de ellos regulan el flujo de materia y energía de los mismos. Entre los microorganismos ambientales de importancia para el funcionamiento de los sistemas naturales se encuentran aquéllos capaces de establecer relaciones simbióticas mutualistas, es decir, relaciones en las que los organismos que interaccionan se ven beneficiados a partir de las mismas. Son numerosas las simbiosis mutualistas que pueden establecerse entre diversos microorganismos del suelo y las plantas (ver Figura 1), encontrándose entre ellas las micorrizas.

Las micorrizas se establecen entre diversos hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas, y representan una de las simbiosis más ampliamente distribuidas en la naturaleza. La integración morfológica y funcional (ver Glosario) entre ambos organismos es tal, que surge una nueva estructura, propia de la interacción, y ausente cuando los organismos se encuentran por separado. En este caso, el órgano de absorción de la planta ya no es simplemente la raíz, sino la micorriza (ver Figura 2). La base del funcionamiento de esta simbiosis es la transferencia de los carbohidratos (azúcares) elaborados durante la fotosíntesis desde la planta hacia el hongo, mientras que este último brinda

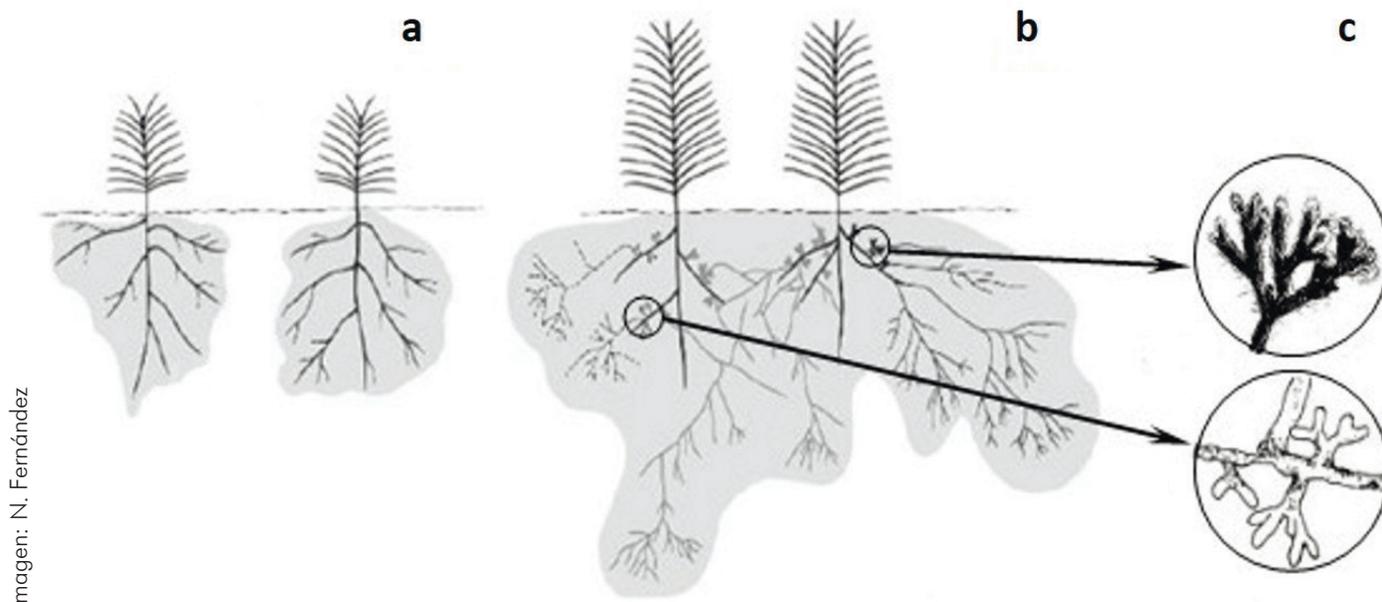


Imagen: N. Fernández

Figura 2. Sistemas radicales (A) sin micorrizas y (B) con micorrizas, notándose en este último el incremento en la superficie de absorción y el mayor tamaño del hospedador. Se señalan también los diferentes tipos de ectomorfotipos (C) asociados a la planta.

al vegetal agua y nutrientes que absorbe a partir del suelo en el que se desarrolla. Además, este intercambio de nutrientes ocurre a través de estructuras propias de la interacción, desarrolladas exclusivamente para tal fin. Es decir, cada organismo "paga" el costo de la simbiosis con diferentes "monedas", pero ambos se ven beneficiados a partir de la misma.

Las micorrizas permiten incrementar la aptitud de uno o ambos organismos, es decir su capacidad de supervivencia, de competencia y de reproducirse exitosamente. La planta no sólo "alimenta" al hongo, sino que además le brinda un ambiente propicio donde desarrollarse y estar protegido, incluso donde formar algunas de sus estructuras reproductivas. Por otro lado, el hongo se desarrolla tanto dentro de la planta como en el suelo circundante a la raíz, donde forma estructuras filamentosas que se denominan "hifas" y que presentan menor diámetro que los pelos radiculares. En consecuencia, el hongo amplía notablemente la superficie de absorción del sistema de raíces de la planta, aumentando la distancia de exploración y accediendo a poros de muy pequeño tamaño en los que las raíces no pueden penetrar (ver Figuras 2A y 2B). De esta forma, las micorrizas le permiten a la planta acceder a nutrientes que se hallan en baja concentración, que presentan movilidad reducida (principalmente fósforo) o que se encuentran en formas químicas no disponibles para los vegetales (por ejemplo, fuentes orgánicas).

52 Por lo tanto, estos hongos simbiosis brindan a las plantas que colonizan acceso a fuentes de nutrientes que de otra manera serían inaccesibles para ellas, in-

fluyendo significativa y positivamente sobre su tasa de fotosíntesis y su estado fisiológico general. Otra forma en la que las micorrizas afectan a la planta hospedadora generando cambios en el tamaño, longevidad y forma del sistema radical y brindándole resistencia frente a diferentes patógenos, tales como bacterias, gusanos nematodos y otros hongos. Por lo tanto, las micorrizas tienen distintos efectos sobre su hospedador, principalmente relacionados con el incremento de la capacidad de la planta para alcanzar el estado reproductivo y generar descendencia (por ejemplo, incrementando el número y la calidad de las semillas). De hecho, algunas especies vegetales dependen de la simbiosis micorrízica para completar su ciclo de vida y les es imposible desarrollarse sin ellas, como ocurre con las orquídeas.

Debido a los numerosos efectos que las micorrizas generan en las plantas, éstas influyen sobre la diversidad, estructura y productividad de las comunidades vegetales. Por ello, su estudio resulta interesante y de gran importancia ecológica y socioeconómica. Desde el punto de vista aplicado y productivo, las micorrizas poseen potencial biotecnológico, principalmente relacionado con su capacidad de incrementar el crecimiento vegetal (bio-fertilización) y de actuar como bio-controladoras contra diferentes patógenos vegetales.

Las micorrizas y su importancia en producción forestal

La gran mayoría de las plantas poseen micorrizas en sus raíces, entre ellas el 85% de las especies de las



Imagen: N. Fernández

Figura 3. Características anato-morfológicas del raulí. A) Tronco recto y cilíndrico de gran porte; B) Corteza estriada; C) Hojas simples, de margen ondulado y suavemente aserrado, nervadura muy marcada.

plantas con flores (angiospermas) y casi la totalidad de las especies de plantas sin flores (gimnospermas) estudiadas hasta el momento a escala mundial. Las micorrizas no son las mismas para todas las especies vegetales, ya que existen diferentes tipos que dependen de la planta y del hongo que forman la simbiosis, los cuales pueden ser muy diversos. Por ejemplo, muchos árboles de gran importancia forestal poseen ectomicorrizas (ver Glosario) en sus raíces, encontrándose entre ellos los pinos, los arces, los abedules y especies tales como: lenga (*Nothofagus pumilio*), ñire (*Nothofagus antarctica*), coihue (*Nothofagus dombeyi*), roble pellín (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus nervosa*). En las ectomicorrizas, el hongo forma un manto fúngico (ver Glosario) que recubre los ápices radicales (ver Glosario) del árbol de manera que éstos presentan características diferentes a los no colonizados.

Estas nuevas estructuras se denominan ectomorfo-tipos y poseen distinto patrón de ramificación, forma, color y textura respecto de las raíces no micorrizadas (ver Figura 2c). En general, en cada individuo pueden observarse varios ectomorfo-tipos, que al estar formados por distintos hongos pueden brindar diferentes beneficios al hospedador. Las ectomicorrizas constituyen la nueva estructura de absorción de la planta, y dado que alteran notablemente la morfología de los ápices radicales, es posible detectarlas al observar las raíces a simple vista o bajo lupa.

Dadas las ventajas que las ectomicorrizas suelen brindar al hospedador, éstas son frecuentemente utilizadas en viveros forestales a fin de reducir la cantidad de fertilizantes y pesticidas químicos. Además, aque-

llas plántulas que poseen ectomicorrizas en sus raíces se encuentran biológicamente mejor preparadas para iniciar en forma inmediata la exploración y explotación del suelo donde se implantarán en comparación con las no micorrizadas. Se reduce así el estrés generado por el trasplante y se incrementan las posibilidades de desarrollarse exitosamente en sistemas naturales, incluso bajo condiciones adversas. Esta información destaca el hecho de que las ectomicorrizas constituyen un factor a tener en cuenta tanto en la producción de las plántulas como al momento de evaluar la calidad de las mismas. De hecho, en la actualidad, existen viveros forestales en diferentes lugares del mundo que utilizan esta simbiosis para mejorar el desempeño de las plantas que producen. Sin embargo, en Argentina su potencial biotecnológico y productivo ha sido poco explorado.

En la región Andino-patagónica resulta de particular interés e importancia el cultivo y producción de diferentes especies de *Nothofagus*, dado que son las que componen la mayor parte del estrato arbóreo de estos bosques y presentan gran valor económico por la calidad de su madera. Todas las especies de *Nothofagus* estudiadas hasta el momento, tanto en Argentina como en otros sitios del hemisferio sur, poseen ectomicorrizas en sus raíces, indicando una alta dependencia de estas especies forestales por la simbiosis micorrízica. Los suelos de esta región son de origen volcánico y se encuentran poco desarrollados, por lo que se clasifican como Andisoles (ver Glosario). Su principal limitación es la alta retención de fósforo, lo cual determina que este nutriente esencial para las plantas se

encuentre poco disponible. A pesar de esto último, las especies del género *Nothofagus* que se desarrollan sobre estos suelos volcánicos, no presentan síntomas de carencia de fósforo, lo cual señala indirectamente que las ectomicorrizas presentes en sus raíces promueven la absorción de este nutriente, constituyendo entonces una de sus principales estrategias de adaptación al ambiente donde se desarrollan. En este contexto, durante el cultivo de especies del género *Nothofagus* es fundamental tener en cuenta esta simbiosis.

Para la mayor parte de las especies de *Nothofagus* presentes en Argentina ya ha sido descrita la forma de cosechar y procesar las semillas, las condiciones óptimas para su germinación y el manejo posterior de las plántulas según un sistema de fertirrigación (ver Glosario) durante el cultivo en vivero, que se basa en la aplicación de distintas dosis de fertilizantes junto con el riego y a diferentes tiempos de aplicación. Sin embargo, durante años se desconoció su relación con las micorrizas durante este proceso. Para describir y comprender qué ocurre en las raíces de plantines de *Nothofagus* durante su cultivo en un vivero forestal y luego de su implantación en el campo se tomó como especie modelo al raulí (ver Figura 3).

Se realizaron estudios, cuyos principales objetivos

fueron describir la abundancia y diversidad de ectomicorrizas en ejemplares de Raulí durante el proceso de domesticación en el vivero, y luego de ser trasplantados al campo bajo dos condiciones ambientales completamente diferentes: bosque nativo y plantación de pinos. Estos estudios, que se detallan a continuación, se realizaron conjuntamente entre el Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología de la Universidad Nacional del Comahue - Sede Bariloche y la Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Bariloche (INTA EEA Bariloche).

¿Qué pasa en las raíces del raulí durante su cultivo en el vivero?

Para saber si las plántulas de raulí forman ectomicorrizas durante el proceso de domesticación en vivero y en qué momento se establece esta simbiosis, durante dos años se realizó un ensayo bajo las mismas condiciones que viene utilizando el vivero forestal del INTA EEA Bariloche para la producción de esta especie. En primer lugar, se sembraron las semillas en tubetes (ver Glosario) con un sustrato compuesto por partes iguales de turba y arena volcánica, sin ningún tipo de

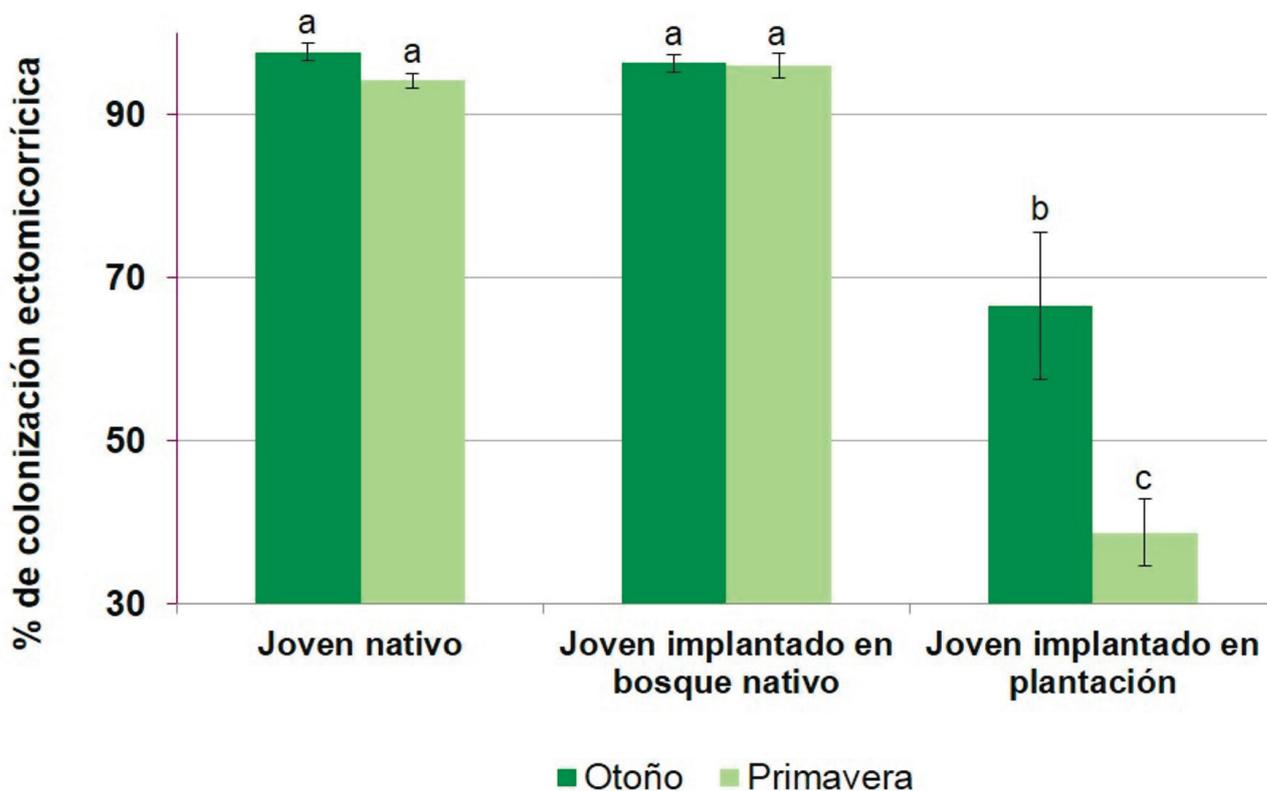


Figura 4. Porcentajes de colonización ectomicorrícica obtenidos en otoño (barras oscuras) y primavera (barras claras) para raulíes jóvenes pertenecientes al bosque nativo de Yuco, y en ejemplares de raulí cultivados en vivero y luego implantados en los ensayos de domesticación establecidos bajo este mismo bosque y bajo una plantación de pinos. Puede notarse que los valores fueron semejantes entre los ejemplares del bosque para ambas estaciones, pero significativamente menores en la plantación de pinos.

inoculación con hongos micorrícicos. Las plántulas permanecieron en el invernáculo bajo un sistema de fertirriego durante un año. Transcurrido este tiempo, la mitad de las plántulas permanecieron en el invernáculo durante un segundo período de crecimiento y el resto fueron trasplantadas al exterior, en el suelo del cantero del vivero.

Tras analizar las raíces en distintos tiempos, se observó que las plántulas no presentaron colonización durante los primeros seis meses tras la germinación, sino que la simbiosis se estableció en sus raíces de forma espontánea (sin agregado externo de inóculo) entre los seis y 12 meses de edad, aun cuando las plántulas poseían nutrientes en abundancia dado el régimen de fertirriego. Al año de edad y antes de ser trasplantadas al cantero, las plántulas presentaban un 74% de sus raíces colonizadas por ectomicorrizas. Finalizado el ensayo luego de dos años, se observó que las plántulas que permanecieron en el invernáculo no sólo presentaron mayor tamaño, sino también mayores porcentajes de colonización ectomicorrícica (72%) respecto de las trasplantadas al cantero (58%). Este fenómeno se debió posiblemente al estrés que significa el trasplante y al cambio en las condiciones ambientales que atraviesan las plántulas al ser llevadas al cantero, ya que se encuentran a la intemperie y sin aporte externo de nutrientes (fertirrigación). Esto derivaría en una menor disponibilidad de recursos por parte de la planta hospedadora para "pagarle" a la micorriza su "servicio", generando una disminución en la colonización.

Por otra parte, luego de identificar por medio de métodos moleculares (análisis de ADN) los hongos formadores de ectomicorrizas, se observó que las plántulas del invernáculo presentaban sólo dos ectomorfotipos mientras que las del cantero poseían seis (cada uno formado por una especie fúngica distinta), dos de ellos coincidentes con los del invernáculo. Se demostró entonces que las ectomicorrizas establecidas en las plántulas durante su estadía en el invernáculo permanecieron en su sistema radical transcurrido un año desde el trasplante, aunque en menor proporción ya que las raíces también fueron colonizadas por hongos propios del lugar de implantación. Es de destacar que las condiciones de cultivo del invernáculo (tipo de sustrato, fertirriego, temperatura, entre otros) pueden actuar como factores de selección para los hongos ectomicorrícicos, dado que sólo algunos de ellos pueden desarrollarse adecuadamente y formar la simbiosis bajo estas condiciones. De hecho, se ha descrito que existe un reducido grupo de hongos cosmopolitas capaces de formar ectomicorrizas en especies forestales cultivadas bajo condiciones de vivero, pero estas especies son reemplazadas rápidamente por las presentes en el suelo del lugar de implantación, dado que suelen

ser "malas competidoras" bajo condiciones naturales. Es por ello que las plántulas del cantero, que se encontraron expuestas al inóculo propio del suelo y a las especies fúngicas que en él habitan, establecieron relaciones simbióticas con hongos diferentes a los que colonizaron sus raíces en el invernáculo. Este hallazgo resalta la importancia del suelo como fuente de inóculo ectomicorrícico en la producción de plántulas de *Nothofagus*.

En base a este ensayo pudo determinarse que las plántulas de raulí cultivadas bajo las condiciones del vivero forestal del INTA Bariloche forman ectomicorrizas naturalmente (sin el agregado de inóculo). Este fenómeno ha sido observado para estas especies en otros viveros de la región que utilizan técnicas de cultivo diferentes (por ejemplo, utilizan suelo como sustrato para cultivarlas). Además, se determinó que tanto el porcentaje de colonización como la diversidad de ectomicorrizas varían dependiendo de la técnica de cultivo empleada (dos temporadas de crecimiento en el invernáculo o una en el invernáculo y otra en el cantero). En término de calidad de las plántulas, cabe destacar que las que permanecieron en el invernáculo presentaron mayor tamaño, desarrollo radical, y porcentaje de colonización micorrícica que las trasplantadas al cantero. Sin embargo, luego de un período de crecimiento en el cantero las plántulas se asocian a un número superior de ectomorfotipos, siendo esto beneficioso para ellas, ya que en general una mayor diversidad de ectomicorrizas está asociada a una mejor adaptación de las plántulas al medio natural.

¿Y qué sucede luego de su trasplantadas al campo?

El interés de cultivar diferentes especies forestales radica en la posibilidad de utilizarlas no sólo para plantaciones productivas, sino también para reforestación y restauración ecológica (ver Glosario). En cualquier caso, es necesario evaluar las características adaptativas y de crecimiento de la especie forestal una vez establecida en el campo, así como su supervivencia y su potencial productivo. Para ello, desde la Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal del INTA Bariloche se han instalado ensayos en distintos lugares del norte de la Patagonia que permiten estudiar el desempeño de las plántulas cultivadas en vivero implantadas bajo diferentes condiciones ambientales, por ejemplo, bajo bosque nativo y bajo plantaciones de pino. Algunos de estos ensayos se encuentran situados en el bosque nativo de la región de Yuco, mientras que otros se ubican bajo plantaciones de pinos en el área de Meliquina (sitios próximos a San Martín de los Andes, provincia de Neuquén). En Yuco, el bosque nativo es mixto, predominando entre las especies arbóreas el raulí y el roble pellín. Ambas especies fo-

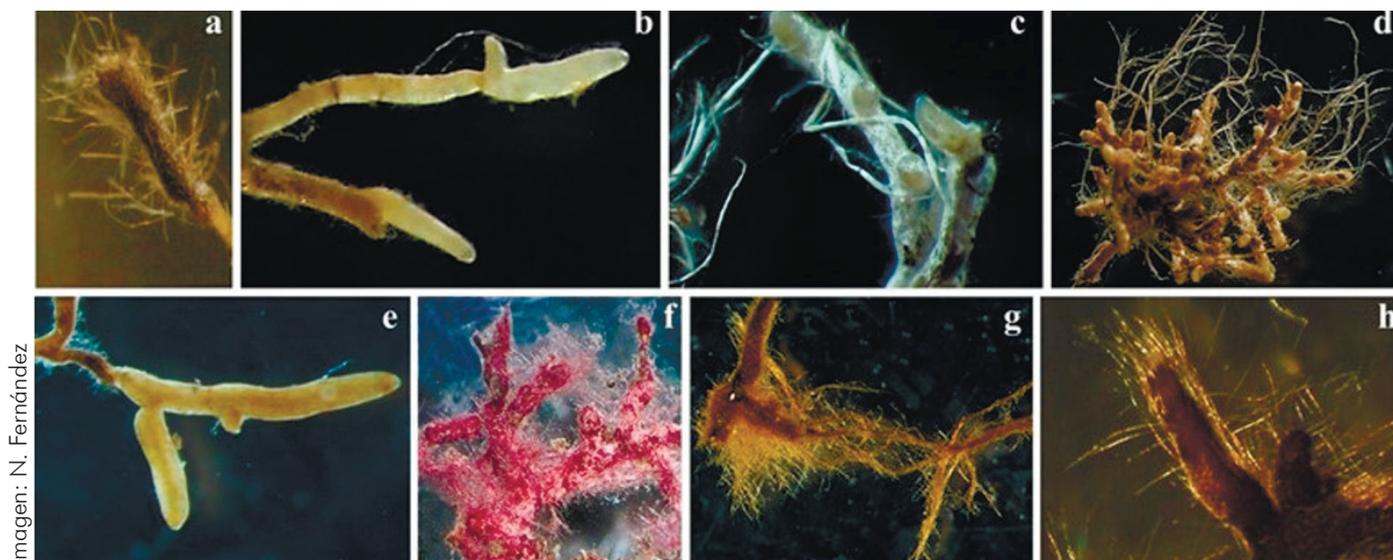


Imagen: N. Fernández

Figura 5. Ectomorfotipos formados por diferentes hongos simbiotes observados en los raulíes cultivados en el vivero del INTA Bariloche (A y B) y luego de su implantación bajo el bosque nativo de la región de Yuco (San Martín de los Andes, Neuquén) (C a H).

restales poseen elevada cantidad de ectomicorrizas en sus raíces. En este contexto y transcurridos diez años desde el establecimiento de cada ensayo, nos surgieron varios interrogantes. Nos preguntamos si las ectomicorrizas que se encuentran en las raíces de los ejemplares de raulí implantados en los ensayos son las mismas que presentan los ejemplares que se establecieron naturalmente en el bosque nativo. También, si las ectomicorrizas asociadas a raulíes implantados bajo bosque nativo son las mismas que en aquellos establecidos bajo la plantación de pinos, y si en las raíces de los raulíes implantados en los ensayos se encuentran las mismas ectomicorrizas que se hallaron en el vivero forestal donde fueron cultivadas. Para dar respuesta a estas preguntas, el grupo de trabajo estudió las ectomicorrizas asociadas a raíces de ejemplares de raulí jóvenes (10-15 años) en dos estaciones del año (otoño y primavera). En cada estación se tomaron muestras de ejemplares de raulí en tres situaciones: pertenecientes al bosque nativo de Yuco, implantados en los ensayos establecidos bajo este mismo bosque, e implantados bajo la plantación de pinos. En todas las muestras se determinó el porcentaje de colonización ectomicorrícica y el número e identidad de los diferentes hongos que formaban esta simbiosis en sus raíces (para ello se aplicaron métodos moleculares).

Entre los individuos estudiados en el bosque (nativos e implantados), los porcentajes de colonización ectomicorrícica fueron elevados en ambas estaciones del año (más del 90 %). Estos valores fueron comparables a los registrados en especies de *Nothofagus* pertenecientes a diferentes bosques nativos de la Patagonia. Por otro lado, los porcentajes de colonización correspondientes a los raulíes instalados en la plantación

de pinos fueron significativamente menores, tanto en otoño (67%) como en primavera (39%) (ver Figura 4).

En el bosque nativo se hallaron 27 especies de hongos formadores de ectomicorrizas, (24 de ellos estuvieron asociados a ejemplares nativos y 26 a los provenientes de procesos de domesticación), mientras que entre los raulíes jóvenes ubicados en la plantación de pinos se observaron sólo cuatro. No se registraron hongos formadores de ectomicorrizas en común entre estos ambientes, indicando que las comunidades de ectomicorrizas asociadas al raulí son diferentes entre ellos. Tampoco se registraron especies en común entre los ambientes de implantación y el vivero forestal del INTA Bariloche (ver Figura 5). Si consideramos que las plantas de raulí establecidas en los ensayos de campo fueron cultivadas en el mismo lugar y de la forma descrita en este artículo, podría pensarse que en el momento de la implantación las plántulas presentaban ectomicorrizas en sus raíces, en cuyo caso las micorrizas hubieran sido las mismas para todas las plántulas. Por lo tanto, resulta evidente que a pesar de haber presentado el mismo estado micorrícico en el momento del trasplante, transcurridos diez años desde su establecimiento en el campo, los raulíes establecidos bajo el bosque nativo y la plantación de pinos han llegado a presentar comunidades micorrícicas completamente diferentes.

Se debe destacar además que las plantas establecidas bajo la plantación de pinos presentaron menor tamaño y mayor mortalidad respecto de las implantadas en el bosque. En consecuencia, estos resultados indican que si bien el raulí es capaz de establecerse y crecer bajo la plantación de pinos a pesar del escaso manejo recibido en este ambiente, las condicio-

nes no son las óptimas para formar naturalmente las relaciones simbióticas que les permitirían mejorar su aptitud. Esto resalta la importancia de considerar la inoculación de hongos micorrícicos durante la producción de especies forestales en vivero, principalmente cuando los plantines serán implantados en sitios donde el inóculo natural del suelo ha sido modificado, por ejemplo, bajo plantaciones de coníferas o en sitios severamente afectados por algún disturbio (por ejemplo incendios o sobrepastoreo).

Estos resultados plantean otro interrogante, ¿Cuáles son los factores que explican la diferencia de abundancia y diversidad de ectomicorrizas en raíces de raulíes cultivados de la misma forma, pero implantados bajo dos escenarios diferentes (bosque nativo vs plantación de pinos)? Uno de los principales factores que afectan la composición de las comunidades de microorganismos presentes en el suelo es la composición del estrato arbóreo dominante (las especies que lo componen) y de las micorrizas asociadas a la misma. En Meliquina, la condición natural del bosque fue modificada al establecerse una plantación monoespecífica de pinos (especie exótica para estos bosques). Esto implicó no sólo que la riqueza y cobertura vegetal del ecosistema original se redujera drásticamente, sino también que se introdujera una especie exótica con ectomicorrizas propias y diferentes a las que forman los *Nothofagus*.

Ha sido descrito que una especie forestal implantada fuera de su área natural de distribución, como el pino, genera cambios en la composición de las comunidades de ectomicorrizas presentes tanto en el suelo donde será establecida, como en sus propias raíces. Incluso se ha demostrado que el número de hongos formadores de ectomicorrizas en plantaciones monoespecíficas de pinos establecidas fuera de su área natural de distribución es considerablemente menor que la descrita en lugares donde es autóctono. Estos cambios varían de acuerdo al clima, tipo de suelo, vegetación e intensidad de las prácticas de manejo. En este estudio se observó que el establecimiento de una plantación de coníferas exóticas (pinos) disminuye significativamente tanto los porcentajes de colonización ectomicorrícica como el número de hongos capaces de formar esta simbiosis en sus raíces.

¿Por qué resulta importante contar con esta información?

Como mencionamos anteriormente, diferentes especies de *Nothofagus* presentan estrategias comunes de adaptación al ambiente donde se desarrollan, entre ellas las ectomicorrizas. La presencia de diversas especies fúngicas que dan lugar a ectomorfotipos de distintas características también es un factor común a todas las especies comprendidas en este género, sugiriendo que formar variadas relaciones simbióticas

les brindan distintos beneficios, tales como acceder a diferentes fuentes de nutrientes, explorar distintos tipos de sustratos y protección contra patógenos vegetales, entre otros.

Si bien es ampliamente sabido que las comunidades de hongos ectomicorrícicos asociadas a los *Nothofagus* son completamente distintas a las de los pinos, en este estudio se determinó que la abundancia y diversidad de ectomicorrizas de una misma especie forestal, el raulí, varía significativamente respecto del ambiente de implantación. El menor porcentaje de colonización y diversidad de hongos formadores de ectomicorrizas entre los raulíes implantados bajo pino indicaría que si bien las plantas son capaces de establecerse y crecer, las condiciones para que esta especie desarrolle su mayor potencial y establezca diversos tipos de ectomicorrizas no son óptimas. A largo plazo, esto podría resultar en una baja productividad de la plantación forestal, resaltando así la necesidad de inocular los plantines con diferentes tipos de ectomicorrizas durante su cultivo, a fin de optimizar su posterior desarrollo y productividad.

Es también de destacar que el establecimiento de plantaciones de especies exóticas modifica las comunidades de hongos del suelo, lo que luego condiciona el establecimiento de plantas nativas en este sitio. Esto señala la necesidad de realizar planificaciones detalladas y precisas de los sitios donde se ubicarán las plantaciones a fin de evitar la degradación de nuestros bosques nativos.

Conocer los procesos que ocurren en el sistema radical de las plántulas y en las comunidades fúngicas asociadas a ellas, tanto durante su cultivo en el vivero como luego de su implantación en el campo, permite plantear estrategias de manejo que incluyan a las micorrizas como una parte integral de los procesos de domesticación de especies nativas de importancia forestal. Utilizar hongos ectomicorrícicos como agentes promotores del crecimiento, facilitadores de la implantación y/o de biocontrol, constituiría además una forma de fomentar la producción forestal sustentable, reduciéndose la necesidad de utilizar fertilizantes y pesticidas químicos. Por ello, resulta necesario avanzar no sólo con este tipo de estudios en diferentes especies de *Nothofagus* y en distintos ambientes, sino también en la selección específica de hongos ectomicorrícicos capaces de incrementar la aptitud de estas especies forestales durante su cultivo y su posterior desempeño luego de su implantación en el campo, ya sea para fines comerciales o de restauración.

Por otro lado, algunos de los hongos que forman ectomicorrizas en diferentes *Nothofagus* son comestibles, y su valoración como recurso alimenticio y económico es cada vez mayor, por lo que podría considerarse un ventajoso valor agregado durante la producción de

estas especies forestales.

Concluyendo, este artículo destaca que para explotar exitosamente una sociedad y llevarla a su máximo potencial, es de gran relevancia tener en cuenta todos los elementos que aportan a la misma (micorrizas+planta), y no sólo alguno de ellos.

Agradecimientos

Se agradece al personal del INTA que participó del establecimiento de los ensayos a campo y del cultivo de plántulas en el invernáculo: Mario Huentú, Abel Martínez, Mario Pastorino, María Marta Azpilicueta y Leonardo Gallo. También agradecemos a Parques Nacionales por brindarnos la posibilidad de trabajar en áreas protegidas y a los revisores de este artículo por los aportes realizados.

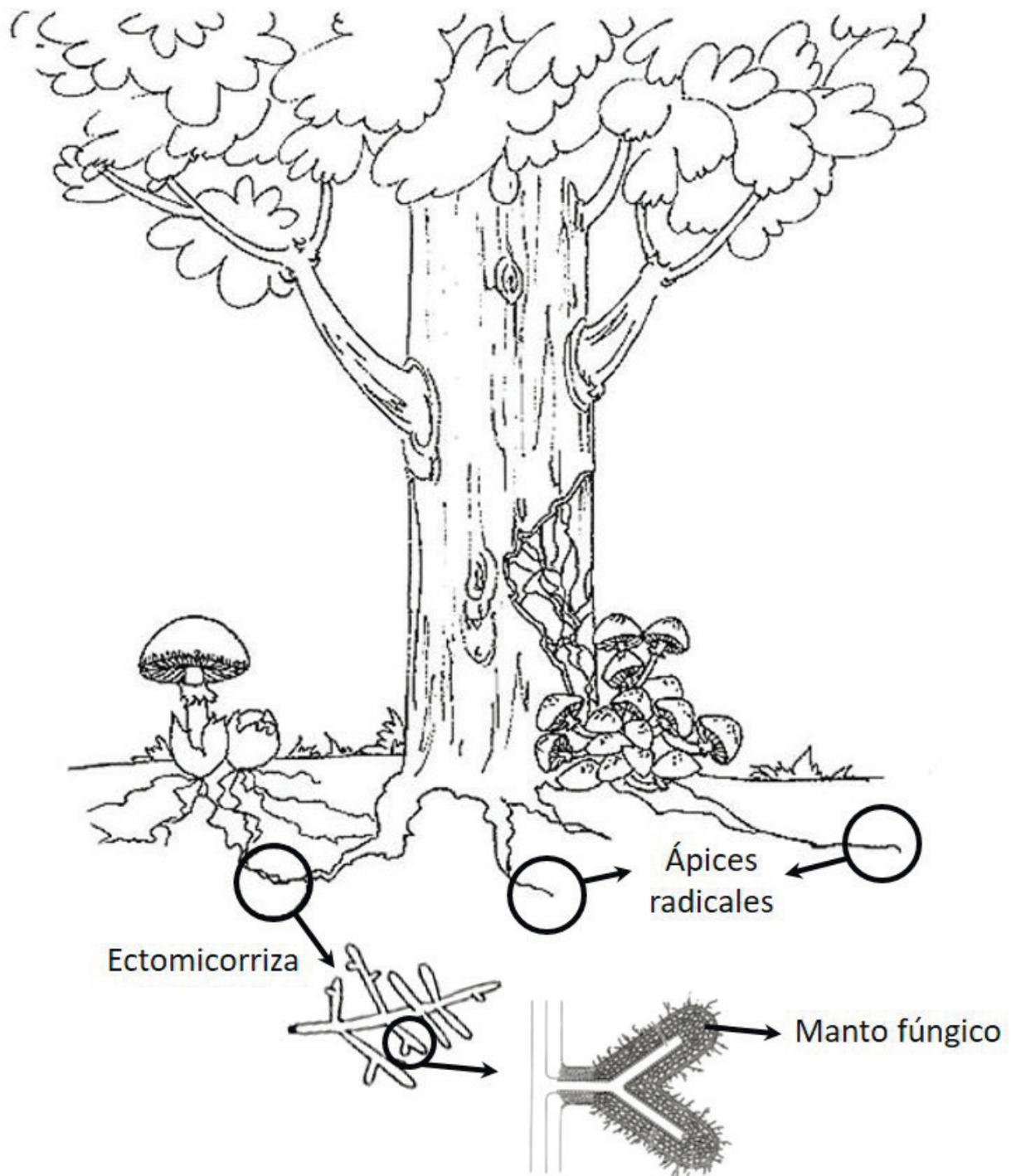


Figura 6. Estructuras asociadas a la formación de ectomicorrizas.

Imagen: N. Fernández

Glosario

Alteración antrópica: Toda acción humana que modifica y que genera un desequilibrio en el ambiente.

Andisoles: Para su estudio, los suelos pueden clasificarse en distintas categorías, siendo los Andisoles una de ellas. Estos suelos se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos, son generalmente de color oscuro y muy porosos. Los bosques andinopatagónicos se desarrollan sobre este tipo de suelo.

Ápices radicales: Extremo de las raíces de las plantas (ver Figura 6).

Ectomicorrizas: Las micorrizas, una simbiosis entre diferentes hongos del suelo y las raíces de las plantas, se clasifican en siete tipos distintos. Las ectomicorrizas corresponden a uno de estos tipos, y se establecen principalmente en árboles y arbustos. En las ectomicorrizas el hongo coloniza la raíz formando un manto o vaina sobre ella y luego se desarrolla dentro de la misma (ver Figura 6).

Fertirrigación: Técnica que consiste en la aplicación de fertilizantes durante el cultivo de plantas dentro de un invernadero a través del sistema de riego.

Integración morfológica y funcional: Se refiere al hecho de que el hongo y la planta participan de la formación de estructuras nuevas que están morfológicamente constituidas por ambos tipos de organismos, estando su funcionamiento también regulado conjuntamente por los mismos.

Manto fúngico: Estructura característica de las ectomicorrizas en la que el hongo envuelve el ápice de la raíz formando un manto sobre ella, el cual generalmente modifica su forma y color (ver Figura 6).

Restauración ecológica: Conjunto de actividades cuyo fin es asistir o favorecer la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos.

Servicios ecosistémicos: Corresponden a aquellos recursos o procesos de los ecosistemas naturales que benefician a los seres humanos, encontrándose entre ellos el agua, la madera, y productos comestibles (por ejemplo frutos y hongos).

Tabetes: Macetas plásticas de forma tubular que generalmente se agrupan en bandejas y se utilizan muy frecuentemente para la propagación de plantas forestales.

Resumen

Los bosques Andino-patagónicos constituyen un recurso de elevado valor ecológico y productivo. Las especies de *Nothofagus* (coihue, ñire, lenga, roble pellín y raulí) son las dominantes en estos bosques y todas ellas poseen hongos simbioses en sus raíces, denominándose a esta interacción "micorriza". Las micorrizas incrementan la aptitud vegetal y juegan un papel determinante en la dinámica de ecosistemas. Dada su importancia para el desarrollo y el establecimiento vegetal, las micorrizas poseen gran potencial de aplicación en producción forestal, ya sea para fines productivos o de restauración. En este trabajo presentamos a las micorrizas, detallamos su rol fundamental en sistemas productivos y naturales y describimos un caso de estudio de esta simbiosis en raulí, tanto bajo condiciones de cultivo en vivero como luego de ser trasplantados a campo bajo diferentes escenarios.

Lecturas sugeridas

- Azpilicueta, M. M., Varela, S., Martínez, A. y Gallo, L. A. (2010). Técnicas de cosecha, producción de plantines y plantación de la especie Roble, Pellín, Roble Pellín o Hualle en la región andino patagónica. Buenos Aires: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Proyecto estratégico "Patagonia Fungi: Senderos y Sabores". En URL: www.ciefap.org.ar/index.php/noticias-ultimas/ultimas-noticias/397-patagonia-fungi-senderos-y-sabores
- Fernández, N., Marchelli, P., Gallo, L. A. y Fontenla, S. (2012). Raulí (*Nothofagus nervosa*) y micorrizas en el vivero: un misterio bajo la superficie. *Patagonia Forestal*, 3, pp. 17-19.
- Marchelli, P., Azpilicueta, M. M., Martínez, A., Varela, S., Arana, V., Pastorino, M. y Gallo, L. A. (2012). Recomendaciones prácticas para la viverización de especies arbóreas nativas patagónicas. Material de divulgación de técnicas en vivero destinado a viveristas. Bariloche: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (2005). Informe Nacional Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. Préstamo BIRF 4085-AR En URL: www.ambienteforestalnoa.org.ar/userfiles/nodo/informe-nacionalpinbn.pdf

UN RECURSO FORESTAL CON FUTURO EN LA PATAGONIA

CORTINAS DE ÁLAMO

Docentes y estudiantes de la Universidad Nacional del Comahue estudian la madera de cortinas forestales del Alto Valle de Río Negro con el fin de ampliar sus posibilidades de uso.

Andrea A. Medina, Pablo Manzione e Ismael R. Andía

Los álamos son árboles del género botánico *Populus* (Familia Salicaceas), nativos de zonas templadas y frías de América del Norte, Europa y Asia, introducidos y cultivados como ornamentales y con fines productivos forestales en varias regiones de nuestro país. Son aproximadamente unas 40 especies que se caracterizan por su rápido crecimiento, alta demanda de agua y rápida producción de madera blanda, liviana, de colores claros, sin aroma y fácil de trabajar. Estas características son consideradas ideales para elaboración de pasta celulósica, pulpa para la producción de biocombustibles, obtención de láminas de distintos espesores (fundamentalmente para la elaboración de tableros con diferentes destinos) y para el aserrado, tanto para elaboración de envases como para carpintería en general.

Los usos de la madera de álamo son muy variados y se encuentran en continua evolución. Aún así, probablemente por el empleo de tecnologías poco apropiadas, o por alguna tradición de desconocida procedencia, sigue arraigada la idea de que la madera de álamo es de baja calidad.

En zonas rurales los álamos son plantados con variados fines, entre los más frecuentes, aprovisionamiento de materiales leñosos para la construcción de corrales y cercos, generación de reparo, utilización de su madera como combustible, aprovechamiento de sus ramas y hojas como forraje y con fines ornamentales.

Los álamos en nuestro país

Los álamos en Argentina representan el tercer cultivo forestal en importancia después de los pinos y eucaliptos, ocupando unas 50.000 hectáreas, principalmente distribuidas en la zona del Delta del Paraná y las tierras bajo riego de las regiones de Cuyo y Comahue.

En la zona del Delta del Paraná el cultivo de estos árboles ha estado históricamente orientado a la elaboración de pasta celulósica y envases, ampliándose cada vez más sus usos, e incluyendo en los últimos años, la construcción. En las zonas de riego de Cuyo y Comahue el objetivo originario de su implantación, a principios del siglo XX, fue la protección de cultivos frutihortícolas de condiciones climáticas adversas, principalmente el viento. Con el correr de los años esos árboles fueron creciendo y brindando valiosa madera utilizada principalmente en elaboración de envases y embalajes para frutas y hortalizas.

A partir de la aprobación del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera en el año 2016, por parte del Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC) del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), se incorporó la madera como material para uso estructural, estimulando la elaboración de tirantes, vigas, cabreadas y demás estructuras en la construcción. En este marco, el CIRSOC se encarga de solicitar información de propiedades físicas y mecánicas de la madera de cada especie forestal, para evaluar su aptitud para uso estructural. Hasta la actualidad se ha logrado la caracterización física y mecánica de la madera de álamos cultivados en el Delta del Paraná (*Populus deltoides* 'Australiano 129/60' y 'Stoneville 67'), de pinos y eucaliptos plantados en el noreste de nuestro país (*Pinus taeda*, *Pinus ellio-*

Palabras clave: álamos, cortinas forestales, madera estructural.

Andrea A. Medina¹

Lic. en Aprovechamiento de Recursos Naturales Renovables.

andrea.medina@ausma.uncoma.edu.ar

Pablo Manzione²

Ing. Aeronáutico

manzione@uncoma.edu.ar

Ismael R. Andía¹

Ing. Forestal

ismaelandia@gmail.com

⁽¹⁾AUSMA-UNCo.

⁽²⁾GEPS y N-UNCo.

Recibido: 03/09/2017. Aceptado: 14/05/2018.

Figura 1. A) panel con entramado o bastidor de madera de álamo, B) panel completo de madera de álamo fotografiados durante la realización de los ensayos de propiedades mecánicas, en la Universidad Nacional del Comahue.



Imagen: P. Manzione

tii y *Eucalyptus grandis*) y de una sola especie nativa de Argentina, el pino Paraná (*Araucaria angustifolia*).

En esta misma dirección, el 15 de enero del presente año, se aprobó en nuestro país una resolución del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, que incorpora al sistema de construcción los entramados de madera para uso de estructuras portantes de edificios, como sistema constructivo tradicional. A raíz de éste importante progreso se espera una potencial expansión de las construcciones en madera en Argentina.

Un valioso recurso en la región

En la actualidad la existencia de álamos en la región Patagónica ronda los 11.324 km de cortinas forestales y 2.000 ha de plantaciones en macizos. La región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, donde se concentra la mayoría de los álamos en Patagonia, cuenta en la actualidad con una planta de tableros

compensados, una de pasta celulósica y unos 90 aserraderos y fábricas de envases y embalajes. Si bien el destino de la madera de estos álamos ha sido tradicionalmente la fabricación de envases y embalajes, también se la utiliza en la construcción y la industria del mueble. A modo de ejemplo, en 2012 se consumieron 68.565 m³ de madera de álamo en los aserraderos del Alto Valle de Río Negro, alcanzando una producción de 36.177m³, principalmente de cajones, madera aserrada y pallets, tanto con destino local como regional e internacional. Dicho censo detectó unos mil trabajadores en aserraderos y otras industrias consumidoras de madera de álamo. En los últimos años han surgido en la región múltiples fábricas de paneles estructurales construidos con madera de álamo cuyas propiedades mecánicas (ver Figura 1) han sido probadas en los laboratorios de la Universidad Nacional del Comahue, con excelentes resultados.

Los álamos más plantados en los valles irrigados de Río Negro y Neuquén

La zona de estos valles irrigados se caracteriza por tener un clima muy árido, con precipitaciones medias anuales de no más de 250 mm, con fuertes y muy frecuentes vientos. La vegetación natural que caracteriza dichos ambientes es la del Monte, con especies arbustivas más bien bajas, muy adaptadas a ese tipo de clima, como por ejemplo las jarillas (*Larrea* sp.). A principios del siglo pasado se comenzaron desarrollar chacras y cultivos frutihortícolas bajo riego alrededor de los ríos de la zona y paralelamente se fueron implantando álamos en forma de cortinas protectoras de dichos cultivos. Las primeras especies que comenzaron a plantarse fueron el álamo criollo (*Populus nigra* 'Itálica') y el álamo chileno (*Populus nigra* 'Chile'), éste último caracterizado por brindar protección prolongada a los cultivos, ya que sus hojas brotan antes y se caen después que las de la mayoría de los otros álamos. Posteriormente se fueron plantando otros cultivares, híbridos y clones, entre los cuales el 'conti 12' (*Populus x canadensis* conti 12) tuvo preferencia por su buen crecimiento y forma y el álamo boleana (*Populus alba* 'boleana') por su gran rusticidad, es decir su resistencia ante situaciones climáticas adversas.



Imagen: A. A. Medina

Figura 2. Cortinas de A) álamo chileno, B) álamo boleana y C) álamo conti 12 en cercanías a la localidad de Allen, provincia de Río Negro, de las cuales provienen las maderas estudiadas.

Todos estos datos demuestran claramente que los álamos son un recurso forestal importante en la región y resalta: en primer lugar, el potencial de la zona para el cultivo de álamos para obtención de madera de calidad y, en segundo lugar, la necesidad de conocer más en detalle sus maderas con el fin de ampliar y optimizar sus usos.

Si bien existe variada información sobre la madera de los álamos en general, es necesario conocer las características y propiedades de las especies cultivadas en estas regiones ya que la madera de los árboles puede variar significativamente entre sitios de crecimiento en relación al tipo de suelo y clima, entre otros factores. Enmarcados en ese rumbo, y en la consigna de que el conocimiento científico tecnológico de esa materia prima contribuirá en definitiva al desarrollo socioeconómico de la región, docentes-investigadores y estudiantes del Asentamiento Universitario San Martín de los Andes (AUSMA) y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, comenzamos a estudiar la madera de cortinas de álamo chileno, boleana y conti 12 de la zona de Allen, provincia de Río Negro (ver Figura 2). Se eligieron estas especies por su representatividad en las cortinas protectoras de la zona.

En busca de la madera de estudio

En la Figura 3 se reproduce la metodología utilizada para la obtención de madera de cada árbol para el estudio de sus características y propiedades. Para determinación de características estéticas se elaboraron tablitas de 18 x 10 x 2 cm a partir de las cuales se determino el color, aroma, brillo, grano, textura y veteado de la madera. Para las características microscópicas se realizaron cortes de 30 micrones de espesor en laboratorio, y a partir de ellos se midieron magnitudes (cantidad, diámetro y longitud principalmente) de las

células y tejidos que constituyen la madera (elementos de vaso, fibras y parénquimas radial y axial). Para propiedades físicas se realizaron probetas o muestras de 2 x 2 x 2 cm para la determinación de la densidad y del contenido de humedad del árbol vivo y de 10 x 2 x 2 cm para los ensayos de cambios dimensionales (contracción e hinchamiento de la madera). Para propiedades mecánicas se cortaron de cada árbol tablas de 2 pulgadas de espesor, las que fueron estibadas por un año y a partir de las cuales se elaboraron en carpintería las probetas o muestras para los ensayos de resistencia a la flexión, a la compresión, al aplastamiento y al desgaste (dureza). Los estudios de características estéticas y microscópicas y los ensayos de propiedades físicas se realizaron en el AUSMA mientras que los

El uso estructural de madera de álamo en esta región

El uso del álamo como madera estructural en la región se encuentra en deficiencia comercial por no existir aun la tipificación exigida por la CIRSOC. Esta caracterización se puede realizar de dos maneras: (1) determinación de las propiedades mecánicas en probetas o muestras de madera libre de defectos y el posterior ajuste según el grado de defectos de las piezas o tablas de las cuales provienen y (2) evaluación de piezas a escala de uso estructural (tablas de 2 x 5 pulgadas) con los defectos presentes en las mismas. El Reglamento Argentino de Estructuras de Madera del CIRSOC se apoya en la actualidad en esta última técnica. Aun así la evaluación de probetas libres de defectos es una técnica muy difundida, debido a la posibilidad de ser realizada con máquinas de laboratorio convencionales.



Figura 3. Figura en la que se puede observar el volteo de un álamo (en total se voltearon 15 ejemplares: cinco de álamo chileno, cinco de álamo conti 12 y cinco de álamo boleana). A partir del tronco de cada uno de los árboles volteados se elaboraron las muestras o probetas para los distintos estudios y ensayos de características y propiedades de su madera.



Figura 4. Fotografías de la madera de los álamos estudiados: A) corte tangencial, B) corte radial y C) corte transversal.

ensayos de propiedades mecánicas se ejecutaron en el laboratorio de Estudio de Polímeros Sintéticos y Naturales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. Es imprescindible mencionar la valiosa ayuda recibida por el Sr. Nazareno Olivetti, productor de la ciudad de Allen, sin cuya colaboración en la obtención y procesamiento industrial de los rollizos, hubiera sido imposible avanzar en el estudio.

Características estéticas y anatómicas

Las maderas de las especies estudiadas presentan colores claros, con escasa o nula diferencia entre albura y duramen, ausencia de aroma y brillo, textura fina y homogénea, grano derecho y vetado liso (ver Figura 4). Estas características definen, entre otras, su calidad para obtención de chapas por debobinado, fabricación de cajones y embalajes para alimentos, elaboración de artesanías y otros usos finales en aplicaciones de alto valor agregado. Anatómicamente la madera de estas especies está compuesta mayormente por fibras (más del 55%) de paredes delgadas y poros o vasos (30%) de pequeño diámetro y distribuidos en forma difusa (ver Figura 5). Esta constitución determina en gran parte sus características estéticas y propiedades físicas y mecánicas.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas de la madera son aquellas que determinan su comportamiento ante los factores que intervienen en el medio ambiente natural sin que estos actúen química ni mecánicamente en su estructura interna. Principalmente se realizan los ensayos de contenido de humedad, densidad y cambios dimensionales (contracción e hinchamiento). Nuestros resultados indican que la madera de estos álamos es liviana y presenta baja estabilidad dimensional, lo que señala la necesidad de realizar cuidadosos y correctos

secados de la misma. La estabilidad dimensional de la madera en servicio, llamada comúnmente "juego de la madera", se caracteriza por su comportamiento ante cambios de humedad y tiene especial importancia en construcciones de marcos de puertas y ventanas y revestimientos en general. El análisis del contenido de agua en la madera del árbol en estado vivo arroja valores altos, característica común en los álamos. Esta propiedad permite que en la práctica del debobinado (obtención de láminas de madera) no sea necesario el calentamiento de la madera por sistemas de vapor o agua caliente. Por otro lado, también influye significativamente en los costos de transporte cuando éste se realiza por peso (en toneladas) de la madera.

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera son aquellas que definen la aptitud y la capacidad de la misma para resistir cargas externas, excluyendo los esfuerzos debidos a las tensiones internas producto de los cambios de humedad. En general se realizan ensayos de resistencia estática a la flexión, a la compresión y la dureza o desgaste. En nuestro caso se examinó también la resistencia al aplastamiento (ver Figura 6A), ensayo que analiza la interacción del elemento metálico usado como unión entre piezas de madera y la fuerza de aplastamiento de la madera alrededor del elemento metálico durante la carga. Conocer esta propiedad resulta fundamental, para el cálculo de la capacidad portante de una unión en cualquiera de los métodos utilizados actualmente. Dependiendo del valor de esta propiedad, se diseña el tipo de unión y el dimensionamiento de la misma.

El ensayo de flexión estática mide la resistencia que ofrece una viga a una carga puntual aplicada en el centro de distancia entre apoyos (Figura 6B). Los parámetros a determinar en este ensayo son el Módulo

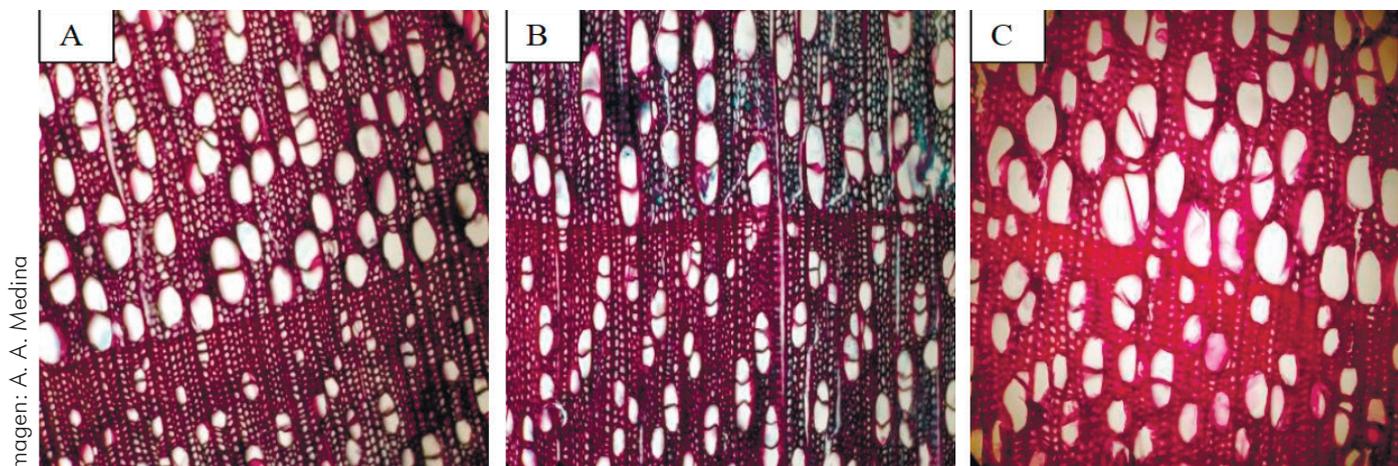


Imagen: A. A. Medina

64 **Figura 5. Fotografía de cortes microscópicos transversales de la madera de A) álamo chileno, B) álamo boleana y C) álamo conti 12, aumentados 100 veces. En color blanco se observan los poros que conducen el agua desde las raíces a las hojas y en color oscuro las fibras que le otorgan la resistencia a la madera.**

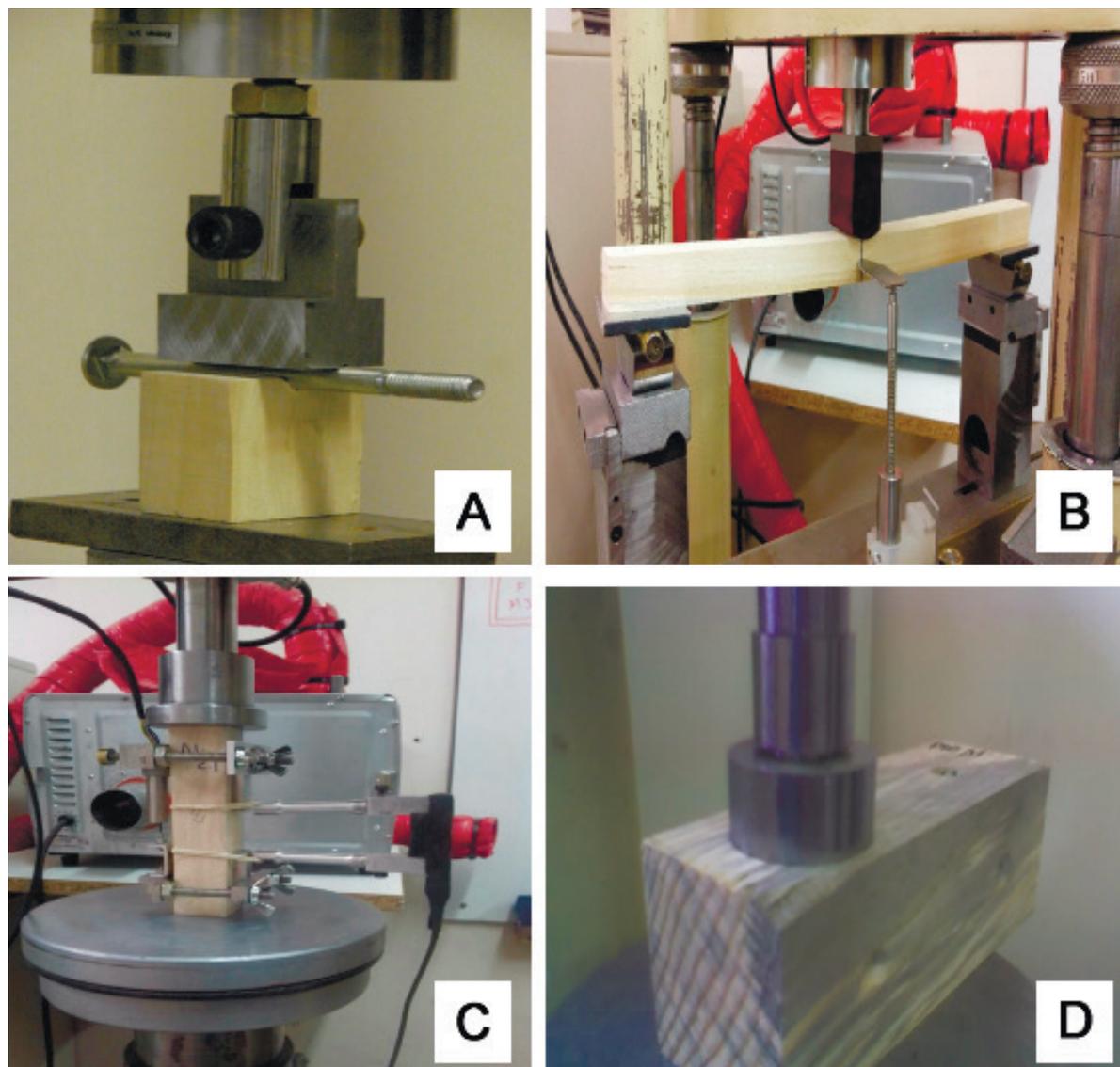


Imagen: P. Manzione

Figura 6. Probetas de madera libre de defectos elaboradas para la realización de en los ensayos de propiedades mecánicas. Ensayos de A) resistencia al aplastamiento, B) resistencia a la flexión C) resistencia a la compresión y D) dureza o resistencia al desgaste de la madera.

de Rotura (MOR), que corresponde a la tensión unitaria máxima en flexión que soporta un material antes de que se produzca rotura y el Módulo de Elasticidad (MOE), que es la medida de rigidez del material. Su cálculo se basa en la razón entre el esfuerzo por unidad de superficie, y la deformación por unidad de longitud experimentada por la probeta expuesta a flexión. Cuanto mayor sean sus valores, mayor será la aptitud de la madera para su uso en forma de vigas, cumbreras, cabios, cabreadas, entablonados y dinteles.

El ensayo de compresión estática paralela a las fibras mide la resistencia que ofrece una columna a una carga aplicada en el mismo sentido de la dirección de las fibras (ver Figura 6C). Los parámetros a determinar en este ensayo son los mismos que los mencionados anteriormente (MOR y MOE). Cuanto mayor sean sus valores, mayor será la aptitud de la made-

ra para su uso en forma de pilotes, columnas, etc.

El ensayo de dureza o desgaste (ver Figura 6D) determina la resistencia que ofrece la madera a la penetración de cuerpos de mayor solidez y consistencia. Su valor es de suma importancia en la fabricación de cualquier producto que durante su uso requiera resistencia al marcado o penetración (por ejemplo pisos, mesas de trabajo, etc.). Cuanto mayor sea este valor, mayor va a ser su aptitud para ese tipo de usos.

Nuestras conclusiones

Los valores obtenidos en los ensayos de propiedades mecánicas fueron semejantes a los de otras maderas de álamos cultivados en nuestro país y actualmente incluidas como aptas para su uso estructural. Además, dichos valores resultaron en su mayoría superiores a los del pino ponderosa (ver Tabla

Tabla 1. Valores promedio (Kg/cm²) de ensayos de propiedades mecánicas de la madera los tres álamos estudiados y valores citados para pino ponderosa en Patagonia (*INTI. Ficha Técnica pino ponderosa, **Lomagno, J. (2004). El cálculo teórico de uniones en madera. XVIII Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural. Buenos Aires, Argentina).

	Álamo boleana	Álamo chileno	Álamo conti 12	Pino ponderosa
Flexión MOR	767,86	640,56	780,10	662,81*
Flexión MOE	97.960,80	81.824,40	105.937,20	90.754,74*
Compresión MOR	388,11	316,61	394,54	302,85*
Compresión MOE	101.836,80	84.241,80	100.643,40	78.314,2*
R. Aplastamiento	305,18	301,31	288,05	209,96**
Dureza	223,31	175,39	194,76	244,73*

1), madera ampliamente utilizada en la región con fines estructurales en la construcción de cabreadas, estructuras portantes (tirantes, vigas, columnas, etc.) y bastidores de entramados en paneles estructurales (ver Figura 1). Estos resultados permiten concluir que la madera de los álamos cultivados en cortinas forestales del Alto Valle de Río Negro presenta un gran potencial para ampliar sus posibilidades de uso.

Esta conclusión, sumada a la incorporación en el Reglamento CIRSOC de las construcciones de madera al sistema "tradicional", proyectan un importante desarrollo en la industria maderera regional y señalan a los álamos como un recurso forestal potencial.

Por otro lado, el incremento proyectado en el consumo de madera de álamo regional y su industria forestal, exigirá cumplir con determinados requisitos técnicos (contenido de humedad de la

madera, estandarización de las escuadrías de los tirantes, clasificación estructural, etc.) que permitan la construcción de una vivienda segura, confortable, durable en el tiempo y energéticamente eficiente.

Todos estos aspectos señalan buenas perspectivas al incremento del uso de la madera de álamo en la construcción de viviendas en estas regiones. Es importante destacar también que estos tipos de construcción contribuyen a una importante reducción en el tiempo de fabricación de viviendas, a una disminución del lapso de respuesta a problemas de déficit habitacional, a mitigar la contaminación ambiental y a colaborar en la generación de mano de obra y empleo.

Resumen

En la actualidad, existen aproximadamente 11.324 km de cortinas forestales de álamos en la región Patagónica. En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, donde se concentra la mayoría de los álamos en Patagonia, constituyen un importante recurso forestal. Los usos de su madera son muy variados y se encuentran en continua evolución, desarraigándose la idea de que son maderas de baja calidad. Actualmente se proyecta en la región un importante desarrollo en la industria maderera, lo que posiciona a estos árboles como un recurso forestal potencial. Docentes y estudiantes de la Universidad Nacional del Comahue estudian su madera con el fin de generar información necesaria para abrir aún más el abanico de sus posibilidades de uso. Los resultados obtenidos la ubican en posición competitiva con otras maderas utilizadas con fines estructurales.

Lecturas sugeridas

- Consejo Federal de Inversiones. (2012). Censo de Industrias de la Madera de la Provincia del Neuquén y zonas de influencia del Alto Valle del Río Negro. Neuquén.
- Reglamento Argentino de Estructuras de Madera (2016) CIRSOC-INTI. En URL: www.inti.gob.ar
- Resolución 3-E / 2018 Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Secretaría de Vivienda y Hábitat. En URL: www.cpicd1.org.ar
- Sagastume, A. y Maggio, M. (2013). Construir con Madera: Calidad sin Prejuicios. Argentina Investiga. Divulgación Científica y Noticias Universitarias. En URL: argentinainvestiga.edu.ar
- Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial. (2017). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales bajo riego. Región Patagónica. Ministerio de Agroindustrias, Presidencia de la Nación. En URL: www.agroindustria.gob.ar

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Desde la Patagonia, difundiendo saberes abarca diferentes temáticas de las ciencias humanas, sociales, naturales y exactas, así como de las tecnologías. Se dirige al público en general y en particular, a estudiantes y docentes de los niveles secundario, terciario y universitario. Las contribuciones deben ser artículos originales de divulgación sobre temas de especialidad de los autores, que presenten los resultados de proyectos de investigación o extensión que se desarrollen en universidades nacionales e institutos de investigación de la Patagonia, o trabajos sobre la Patagonia realizados en otras zonas del país. Estudios de interés general que trascienden problemáticas regionales también son bienvenidos.

Los autores enviarán por correo electrónico a desdelapatagoniads@gmail.com en archivos separados el texto principal del artículo, datos filiatorios de los autores y un resumen de no más de 200 palabras. Asimismo deberán incluirse imágenes que acompañen e ilustren el trabajo, que serán enviadas por separado en formato .png o .jpeg de alta calidad, acompañadas de un archivo con leyendas descriptivas. En el caso de fotografías, deberá indicarse el autor, de quien deberá contarse con la autorización para su publicación. En una primera instancia, el Comité Editorial analizará si los trabajos recibidos se enmarcan en las áreas de interés de la revista. Aquellas contribuciones que reúnan este requisito serán enviadas para su evaluación por revisores externos especialistas en el tema del artículo. Una vez aceptada la contribución, se realizará una revisión de redacción y estilo editorial, sobre la cual se solicitará la conformidad del autor. Las contribuciones no tienen cargo para los autores

Antes de enviar contribuciones, solicitamos a los autores que consulten las instrucciones para la redacción de los artículos en nuestra página web: desdelapatagonia.uncoma.edu.ar

CONICET



I N I B I O M A



Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE



***Ciencia, Tecnología e Innovación al servicio del país,
desde la Patagonia argentina***

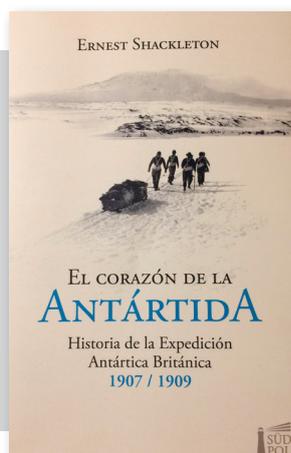
Convenios de Asistencia Técnica - Convenios de Desarrollo

Estudios de Impacto Ambiental - Servicios Tecnológicos de Alto Nivel



Quintral 1250 - 8400 San Carlos de Bariloche - Tel. 0294 4433040
contactoinibioma@comahue-conicet.gob.ar / www.inibio-unco-conicet.gob.ar/

En las librerías



Corazón de la Antártida

Ernest Shackleton. Sud Pol. Primera ed., 2015.

ISBN 978-987-3723-06-3

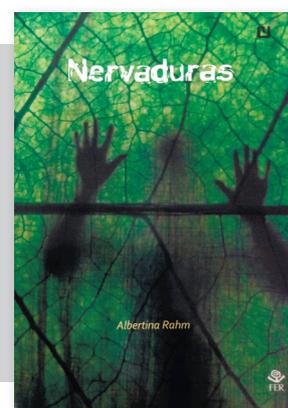
Un apasionante relato que permite revivir la expedición de estos exploradores del siglo XX. El amor por la aventura, la sed del conocimiento y la fascinación por lo desconocido motivaron a Shackleton a partir nuevamente hacia el polo sur. El autor, dejando de lado su ambición personal y a sólo 180 km de su objetivo, logró llevar de regreso a sus hogares a todos sus hombres.

Nervaduras

Albertina Rahm. Fondo Editorial Rionegrino. Primera ed., 2017.

ISBN 978-950-767-067-1

Albertina Rahm comparte los recuerdos de una región donde el avance de la urbanización no se detiene. Los personajes, atravesados por el rigor del clima frío y áspero de Patagonia, en algunos de los relatos cobran magia.



Testimonios. Alemanas en la Patagonia:

narraciones de Bertha Koessler-Ilg, Ella Brunswig y Christel Koerte



Cuadernos del Archivo Año I (2017), Nº 2
Publicaciones del Centro DIHA
Ed. Regula Rohland de Langbehn

Testimonios. Alemanas en Patagonia: narraciones de Bertha Koessler-Ilg, Ella Brunswig y Christel Koerte

Cuadernos del Archivo. Año I, Nº2. Centro DIHA. Ed. Regula Rohland de Langbehn. Primera ed., 2017.

ISBN 978-3-946139-18-8

Tres mujeres que mediante sus narraciones comparten vivencias patagónicas y en particular Koessler-Ilg relata su relación con la etnia mapuche y realiza una cuidadosa recopilación de documentos de la tradición oral mapuche.

El Olvido

Edgardo Lanfre

ISBN 978-987-42-6965-2

Un paraje ficticio que refleja la realidad de los pueblos olvidados de la línea Sur y resalta en cada una de sus líneas las fortalezas de la gente que lo habita. El autor se atreve a contar la Patagonia a través de una historia de amor.

