

DESDE LA PATAGONIA

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

HACIA UNA FERTILIZACIÓN SUSTENTABLE
FLORA Y CALENTAMIENTO GLOBAL
CETÁCEOS BIOINDICADORES DE METALES PESADOS
DINOSAURIÓS CON CUELLOS ESPINOSOS



RESEÑAS DE LIBROS

DESDE LA PATAGONIA:

ENSEÑAR BIOLOGÍA HOY

CONSTRUCCIÓN DE SOBERANÍA EDUCATIVA

REPORTAJE:

GLORIA EDELSTEIN

EN LAS LIBRERÍAS

ARTE: LOS CARACOCHÉ

Índice

- 2** **HACIA UNA FERTILIZACIÓN SUSTENTABLE**
por Paulina Venegas Jaque y María Cecilia Mestre
- 10** **REPORTAJE**
GLORIA EDELSTEIN
- 16** **FLORA Y CALENTAMIENTO GLOBAL**
por Damián A. Fernández
- 22** **DESDE LA PATAGONIA**
ENSEÑAR BIOLOGÍA HOY
por Alfonso Aguilar y Miriam E. Gobbi
- CONSTRUCCIÓN DE SOBERANÍA EDUCATIVA**
por Fabián Viegas Barriga
- 32** **CETÁCEOS BIOINDICADORES DE METALES PESADOS**
por María Victoria Panebianco e Iris Cáceres-Saez
- 43** **RESEÑA DE LIBRO**
TREKKING Y ESCALADA EN EL PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE.
por Carlos G. Carballo
- 44** **DINOSAURIOS CON CUELLOS ESPINOSOS**
por Guillermo José Windholz
- 51** **RESEÑA DE LIBRO**
TIERRAS SECUENCIADAS. CORDILLERA PERSISTENTE.
por M. Fernanda Rezzano
- 52** **EN LAS LIBRERÍAS**
- ARTE: LOS CARACOCHÉ**

MICROORGANISMOS Y AGROBIOINSUMOS

HACIA UNA FERTILIZACIÓN SUSTENTABLE

Los microorganismos del suelo son esenciales en los ecosistemas naturales. Entonces vale preguntarse, ¿cómo aprovecharlos en la agricultura para abrir camino hacia producciones afines con el entorno socioambiental?

Paulina Venegas Jaque y María Cecilia Mestre

En la región patagónica las modalidades de producción agrícola varían según la superficie cultivada, los actores que participan y su integración en otros eslabones productivos y comerciales. Lo más frecuente son producciones especializadas de grandes superficies que se dedican a la industria y/o exportación, y que contrastan con producciones pequeñas y diversificadas, por lo general de tipo familiar, que se dedican al autoconsumo y venta de sus excedentes a nivel local. La producción frutihortícola de la región se concentra en los valles irrigados de las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Los ríos de estos valles ofrecen cantidad y calidad de agua, gracias a la cercanía de la Cordillera de los Andes y del bosque andino patagónico. Algunas localidades tienen sus producciones ubicadas muy próximas a estos bosques, como es el caso de la Comarca Andina del Paralelo 42° que, aprovechando el paisaje, se caracteriza por pequeñas producciones de tipo familiar y agroturísticas (ver Figura 1A).

En los últimos años, la demanda y consumo interno de frutas y verduras ha aumentado, permitiendo que surjan nuevas formas de comercializar, como la organización de ferias francas regionales, que favorecen la dinámica del sector y brindan la oportunidad a los pequeños productores de vender de manera directa (ver Figura 1B). La demanda creciente no es solo para el consumo de verdura fresca y local, sino también de producciones orgánicas y sustentables. Por otro lado, las tierras con aptitud agrícola en la Comarca son un recurso en disminución. El crecimiento del turismo en la zona, la expansión de la urbanización producto del incremento demográfico, más la especulación inmobiliaria, generan una persistente presión sobre los productores frutihortícolas para que vendan sus tierras y/o abandonen la actividad. Para que este sector agrícola continúe creciendo es necesario investigar y desarrollar tecnologías amigables con el medio ambiente que permitan incrementar la calidad y el rendimiento de los cultivos, tanto como expandir el área productiva.

Palabras clave: biofertilizante, biopreparado, Comarca Andina del paralelo 42°, horticultura, levaduras.

Paulina Venegas Jaque¹

Ing. Agrónoma
pau.venegas.j@gmail.com

María Cecilia Mestre²

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

¹ Centro de Educación Técnica N°23, Mallín Ahogado, El Bolsón. Escuela Agrotécnica N°717, Cerro Radal, Lago Puelo. Chubut, Argentina.

² Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC, UNCo-CONICET). Río Negro, Argentina

Recibido: 23/04/2021. Aceptado: 26/07/2021.

Desafíos en la agricultura

La agricultura convencional, desde la "Revolución Verde" (ver Glosario), ha tenido como objetivo lograr altos rendimientos por unidad de superficie para satisfacer la creciente demanda de alimento, sin considerar la sostenibilidad de la producción ni de los recursos naturales. Si bien es una estrategia con éxitos económicos importantes, la tecnología que utiliza la agricultura convencional es ineficiente y altamente contaminante, ocasionando pérdidas de diversidad biológica, disminución de los recursos forestales, erosión del suelo, cambio climático, entre otros daños al medio ambiente. Esta situación ha causado graves problemas ecológicos, económicos y sociales. Es por ello que en la actualidad existe la necesidad de buscar diferentes alternativas en la producción de alimentos.

Las nuevas tecnologías deben estar orientadas a mantener la sostenibilidad de los sistemas agrícolas mediante la explotación racional de los recursos naturales y aplicación de medidas adecuadas al medio ambiente. Para esto es importante mantener la fertilidad de los suelos, así como al sistema vivo que lo



Imágenes: P. Gomes.

Figura 1. A la izquierda, pequeña producción hortícola cercana a los bosques andino- patagónicos en la Comarca Andina del paralelo 42°. A la derecha, feria franca de El Bolsón.

compone. El uso de fertilizantes químicos (ver Glosario) para corregir la deficiencia de nutrientes produce, a mediano o largo plazo, la degradación de los suelos, cambiando su pH o salinizándolos, afectando así la estabilidad de las comunidades micro y macro biológicas que proporcionan naturalmente fertilidad a los suelos. Este detrimento en la salud del suelo repercute negativamente tanto en la calidad y sanidad de los cultivos como en la calidad nutritiva de los alimentos producidos. Se estima que los cultivos utilizan entre un 20% y 40% del fertilizante aplicado. El resto se pierde por diversos mecanismos, generando pérdidas económicas y contaminación ambiental.

El desarrollo y uso de bioinsumos a partir de microorganismos se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes químicos, mostrando así el camino hacia una agricultura sostenible, es decir, hacia una producción económica, socialmente aceptable y en armonía con el medio ambiente.

Microorganismos del suelo

Los microorganismos están en todos los ambientes y gracias a ellos es posible la vida en la Tierra. Tienen muchísimas funciones de las que el ser humano ha sacado provecho a lo largo de su historia. Actualmente es muy conocido su uso en la producción de alimentos (como fermentos para la fabricación de cerveza, yogurt, queso, encurtidos, entre otros) y en la industria farmacéutica (antibióticos y otros medicamentos). Pero también están en nuestro propio cuerpo y conforman

lo que se llama la microbiota (comunidades de microorganismos que habitan lugares como la boca, el resto del sistema digestivo o la piel), que nos ayudan a mantener una buena salud. En el suelo ocurre lo mismo: los microorganismos se distribuyen formando diferentes micro-ecosistemas y, gracias a sus interacciones, mantienen la vida y la salud del suelo. Cuando la microbiota de un suelo se encuentra inestable o es disfuncional, podemos pensar en un suelo enfermo y poco fértil. Los bosques -especialmente aquellos poco disturbados- son ecosistemas estables, y sus suelos constituyen un importante reservorio de diversidad biológica y metabólica, como resultado de la composición de microorganismos, flora y fauna asociada a ellos. El suelo es hábitat de distintos grupos de microorganismos como bacterias, hongos, algas y protozoos. Las bacterias representan el mayor número de células, y los hongos el mayor porcentaje de la biomasa microbiana en el suelo.

Estos microorganismos están involucrados en la transformación de la materia orgánica del suelo y en el ciclo de elementos como el nitrógeno, el azufre, el fósforo y el hierro, entre otros. Estos elementos son nutrientes que aportan a la fertilidad del suelo y son utilizados por los seres vivos para cumplir sus funciones vitales. Además, los microorganismos interactúan entre sí formando comunidades características que conviven en estrecha relación con las plantas, pudiendo establecer relaciones benéficas que promueven su crecimiento o ser perjudiciales, como en el caso de los patógenos vegetales.

Microorganismos que ayudan a las plantas

Una de las relaciones benéficas más estudiada a nivel de la promoción del crecimiento vegetal es la que se establece de manera simbiótica (ver Glosario) entre las raíces de las plantas y hongos del suelo, denominada micorriza. En esta interacción, los hongos y las raíces forman estructuras especiales a través de las cuales se relacionan e intercambian nutrientes: la planta le proporciona al hongo carbohidratos necesarios para su subsistencia (provenientes del proceso de fotosíntesis), y un microhábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo le otorga a la planta una mayor capacidad para la captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo -especialmente el fósforo-, defensa frente a patógenos y tolerancia ante situaciones de estrés.

Existen varios tipos de micorrizas, de los cuales las micorrizas arbusculares y las ectomicorrizas son los más importantes¹. Las micorrizas arbusculares se encuentran en la mayoría de las especies frutihortícolas cultivadas.

Otro grupo de microorganismos muy estudiado es el de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal, conocidas como PGPB por su nombre en inglés "*plant growth promoting bacteria*". Los medios directos por los cuales estas bacterias pueden mejorar el crecimiento y el estado nutricional de las plantas son: la fijación biológica de nitrógeno atmosférico, el aumento de la disponibilidad de fosfatos y de hierro, y la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias. La capacidad de producir reguladores de crecimiento está ampliamente distribuida entre las bacterias que viven asociadas a las plantas y aproximadamente el 80% son productoras de auxinas (hormonas vegetales). La auxina más importante en términos cuantitativos es el ácido 3-indol-acético (AIA). La producción de este regulador por bacterias como las pertenecientes al género *Azospirillum*, estimula la densidad y longitud de las raíces, lo que incrementa a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrientes, permitiendo que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas.

Algunas bacterias como las del género *Pseudomonas*, tienen la capacidad de solubilizar nutrientes del suelo, como el fósforo o el zinc, poniéndolo a disponibilidad de la planta. Otras especies de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, aumentan el aporte de nitrógeno por medio del proceso de fijación biológica en asociación simbiótica con algunas leguminosas como la alfalfa. Los microorganismos benéficos también pueden tener un efecto antagónico para los patógenos mejorando directamente la sanidad vegetal, e indirectamente, produciendo un mayor crecimiento y desarrollo de las

plantas. Las vías de control que ejercen estos organismos se dan a través de diversos mecanismos de defensa que involucran la producción de compuestos como sideróforos (que retienen hierro), ácido cianhídrico (HCN, tóxico para las células) y antibióticos (ver Figura 2).

Un grupo de microorganismos, menos estudiado, que interactúan con la planta y promueven su crecimiento, son las levaduras. En los últimos años se ha descrito la capacidad de las levaduras de controlar patógenos de las raíces, solubilizar fosfatos en forma individual o asociada a micorrizas y producir reguladores de crecimiento, como las auxinas. De manera similar, en el hemisferio norte se ha encontrado que levaduras aisladas de raíces de álamos eran capaces de producir auxinas y mejorar el crecimiento de especies hortícolas durante su cultivo en invernadero.

El uso de microorganismos benéficos para las plantas se presenta como una herramienta tecnológica atractiva a evaluar considerando las necesidades agro-productivas de la región de la Comarca Andina, sobre todo si se utilizan microorganismos nativos, que tienen como ventaja que ya se encuentran adaptados a las condiciones ambientales y al ecosistema microbiológico del lugar.

Bioinsumos de uso agropecuario

En nuestro país, el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, define a los bioinsumos agropecuarios como "productos constituidos por microorganismos (hongos, bacterias y virus), macroorganismos (ácaros e insectos benéficos), extractos de plantas y compuestos derivados de origen biológico o natural y que estén destinados a ser aplicados como insumos en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agroenergética e incluso en el saneamiento ambiental". Otra ventaja de los insumos biológicos es que no dejan residuos tóxicos en el ambiente y su utilización no implica riesgos para la salud de los productores ni de los consumidores.

Los bioinsumos agropecuarios pueden ser clasificados en dos grandes grupos: biofertilizantes (ver Glosario) y biopesticidas. De los biofertilizantes se conocen diferentes formas de acción: como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo y fitoestimulantes (ver Glosario). Entre los biopesticidas se distinguen los microbicidas, extractos vegetales con características insecticidas, fungicidas o repelentes, e insectos para el control biológico. También puede ocurrir que un bioinsumo presente ambas características (biofertilizante + biopesticida). Otros bioinsumos que no tienen aplicación directa en la agricultura se usan, por ejemplo, en el tratamiento de residuos orgánicos y de aguas servidas, en la salud humana y en sanidad animal.

Los bioinsumos actuales tienen sus orígenes en los

¹ Para más referencias sobre este tema se puede leer en el número 30 de la revista el artículo: Fioroni, F., et al. (2020). Los pinos y sus efectos invisibles. Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes, 17(30): 40-48.

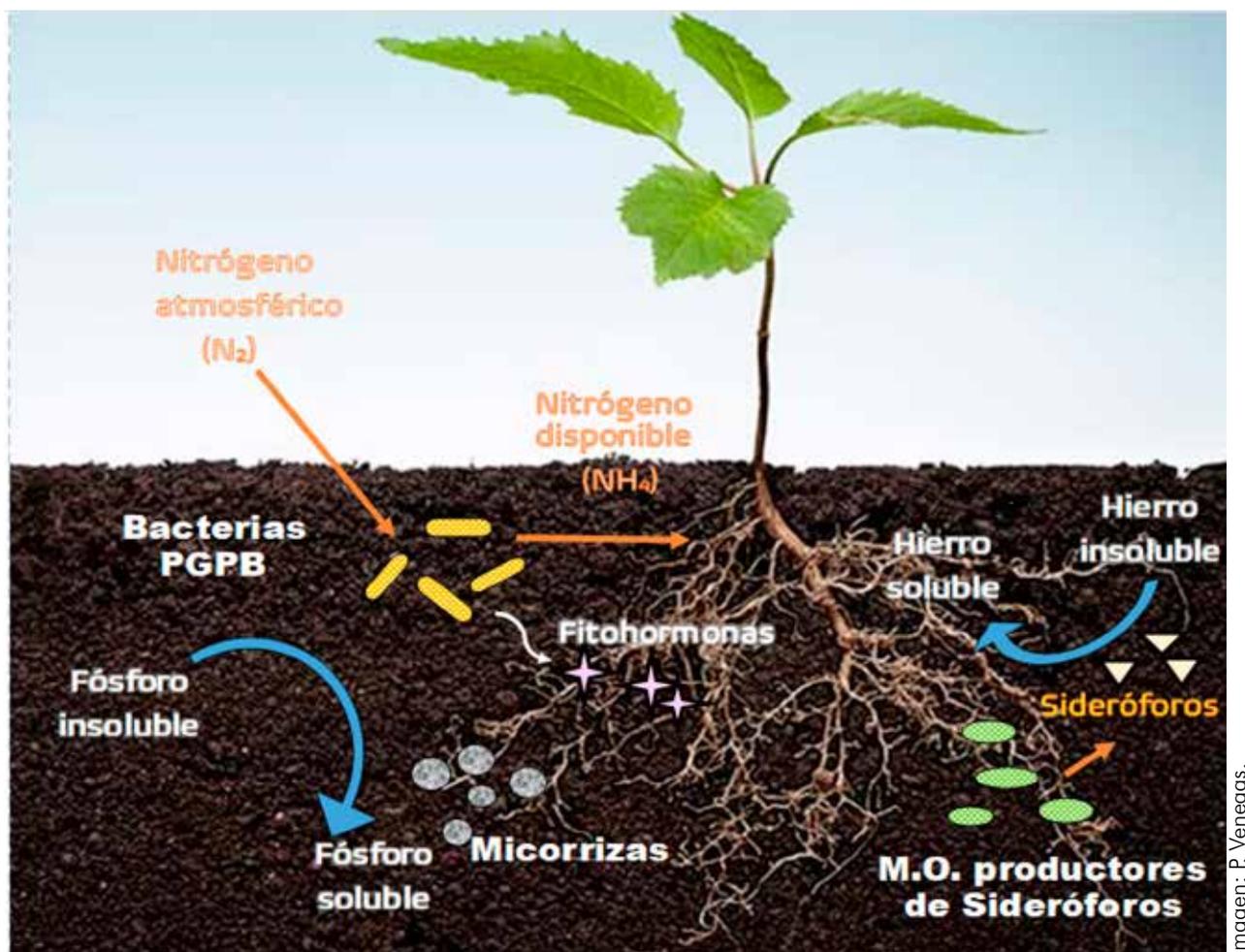


Imagen: P. Venegas.

Figura 2. Distintas relaciones benéficas entre planta y microorganismos. Se observan micorrizas que ayudan a solubilizar fosfatos en relación simbiótica con las plantas. Algunas bacterias PGPB pueden captar nitrógeno de la atmosfera y transformarlo a su forma disponible. Estas bacterias y otros microorganismos también pueden solubilizar fosfatos del suelo. Además, pueden producir sustancias reguladoras de crecimiento (fitohormonas), y sideróforos que ayudan a dejar disponible el hierro para las plantas.

biopreparados (ver Glosario) que se desarrollaron a lo largo de la historia a partir de experiencias y observaciones de pequeños agricultores que fabricaban y aplicaban dichos productos a partir de recetas caseras transmitidas de generación en generación. Por este motivo, la mayor parte de los biopreparados no tiene un autor definido y, en muchos casos, no se conoce su procedencia. Los biopreparados más utilizados y difundidos en Argentina se utilizan para estimular el crecimiento y la sanidad en los cultivos, y se basan en la obtención de microorganismos y/o los compuestos activos producidos por estos, mediante procesos de fermentación anaeróbica (ver Glosario). Los más conocidos son los bioles (ver Glosario) a base de estiércol de vaca, bioles vegetales (por ejemplo, ortiga y consuelda) y la reproducción de microorganismos de montaña (ver Glosario), entre otros. Estas técnicas agrícolas comenzaron a interesar a investigadores, empresas e instituciones gubernamentales que plantearon su uso extensivo y comercial para la agricultura de pequeña y gran escala. Así, en Argentina los primeros bioinsumos comerciales se conocieron

en 1957 en forma de biofertilizantes formulados en base a microorganismos simbióticos -destinados para el cultivo de leguminosas, principalmente soja- que se importaban desde Estados Unidos. Si bien se inició con inoculantes provenientes del extranjero, actualmente existe una demanda de productos biológicos que contemplen las especificidades locales, lo que ha hecho que las empresas radicadas en la región dispongan de ventajas competitivas con respecto a productores del exterior. En 2013, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca creó el Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario, que asesora sobre los aspectos técnicos de calidad, eficacia y bioseguridad que deben reunir los bioinsumos agropecuarios para su liberación al agroecosistema. Así mismo, al Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) le corresponde regular y autorizar el registro de productos de aplicación en agricultura, incluyendo los diferentes bioinsumos aquí mencionados. Actualmente, existe un especial interés en la utilización de los microorganismos benéficos que presentan mecanismos promotores de crecimiento vegetal para ser utilizados como



Imagen: P. Gomes.

Pequeña producción hortícola en la Comarca Andina que mantiene un manejo sustentable con su entorno socioambiental (Chacra Rizoma).

biofertilizantes, apuntando a mejorar la productividad de manera más eficiente, menos costosa y más amigable con el medio ambiente.

La Comarca Andina como ejemplo local

La Comarca Andina es una unidad territorial dada por sus características geográficas, sociales y económicas, ubicada en la zona cordillerana de las provincias de Río Negro y Chubut, sobre el Paralelo 42° en la Patagonia Argentina. Las localidades más pobladas que la conforman son: El Bolsón, en la provincia de Río Negro, y Lago Puelo, El Hoyo, Epuyén, Cholila y El Maitén, en la provincia de Chubut. Esta región de gran belleza paisajística está inserta en los valles andinos patagónicos, rodeados de bosques nativos y de suelos fértiles. Es por esto que las actividades económicas que destacan en la Comarca son: el turismo, la agricultura, la producción forestal y el comercio asociado a ellas. Las producciones agrícolas principales en términos de superficie y rentabilidad son la de frutas finas y la de lúpulo. En relación a las frutas finas, se destaca la participación cada vez mayor de modelos productivos con uso escaso de agroquímicos y algunos orgánicos certificados. El 80% de los productores de fruta fina posee menos de una hectárea, predominando la producción de tipo familiar. Estos productores también

se dedican a la horticultura, a la ganadería, al cultivo de forrajes y a producción forestal en pequeña escala, por lo general para autoconsumo. La actividad hortícola en la Comarca se caracteriza por la presencia de productores que cultivan diversidad de especies de pequeña a mediana escala. Los cultivos se desarrollan durante los meses de primavera, verano y otoño, donde ocurren las temperaturas templadas; mientras que de mayo a agosto hay una detención casi total del crecimiento por las bajas temperaturas. El verano, con días cálidos y noches frescas, favorece la producción de frutas finas de alta calidad, la horticultura de verduras de hoja y, en el caso del lúpulo, la acumulación de principios activos. Los suelos para la producción agrícola tienen en general abundante materia orgánica, pues proceden de desmontes o mallines y suelen poseer elevada capacidad de retención hídrica, pero también alta retención de fosfatos.

La Comarca se caracteriza por sus producciones intensivas con bajo uso de insumos, independientemente del tipo de manejo -orgánico o convencional-. Esto sucede por distintas razones, pero principalmente, porque las condiciones agroecológicas de la zona lo permiten, ya que los suelos son fértiles y existe un bajo índice de plagas y enfermedades. Lo más tradicional en la zona es usar abonos de corral (principalmente



Imágenes: P. Gmes.

Figura 3. A la izquierda, bioles de estiércol y microorganismos de montaña, preparados en talleres en conjunto con la Agencia de Extensión Rural INTA El Bolsón. A la derecha, cultivos bajo invernaderos en donde se prueban estos bio-preparados vía fertirriego en Chacra Rizoma.

de chivo) como fertilizantes, y, si bien son orgánicos y naturales, tienen un bajo equilibrio nutricional, que no resuelve completamente la problemática de los requerimientos en los cultivos intensivos de la zona. Algunos productores manejan la fertilidad de sus suelos recurriendo a mezclas de fertilizantes orgánicos sólidos comerciales, abonos verdes, compost o biopreparados de producción propia. Sin embargo, en producciones con certificación orgánica, el uso de biopreparados caseros tiene limitaciones para la certificación. Para otros productores, la limitación de compostar ellos mismos los abonos de corral (para mejorar el equilibrio de nutrientes y las propiedades físicas/biológicas del suelo) o la preparación de *bokashi* (forma de compostaje acelerado) radica en la inversión de tiempo, maquinaria y mano de obra.

Distintos productores consultados coinciden en que un producto que pueda ser aplicado en el sistema de riego por goteo (fertirriego) sería más atractivo para su implementación en el sistema de producción actual. En este sentido se ha ensayado el uso de bioles a base de guano de vaca y de la reproducción de microorganismos de mantillo de bosque en lotes que cuentan con goteo. Estos biofermentos son fabricados con el apoyo de la Agencia de Extensión Rural INTA El Bolsón, en talleres destinados a difundir estas tecnologías a los productores de la zona, y son regularmente controlados por la observación y medición de sus características físicas y químicas (ver Figura 3). Este enfoque innovador ha surgido del trabajo conjunto con los productores y busca mantener la biodiversidad del suelo y potenciar las prácticas agroecológicas en las producciones intensivas de la zona.

En general, los productores locales reconocen la

importancia de los microorganismos del suelo para movilizar los nutrientes hacia las plantas. Si bien el uso de bioinsumos a base de microorganismos está poco difundido en la región, su demanda va en aumento, especialmente entre quienes se animan a probarlos. Existe una variedad de bioinsumos disponibles comercialmente en la Comarca: fertilizantes sólidos que pueden incluir en su formulación microorganismos que ayudan a volver disponibles los nutrientes, bioestimulantes foliares para complementar una fertilización base (orgánica o mineral), y productos a base del hongo *Trichoderma sp.* con aplicación radical antes el trasplante. Usualmente, quienes adquieren estos productos son huerteros hortícolas de pequeña y mediana escala, y también productores de frambuesa y frutilla.

Una de las limitaciones que se detecta para la adopción de estos productos biológicos es su comercialización en grandes volúmenes, que choca con la realidad de la Comarca. En general sucede que las fábricas de bioinsumos lo hacen para grandes producciones agropecuarias. Este es el caso de una empresa de la Comarca que fabrica inoculantes, biocontroladores y promotores de crecimiento desde hace más de 30 años. Si bien sus productos están bien valorados, son comercializados principalmente en la Pampa Húmeda para cultivos extensivos y exportados a otros países del Mercosur, pero son pocos los productores locales que los utilizan (aunque existen pruebas en cultivos como lúpulo, frutilla o alfalfa). Los datos locales sobre el uso de bioinsumos son escasos y poco conocidos entre los productores; también existe una demanda de mayor investigación y desarrollo local, para promover su uso en distintas escalas de producción.

En búsqueda de un bioinsumo autóctono

El Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue alberga una extensa colección de levaduras nativas de Patagonia en el Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología (hoy parte del IPATEC, UNCO-CONICET). Surge como alternativa novedosa explorar la posibilidad de utilizar las levaduras autóctonas, colectadas del bosque andino patagónico, para promover la producción frutihortícola de fuerte arraigo en la región. El estudio y uso de levaduras nativas de la zona puede ser una mejor opción a los productos desarrollados en otras regiones y para preservar el ecosistema desde una perspectiva agroecológica.

Estos estudios han tenido su inicio en el laboratorio, donde se determinaron las características fisiológicas de algunas levaduras de interés, como por ejemplo su capacidad de producir compuestos similares a hormonas vegetales del grupo de las auxinas (utilizadas para promover el crecimiento de las raíces), la posibilidad de solubilizar fósforo inorgánico (lo cual mejora la disponibilidad de fósforo en el suelo) o la inhibición de microorganismos patógenos para las plantas. También se realizaron estudios utilizando semillas de acelga, lechuga, rúcula y tomate (ver Figura 4) en los que se usaron dos estrategias para agregar las levaduras: sumergiendo las semillas en una solución que contiene las levaduras antes de sembrarlas, o regando los plantines con la misma solución al momento de aparición de las primeras hojas verdaderas. De esta forma se intentó intervenir en el sistema de cultivo tradicional sin agregar pasos costosos para los productores. Al momento del trasplante o al final del ciclo productivo se puede evaluar el efecto de las levaduras sobre el crecimiento o el rendimiento de las plantas. Para lo primero se consideran variables como la altura, el diámetro del tallo, la cantidad de raíces o el peso, mientras que para el rendimiento hay que elegir la variable en función del cultivo estudiado: por ejemplo, para verduras de hoja es importante el peso y tamaño de la parte aérea y, en hortalizas como el tomate, el número de flores y frutos. Además, se puede evaluar la cantidad de clorofila y distintos nutrientes en hojas y raíces.

Los estudios realizados mostraron que distintas especies de levaduras pueden tener efectos positivos en distintos estadios del crecimiento de las plantas y que no todas las plantas responden igual. Todavía queda mucho por explorar sobre las formas en que estas levaduras pueden beneficiar el crecimiento de las plantas y surgen muchas más preguntas: ¿cuándo es más adecuado inocular las levaduras? ¿qué efecto tienen en combinación con las distintas técnicas de producción? ¿ayudarán al crecimiento en condiciones estresantes (como sequía o enfermedad)? ¿qué levadura es más

adecuada para cada especie de planta cultivada?

Las características particulares de la región patagónica (ambientales, sociales y económicas) hacen difícil de aplicar las "recetas" que han sido desarrolladas para otras regiones. La búsqueda de sistemas de producción "en sintonía" con el ambiente circundante y que promuevan el crecimiento socioeconómico regional requiere promover la investigación local y, sobre todo, el trabajo conjunto de los actores involucrados: investigadores, productores, comercializadores y consumidores. Esperamos que este artículo sea el primer paso para dar a conocer el potencial local tanto de los recursos biológicos como de investigación.

Agradecimientos

Agradecemos a todos aquellos que prestaron su tiempo para ser entrevistados y brindar información: a la Ing. Agr. Andrea Cardozo, jefa de Agencia de Extensión Rural INTA El Bolsón y Coordinadora de la Plataforma de innovación territorial Comarca Andina del Paralelo 42°, al Ing. Agr. José Dumm, dueño del local comercial La Agrícola de El Hoyo, a Juan Magri, dueño y fundador de empresa *Green Quality*, a la Ing. Agr. Ailén González, productora de fruta fina de Arroyo Claro, a la Téc. Prod. Org. Casandra del Valle Gallegos, integrantes del grupo de productores de Chacra Rizoma, y a Pamela Gomes, por capturar las bellas imágenes de los talleres y de Chacra Rizoma, donde también participa.



Figura 4. Ensayo de evaluación del efecto de cinco levaduras diferentes en el crecimiento de acelga y tomate.

Glosario

Biofertilizante: fertilizante que contiene un microorganismo o varios, como principal componente, sobre un soporte.

Biol: biofertilizante líquido obtenido a través de un proceso de fermentación anaeróbica de estiércol fresco de animales y/o materia vegetal, microorganismos descomponedores y azúcar o melaza.

Biopreparados: preparados caseros que se elaboran y utilizan dentro de los establecimientos agropecuarios, siguiendo las recomendaciones de organismos técnicos reconocidos. No están autorizados para su comercialización.

Fermentación anaeróbica: transformación de la materia orgánica por medio de microorganismos en ausencia de oxígeno. El resultado es la conversión a una forma estable de la materia orgánica más la producción de gases (CO₂, metano, entre otros).

Fertilizante: sustancia que contiene elementos o compuestos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas. Se clasifican en químicos, orgánicos y mixtos. Los fertilizantes químicos están compuestos por minerales sintetizados en laboratorios, mientras que los fertilizantes orgánicos, de nutrientes de origen vegetal o animal.

Fitoestimulantes: microorganismos productores de moléculas que promueven el crecimiento de las plantas.

Inoculante: producto formulado con microorganismos fisiológicamente activos benéficos, seleccionados para favorecer la nutrición y/o promover el crecimiento de las plantas.

Microorganismos de montaña: microorganismos recolectados de suelos de bosques de montaña libres de contaminación química. Se busca su reproducción mediante fermentaciones anaeróbicas en medios sólidos y líquidos. Se conservan en estado sólido y se aplican en estado líquido a los cultivos.

Revolución Verde: se denomina así al incremento de la productividad agrícola entre 1960 y 1980 en Estados Unidos y extendida después por numerosos países. Se fundamenta en la obtención de variedades muy productivas, sistemas de riego tecnificado, modernización de maquinarias, aplicación de agroquímicos y biotecnología.

Simbiosis: relación entre dos o más organismos, que comparten un espacio físico e interactúan íntimamente obteniendo mutuos beneficios.

Resumen

Las relaciones benéficas entre microorganismos del suelo y las plantas pueden ser muy provechosas para la producción agrícola, ya que facilitan la obtención de cultivos sanos y de calidad. Los microorganismos habitan el suelo naturalmente; sin embargo, sus poblaciones pueden verse afectadas por el uso excesivo de agroquímicos. En Argentina se desarrollan y aplican bioinsumos hace años, principalmente para monocultivos de grandes extensiones, pero falta conocimiento e investigaciones para aplicarlos en producciones pequeñas, diversificadas y locales. El Bosque Andino Patagónico se presenta como una oportunidad de investigar microorganismos que puedan proporcionar biofertilizantes eficientes y adecuados a la producción frutihortícola colindante.

Para ampliar este tema

Mamani de Marchese, A. y Filippone, M.P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. Rev. Agron. Noroeste Argentino. 38 (1): 9-21.

Cardozo, A., El Mujtar, V. y Álvarez, V. (2020). Elaboración de Biofertilizantes a partir de microorganismos del bosque. Proyecto FONTAGRO. Apuntes de Comunicación Técnica INTA. AER El Bolsón.

Bioinsumos y biomateriales. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [Disponible en Internet]

Resignificar la formación docente

Reportaje

a Gloria Edelstein

por Cecilia Fourés y Mónica de Torres Curth

Gloria Edelstein una de las principales referentes en nuestro país en temáticas relacionadas con a la formación docente, el análisis y la investigación de las prácticas de la enseñanza. Aprovechando las ventajas de la virtualidad, Desde la Patagonia conversó con ella.

Desde La Patagonia (DLP): En primer lugar, agradecemos que te hayas hecho un lugar en tu agenda para conversar con nosotras. Queríamos pedirte, para comenzar, si podés contarnos un poco de tu historia académica, a qué te has dedicado, qué estás haciendo ahora...

Gloria Edelstein (GE): Mi historia sería muy larga... (risas). Soy graduada en educación. El título que tengo lo otorgaba antes la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y se enmarca en lo que hoy constituyen las carreras de Ciencias de la Educación. Allí obtuve mi profesorado y mi licenciatura. Luego, como yo había participado en la elaboración del proyecto de doctorado para la UNC -y no podía ser arte y parte-, realicé mi doctorado en la Universidad de Buenos Aires. Inicié la docencia universitaria como alumna. Estando en segundo año de la cursada de la carrera de grado, fui invitada a presentarme a concursar en la cátedra de Historia de la Educación. Lo menciono porque soy conocida por desarrollos en otras disciplinas, pero ese fue un tiempo muy valioso para mí, porque las indagaciones en el campo de la historia de la educación siempre me llevaron a enfatizar el valor de situar en contexto a todas las problemáticas que fueron objeto de análisis dentro de nuestro campo. Allí tuve una formación rigurosa, de mucho estudio y producción y fue en esa cátedra, que se reconoció mi especial interés por las cuestiones de orden didáctico. Tanto que, siendo yo muy joven y todavía estudiante, la profesora titular me solicitaba que pensara cuáles serían las mejores maneras de plantear los trabajos prácticos a los alumnos, porque en esa época la línea divisoria entre teóricos y prácticos era más fuerte. Y eso fue una marca en lo que iba a ser luego mi desarrollo profesional, digamos que así se fue abriendo camino para mi orientación al campo de la didáctica. Ya casi al



Imagen: gentileza de G. Edelstein.

Gloria Edelstein es doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Buenos Aires y profesora y licenciada en Pedagogía y Psicopedagogía por la Universidad Nacional de Córdoba. Actualmente es profesora responsable de Seminarios en carreras de postgrado en diversas universidades nacionales, en temáticas referidas a la profesionalización de las prácticas docentes, el análisis y la investigación de las prácticas de la enseñanza.

terminar el grado me presenté como Jefe de Trabajos Prácticos a una cátedra de Didáctica Especial. En realidad, a la cátedra denominada Metodología, Observación y Práctica de la Enseñanza, que era conocida por la sigla MOPE, donde desarrollé toda mi trayectoria en la Universidad Nacional de Córdoba. ¿Por qué dije "Especial"? Porque en ese momento al frente de esa cátedra estaba Azucena Rodríguez Ousset, con quien produje mis primeros trabajos en el campo de la didáctica. Me invitaba a participar en sus clases y establecía diálogos conmigo en el mismo desarrollo de la clase. Era algo muy interesante, muy innovador para la época. Creo que esa experiencia fue perfilando mi especialidad en relación a la didáctica y, por cierto, también a la formación de docentes, que están estrechamente vinculadas. En tanto entendemos que

la didáctica general asume teorizaciones acerca de los procesos de enseñar, evidentemente es una disciplina central para la formación docente. Esa cátedra, además, marcó una característica en mi perspectiva con respecto a la didáctica, porque implicó un contacto muy fuerte con instituciones de otros niveles donde ubicábamos a nuestros alumnos practicantes residentes. Con el tiempo fuimos desarrollando un trabajo teórico muy fuerte, librando una batalla en el campo contra la desestimación que siempre había en relación de este tipo de disciplinas, consideradas de orden práctico en un sentido peyorativo. Fue una cátedra que desarrolló una importante producción teórico-metodológica con respecto al sentido de las prácticas en los procesos de enseñar y en la formación de docentes, con fuertes vínculos con actores institucionales de otros niveles del sistema educativo. Sobre la base de esa experiencia, fui concentrando paulatinamente mis actividades en la formación docente, fundamentalmente en el nivel universitario, lo cual fue algo sumamente importante para mí porque implicó mi vinculación formal en la "transmisión" significada como pasaje de saberes y conocimientos del campo de la didáctica general, a profesionales de los más diversos campos de conocimiento. Una producción eminentemente interdisciplinaria. Fue absolutamente enriquecedora para mí, porque me interpeló muy fuertemente con el correr de los años, para dar curso a nuevos desarrollos. Fueron muy importantes los interrogantes, las preguntas, los vacíos, la necesidad de giros y nuevos desarrollos que fui reconociendo desde el trabajo con profesionales universitarios que hacían docencia, fundamentalmente a partir de la significativa expansión de carreras de posgrado en las universidades que se dedican a la formación de docentes universitarios. Debo decir que la enseñanza, que es el objeto de la didáctica, es algo que me apasiona y es el motivo por el cual persisto en hacer tal trabajo alrededor de esta disciplina y en relación a la formación docente.

DLP: Y muy desafiante, seguramente. Porque en ocasiones existe una resistencia explícita a la formación docente en las universidades.

GE: Enorme. Eso también tiene su origen en una tradición y en una representación generalizada de que, para ser docente en la universidad, lo único necesario

es el dominio de los contenidos en el campo o área de conocimiento objeto de enseñanza, y que la cuestión pedagógica es algo atinente a otros niveles del sistema educativo. Nosotros vamos mucho más allá con respecto a la formación de los docentes, porque ya no nos conforma sólo la articulación entre los saberes y conocimientos específicos propios del campo con los contenidos pedagógicos, sino que entendemos que son necesarios saberes múltiples que, fundamentalmente, tienen que ver, no sólo con el conjunto de disciplinas que integran las ciencias de la educación, sino con otras disciplinas del campo de las ciencias humanas y sociales. Porque sin ellas, no es posible comprender la complejidad de los procesos de enseñanza, tal como hoy los entendemos.

DLP: ¡Muy interesante! En la actualidad, ¿qué cuestiones fundamentales y prioritarias te parece que debería atender la formación docente?

GE: Antes planteé la importancia de que la formación docente se ampliara a una perspectiva que permita que los docentes comprendan el mundo en que vivimos: problemáticas de orden económico, social, ambiental, antropológico; las cuestiones relativas a los debates actuales en torno al género, así como las vinculadas a procesos de constitución identitaria y conformación de subjetividades. Desde finales del siglo pasado estos aspectos han cambiado enormemente y la formación no puede quedar anclada en ciertos contenidos básicos sin abrir a la problematización de todas estas cuestiones, que implican también, atender a las diversidades en términos de etnias, pueblos originarios, diversidades territoriales, lo cual tienen que ver con culturas y subculturas. En fin, toda una gama inmensa de problemáticas que hacen necesario definir cuáles son los saberes y conocimientos necesarios para el trabajo docente. No se puede establecer un decálogo de cuáles son los contenidos que hay que incluir en la formación, porque hacen falta saberes teóricos, saberes de referencia, saberes disciplinarios. También son necesarios saberes desde y en la práctica, saberes como memoria de experiencia, pero sin dudas, y esto es algo que veo todavía demasiado ausente (y estoy hablando aún antes de la pandemia), saberes acerca de la contemporaneidad: de qué se trata el mundo en el que vivimos, cuáles son las pro-



Imagen: F. Viegas Barriga.

blemáticas que afectan a territorios, instituciones y sujetos, en un mundo que está totalmente conmocionado. Por eso nombraba algunas cuestiones como las de orden socio-económico, pero también me refiero a las cuestiones ambientales, las cuestiones de género, las que hacen a las etnias y a la necesidad de atenderlas en su diversidad -pero de manera genuina, no retórica-, el conocimiento de la alteridad relativo a las nuevas configuraciones identitarias y la incidencia en ellas de signos de época. En los distintos niveles del sistema educativo ya los niños no son los niños de antes, los púberes, los adolescentes, y tampoco nosotros como adultos estamos igual, porque esta conmoción que atraviesa globalmente a las sociedades, tanto a las más desarrolladas como las menos desarrolladas, impone la necesidad de decir que no podemos quedar encasillados en ciertos saberes y conocimientos. Por eso, para mí, hay que tener en cuenta una formación general con disciplinas que creen las condiciones para estas comprensiones que estoy señalando: historia, sociología, política, ética, ciudadanía, entre otras. También aquellas disciplinas que tienen que ver, no sólo con teorías del aprendizaje a la vieja usanza, sino con teorías del sujeto, las que remiten a estos conocimientos puntuales específicos. Una ampliación que, sostengo, hace a una perspectiva multi-referencial para la comprensión de los problemas relativos a la enseñanza. Como trabajamos en la formación para una práctica en extremo compleja, conflictiva, contradictoria, con signos enormes de ambigüedad (que no son sencillos de interpretar) hay que buscar claves de interpretación que nos permitan reconocer elementos

que operan en la base. Esto necesita una ampliación enorme y significativa de los conocimientos necesarios para la formación de docentes. A partir de la pandemia y de la tremenda movilización que significó este fenómeno global que afectó al mundo entero, aparecen algunas cuestiones fuertes, que voy procesando todavía. Creo que la forma de lo escolar se tiene que cambiar, porque más allá de no tener certezas de ningún tipo con respecto a cómo sigue esto; porque la verdad es que no las tenemos, así como los científicos tienen recaudos totales para decir "vamos mejor, estamos resolviendo, hemos podido resolver muchas problemáticas", encontramos una zona de incertidumbre que no nos permite todavía definir si volvemos a la situación en la que se trabajaba antes, o tenemos que pensar en tiempos absolutamente diferentes en lo material, en lo simbólico, en las condiciones externas materiales, y en lo que tiene que ver con los sujetos. La forma de lo escolar ya ha ido cambiando en algún sentido, pero, si bien encontramos algunas investigaciones incipientes que dan cuenta de ello, no hay una sistematización de un saber y un conocimiento que nos permita pensar en una nueva forma de lo escolar. Y cuando digo "escolar" me refiero a las instituciones educativas, entre las que también incluyo a las universidades que, en muchos casos, quedaron muy aferradas a formas burocráticas, administrativas, y no se abrieron a desarrollos importantes desde los propios protagonistas, incluso porque no era objeto de debate si esa forma de organización de la enseñanza era la más pertinente. Hoy, por ejemplo, desde la pandemia, la clase en el hogar y la intervención de

otres actores, para les propias universitarias que están trabajando en su casa -con todo lo que allí acontece-, es un giro enorme. Son cuestiones que tenemos que procesar cuidadosamente, pero que, de hecho, plantean la necesidad de quebrar un concepto intramuros sobre el que se constituyó la escolarización. Hay que pensar que las instituciones educativas tienen que abrirse a otros ámbitos, a otras agencias que también educan, a otros actores, comunidades, organizaciones que simultáneamente están participando. Esto se vio claramente en la pandemia. También hay que pensar qué hacer con los contenidos que forman parte del currículo porque las enseñanzas en las instituciones educativas se definieron fundamentalmente por propuestas curriculares. Es decir, aquello que una sociedad, una cultura, consideraban como "valioso" a los fines de ser enseñado en un momento determinado. Hoy eso está en crisis, está puesto en cuestión, y tiene que ser necesariamente interpelado para ver cuáles son las prioridades. Qué es aquello inexorable para todos los educadores, es decir cómo llegar a todos, todas, todes, con aquello del orden de lo común, aquello que hay que compartir más allá de todas las diferencias, que hay que compartir de distintos modos, con elecciones, con decisiones, con posicionamientos diferentes. Por lo menos en lo personal, creo que esto hay que pensarlo en función de una apuesta muy fuerte a la idea de "justicia educativa" y de "justicia curricular". Esto implica precisar, definir qué saberes y conocimientos forman parte de lo que entendemos como orden de lo común para quienes compartimos y convivimos en determinados contextos que tiene que llegar a todos, y para eso hay que formar muy especialmente a los docentes. Retóricamente se habló mucho de la inclusión, pero la inclusión no siempre fue efectiva. La pandemia mostró descarnadamente fragmentaciones, desigualdades que en realidad eran preexistentes, pero no se veían. Entonces, para registrar eso hay que formar también. Los docentes no sólo tienen que formarse en los contenidos objeto de enseñanza, en las mejores formas para lograr que aquellos a quienes van dirigidas las enseñanzas se apropien de ellas, sino que, además, tienen que en formarse con las herramientas conceptuales y metodológicas que les permitan indagar en los territorios en los que actúan, en sus singularidades, tanto materiales y simbólicas como de los sujetos que forman parte de esos territorios, de esos entornos, de esos ámbitos en los que van a trabajar. Y esto no es una cosa sencilla, es algo que toma tiempo. En simultáneo, los docentes tienen que lograr una comprensión sobre cuestiones objetivas y subjetivas de aquello con lo que se trabaja, asumiendo los cambios que se van dando en sí mismos, en su propia subjetividad y configuración identitaria.

DLP: ¿Pensás que en la pandemia les docentes tuvieron

capacidad de reacción atendiendo un poco a lo que estaba demandando este contexto?

GE: Es difícil, porque tenemos un país muy segmentado, fragmentado y uno por ahí se apasiona con las propias convicciones y plantea ciertas generalizaciones. Con respecto a la pandemia, no me animaría a generalizar, porque no tengo datos fidedignos de lo que aconteció a lo largo y a lo ancho de nuestro país. Pero si tuviera que decir algo, sería mi reconocimiento a los docentes. En un primer momento hubo muchas dudas, mucha incertidumbre, mucha incompreensión, sufrimiento incluso, de no saber cuánto tiempo iba a sostenerse esto. Porque en un principio pensamos que se trataba de una cuestión de corto plazo, pero al final se fue prolongando mucho más allá de lo que imaginamos. Entonces, el soportar fragilidades económicas, sociales, o en los aspectos vinculares, se tornó mucho más difícil. Pasado ese tiempo de quiebre, de asombro, creo que los docentes se cargaron al hombro la mochila de la continuidad pedagógica y lo hicieron apostando al reconocimiento de la educación como un derecho, sobre todo en el campo de la educación pública, que es el territorio en el que me muevo. Allí la mayor parte de los docentes están ganados por esa idea de que la educación es un derecho humano inalienable, y entonces hicieron todo lo que estuvo a su alcance. Las condiciones fueron muy diferentes según los casos, la disponibilidad de medios, lo que podían ofrecer las instituciones, las trayectorias formativas de los propios docentes. Había docentes que ya trabajaban incorporando aportes de la virtualidad a sus propuestas pedagógicas, pero hubo otros que no. No sólo no tenían los dispositivos ni los soportes técnicos, sino que tampoco tenían la formación para formar a otros a través de esos elementos. Sin embargo, hubo un impulso a la imaginación pedagógica y a la creatividad, que fue realmente increíble. Lo que quiero dejar absolutamente en claro es que no soy ingenua en cuanto a que muchos alumnos de distintos niveles del sistema quedaron desamparados, quedaron al margen de los procesos formativos, y no por responsabilidad de los docentes. Esto ya les excede. Veníamos de un tiempo de devastación de un gobierno neoliberal que había atacado la cuestión educativa en todos los planos imaginables. Veníamos de un gobierno en el que se redujo el presupuesto a educación, se sacó el programa Conectar Igualdad, se desmanteló el INFoD y una cantidad enorme de programas y proyectos fueron directamente aniquilados. Entonces la educación se encontró en una situación de devastación enorme al momento de tener que enfrentar la pandemia y el sostenimiento de las propuestas educativas en la virtualidad. ¿Qué hubiera sido si las netbooks arrumbadas, que ya perdieron actualidad, hubieran sido repartidas? ¿Si esas netbooks hubieran estado en manos



Imagen: F. Veigas Barriga.

de tantos estudiantes que las necesitaban? ¿Si hubiera tenido continuidad el programa Conectar Igualdad? En ese marco creo que es mucho lo que se hizo. Me sacó el sombrero y me enorgullezco. Por supuesto que hay que tener claro que muchos quedaron afuera y habrá que recuperarles. Por eso digo esto: movilizar las visiones sobre la forma de escolar, sobre el trabajo, sobre las propuestas curriculares para realmente dar lugar a los desfavorecidos -que fueron muchos- y eso no se puede desconocer bajo ningún concepto. Pero también creo que hubo experiencias creativas y que tendrían que difundirse.

DLP: Cambiando un poco de tema... Estuviste en concursos de titularización en Río Negro, en los institutos de formación docente. Queríamos preguntarte si te llamaron la atención algunas cosas con respecto a la formación docente en esta región, yendo más a lo situado.

GE: No hice un balance muy agudo... Creo que no se puede sacar una conclusión uniforme, porque yo estuve en una mesa en la que concursó mucha gente, pero había al menos diez mesas evaluadoras simultáneas. Una primera cuestión es que aparecieron diferencias generacionales. Evidentemente, los docentes más jóvenes mostraron una mayor actualización, un trabajo en formación continua que les permitió presentar propuestas más sostenidas, más potentes, con elementos fundados y a la vez creativos. En algunos casos me

sorprendí muy gratamente por cómo estaban al tanto de los desarrollos y debates más actuales en nuestro campo. No lo diría como una cosa taxativa, pero en principio lo vi en los jóvenes. Porque todos se vieron obligados a concursar y la verdad es que había gente concursando que ya estaba pensando en la jubilación. Entonces es comprensible advertir y reconocer esas diferencias. Algunos docentes jóvenes interpelados sobre sus propuestas dieron respuestas muy fundadas. Para mí fue una experiencia muy interesante. Es más, he mantenido diálogo por email un buen tiempo con alguna gente a la que le hice observaciones y que mostró interés en capitalizar los señalamientos que se les realizaban en esa instancia. En cada jurado participamos cinco personas: docentes, graduados y estudiantes. Había mucho intercambio. Fue una experiencia de una riqueza incalculable. Después, por supuesto, eso requiere todo un proceso de trabajo. Era la primera vez en la que yo participaba de concursos en una jurisdicción y con una organización tan importante, masiva y abierta.

DLP: Para ir cerrando queremos invitarte a agregar lo que creas necesario.

GE: Hay una cosa que me gustaría decir, que es algo con lo que me peleo siempre: hay que reconocer la necesidad de la formación docente en las universidades. Me parece que las universidades no asumieron aún -por lo menos en la medida que corresponde-

ría, la responsabilidad social que significa formar docentes para otros niveles. En el breve tiempo en que estuve como decana, participé de algunas reuniones de asociaciones de profesionales donde se discutió mucho este tema. Se tomó como base la propuesta de lineamientos del INFoD, pero no prosperó. Hubo algunos avances muy interesantes y sé que algunas universidades, en algunos campos de conocimiento, lograron estas modificaciones. Pero creo que las universidades tienen una deuda en esta temática-problemática. Si se entregan títulos de profesor o profesora hay que dar una formación de sentido amplio, donde se incluyan los campos de la formación, como han sido incluidos para las instituciones formadoras de docentes. Y lo último, tiene que ver con las complejidades, conflictividades incluso, que son consustanciales a esta práctica, porque es una práctica social y donde nuestro interlocutor es del orden de lo humano... Por eso sostengo la idea de un profesorado orientado a la indagación. Quizás no me defino tan terminantemente con respecto a la investigación, pero lo que no se puede ya es no formar a un profesorado orientado a la indagación. ¿Esto qué quiere decir? Que, inexorablemente, los docentes tienen que ser preparadas para ser estudiosos de sus enseñanzas. Tienen que tener herramientas conceptuales y metodológicas que les permitan estudiar sus enseñanzas. ¿Qué quiero significar con esto? Tienen que poder dar sentido, dar razones, fundamentar. El qué, el por qué, el cómo y el para qué, y también -algo en lo que insisto porque es frecuentemente olvidado-, en los efectos que producen en los otros. No sólo fundamentar sus propuestas sino ver qué resonancias, qué efectos producen en aquellas a quienes van dirigidas sus enseñanzas. Esto implica una tarea ardua, implica aportar a los docentes -y no sólo en términos teóricos- una forma de trabajo que les permitan poner en práctica la reflexividad crítica. Cómo activarla de manera genuina y no sólo de manera retórica, para que cada vez se produzcan mejores propuestas para todos, todas y todes. No es que piense que en la formación de profesores no hay que in-

cluir la investigación, sólo digo que no es obligatorio. Justamente, el trabajo que fue fruto de mi doctorado, permitió generar un dispositivo formador para analizar los procesos de la práctica, cómo utilizar las mismas herramientas que se utilizan en la investigación. Los profesores sienten que la docencia en las universidades está desestimada con respecto a la investigación. Esa es una apuesta muy fuerte en la que trabajo en las formaciones de postgrado que estoy llevando adelante. Hay mucho para reflexionar. El dispositivo de análisis que propongo tiende a acortar la brecha entre docencia e investigación.

DLP: Actualmente se habla de la profesionalización de la docencia en la universidad, pero después, a la hora de un concurso, se valora mucho más la producción en investigación que la docencia, ¿no?

GE: Les profesionales me lo dicen. Les cuesta analizar las problemáticas que hacen a la enseñanza y cuando llega un momento dicen "Gloria, nos convenciste. Ahora, ¿cómo hacemos con el titular cuando vamos a la clase?" Porque, en muchos casos, las universidades siguen teniendo una estructura piramidal que no da lugar a quienes quieren producir giros con cambios significativos en sus prácticas y que vislumbran como posibles al incorporar nuevos aportes en su formación. Seguramente habrán quedado muchas cosas en el tintero, pero sería una conversación interminable esta, ¿no? (risas)

DLP: Y apasionante, además. Queríamos agradecerle tu tiempo e invitarte a que cierres la entrevista con lo que quieras decir.

GE: Creo que cerraría con esta resignificación que hicimos del sentido de la docencia, de concebimos como pasadores de herencia y hacernos cargo de la transmisión, de aquello que es sustancial a una sociedad y a una cultura determinada. Siempre y cuando hagamos ese pasaje en términos de donación, sin esperar un retorno, una devolución, y asumiendo que los otros pueden tomar los más diversos atajos y recorridos, y que, por otro lado, es muy bueno que lo hagan. Creo que la profesión docente -lo fue para mí-, es una profesión privilegiada, porque en ese interactuar con otros, estamos permanentemente en un proceso de crecimiento en todos los planos, en lo específico de la disciplina, en la dimensión de lo humano, ... si se encara seriamente, por supuesto, si se encara con la profesionalidad que cabe.

DLP: ¡Muchísimas gracias por concedernos esta entrevista!



Imagen: F. Viegas Barriga.

POLEN Y ESPORAS FÓSILES DEL EOCENO DE RÍO TURBIO

FLORA Y CALENTAMIENTO GLOBAL

Descubriendo el impacto del calentamiento global del Eoceno medio en las flores del extremo sur de Patagonia a través del estudio de granos de polen y esporas fósiles.

Damián A. Fernández

El cambio climático es una de las problemáticas ambientales más importantes de la actualidad. En particular, el calentamiento global es un fenómeno que preocupa a la sociedad y ocupa a la comunidad científica. Según los modelos climatológicos, las emisiones de gases de efecto invernadero producto de la actividad humana son una de las principales causas del aumento de la temperatura media anual. Brown y Caldeira estiman a través de modelos climatológicos que, de continuar la tendencia actual, hacia fines del siglo XXI la temperatura media anual aumentará entre tres y seis grados centígrados. Como se explica en un artículo de *National Geographic*¹, la diferencia entre las temperaturas globales durante las edades de hielo y en los períodos templados entre las glaciaciones es tan sólo de cinco grados. Esto implica que la magnitud del calentamiento global provocado por el hombre es muy importante. Mientras la ciencia sigue estudiando este fenómeno para intentar desacelerarlo, es crucial entender qué consecuencias podría tener, si siguiera el ritmo actual, en los seres vivos. Pero, si nos vamos muy atrás en tiempo, estos episodios de calentamiento ¿ya han tenido lugar en la historia de la Tierra? ¿Qué pasó entonces con los ecosistemas?

La Tierra ha experimentado una tendencia general al enfriamiento durante los últimos 50 millones de años, la cual tuvo su punto máximo en una glaciación a escala continental de la Antártida en el límite entre el Eoceno y el Oligoceno (hace 34 millones de años). El Óptimo Climático del Eoceno Medio (o MECO, por sus siglas en inglés) ocurrió hace unos 40 millones de años cuando, según Bijl y colaboradores, se liberaron de

Palabras clave: diversidad, fósiles de plantas, óptimo climático, Patagonia, polen y esporas.

Damián A. Fernández¹

Dr. en Ciencias Naturales
dafernandez@untdf.edu.ar

¹Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Tierra del Fuego, Argentina

Recibido: 01/05/2021. Aceptado: 20/09/2021.



Figura 1. Ubicación del área de estudio: alrededores de la ciudad de Río Turbio, una pequeña localidad reconocida por su producción de carbón mineral, al sudoeste de Santa Cruz.

forma natural grandes cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera, y la temperatura de la superficie del mar aumentó hasta seis grados centígrados. Las causas de dicho aumento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera son motivo de estudio y debate. Las hipótesis principales son las erupciones volcánicas o los cambios complejos en el ciclo del carbono. Este evento de calentamiento, ampliamente reconocido por una perturbación en los isótopos estables de oxígeno y carbono analizados en fósiles, duró entre 500.000 y 600.000 años. Como podemos ver, éste fue un proceso similar el que está atravesando nuestro planeta, pero de una escala mucho mayor (ver Recuadro). Para tener un punto de referencia, la especie humana se habría originado hace cerca de 300.000 años; el MECO entonces habría durado el doble que nuestra especie hasta el momento.

¹¹ El artículo de *National Geographic*, titulado ¿Qué es el calentamiento global?, puede leerse en Internet en <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

Figura 2. Trabajo de campo. El autor tomando muestras de roca. En segundo plano se observa la sucesión de sedimentos del Eoceno de la Formación Río Turbio. Por encima, el bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*).



Imagen: gentileza del autor.

Los modelos ecológicos pueden potencialmente predecir el impacto del aumento de la temperatura y el dióxido de carbono atmosférico en la diversidad de especies. Sin embargo, es importante destacar que sólo el registro fósil proporciona evidencia empírica sobre cómo la biodiversidad se ve afectada por las transiciones climáticas a largo plazo.

Por ejemplo, se sabe que las floras fósiles alcanzaron su punto máximo de diversidad durante episodios anteriores de altas temperaturas, ya sea en el Eoceno temprano (52 millones de años) de la Provincia de Río Negro o en el Eoceno Medio (45 millones de años) del norte de Colombia como muestran, entre otros, los trabajos de Wilf y Jaramillo respectivamente. El MECO también habría afectado a la vida terrestre; sin embargo, la magnitud de esta respuesta era hasta el momento desconocida para la ciencia, ya que la mayoría de los datos publicados se habían centrado en el ambiente marino. Hasta el momento no estaba claro si durante el MECO la diversidad de los seres vivos aumentó, si los

reemplazos en las floras fueron graduales o repentinos, o si los inmigrantes subtropicales y tropicales fueron frecuentes en el extremo sur de la Patagonia.

Para mejorar el entendimiento de estos procesos un equipo de científicos y científicas del CONICET, liderados por la doctora Viviana Barreda, analizamos cuantitativamente los cambios en la diversidad de las plantas, sobre la base del análisis de esporas y granos de polen fósiles conservados en rocas de los alrededores de la ciudad de Río Turbio (suroeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina) (ver Figura 1).

Estas rocas abarcan tanto el MECO como los momentos inmediatamente anteriores y posteriores (desde un punto de vista geológico). Nuestro estudio refuerza la importancia del registro de polen y esporas fósiles para explorar las tendencias de diversidad pasadas y representa una nueva imagen explícita de cómo las floras respondieron a un evento de invernadero en el extremo sur de América del Sur.

Una cuestión de escala

Como podemos ver, el efecto invernadero, el calentamiento global y la aridización, son procesos que se han dado naturalmente en la historia de la Tierra. Es importante estudiar la evidencia fósil para entender qué consecuencias tuvieron esos cambios en el ambiente sobre los seres vivos. Debemos destacar que el evento de calentamiento que estudiamos se dio a lo largo de cientos de miles de años. Tenemos cada vez más evidencia de que la actividad humana (de forma consciente y -por lo tanto- responsable) está provocando un aumento de temperatura similar, aunque en un lapso de décadas. Esto tiene un efecto muy negativo en la biosfera porque está cambiando el clima tan rápidamente, que algunos seres vivos no pueden adaptarse, y, entonces, podrían extinguirse. De la misma manera, un clima nuevo y más impredecible impone retos únicos para todo tipo de vida.

Cómo lo hicimos

En este preciso momento en donde se encuentre el lector, están flotando en el aire y lentamente van cayendo al suelo, granos de polen y esporas. Por suerte para quienes las estudiamos, estas estructuras vegetales microscópicas son muy resistentes. Así que luego de millones de años pueden quedar preservadas en los sedimentos finos que ahora son rocas. Gracias a estudios paralelos podemos saber qué edad tienen esos sedimentos. De esa forma, reuniendo la información de diferentes rocas y lugares, los palinólogos (ver Glosario) podemos entender procesos ecológicos de gran envergadura. Parte del equipo de la Dra. Barreda partió desde el Museo Argentino de Ciencias Naturales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires hacia Río Turbio en el suroeste de Santa Cruz. El viaje tomó tres días. Con la piqueta tomamos 53 muestras en los alrededores de la ciudad (ver Figura 2). Las llevamos al museo y las disolvimos atacándolas con ácidos muy fuertes. Increíblemente, lo único que sobrevive a este peligroso proceso son los granos de polen y las esporas.



Imagen: gentileza del autor.

Figura 3. Grano de polen fósil afín a la lenga (en la imagen grande). Estos granos fueron producidos por especies muy cercanas de la lenga, el ñire y el guindo, que vivieron en Río Turbio entre los 46 y 36 millones de años. El grano tiene unos 30 μm de diámetro.

A partir de unos gramos de roca obtuvimos un frasquito con agua conteniendo cientos de miles de microfósiles resistentes a los ácidos. Para cada muestra de roca hicimos al menos un preparado para el microscopio óptico (como los que hay en escuelas y universidades). Estudiando la forma y la diversidad de estos microfósiles pudimos saber qué plantas los produjeron y así reconstruir la flora de la región. También usamos fósiles de quistes de dinoflagelados (algas dinofíceas) (ver Glosario) para restringir la edad de las rocas que estudiamos. Al estudiar una sucesión de rocas, desde las más antiguas (de unos 46 millones de años en este estudio) a las más jóvenes (unos 36 millones de años), pudimos ver cómo fue cambiando la flora en ese lapso.

Contamos al menos 300 granos de polen y esporas por muestra. Así como también todos los dinoquistes que aparecieron. Además, tomamos muchas fotos con la cámara del microscopio. Estudiamos en total unos 20.000 microfósiles. Seleccionamos 32 de las 50 muestras que fueran comparables entre sí por el tipo de roca y por el proceso por el cual se habrían formado. Por ejemplo, las vetas de carbón se eliminaron del análisis, por representar una flora muy local, a diferencia de las rocas formadas en ambientes marinos poco profundos que conservan evidencia de una flora regional (cuyos granos de polen y esporas llegan al mar a través de los ríos y arroyos). Se utilizaron rocas formadas en ambientes marinos someros. Los granos de polen y esporas fueron colocados en una matriz de 32 niveles por 117 especies. A partir de esta gran fuente de datos pudimos realizar una serie de análisis estadísticos que nos permitieron estimar cómo variaban las especies vegetales a lo largo del tiempo representado en la Formación Río Turbio. Este trabajo tomó 11 años; del mismo surgieron una tesis doctoral y una serie de trabajos científicos, y culminó en plena pandemia con una publicación en *Communications Biology* (Springer Nature).

Qué descubrimos

Basándonos en nuestro análisis de la abundancia relativa entre microfósiles continentales (polen y esporas) y marinos (dinoquistes) detectamos tres grupos principales de muestras. Dichos grupos están definidos por cambios en la cantidad de la especie de quiste de dinoflagelado dominante, *Enneadocysta dictyostila*. Se trata de una especie clave del MECO en las latitudes más australes del Planeta. Los tres grupos de muestras detectados representan distintos intervalos de tiempo: pre-MECO (entre 47 y 46 millones de años); MECO (entre 41 y 36 millones de años), caracterizado por el predominio de la especie *Enneadocysta dictyostila*, que aumenta hasta un 95% en algunas de estas muestras; y post-MECO (entre 36 y 26 millones de años). Entre los microfósiles continentales, identificamos 117 especies de esporas y granos de polen representadas por dos musgos, tres licófitas (familiares del licopodio) (ver Glosario), 25 helechos, 11 gimnospermas (familias de las araucarias, los cipreses y los mañiú) y 76 angiospermas (plantas con flor). Usamos estos granos de polen y esporas de ambientes terrestres para estimar empíricamente la biodiversidad y explorar las principales tendencias en la vegetación en los tres intervalos detectados según la frecuencia de las especies de dinoquistes.

Nuestros análisis muestran que todos los intervalos conservan floras relativamente ricas en especies. Tres análisis estadísticos coincidieron en detectar un aumento de hasta un 40% en el número de especies en el calentamiento desde el pre-MECO al MECO, y una disminución de hasta un 40% en la baja de las temperaturas entre el MECO al post-MECO (ver Figura 7). Además, dentro del MECO, reconocimos tres subgrupos menores de muestras donde detectamos una clara relación inversa entre la abundancia de helechos y angiospermas. Es decir, al comienzo del MECO, los helechos aumentaron considerablemente en abundancia

Figura 4. Grano de polen fósil afín al mañiú macho (en la imagen grande). Nótese que el grano tiene un cuerpo y dos sacos, como un globo aerostático doble, que le permitían flotar en el aire en busca de otra planta para fecundar. Cada saco mide unos 15 μm de diámetro.



Imagen: P. Thmas.

(alrededor del 60% del total de especies encontradas) siendo las familias de helechos arborescentes (con porte de palmeras bajas) las más frecuentes.

En este pico de helechos, la abundancia de angiospermas disminuyó drásticamente (del 70% al 30%). En el subgrupo medio del MECO, los helechos cayeron al mínimo, mientras que las angiospermas se volvieron dominantes (80%). Aparte de especies de la familia de la lenga y del coihue (ver Figura 3) y la familia del mañiú macho (Podocarpaceae; ver Figura 4), otras familias como la del arrayán (Myrtaceae) y la del notro (Proteaceae) se convirtieron en elementos importantes. Hacia finales del MECO los helechos volvieron a subir a valores máximos (alrededor del 60%) mientras que las angiospermas disminuyeron al mismo tiempo.

Los grupos de plantas que crecen actualmente en zonas subtropicales y tropicales fueron comunes a lo largo de todo el lapso estudiado, en particular palmeras (ver Figura 5), familia donde está la yerba (Aquifoliaceae) (ver Figura 6), subfamilia a la que pertenece el palo borracho (Bombacoideae), una familia de enredaderas

tropicales (Malpighiaceae), entre muchas otras.

Qué implica lo que encontramos

Es evidente que las floras más australes de América se vieron afectadas por el efecto invernadero del Eoceno medio. Encontramos evidencia que respalda que la riqueza vegetal aumentó junto con el incremento de las temperaturas globales y el dióxido de carbono atmosférico. Aunque las estimaciones de la riqueza de especies realizadas en zonas más ecuatoriales, como Colombia, son considerablemente más altas que las reportadas en la Patagonia, la magnitud de este incremento es bastante similar (más del 35%) basado en nuestros análisis. La enorme diferencia en la riqueza vegetal entre las latitudes más bajas ($\sim 6^{\circ}\text{N}$) y más altas ($\sim 51^{\circ}\text{S}$) de América del Sur (más del doble) nos lleva a asumir que el gradiente de diversidad latitudinal (ver Glosario) ya estaba bien establecido en América del Sur a mediados del Eoceno. Esto es previo a la principal glaciación cenozoica de la Antártida cerca del límite entre el Eoceno y el Oligoceno (hace aproximadamente



Figura 5: . Grano de polen fósil afín a las palmeras (familia Arecaceae). En la imagen se ilustra el pindó (*Syagrus romanzoffiana*). Este grano de polen fósil con forma de bote de unos 45 μm de largo y con una ornamentación como una red muy fina en su superficie, también fue encontrada en el Eoceno de Colombia.

Imagen: gentileza del autor.

Imagen: gentileza del autor.



Figura 6. Grano de polen fósil afín al género al que pertenece la yerba mate (*Ilex paraguariensis*, en la imagen). Estos granos de polen presentan su superficie cubierta de ornamentaciones como clavos de unos 2 o 3 μm de largo.

34 millones de años), una época de rápido enfriamiento global y cambio pronunciado en el clima de la Tierra. Nuestras paleofloras (ver Glosario) de alta latitud sur, incluso durante el MECO, están dominadas por familias como las Podocarpaceae, Nothofagaceae, Proteaceae y Myrtaceae. Estos linajes (ver Glosario), llamados gondwánicos, comprenden alrededor del 30% de la diversidad total del Eoceno medio en el sur de la Patagonia, y esta cifra aumentó durante los eventos de enfriamiento global hasta un 50%, como muestran nuestros trabajos previos.

El contexto climático del Eoceno medio promovió la dispersión de taxones (ver Glosario) subtropicales o tropicales hacia el sur (ver Figura 8). Por ejemplo, documentamos cuatro tipos de granos de polen de palmeras, como así también angiospermas y helechos de grupos que hoy crecen en zonas mucho más cálidas, y que hoy no se encuentran en la Patagonia. Algunos de estos grupos también se han documentado sobre la base del registro de hojas y troncos fósiles de la Formación Río Turbio. Los subsecuentes eventos de enfriamiento y aridificación del Oligoceno (de 34 a 23 millones de años) y, particularmente, del Mioceno (entre 23 y 5 millones de años) empujaron hacia el norte estos taxones de afinidad subtropical y tropical. En general, nuestros estudios demuestran que el mundo cálido del Eoceno medio favoreció la migración de especies neotropicales a las latitudes más altas. La combinación de estos migrantes neotropicales junto con la persistencia de los nativos del sur puede haber desencadenado el aumento gradual de la diversidad que observamos en el MECO. Curiosamente, nuestro pico de diversidad del Eoceno medio coincide con el patrón visto por Woodburne y colaboradores en la fauna de mamíferos de América del Sur, que registra las estimaciones de riqueza más altas para los últimos 65 millones de años en la Patagonia.

La evidencia sobre cómo cambiaron los patrones de lluvia en los continentes durante el MECO es escasa.

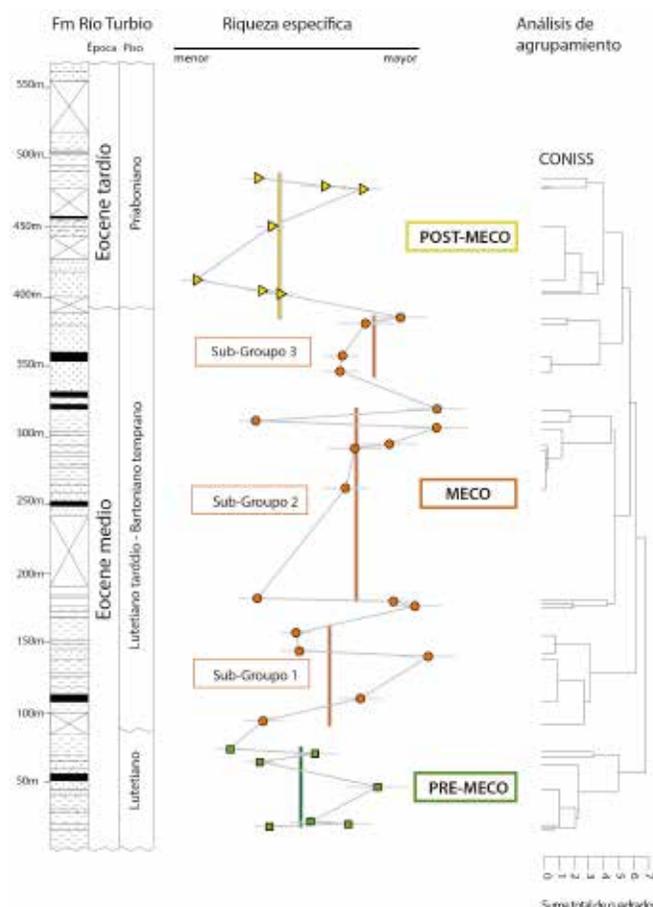


Figura 7. Diversidad polínica a lo largo de la Formación Río Turbio. La columna de la izquierda muestra la antigüedad de cada muestra: más profundo (más abajo), más antiguo. En el centro se muestra la riqueza específica de cada muestra (es un valor muy similar al número de especies de granos de polen y esporas): hacia la izquierda, muestras menos diversas; a la derecha, muestras más diversas. Las barras verticales denotan la diversidad media dentro de cada grupo principal de muestras definidos a partir del análisis de agrupamientos. A la derecha se muestra un análisis de agrupamientos, representa la similitud entre las muestras por su contenido de granos de polen y esporas. Modificado de Fernández et al. 2021.

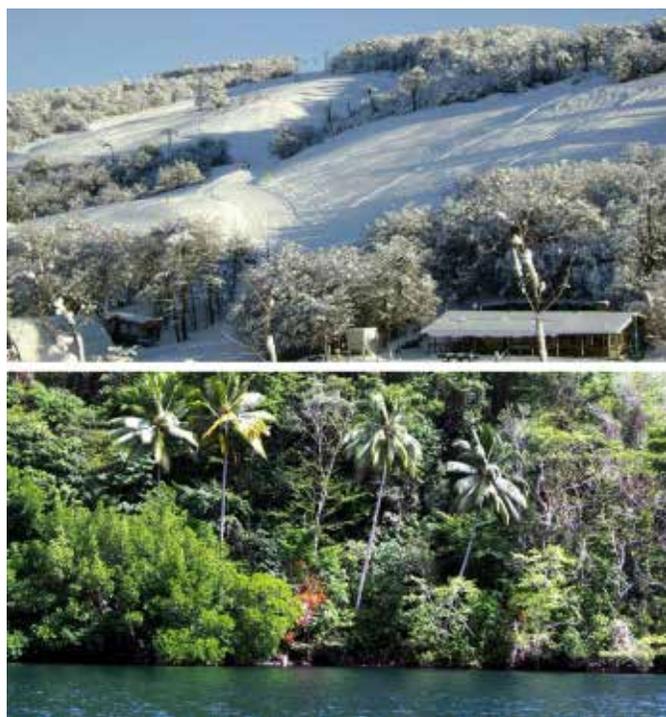


Figura 8. Arriba: paisaje de Río Turbio en la actualidad, con una temperatura media anual de 5,7°C. Abajo: reconstrucción del paisaje en Río Turbio en el Eoceno. Se aprecian familiares de la lenga junto a palmeras en la costa de un mar somero. El clima era similar al de Misiones en la actualidad.

Estudios sobre suelos preservados en las rocas del oeste de América del Norte y del sur de América del Sur indicaron que, durante este evento de calentamiento, prevalecieron las condiciones subhúmedas o semiáridas, respectivamente. Análisis geológicos y de polen del noroeste de China indican un rápido proceso de aridificación en el MECO. Nuestro análisis detecta una fuerte reducción de los grupos de plantas que demandan humedad, junto con un aumento de las angiospermas tolerantes a la aridez (por ejemplo, familiares del notro y del eucalipto), lo que sugiere condiciones subhúmedas en el cenit terrestre del MECO. Sin embargo, el inicio y el final del MECO se caracterizaron por picos en abundancia

Resumen

Hace unos 40 millones de años tuvo lugar un episodio de calentamiento del planeta, el Óptimo Climático del Eoceno Medio (MECO). Cuantificamos la respuesta de las floras de las latitudes más australes de América en base al análisis de más de 20.000 microfósiles de plantas y algas de la Patagonia austral. Nuestros análisis indican que durante el MECO estas floras fueron en promedio un 40% más diversas. El alto dióxido de carbono atmosférico y el aumento de las temperaturas pudieron haber favorecido la migración de especies neotropicales hacia la Patagonia austral, lo que explica en parte la alta diversidad que observamos durante el MECO.

de helechos (hasta 60%), junto con otras plantas que exigen humedad, lo que indica condiciones húmedas a hiperhúmedas. Queda por probar, en futuros trabajos, si estos cambios en la humedad están relacionados o no con condiciones regionales o globales.

Los fósiles que revelan la respuesta de la flora al calentamiento durante el MECO nos permitieron estimar la magnitud de este aumento en la diversidad en las latitudes más australes de América. En particular, inferimos que las condiciones del efecto invernadero promovieron la diversificación de las floras australes, aunque la riqueza de plantas en esta región fue notablemente más baja que la de sus contrapartes de latitudes bajas. La posterior glaciación antártica (Oligoceno temprano) y la aridificación generalizada (Mioceno tardío) pueden incluso haber acentuado tal diferencia al empobrecer gradualmente las biotas patagónicas. Nuestro estudio muestra que, en el sur de la Patagonia, ha habido un cambio masivo desde los ricos biomas de selva tropical del Eoceno medio hacia los paisajes actuales dominados por las estepas.

Glosario

Dinoflagelados: extenso grupo de protistas flagelados, con unas 2.400 especies conocidas. Estos microorganismos son unicelulares y forman parte del fitoplancton.

Gradiente de diversidad latitudinal: patrón ecológico en el que la riqueza de especies aumenta desde los polos hacia el ecuador en una gran variedad de especies terrestres y oceánicas.

Licófitas: plantas vasculares con hojas muy simples (llamadas micrófilos) que se reproducen por esporas.

Linajes: en paleontología, línea de ascendencia o descendencia de un grupo de seres vivos reconocible en el registro fósil.

Paleoflora: flora del pasado con una antigüedad mayor a 10 mil años.

Palinólogo: especialista en palinología, ciencia que estudia restos orgánicos microscópicos resistentes a los ácidos. Entre ellos se destacan los granos de polen y las esporas en el registro fósil.

Taxón: cualquier grupo de una clasificación científica. Por ejemplo *Erythrina crista-galli*, la especie a la que pertenece el ceibo, es un taxón.

Para ampliar este tema

National Geographic. ¿Qué es el calentamiento global? [Disponible en Internet].

In a nutshell. ¿Es demasiado tarde para detener el cambio climático? Bueno, es complicado. [Disponible en Internet].

Paleobotánica. Ciencia Hoy. Volumen 26. Revista 154. Paleobotánica. [Disponible en Internet].

DESDE LA PATAGONIA

ENSEÑAR BIOLOGÍA HOY

Investigaciones y experiencias en torno a la interdisciplina en la enseñanza de la biología: un encuentro desde la Argentina para el mundo.

por Alfonso Aguilar y Miriam E. Gobbi

Del 4 al 7 de octubre del corriente año se realizaron las XIV Jornadas Nacionales y IX Congreso Internacional en la Enseñanza de la Biología en modalidad virtual, organizadas por la Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina (ADBiA), el Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue y el Instituto de Educación Superior Clara J. Armstrong, de Catamarca.

Como en otros años, este evento se establece como un ámbito para la reflexión, el análisis y el debate en torno a las temáticas del campo de la educación científica, como así también para la exposición de alternativas innovadoras e investigaciones educativas.

En esta ocasión, el eje estuvo puesto en el abordaje interdisciplinar de la enseñanza de la biología y de las ciencias naturales, en el marco de los cambios curriculares de la escuela secundaria y en los enfoques de la formación del profesorado. Los nuevos modos de interacción, que se van configurando en el contexto de pandemia, impactan en el ámbito educativo, y convocan al conjunto de la docencia y a los grupos de investigación a redefinir y recrear estrategias, la mayoría de las cuales están mediadas por la tecnología, lo que impone repensar la interdisciplinariedad en esta nueva realidad.

Alfonso Aguilar es Profesor en Ciencias Biológicas y Magíster en Educación en Ciencias con mención en Biología. Es Profesor del área de Didáctica de las Ciencias Naturales del Profesorado en Ciencias Biológicas del Centro Regional Universitario Bariloche-Universidad Nacional del Comahue. Actualmente se desempeña como Secretario Académico de dicha Unidad Académica.

alfonso.aguilar@crub.uncoma.edu.ar

Miriam E. Gobbi es Profesora en Ciencias Biológicas y Doctora en Biología con mención en Ecología.

Actualmente se desempeña como Profesora Consulta del Centro Regional Universitario Bariloche-Universidad Nacional del Comahue

miriam.gobbi@crub.uncoma.edu.ar

Del encuentro participaron docentes de todos los niveles educativos del área de las ciencias biológicas en particular y de las ciencias naturales en general, así como investigadoras e investigadores del campo de la didáctica de las mismas, y también de otras temáticas educativas afines al eje y a los objetivos del evento y estudiantes del nivel superior y de formación docente de dichos campos.

El comité académico estuvo conformado por representantes de 14 universidades nacionales, 11 institutos de formación docente, además de referentes de asociaciones docentes del país y del exterior y representantes de ADBiA. Fue avalado y declarado de interés educativo por múltiples universidades, institutos de formación docente, asociaciones profesionales y provincias.

Se propusieron diversos espacios de trabajo, discusión y construcción conjunta, con encuentros sincrónicos y asincrónicos. De este modo se llevaron adelante conferencias centrales, mesas redondas, conferencias *flash* (ver más abajo), talleres, y un espacio de encuentro para estudiantes, todos ellos en modalidad sincrónica. Asimismo, se habilitó un espacio para la presentación y discusión de trabajos que contemplaba la realización de foros asincrónicos y discusiones circulares sincrónicas. Estos espacios se agruparon en diez ejes temáticos:

1. La interdisciplina en la formación y desarrollo profesional del profesorado.
2. El pensamiento complejo en el tratamiento de los problemas y cuestiones socio-científicas.
3. El tratamiento multidimensional de la Educación Sexual Integral.
4. Nuevos enfoques en Educación para la Salud.
5. Los aportes de la Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza interdisciplinaria.
6. Hablar, leer y escribir en ciencias desde una mirada interdisciplinaria.
7. Las innovaciones en las TIC para la educación científica interdisciplinaria.
8. La Didáctica de las Ciencias Naturales/Biología en la formación del profesorado.

DESDE LA PATAGONIA



Acto de apertura de las XIV Jornadas Nacionales y IX Congreso Internacional en la Enseñanza de la Biología.

9. La educación ambiental como perspectiva interdisciplinaria del currículum.

10. Ciencias de la Tierra: un área para contribuir a la educación interdisciplinaria.

Las conferencias centrales, abiertas a todo público, se transmitieron en vivo a través del canal de YouTube de la ADBiA y estuvieron a cargo de investigadoras de reconocida trayectoria. En primera instancia la Dra. Alicia Massarini, de Argentina, expuso acerca de la "Enseñanza de la Biología en contexto social: un desafío ineludible". Por otra parte, la Conferencia César Milstein estuvo a cargo de la Dra. Mercé Izquierdo Aymerich, de España, donde se trabajó "Buscando un mismo lenguaje para enseñar mejor biología y química". El cierre de las conferencias centrales estuvo a cargo de la Dra. María Antonia Candela, de México, quien disertó acerca de la "Relevancia de la Investigación Etnográfica en las Aulas".

Las conferencias *flash* se pensaron como breves espacios de disertación y discusión sobre temáticas específicas de las ciencias naturales, para cuyo abordaje integral se requiere de un trabajo interdisciplinario. Las mismas estuvieron a cargo de investigadoras e investigadores de Argentina: "Ciclo de indagación a todo terreno" por Cristina Sanhueza (UNS), "COVID-19 y sus

vacunas: verdades, mentiras y dudas" por Juan Carlos Calvo (UBA), "La biología en diálogo: experiencias interdisciplinarias en museos de ciencia y mediante TIC" por Jimena Nores (UNC) y "Agroecología: una aproximación interdisciplinaria" por Lucas Garibaldi (UNRN).

Las mesas redondas estuvieron a cargo de especialistas y profesionales procedentes de ocho países, quienes abordaron temáticas en torno a:

- Nuevos enfoques en Educación para la Salud.
- Las innovaciones en las TICs para la educación científica interdisciplinaria.
- Ciencias de la Tierra: un área para contribuir a la educación científica interdisciplinaria.
- Experiencias en torno a los desafíos de la interdisciplina en la formación docente.
- La educación ambiental como perspectiva interdisciplinaria del currículum.
- El pensamiento complejo en el tratamiento de los problemas y cuestiones sociocientíficas.

Las jornadas tuvieron un espacio destinado a los talleres. Sobre una variada oferta, cada participante podía elegir para hacer una de las diez propuestas desarrolladas:

- ¿Por qué creo lo que creo? Estrategias metacognitivas para desarrollar el pensamiento crítico en las

DESDE LA PATAGONIA

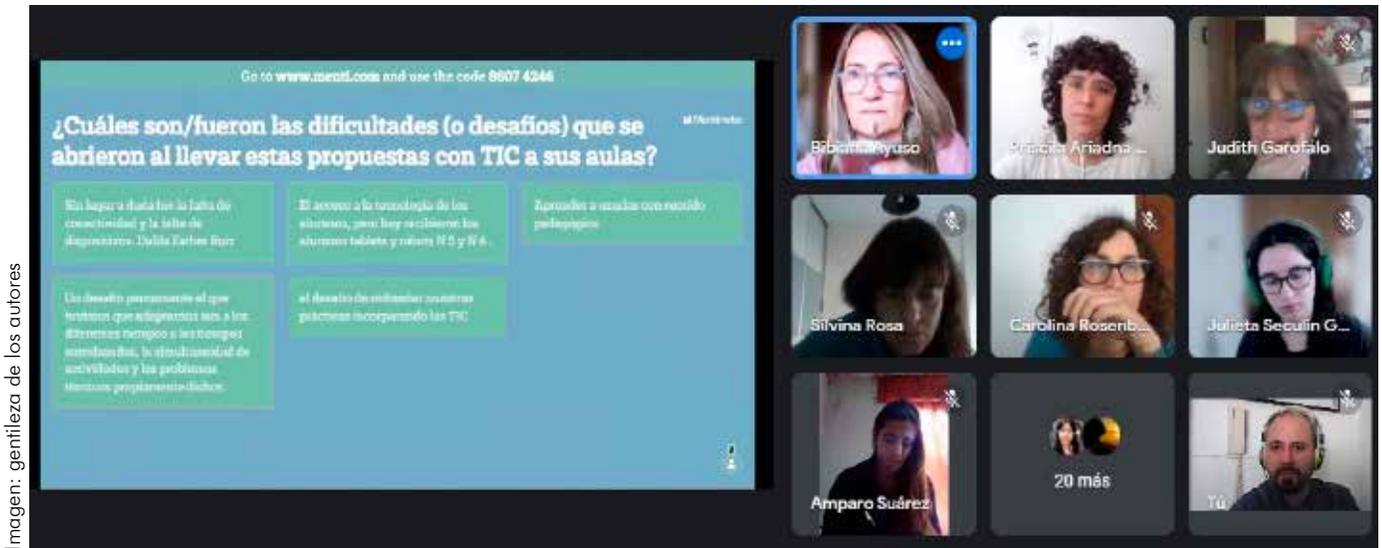


Imagen: gentileza de los autores

Mesa redonda: “Las innovaciones en las TIC para la educación científica interdisciplinaria”.

aulas de biología.

- Retroalimentar para aprender. Actividades para incorporar la retroalimentación a las prácticas de aula.
- La manera de hacer una búsqueda bibliográfica confiable en tiempos de *fake news*.
- Los perros no van a la escuela; sus parásitos sí. Taller de abordaje didáctico en Educación para la Salud.
- Hablando de chagas en las aulas: un abordaje desde la interdisciplina.
- Desnaturalizando la alimentación: abordajes interdisciplinarios en un museo de ciencias.
- Biología en diálogo interdisciplinar: contribuyendo a la construcción de una nueva escuela secundaria neuquina.
- Historia del paisaje geológico.
- ¿Vamos al museo? Intercambios sobre museos de ciencias naturales en la red y recursos para las clases de ciencias de la Tierra.



- Cómo incorporar la perspectiva de género en las clases de biología y no fallar en el intento.

Durante el congreso se entregó una mención especial a los trabajos presentados íntegramente por estudiantes (ver Recuadro). De esta manera se pretende resignificar, estimular y motivar a cursantes de los Profesorados de Biología al estudio, a la investigación y al análisis crítico de los temas tratados, con el fin de generar perspectivas originales en el campo de la enseñanza de esta disciplina. El reconocimiento a estos trabajos consistió en una bonificación de la cuota de ADBiA 2022 y un libro de la Editorial El Gato y la Caja.

En el evento se han presentado más de 250 trabajos en múltiples formatos y modalidades, que serán publicadas a fines de octubre en un número especial de la Revista de Educación en Biología de la ADBiA que está disponible en línea en <http://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos>.

Asimismo, ingresando al canal de YouTube de la ADBiA quienes estén interesados pueden disponer y disfrutar de varias de las ponencias realizadas en el marco del presente congreso.



24 Logo del congreso, bajo el lema “La interdisciplina en la enseñanza de la Biología. Propuestas y Tendencias curriculares actuales”.

DESDE LA PATAGONIA

Humanizar la ciencia con historias de vida: un relato para el abordaje multidimensional en la educación para la salud

Camila Soto Fris

Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, Río Negro, Argentina.
camifrisbio@gmail.com

Esta presentación expone una síntesis del trabajo final integrador de Educación para la Salud (EpS), materia del cuarto año del Profesorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Comahue, sede Bariloche. Se trata de una propuesta didáctica que contiene un relato histórico acerca de la vida de dos destacados médicos argentinos. Se espera que su lectura y posterior análisis permita a los y las estudiantes construir nociones de salud y distinguir los modelos hegemónicos de su abordaje, sumar saberes en relación con los aportes que estas personalidades argentinas han realizado a la medicina social, y fortalecer una concepción de ciencia humanizada, compuesta por científicas y científicos que poseen valores sociales, atraviesan sueños, frustraciones, logros y tristezas.

Propuesta didáctica "la Salud como derecho": un análisis del derecho a la salud y la integración con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en el marco de proyectos interdisciplinarios en las asignaturas Educación para la Salud y Biología.

Micael Drozinsky

Universidad Nacional de Misiones - Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Misiones, Argentina.
micieldrozinsky16@gmail.com

La presente comunicación tiene como objetivo socializar la experiencia en la asignatura Educación para la Salud del ciclo orientado en Ciencias Naturales de la escuela secundaria de la ciudad de Posadas (Misiones) desarrollada con estudiantes del cuarto año en el marco de un proyecto interdisciplinario. La misma aborda el derecho a la salud y su articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y fue desarrollada en formato bimodal (instancias presenciales y virtuales). Además, se presenta una breve reflexión sobre la implementación de la misma.

Historias de vida en secuencias didácticas: un ejemplo en Educación para la Salud

Agustina Celeste Cottet

Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, Río Negro, Argentina.
agustina.c.cottet@gmail.com

Este trabajo surge en el contexto de la materia Educación para la Salud del Profesorado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Comahue. En el mismo se presenta la formulación de una secuencia didáctica que utiliza un relato de historia de vida como introducción de una problemática compleja. Tanto el trabajo como la secuencia se estructuran adhiriendo a la idea de un modelo de salud multidimensional y multirreferencial. La secuencia se desarrolla mediante el enfoque CTS (ciencia tecnología y sociedad) y busca, entre otros objetivos de aprendizaje, que las y los estudiantes construyan una idea de ciencia actualizada. La secuencia emplea la historia del Dr. Andrés Carrasco doctor, investigador y militante argentino como recurso para introducir una problemática socialmente viva y compleja como es el uso de paquetes tecnológicos en la producción agrícola en la Argentina.

Historias de vidas para transversalizar la perspectiva de género en la Educación para la Salud

Karen Silvana Ulloa Guaiquin

Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, Río Negro, Argentina.
ulloaka@gmail.com

Esta presentación se inscribe como trabajo final integrador de la materia Educación para la Salud. Se adhiere a una concepción de salud compleja, multirreferencial y multicausal, y a un enfoque histórico contextualizado como su abordaje didáctico adecuado. El uso de la narrativa como recurso de enseñanza resulta provechoso y permite presentar los contenidos científicos de una manera más real, humana y enmarcada. Se propone la elaboración y el uso de una narrativa como recurso didáctico, para abordar contenido de la naturaleza de las ciencias con perspectiva de género, a través de las historias de vida de dos mujeres científicas argentinas y sus luchas por la igualdad de las mujeres. Esta construcción representó un desafío donde poner en juego la creatividad y una profunda reflexión sobre mi propia formación docente.

DESDE LA PATAGONIA

CONSTRUCCIÓN DE SOBERANÍA EDUCATIVA

La experiencia de la muestra de carreras de educación superior pública de Bariloche.

por Fabián Viegas Barriga

Desde hace cuatro años las seis instituciones públicas de educación superior de Bariloche han estado trabajando conjuntamente en la promoción de su oferta académica en una muestra de carreras que tiene aspectos complejos, y a veces únicos, a nivel nacional. Su lógica de participación, sus relaciones entre lo científico y lo didáctico, las articulaciones entre lo regional y la práctica académica, hacen de esta una experiencia interesante para comprender las maneras de vinculación entre los trayectos educativos y la construcción de conocimiento en el entramado regional.

Durante los últimos 20 años, en Bariloche la promoción de la oferta académica en educación superior se organizó a partir de la exposición que realizaba el colegio Primo Capraro. Esta institución, de gestión privada, convocaba a los y las estudiantes de los últimos años de todos los colegios de la zona a una feria con varias actividades orientadas a informar sobre las diferentes opciones educativas locales y nacionales. La modalidad privada se traducía en una distribución del espacio basado en el pago de un canon, lo cual implicaba que algunas instituciones privadas gozaran de stands de unos diez metros de ancho y cartelería muy vistosa, al lado de los cedidos gratuitamente a las instituciones públicas, en espacios muy reducidos, que contribuían a sedimentar una maltrecha significación de lo público.

Otros espacios de encuentro de las instituciones públicas de educación como la #ExpoBolsón, fueron el terreno propicio para la proyección de lo que se constituyó como la Muestra de Carreras de Educación Superior Pública de Bariloche, conglomerado integrado por la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), el Instituto Balseiro (IB-UNCuyo), el Instituto de Formación

Docente Continua (IFDC), el Instituto de Formación Superior Técnica Profesional (ISETP), y la Universidad Tecnológica (UTN Bariloche). La muestra lleva hasta el momento cuatro ediciones (dos presenciales y dos virtuales), permitiendo una exposición acorde a los complejos entramados científicos, tecnológicos y educativos de la ciudad. La versión de 2020 fue la primera muestra a nivel nacional que se realizó completamente en modo virtual, con videos grabados por toda la comunidad educativa y con una página web propia.

La motivación de los equipos de trabajo de estas instituciones propició una primera edición en septiembre de 2018 en la sede de la UNCo Bariloche, localización que se repitió en 2019. Cada institución convocó a participar a docentes, no-docentes, investigadores y estudiantes. Más de 200 personas se involucraron durante estos cuatro años, siendo parte de la organización, sea detrás de la mesa de un stand, dando una charla o grabando un video de promoción.

El espíritu de la organización fue el de compartir con las comunidades regionales la posibilidad de que los y las jóvenes puedan formarse en estas instituciones públicas, no sólo individualmente como profesionales, sino también para conocer y ser parte de la red pública de producción de conocimiento y del desarrollo de capital humano para nuestra sociedad. Con esa impronta se generó el lema del primer año: "Puertas abiertas hacia el desarrollo regional", que buscó sintetizar la promoción de la soberanía educativa", concepto que nació del seno de la organización e implicó una conjunción del derecho a la educación con la sinergia de la investigación, la docencia y la producción regionales. También, por qué no, de la necesidad de la revalorización y visualización del trabajo de estas comunidades educativas.

La comunidad de la UNCo atendió rápidamente la iniciativa y se generaron varios espacios simultáneos con charlas, talleres y stands propuestos por los departamentos y los institutos de investigación de doble pertenencia, como INIBIOMA e IPATEC (UNCo / CONICET). Esto se tradujo en actividades con

Fabián Viegas Barriga es referente del Área de Comunicación Institucional de la Universidad Nacional del Comahue, sede Bariloche.

ingreso@crub.uncoma.edu.ar

DESDE LA PATAGONIA



Imagen: gentileza del autor.

Mesa redonda: "Las innovaciones en las TIC para la educación científica interdisciplinaria".

experimentos, charlas sobre aspectos de las materias, talleres sobre las carreras, u orientación vocacional. La organización estuvo principalmente a cargo de las áreas de Comunicación Institucional y la de Ingreso y Permanencia, que durante los meses previos se abocaron prioritariamente a la propuesta, para mejorarla.

En su segunda emisión, también ubicada en las instalaciones de la UNCo Bariloche, la muestra convocó con el lema "Orientando nuestro futuro hacia una mejor calidad de vida" y contó con el aporte del artista plástico Luxor, de La Plata, reconocido por sus murales, quien realizó una obra sobre seis paneles y que, conjuntamente, forman la frase de Paulo Freire "La educación no cambia al mundo, cambia las personas que van a cambiar el mundo". El mural se colocó en la UNCo Bariloche durante el mes de la muestra y fue expuesto rotativamente en sedes de las distintas instituciones, hasta hoy.

El trabajo en red se alimentó de la participación de docentes y equipos directivos de las escuelas, supervisores y de la activa vinculación de quienes son Referentes de Vida Estudiantil en estas instituciones (REVES) y parte de los equipos técnicos de apoyo pedagógico de las escuelas (ETAP), quienes fomentaron la relación del alumnado con la educación superior de Bariloche. También se contó con los acompañamientos institucionales de la provincia y el municipio. La muestra obtuvo las declaraciones de interés cultural y educativo municipal y provincial. La última emisión, aunque funcionó principalmente en la virtualidad,

contó con espacios presenciales para mirar las charlas por pantalla gigante, con el propósito de brindar un espacio para las personas con poco acceso a Internet. Para ello se dispuso también del aporte del municipio en publicidad e infraestructura.

Fogones

El espacio mimado de la organización ha sido el Fogón Estudiantil. Allí referentes estudiantiles de las seis instituciones trabajaron en encuentros con los estudiantes secundarios para contarles mano a mano cómo es la vida estudiantil, los pormenores de transitar una carrera, la importancia de construir vínculos con pares para sobrellevar el esfuerzo, las vicisitudes de estudiar y trabajar, o de estudiar teniendo hijos. Generalmente encarados por los centros de estudiantes, tutores estudiantiles o simplemente voluntarios, los fogones recibían a los contingentes de las escuelas en las versiones presenciales con dinámicas de participación, para romper el hielo, y luego generar el lugar para las consultas.

A veces con fuego real de por medio, otras troncos y cartulina, y las últimas por YouTube, los fogones, como espacios de encuentro, le dieron más sentido a los trayectos educativos que cualquier otra publicidad, humanizando las idealizaciones de adolescentes de Bariloche y la región. "Nos tenemos que dar la oportunidad de equivocarnos" decía Sofía del IFDC abriendo el encuentro del 2021 el debate sobre qué carrera elegir. Relajar el trayecto, dejar de pensar la carrera como una competencia, incluir el deseo, el

DESDE LA PATAGONIA



Imagen: F. Viegas Barriga.

Mural realizado sobre seis paneles y que, conjuntamente, forman la frase de Paulo Freire “La educación no cambia al mundo, cambia las personas que van a cambiar el mundo”, obra del artista plástico Luxor de La Plata, expuesto rotativamente en las sedes de las distintas instituciones participantes de la muestra.

tiempo libre, darle tiempo a las relaciones personales, fueron algunos de los tópicos compartidos en el último fogón.

El fogón ha sido la puerta para comprender la vida universitaria más allá del estudio, valorizando el recorrido trascendiendo los contenidos. “Yo comencé y abandoné otras carreras. Pero no siento que fracasé, porque cada clase me dejó algo nuevo que me sirvió. Eso no se puede medir, pero que una persona vaya a una clase deja algo sembrado que es inmedible y que

hay que mantener” afirmó Daniel de la UTN.

Sumado a esto -decía Edith del IFDC-, se aprende “a ampliar la mirada sobre lo diverso, a socializar, a pedir ayuda” agregó Ornella de la UTN, “ a darse cuenta de que tenés un potencial increíble y que a veces no te das cuenta” sumó Margarita del IFDC.

“A mí me pasó que no me quería ir de la Universidad, porque me había apropiado de ella. Es tu lugar, tu espacio, tu grupo de amigos. Por eso, por ejemplo, me metí en el Centro de Estudiantes” explicó Daiana



Imágenes: F. Viegas Barriga.

28

El fogón estudiantil, en sus modalidades presencial y virtual. De estudiantes para estudiantes, un espacio donde compartir vivencias, inquietudes, temores y consejos en relación a la vida universitaria.

DESDE LA PATAGONIA

de la UNCo. Y agregó -sobre la experiencia de haber estudiado en pandemia- que “la virtualidad tiene muchas posibilidades, y depende de cada materia, pero también se extraña el contacto, la relación con el compañero y la posibilidad de estar haciendo algo juntos. Incluso el espacio para irse a tomar una cerveza después de la cursada”.

Camila, de la UNRN, está en su último año de la carrera. Vino de Esquel a estudiar a Bariloche y remarcaba que hacerse de amigos le permitió sobrellevar la distancia con la familia. Hizo hincapié en un importante detalle que circuló como mantra durante la última muestra: que Bariloche además de un lugar para hacer turismo, es especial para estudiar: “El paisaje ayuda mucho, es hermoso cursar en un lugar donde podés ir a ver el lago o las montañas”.

Orientación vocacional

En Alicia en el país de las maravillas, cuando la protagonista se encuentra con el gato de Cheshire y le pregunta qué ruta debe tomar, este le responde: “Eso depende mucho de a dónde quieras llegar”, disparó Silvina Neira en la presentación titulada “Orientación

vocacional. El futuro entre la incertidumbre y lo posible”. La orientación vocacional se constituyó como eje de la muestra los últimos dos años, dada la demanda de preguntas. En una nota del diario El Cordillerano, Silvina contó que muchos estudiantes piensan que la orientación vocacional es como una bola mágica, pero que la respuesta a la pregunta sobre qué carrera estudiar está en cada estudiante.

En esa línea, el psicólogo Sergio Rascován, que dio una charla en la muestra 2020, explicó que “desde el mundo adulto -a los adolescentes- debemos brindarles espacios de libertad de pensamiento, de compartir expectativas y temores”.

En cada charla la idea de la decisión surgió repetidamente. Decía Rascován que no es lo mismo preguntarse “¿cómo puedo hacer para darme cuenta qué quiero hacer cuando termine la escuela?”, que preguntarse “¿qué quiero hacer el resto de mi vida?”, porque en la vida siempre se puede volver a elegir, “saber esto quizás quite peso a una decisión ineludible”.

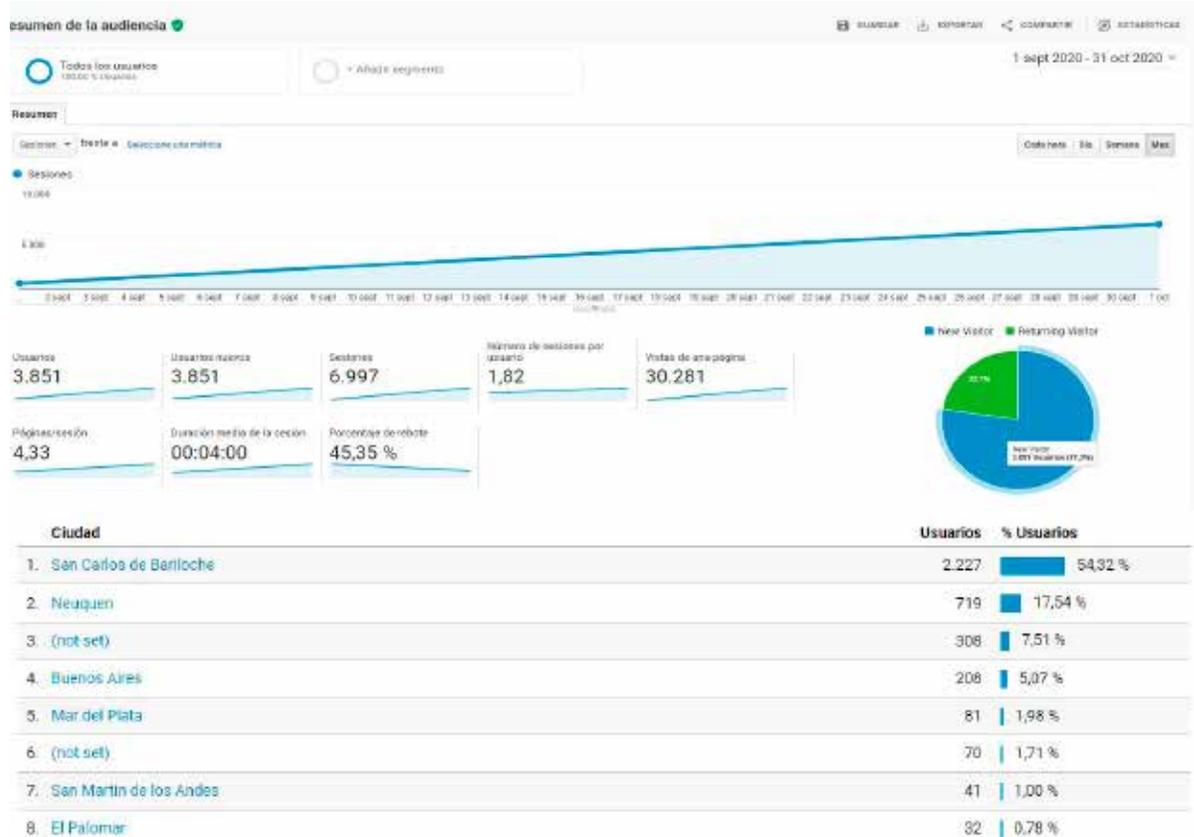
El tema de la presión social o familiar, también ha sido abordado en el Fogón estudiantil, resignificados desde las tácticas cotidianas que realizan para tejer



Estudiantes participando de las distintas propuestas de las muestras de carreras presenciales, en 2018 y 2019, realizadas en la sede bariloche de la Universidad Nacional del Comahue.

Imágenes: F. Viegas Barriga.

DESDE LA PATAGONIA



La potencialidad de la virtualidad se constató en lógicas de participación que superaron las muestras presenciales en número y en el rango territorial.

un camino propio, que permitan negociar consigo mismos el mandato y el deseo. Daniel, de la UTN, decía sobre ello que “la necesidad de gratificación hace que busques más las cosas que te gusta hacer por sobre las que necesitás hacer. Bueno, la idea es poder ir haciendo converger esas dos cosas y que te

guste hacer lo que necesitás”. En la misma sintonía y apelando a la decisión personal, Daiana, estudiante de la UNCo, agregaba que en esta instancia “aprendés a comprender las consecuencias de tus decisiones, porque nadie te dice que tenés que estudiar, lo hacés porque sabés que, si no, no aprobás”. Viviana Rancaño, directora del IFDC decía, sobre la formación docente, que esta “tiene que estar orientada hacia la escuela, apelando a ciertas certezas pero también, a una dosis de incertidumbre necesaria para poder afrontar aquello que desconcierte”.

Virtualidad

En 2020 la pandemia trastocó la muestra, como lo hizo con toda la educación. De una previsión de espacios distribuidos en todo el centro de la ciudad, que debieron suspenderse, se pasó a una página web (<https://muestradecarrerasbariloche.uncoma.edu.ar/>) con la información de las casi 50 carreras de las instituciones de Bariloche y un completo ciclo de charlas por YouTube. En la inauguración de la muestra de ese año, cuando la virtualidad todavía tenía gustito a verde, Marcelo Alonso, decano de la UNCo Bariloche destacaba que “la virtualidad ha



Imágenes: F. Viegas Barriga.

La charla “Orientación vocacional. El futuro entre la incertidumbre y lo posible”, a cargo de Silvina Neira, se constituyó como eje de la muestra los últimos dos años. “La respuesta a la pregunta sobre qué carrera estudiar está en cada estudiante”, señaló.

DESDE LA PATAGONIA



El psicólogo Sergio Rascován dio una charla en la Muestra de Carreras 2020 sobre el significado y desafíos de "Elegir qué hacer después de la escuela". "Debemos brindar a los adolescentes, espacios de libertad de pensamiento, de compartir expectativas y temores", explicó.

sido un desafío muy importante para esta comunidad y en especial para llevar adelante esta muestra. Esta nueva modalidad virtual es también la posibilidad de generar nuevas formas de comunicarnos, de enseñar y de aprender".

Luego, Mariano Cantero, director del Instituto Balseiro, auguraba que "los desafíos que nos presentan la necesidad y la convicción de seguir adelante de modo no presencial, terminarán siendo una enorme fortaleza institucional de vista al futuro".

La modalidad virtual de la muestra reflejó la capacidad de estas instituciones para reinventarse en escenarios tan complejos como la pandemia. Los espacios que se generaron para mostrar la oferta académica fueron dinámicos y creativos. Más de 100 docentes y estudiantes de las seis instituciones grabaron videos ese año para mostrar en la web lo que aman hacer: enseñar y formarse para el futuro.

Desde la organización se tenía una idea más humilde del resultado posible: "nos imaginábamos apenas un intento de traducción de la presencialidad a la virtualidad", comentábamos en la presentación. "Ahora vemos que hicimos algo novedoso con dinámicas que representan tanto el potencial de estas seis instituciones de educación pública trabajando juntas, como también una muestra de los desafíos que se están resolviendo en la educación superior".

La potencialidad de la virtualidad se constató en lógicas de participación que superaron las muestras presenciales en número y en el rango territorial. De 450 participantes en 2018 y luego 1.000 en 2019, se saltó a 3.800 usuarios en 2020 que ingresaron a la web de la Muestra de Carreras, de los cuales más de 1.000 representaron a interesadas de otras ciudades del país,

en especial Neuquén, Buenos Aires, Mar del Plata o San Martín de los Andes. El análisis de datos permitió saber, además, que el promedio de permanencia en cada ingreso era de 4 minutos, lo que daba cuenta de un profundo interés sobre la información suministrada.

Sin embargo, también pudo verse un importante declive en la participación en la comparación entre 2020 y 2021, cuando se volvió casi a las cifras de la presencialidad con unos 1700 usuarios. Resultado muy probablemente del desinterés que pudo verse en la participación en casi cualquier actividad virtual en el segundo año de la pandemia, como lo constataron integrantes de todas las instituciones públicas de educación superior de Bariloche y les estudiantes. Así remarcaba Sofía del IFDC: "la virtualidad desmotiva porque cuesta sentarse a estudiar, mantener los horarios y organizarse. Este es el segundo año de virtualidad y recién ahora me estoy organizando".

La virtualidad generó nuevas posibilidades para compartir el conocimiento, pero también dejó afuera a un sector de la sociedad que se espera que vuelva a estas instituciones públicas de educación superior. Por ello, el último año de la muestra en su versión virtual tuvo el desafío de la hibridación. Las charlas y fogones podían verse tanto en YouTube como en pantallas gigantes dispuestas en la Casa del Deporte en la Avda. Costanera. Sin embargo, esta estrategia no alcanzó a ser una herramienta de inclusión, tema que la vuelta a la presencialidad buscará remediar.

Bariloche "es la ciudad de Argentina que más científicos y técnicos tiene por cada 1.000 habitantes" afirmaba el ex vicerrector de la UNRN, Roberto Kozulj. Todavía resta hacer un trabajo de análisis sobre los aportes a la propia comunidad que se generan desde esta red de conocimiento.



Visita de un grupo de estudiantes de quinto año de la ESRN 46 a la Casa del Deporte, durante la última edición de la muestra.

Imagen: gentileza del autor.

31

ECOTOXICOLOGÍA Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

CETÁCEOS BIOINDICADORES DE METALES PESADOS

Los cetáceos son animales longevos y depredadores tope de las redes alimentarias marinas, así resultan expuestos a las máximas concentraciones de contaminantes ambientales. El estado de sus poblaciones es un buen indicador de calidad del mar.

María Victoria Panebianco e Iris Cáceres-Saez

Seguramente todos, alguna vez, habrán escuchado o usado la palabra contaminación en una charla formal o informal. Si efectuamos una revisión en la red (a través de algún buscador como por ejemplo Google) aparecerán aproximadamente unos 51.700.000 resultados bajo la palabra "contaminación". Sin embargo, ¿tenemos todos la misma idea sobre el significado y la definición que comprende esta palabra?

La contaminación es la introducción al ambiente de materia o energía, en cantidades tales que pueden representar un peligro para los seres vivos, en particular la salud humana. Podemos nombrar varios tipos de contaminación, de origen terrestre, acuático o atmosférico, y siendo física (ruido), química (plaguicidas, metales) o biológica (toxinas). A la materia o energía introducida, de acuerdo a la definición, se la conoce como "agente contaminante". Este agente puede ser una sustancia natural o exógena en el ambiente bajo estudio. También es usual leer o escuchar la palabra polución (anglicismo derivado de *pollution*) la cual se refiere no solo a la presencia de un agente contaminante, sino al efecto que genera sobre los organismos o el ambiente.

Palabras clave: biomonitorio, contaminación marina, metales pesados, delfines, Mar Argentino.

María Victoria Panebianco¹

Dra. en Biología
victoriapanebianco@gmail.com

Iris Cáceres-Saez²

Dra. en Biología
caceres.saez@gmail.com

¹Consultora independiente y divulgadora científica.

²Laboratorio de Ecología, Comportamiento y Mamíferos Marinos, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Recibido: 19/12/2020. Aceptado: 18/10/2021.

En respuesta a la necesidad de evaluar la contaminación aparece una novedosa disciplina, la ecotoxicología; refiriéndose al estudio del efecto de compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos, especialmente en poblaciones, comunidades y ecosistemas. Esta definición fue introducida por el toxicólogo francés René Truhaut en 1969. Nuevamente, al realizar una búsqueda en la red sobre la palabra ecotoxicología, nos encontraremos con 642.000 resultados. Por su parte, los efectos ecotoxicológicos se refieren a los cambios producidos en la biota debido a la exposición a un agente contaminante (ver Glosario). Estos efectos pueden ser evidenciados en diferentes niveles de organización biológica, desde el nivel subcelular, tejidos, órganos y sistemas, organismo, comunidad, y ecosistema hasta alcanzar la biosfera. Asimismo, contempla el estudio sobre el destino y el transporte de los agentes contaminantes en la biosfera. La ecotoxicología es una rama de la toxicología, ciencia que estudia los efectos de los productos tóxicos o venenosos sobre el organismo. La evaluación del impacto de las actividades antrópicas sobre el ambiente, y, consecuentemente, sobre los organismos que los habitan, convierte a la ecotoxicología en una disciplina fundamental de estudio. Durante la segunda mitad del siglo XX, la transformación de los ecosistemas naturales -por fragmentación, pérdida de resiliencia, etc.- a una escala nunca vista en la historia del hombre, también creció el ímpetu en el desarrollo de la ecotoxicología.

Uno de los objetivos de esta disciplina es desarrollar y aplicar métodos que ayuden a entender la presencia y el origen, el destino y el efecto de los contaminantes en el ambiente. Los procedimientos y protocolos generados son un componente esencial de esta disciplina. Ejemplo de esto son el biomonitorio y la bioindicación, métodos que obtienen información relativa a la calidad del ambiente. El biomonitorio utiliza organismos -de cualquier grupo biológico incluido el hombre- para evaluar la contaminación y analizar posibles efectos sobre los organismos, como también el origen de los contaminantes, usando para esto, por ejemplo, biomarcadores.

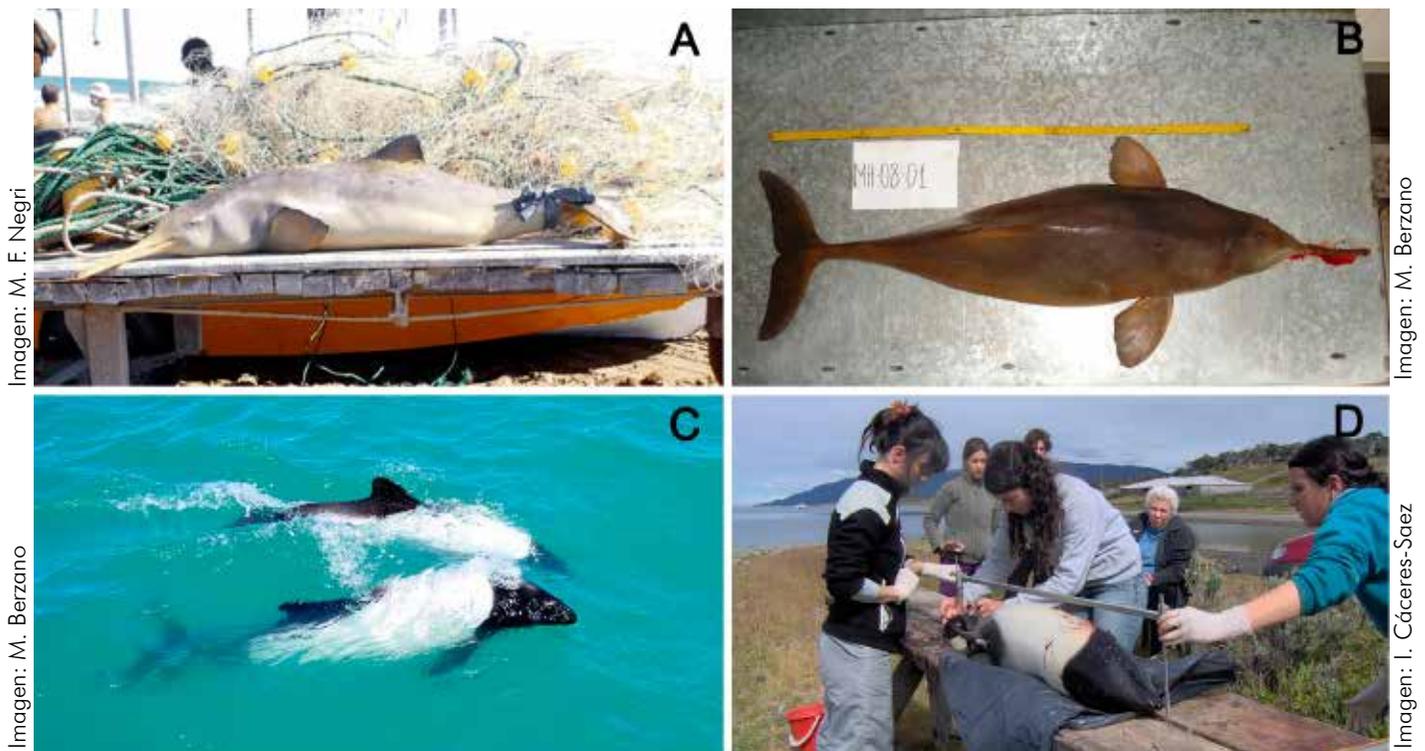


Figura 1. A. Delfín franciscana proveniente de captura en redes de pesca costera artesanal en el sur de la provincia de Buenos Aires. B. Ejemplar dispuesto en laboratorio para ser medido y realizar su necropsia. C. Tonina overa en las costas de Patagonia, Argentina. D. Tonina overa proveniente de captura en redes de pesca costera artesanal del norte de Tierra del Fuego, Argentina, y dispuesta para realizar su necropsia.

Los biomarcadores son respuestas a distintos niveles de organización (celulares, histológicos, o cambios físicos o bioquímicos en el organismo) que permiten evaluar cuali-cuantitativamente la presencia de una sustancia o un elemento de los posibles efectos tóxicos. Por su parte, los bioindicadores son organismos o comunidades de organismos, cuyas reacciones se observan de manera representativa para evaluar una situación, dando pistas sobre la condición de todo el ecosistema. La bioindicación es una herramienta de la ecotoxicología que resume la información obtenida de los ecosistemas de forma tal, que pueda ser usada para evaluar un hábitat.

Indicadores biológicos

Los términos bioindicador, biomonitor, bioacumulador y biomarcador hacen referencia al organismo que responde ante el estrés ambiental. Se han utilizado de diversas maneras para describir diferentes enfoques al estudiar la contaminación de los distintos ambientes. En ecología y estudios ambientales, los términos "biomonitor" y "bioindicador" fueron utilizados y se siguen usando indistintamente, aunque esta terminología puede resultar confusa. Sin embargo, desde principios de los años '90 podemos observar una distinción en su uso. El biomonitoreo puede incluir un enfoque cualitativo y cuantitativo en la evaluación de la contaminación. Por ejemplo, el análisis químico de biomonitores (un organismo, una parte o una

comunidad de organismos) contiene información sobre los aspectos cuantitativos de la calidad del ambiente. Un biomonitor también es un bioindicador, excepto que cuantifica el impacto o el resultado final en un organismo o ecosistema y su salud. El biomonitoreo a gran escala utiliza bioacumuladores de plantas y animales, u organismos que acumulan varias sustancias químicas (incluyendo contaminantes) en los tejidos y órganos. La bioacumulación hace referencia al proceso de acumulación de dichas sustancias en los organismos, de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las que se encuentran en su alimento o en su ambiente.

Otro término frecuentemente utilizado es el de especies centinela. Son especies sensibles, monitores biológicos que, ante mínimos cambios, manifiestan respuestas importantes, por lo que se utilizan como sistemas de alarma ambiental. El término "centinela" se aplicó a las especies utilizadas en los primeros esfuerzos para detectar y mapear la radiactividad en la década del '50 y que luego se convirtió en el programa Mussel Watch, que representa el programa de monitoreo más consolidado y de mayor duración a nivel mundial. El proyecto fue desarrollado para analizar la tendencia de los niveles de alrededor de 100 contaminantes en sedimentos y moluscos bivalvos recolectados en más de 300 sitios costeros de Estados Unidos. El monitoreo se realiza de forma regular desde 1986 hasta la fecha, y expandiéndose a numerosos países costeros. El mismo

El delfín franciscana

El delfín franciscana es un pequeño delfín que recibe su nombre común debido al color de su piel, en tonos marrones (Figura 1, A y B), recordando a los hábitos de los monjes franciscanos. Resulta un modelo adecuado para ser considerado como especie centinela, además de ser endémica de Sudamérica. Las ventajas de realizar estudios de contaminantes en esta especie se ven potenciadas debido a su distribución, que se reduce a las aguas de la costa atlántica de Brasil, Uruguay y Argentina desde Itaúnas, Espírito Santo, en Brasil, hasta el Golfo Nuevo, Chubut, Argentina (Figura 3); desplazándose en aguas marino-costeras y ocasionalmente en estuarios. Adicionalmente, la recuperación de ejemplares y su necropsia son viables debido a que aproximadamente entre 500 y 800 ejemplares mueren cada año en redes de pesca artesanal, de forma accidental, en Argentina. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), es una Especie Vulnerable debido a la captura accidental y su población se estima en menos de 14.000 individuos para Argentina de acuerdo a los últimos estudios realizados. De persistir esta amenaza su población estará en serio peligro de extinción en 30 años. En la provincia de Buenos Aires se han realizado estudios sobre la viabilidad poblacional, encontrando que la especie no puede sostener los niveles actuales de mortalidad incidental siendo ésta una amenaza crítica para su población. Por tal motivo, la provincia de Buenos Aires en 2018 lo declaró Monumento Natural (Ley 14.992) para darle un resguardo legal y generar estrategias que aporten a su conservación.

se encuentra bajo la responsabilidad y el manejo de la Agencia Nacional de Administración de la Atmósfera y el Océano (NOAA, por sus siglas en inglés).

Sobre los metales pesados

Volviendo a nuestra primera búsqueda y analizando detenidamente los sitios web que aparecieron, vemos que las principales causas de contaminación son consecuencia de las actividades humanas. Las evidencias encontradas sobre este hecho, en un análisis más exhaustivo, ponen de manifiesto que los contaminantes son producidos por el hombre y no aparecen de forma natural en el ambiente (por ejemplo, desechos industriales y/o domésticos). Sin embargo, de aquí surge una pregunta: cuándo las sustancias químicas que aparecen como producto de un evento natural en el ambiente, ¿pueden ser consideradas como contaminantes? En primera instancia debemos diferenciar que las sustancias que estén contaminado sean tóxicas. Nos referimos a contaminantes, en el caso en que una sustancia o energía se encuentra en concentraciones, tiempos y lugar inusuales.

Por su parte, la toxicidad es la resultante de varios procesos: de la capacidad de la sustancia o energía de producir toxicidad, de la dosis *per se*, y de que el organismo que se expone pueda revertir o tolerar este mecanismo de acción (ver Glosario).

La mayoría de las sustancias ambientales que responden a esta pregunta son elementos inorgánicos. A estos elementos se los conoce también como metales traza -ya que su contenido en la Tierra es aproximadamente 0,0001% o menor- o metales pesados -por su concentración en la corteza terrestre menor a 0,1% en peso-. A pesar de su escasez en la corteza, estos elementos juegan un rol fundamental a

nivel químico y biológico en los ecosistemas naturales. Tal es así, que algunos de los metales son considerados esenciales para el desarrollo de la vida y su fisiología. A pesar de su baja abundancia, muchos metales pesados poseen implicancias sustanciales a nivel químico y biológico en cualquier ecosistema natural. Algunos metales pesados como zinc, cobre, hierro, cobalto y manganeso se definen esenciales para los organismos tanto vegetales como animales, ya que son necesarios para su normal funcionamiento fisiológico. Sin embargo, pueden ejercer efectos adversos en concentraciones superiores a las requeridas por los procesos fisiológicos en los que intervienen. Mientras que otros metales, como cadmio, mercurio y plomo son considerados no esenciales porque no presentan funciones biológicas conocidas, pero sí alta toxicidad, persistencia y biodisponibilidad, y han sido asociados a serios efectos adversos para la salud.

En un ambiente acuático como el marino, los metales ingresan mediante el transporte atmosférico, la descarga de los ríos, las escorrentías o las descargas originadas por procesos naturales (por ejemplo erosión, desgaste de rocas, lavado lento de suelos o rocas, sedimentación, actividad volcánica e incendios forestales). Los minerales en sí mismos son el origen de los elementos antes mencionados. Asimismo, ingresan a través de distintas fuentes antrópicas (por ejemplo el desarrollo y crecimiento de los centros urbanos, las actividades industriales y agrícola-ganaderas, las mineras y las refinerías). Estos elementos se movilizan en la Tierra circulando a través de todos los compartimientos (litósfera, hidrósfera, atmósfera y biósfera) con diferentes tiempos de residencia y siguiendo un ciclo. A este lo llamamos "el ciclo biogeoquímico" de los elementos. En los

La tonina overa

La tonina overa es un delfín comúnmente avistado a lo largo de la costa patagónica desde la península Valdés hasta la isla de Tierra del Fuego (Figura 3). También habitan aguas chilenas al sur de los 51°S, en el estrecho de Magallanes y en torno a las Islas Malvinas y el archipiélago Kerguelen ubicado en el océano Índico meridional. La especie se caracteriza por sus colores contrastantes de piel, blanco y negro (Figura 1, C y D). Las toninas overas se encuentran en aguas costeras frías a lo largo de costas abiertas, fiordos protegidos, bahías, puertos y desembocaduras de ríos. Dentro del Estrecho de Magallanes, prefieren las zonas con fuertes corrientes, como Primera y Segunda Angostura. En las Islas Malvinas, se encontró que esta especie tiene una distribución muy costera, con la mayoría de los registros de aguas parcialmente cerradas y dentro de los diez kilómetros de la costa. Fuera de la parte continental de América del Sur, estos delfines se observan en aguas de plataforma a menos de 200 metros de profundidad y con mayor frecuencia cerca de la costa (a menos de 60 km). La tonina overa es un depredador oportunista y principalmente se alimenta en mar abierto, siendo sus principales presas la sardina fueguina, los pejerreyes, la anchoíta, la merluza, el calamarete del sur y el calamar argentino, en aguas australes también se observó a las toninas overas explotando presas bentónicas como la centolla y el centellón. La especie está considerada como de Preocupación Menor por la UICN. Asimismo, la especie se encuentra en el Apéndice II de la Convención Internacional de Comercio de especies en peligro de extinción (CITES) y en la Convención de Especies Migratorias (CMS).

compartimientos correspondientes a suelos (fuente) y sedimentos (destino) permanecen entre cientos y millones de años, por lo que a estos compartimientos se los considera reservorios de estos elementos metálicos como también de otros metales traza. Es la actividad del hombre la que produce el ingreso y la consecuente alteración de los ciclos, afectando la velocidad de transporte entre los reservorios, y modificando la concentración y las especies físico-químicas, es decir la condición natural.

En las redes tróficas acuáticas, como las marinas, la energía fluye desde la base (fitoplancton, macroalgas, plantas halófitas, ver Glosario) hasta los depredadores superiores (peces, aves y mamíferos marinos) en forma lineal, unidireccional y también entre los eslabones de diferentes cadenas que se encuentran relacionadas ecológicamente. El ingreso de los metales pesados a las cadenas tróficas acuáticas puede generar procesos de biotransferencia, bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación. En términos generales, la biotransferencia se refiere a la transferencia de metales desde una fuente de alimento hacia los consumidores, y bioacumulación a la incorporación de un contaminante por parte de un organismo desde un compartimento abiótico y/o biótico (alimento). La bioconcentración ocurre cuando

un organismo presenta concentraciones superiores a las de su ambiente, mientras que la biomagnificación se refiere al aumento en la concentración de un metal entre al menos dos niveles en una cadena trófica, lo que hace que cada organismo tenga en sus tejidos una concentración superior que la de su alimento. Estos procesos son dinámicos e incluyen numerosas variables relacionadas. El potencial de un contaminante para bioacumularse o biomagnificarse depende de las propiedades físico-químicas del compuesto (hidrofobicidad, especiación y persistencia), los factores ambientales (salinidad, temperatura, concentración del contaminante), los factores bióticos (hábitos y posición en la trama trófica, edad, sexo, madurez y eliminación o almacenamiento en formas no tóxicas), y la biodisponibilidad (actual ingreso del contaminante al ambiente, mecanismo de transporte, grado de contaminación). Esto expresa la complejidad de las redes tróficas de los ecosistemas marinos, así como, el desafío para comprender los mecanismos de transferencia de los metales pesados y predecir sus concentraciones en los organismos participantes, en particular los mamíferos marinos, que son predadores tope, así llamados por encontrarse en el nivel trófico más alto de su cadena.

Tabla 1. Concentración de cadmio y zinc (en $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco) en tejidos de delfines franciscana y tonina overa. Se informa el valor promedio y entre paréntesis el desvío estándar.

	Delfín franciscana		Tonina overa	
	Hígado	Riñón	Hígado	Riñón
Cadmio	2,25(2,27)	7,01(7,87)	2,53(1,75)	9,22(6,30)
Zinc	36,2(17,3)	22,8(4,98)	32,9(3,32)	31,73(2,46)

Los mamíferos marinos, bioindicadores

Al comienzo del texto explicamos la regla general de la ecotoxicología, y cómo en esta disciplina se usa a los organismos en contacto con agentes contaminantes como biomonitores o bioindicadores. Particularmente expuestos a niveles altos, se encuentran los principales depredadores vertebrados como los mamíferos y las aves, con una posición tope en las tramas tróficas, los cuales muestran así, una acumulación (ver Glosario) de contaminantes en concentraciones superiores a las normales. Por ejemplo, hoy sabemos que los mamíferos marinos, debido a su posición tope en la cadena trófica, su longevidad y su capacidad de acumular los agentes contaminantes por largos períodos de tiempo, son indicadores apropiados de los niveles de contaminantes (compuestos orgánicos persistentes o metales pesados) en el ambiente marino. Debido a esta capacidad de acumular los contaminantes por períodos prolongados de tiempo y a la imposibilidad de eliminarlos de sus tejidos, los organismos que se encuentren en el tope de la trama tendrán mayor concentración de contaminantes que aquellos que se encuentren en niveles más bajos. A medida que se incrementa el nivel trófico, la concentración de los contaminantes también va aumentando y acumulándose en los organismos. Aquí se da el proceso de biomagnificación. Sin embargo, los mamíferos marinos no son los únicos organismos capaces de acumular contaminantes en sus tejidos, los bivalvos en general, los anélidos y crustáceos, los peces, e incluso las aves pueden ser utilizados como herramientas de monitoreo ambiental.

Como se explicó anteriormente, uno de los métodos más difundidos para determinar la presencia de metales pesados en la biota de ambientes acuáticos es la utilización de los "organismos indicadores" o "centinelas" que mejor representan al ambiente elegido.

Desde hace más de cinco décadas de estudios, los mamíferos marinos son considerados como apropiados centinelas de los mares del mundo. En estos organismos la principal vía de exposición a contaminantes es a través de la ingesta del alimento, y en menor medida a través de la respiración pulmonar, la absorción a través de la piel y la ingesta de agua. Su exposición a un determinado tóxico es evaluada a través de su nivel de concentración en los órganos y tejidos en los que se acumula principalmente. Los metales pesados son transportados en el organismo a través de la sangre hasta llegar a los diferentes órganos y tejidos. En general, la mayor concentración se produce, el hígado y los riñones, por su implicancia en la detoxificación (ver Glosario). Es importante señalar que existen numerosos factores biológicos y ecológicos que influyen en la acumulación de

los metales y su toxicidad como la eliminación, la excreción y detoxificación, la edad, el sexo, el estado reproductivo, la madurez sexual (vinculada con la edad), la condición nutricional, la dieta y el área geográfica que habitan los individuos. Generalmente, la mayoría de los estudios de estas características se efectúan a partir del análisis de muestras que provienen de animales muertos, como se mencionó anteriormente.

Antecedentes en nuestro país

Los ecosistemas costero-marinos de Argentina están sujetos a la presión del desarrollo humano y actualmente es imposible encontrar áreas prístinas, aún en los sitios menos poblados. De ahí la importancia de establecer y dar seguimiento a programas de protección y conservación del ambiente. Es en este sentido que los bioindicadores marinos son fundamentales para identificar situaciones de contaminación (por compuestos orgánicos persistentes y metales pesados), evaluar la salud del ambiente, y asegurarnos que los ecosistemas están siendo protegidos efectivamente. El uso del biomonitoreo para la protección y conservación de los ecosistemas marinos es una tarea que requiere el apoyo del gobierno, de agencias intergubernamentales y no-gubernamentales, como también de la academia.

Si bien en las últimas décadas se registran trabajos

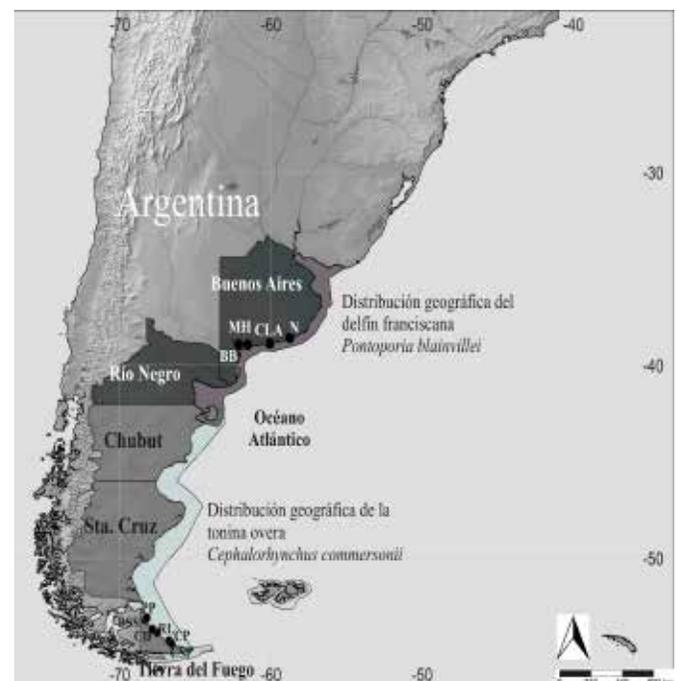


Figura 2. Distribución geográfica en Argentina del delfín franciscana y la tonina overa. Se muestran además las áreas de trabajo (Referencias: N: Necochea, CLA: Claromecó, MH: Monte Hermoso, PP: Península el Páramo, BSS: Bahía San Sebastián, CD: Cabo Domingo, CP: Cabo Peñas, RL: Río Láinez, CSP: Cabo San Pablo).

Esquema sobre la relación entre la contaminación y la polución. La eco-toxicología contribuye a dilucidar dicha relación determinando la presencia o ausencia de efectos sobre la biota.



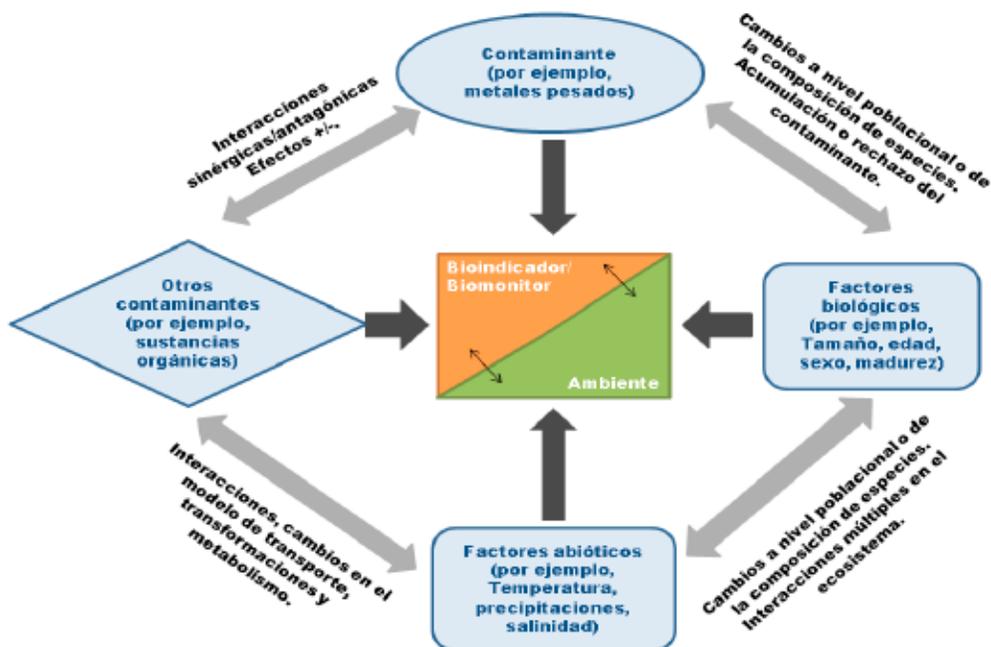
que informan la presencia de contaminantes entre los mamíferos marinos como los cetáceos, aún son escasos los trabajos que permiten establecer efectos a nivel poblacional o atribuir mortalidad a este factor.

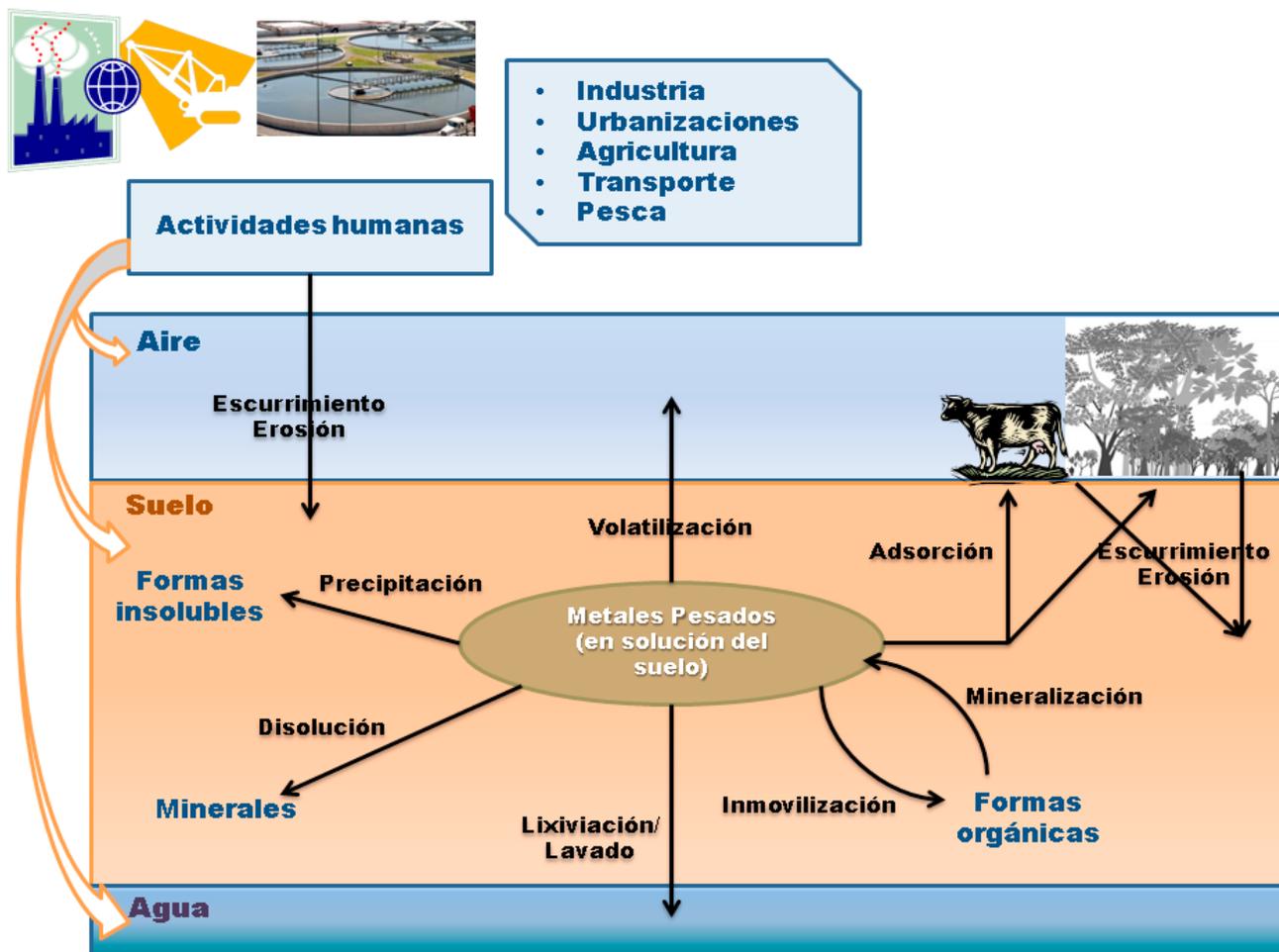
Esto resulta complejo por diversas causas como la obtención de muestras (el estado de conservación que usualmente no permite evaluar efectos de los contaminantes y causas de la muerte) y la protección legal de estos organismos, que hacen que este tipo de estudios no se puedan llevar a cabo como sucede con especies que son capturadas para realizar bioensayos. Esto se suma a la falta de información, más aún para las especies del hemisferio sur y sus poblaciones. En el Océano Atlántico sudoccidental, los mamíferos marinos enfrentan diferentes amenazas como la contaminación química y sonora, la captura incidental o *by-catch* (ver Glosario) y los efectos ocasionados por

el cambio climático, generando problemas vinculados con la conservación y la viabilidad de distintas especies y hábitats.

Los primeros estudios referenciados sobre el uso de mamíferos marinos como bioindicadores de contaminación ambiental en nuestro país surgen hacia finales de la década de los '80 y continúan hasta nuestros días. En el Mar Argentino se encuentran dos especies de pequeños cetáceos, la franciscana (*Pontoporia blainvillei*) y la tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*) (ver Recuadros; Figura 1), dos especies de delfines vulnerables a la captura incidental en redes de pesca, y que resultan susceptibles al impacto de la contaminación marina debido a sus hábitos predominantemente costeros. Estas especies, dominantes de las tramas tróficas marinas, muestran un amplio espectro dietario y

Esquema general de la interacción entre los agentes contaminantes y el ambiente.





Esquema del ciclo generalizado de los metales pesados.

poseen una longevidad extendida que establece tiempos relevantes de exposición a los contaminantes, características que permiten considerarlos como potenciales organismos monitores ambientales en el Mar Argentino. Estas particularidades, y el acceso a muestras en condiciones apropiadas para estudios ecotoxicológicos, fueron determinantes en la elección de las especies propuestas. En el caso del delfín franciscana, se han publicado numerosos trabajos científicos evidenciando la presencia de metales pesados y otros elementos traza en sus órganos, a lo largo de su distribución geográfica tanto en Argentina como Brasil. Para la tonina overa, los resultados resumidos aquí constituyen parte de los primeros antecedentes que conforman una línea de base sobre metales pesados para la especie en aguas subantárticas de Tierra del Fuego, Argentina.

Actualmente, los reglamentos nacionales que protegen a los mamíferos marinos de su manipulación, reducen el acceso a muestras para desarrollar estudios como el planteado aquí. En diversas ocasiones, los ejemplares encontrados en las costas no presentan un estado de conservación apropiado que permitan su análisis, y se requieren muestreos estrechamente relacionados con muertes recientes por enmalle

(capturas incidentales) (ver Figura 1, A y D) o eventos de varamientos. En los casos de estudio presentados aquí, los delfines hallados fueron sujetos a necropsias (ver Glosario) siguiendo protocolos estandarizados a nivel internacional (registro de medidas corporales y la extracción de muestras de tejidos y órganos) en la medida en que las condiciones del ejemplar y del lugar donde fue encontrado lo permitieran adecuadamente (ver Figura 1, B y C). En cada disección de ejemplar se seleccionaron muestras provenientes del hígado, del riñón (órganos blanco de relevancia metabólica y toxicológica) y de la piel, conservando estas muestras a -20°C en bolsas de polietileno hasta su procesamiento en laboratorio y posterior análisis de metales pesados.

¿Cómo analizamos los metales pesados?

Una de las técnicas empleadas para la determinación de los metales pesados en tejidos hepático, renal y cutáneo de la tonina overa fue el Análisis por Activación Neutrónica Instrumental (AANI). Esta es una técnica analítica multielemental no destructiva que consiste en la medición de las emisiones X y γ de los productos radiactivos generados en la muestra cuando es sometida al bombardeo con neutrones. Las reacciones nucleares con neutrones generan productos

radioactivos que permiten identificar el núcleo original estudiando la energía de las emisiones X y γ de los productos. El AANI permite la determinación de varios elementos a la vez, no necesita digestión o tratamiento químico alguno de la muestra, minimizándose los problemas de contaminación o pérdidas del elemento a analizar que tienen otras técnicas. El límite de detección del AANI varía en función del elemento que se estudia, la matriz y las condiciones de irradiación y medición, llegando a niveles de una parte en mil millones ($\mu\text{g g}^{-1}$). En contrapartida, los costos de este procedimiento son elevados, y la disponibilidad de la técnica es limitada, dado que se necesita un reactor nuclear para la irradiación de las muestras. En cuanto al procesamiento de las muestras, estas fueron liofilizadas (ver Glosario) hasta obtener un peso constante. Luego se tomaron fracciones de 100 a 150 mg de material liofilizado y se colocaron en ampollas de cuarzo. Posteriormente, las muestras se irradiaron en el reactor nuclear de investigación RA-6 del Centro Atómico Bariloche, de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Por otro lado, la determinación cuantitativa de las muestras de hígado y riñón de delfines franciscana se llevó a cabo mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama aire/acetileno. Las lecturas fueron hechas con lámparas de cátodo hueco y para cada metal se siguió con las condiciones de lectura del equipo. Por otro lado, las muestras de piel de esta misma especie se analizaron mediante Espectrometría de Emisión Óptica (EEA) por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES). El plasma de acoplamiento inductivo (ICP) es una fuente de ionización que junto a un espectrofotómetro de emisión óptica (OES) constituye el equipo de ICP-OES. Para ambos casos de análisis químico, el método utilizado para la destrucción de la materia orgánica de las muestras analizadas fue una mineralización del tejido en medio ácido (ácido nítrico concentrado al 65% y ácido perclórico concentrado al 70%).

Resultados y comparación entre delfines

En este trabajo se presentan los resultados sobre la determinación de zinc y cadmio en tejidos hepático, renal y cutáneo de delfines franciscana y tonina overa. En ambas especies, al tratarse de un elemento traza esencial, el zinc fue el metal más abundante comparado con el cadmio (ver Tabla 1). Asimismo, el patrón de acumulación tisular (es decir, en los tejidos) entre las especies fue semejante, aunque la concentración de zinc resultó superior en la piel, respecto de los otros tejidos internos analizados. Entre el hígado y el riñón no hubo una diferencia para las concentraciones de zinc. La concentración de cadmio en el riñón y el hígado resultó similar entre ambos tejidos, mientras que en la

piel se encontró por debajo del límite de detección en ambas especies. Los metales esenciales se encuentran bajo regulación homeostática del organismo (es decir la capacidad de mantener una condición interna estable), generalmente manteniéndose en niveles fisiológicos para los procesos metabólicos que los involucran. Sin embargo, esto no significa que sus niveles de concentración puedan variar en un mismo tejido tanto intra- como interespecíficamente. El rango de concentración de zinc establecido de regulación fisiológica en el hígado de mamíferos marinos se encuentra entre 20 y 100 $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco. Aquí observamos que las muestras de tejido hepático de la tonina overa presentaron valores entre 15,3 y 40,3 $\mu\text{g g}^{-1}$ quedando comprendidos dentro del límite establecido, al igual que para los delfines franciscana, cuyos valores estuvieron entre 14,19 y 75,26 $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco.

Los antecedentes publicados demuestran que las concentraciones de metales o elementos no esenciales en los tejidos están directamente relacionadas con la dieta (fuente) de los delfines. Sin embargo, es importante tener presente que hay otros procesos (por ejemplo metabolismo -asimilación, transformación, eliminación, edad, reproducción, diferencias entre machos y hembras por la gestación/lactancia-, etc.) que influyen en el nivel concreto de los elementos. El delfín franciscana presenta hábitos alimenticios de tipo generalista y oportunista, y su dieta se compone principalmente de peces, calamares y crustáceos. En particular, la anchoíta (nombre científico) ha sido señalada como vector del cadmio en los tejidos de los delfines franciscana que habitan aguas costeras del sur de la provincia de Buenos Aires. Al igual que este delfín, la tonina overa es un depredador oportunista y generalista, alimentándose principalmente en aguas costeras sobre la plataforma continental, tanto de presas pelágicas como bentónicas (ver Glosario). En aguas subantárticas de Tierra del Fuego, las principales presas de las toninas son la sardina fueguina, la merluza de cola, los peces nototénidos, el róbalo patagónico, el calamar patagónico, el pulpo, langostas, cangrejos y pequeños crustáceos. Se observa que la contribución de cadmio podría ser el resultado de una dieta enriquecida a base de cefalópodos (ver Glosario), principalmente de la pota argentina, *Illex argentinus* (grupo acumulador de cadmio) en la tonina overa. Tales diferencias en la dieta de ambas especies, podrían responder a los distintos patrones de acumulación de los metales analizados (ver Tabla 1). Esta información sirve de base en estos ecosistemas del mar argentino.

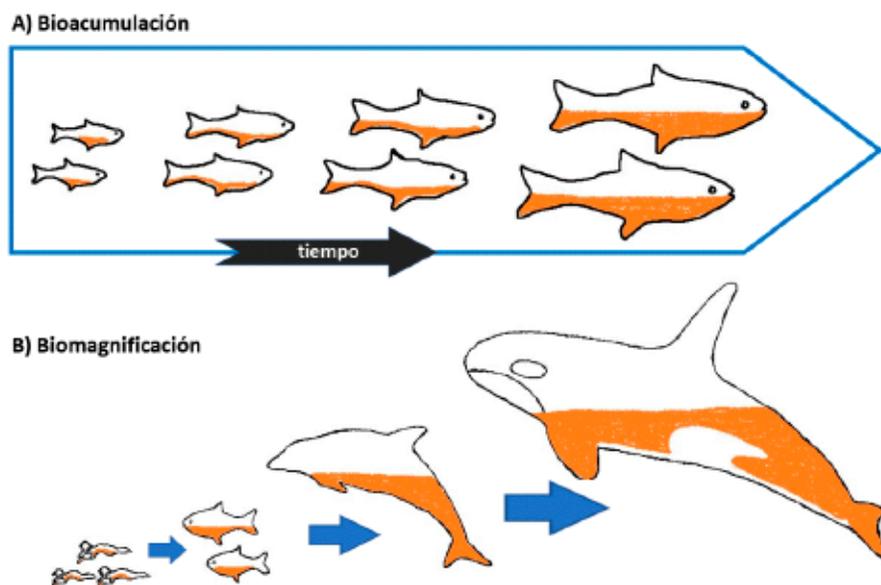
Es necesario hacer una mención especial a las concentraciones de zinc en la piel de ambas especies, lo cual resalta el hecho de que este tipo de estudios ecotoxicológicos son muy necesarios para ampliar

el conocimiento sobre estas especies de pequeños cetáceos, vulnerables y sometidos a una fuerte presión ambiental por el hombre. Estudios previos demuestran que niveles altos de zinc en la piel pueden estar asociados a su función protectora para la cicatrización de heridas, y contra el daño foto-oxidativo de los rayos ultravioleta (por ejemplo, la progresión tumoral). Se reconoce que es necesaria una alta concentración de zinc para las metaloenzimas (ver Glosario), la proliferación de células cutáneas, y el depósito de colágeno en los sitios de lesiones o heridas epidérmicas. Una posible razón de la concentración superior de zinc en piel de toninas puede estar relacionada con su distribución en aguas subantárticas, las cuales se encuentran más cercanas a la actual ubicación del adelgazamiento en la capa de ozono sobre el continente Antártico. Según el programa de Observación de Atmósfera Global de la Organización Meteorológica Mundial sobre el adelgazamiento de ozono en el año 2020, el área se encontraba entre los de mayor tamaño en los últimos quince años. El ozono es un gas incoloro que forma una tenue capa en la atmósfera y absorbe los componentes dañinos de la luz solar, conocidos como ultravioleta B o UV-B. La reducción del espesor de esta capa, supone un aumento en el riesgo de los organismos de contraer cáncer de piel, entre otras enfermedades.

Respecto al cadmio, las concentraciones superiores se registraron en el tejido renal de ambas especies, lo cual es consistente con la mayoría de los estudios realizados sobre mamíferos marinos. El cadmio se acumula preferentemente en el riñón, asociado a sus

funciones de filtración y acumulación. La relación de la concentración de cadmio entre el riñón y el hígado sirve como un índice de exposición, donde valores mayores a uno resultan indicativos de una exposición crónica (a bajos niveles de cadmio). Para los ejemplares analizados de tonina overa y de delfín franciscana, se observó que esta relación del cadmio entre el riñón y el hígado resultó mayor a uno, sugiriendo una posible exposición a dicho metal. Sin embargo, se debe tener en consideración que, cuando se analizan ejemplares juveniles o de una menor clase de edad, la acumulación de cadmio suele observarse en el hígado, y con la edad se denota un aumento de sus concentraciones en el riñón. Debido que los metales no esenciales (tóxicos) no son regulados metabólicamente, los niveles de cadmio determinados en los delfines pueden ser considerados como indicadores de niveles ambientales. Esto implicaría que ambas especies consumieron presas con un elevado contenido de cadmio en el ecosistema. Como metales no esenciales, se espera que se ubiquen últimos en el ordenamiento de concentraciones, luego de los esenciales, como también lo es que, de hallarse biodisponibles en el ambiente, los niveles detectables se encuentren en hígado, como efectivamente mostraron los resultados, ya que es allí donde típicamente se acumulan.

Como se planteó anteriormente, independientemente de los efectos nocivos y del impacto que la contaminación puede tener sobre una especie, población o ecosistema particular, la determinación de las concentraciones de contaminantes en un taxón específico puede resultar de utilidad para entender o



A. Esquema del proceso de Bioacumulación en los organismos a lo largo del tiempo. Se presenta un aumento de la concentración de un contaminante en un organismo a medida que crece. B. Biomagnificación en una red alimentaria marina. Las redes alimentarias tienen, por lo general, entre dos y cinco eslabones tróficos. La concentración de un contaminante es baja en los organismos productores y consumidores primarios, y se magnifica en los siguientes niveles de la red.

evaluar la calidad de un ecosistema. Teniendo en cuenta que los metales pesados son bioacumulativos, tienen propiedades que podrían causar efectos nocivos en los animales, por lo cual se requieren estudios futuros para evaluar los posibles riesgos ecotoxicológicos. Estudios previos sugieren que concentraciones mayores que $100 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco son tóxicas para mamíferos, manifestándose daños en el tejido renal. En el caso de la tonina overa, la concentración promedio en el riñón ($9,02 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco) y su valor máximo determinado ($17,2 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco), son inferiores al límite presentado. De igual forma, la concentración promedio en el tejido renal del delfín franciscana ($7,01 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco) y su valor máximo determinado ($29,85 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco) resultaron inferiores que el límite de toxicidad establecido. Más allá de los tejidos y especies de delfines bajo estudio, es importante mencionar que las concentraciones de cadmio determinadas en ambas especies no pueden señalarse como tóxicas para la salud de estos animales.

Consideraciones finales

Cabe mencionar que, aunque los cetáceos han sido y siguen siendo propuestos como buenos indicadores del ecosistema marino, en el caso de los cetáceos se presentan ciertas dificultades metodológicas relacionadas con la obtención de las muestras biológicas. Además, como no es factible acceder a muestras de distintos grupos etarios, sexo, distintos estadios fisiológicos (por ejemplo hembras preñadas o no, lactando o no, individuos maduros sexualmente o no), solo se dispone para su estudio lo que se encuentra en las expediciones. Es decir, son muestras fortuitas, y de esta manera, en ocasiones, resulta difícil señalarlos como óptimos indicadores. Si bien se dice y se usa esta capacidad, puede haber un sesgo sobre las muestras y queda información encubierta que es necesaria para completar el panorama que sería lo que brinda su uso como tales. En particular, las discusiones se centran en cuestiones asociadas con la condición inicial o estado de hallazgo del animal (conservación del cadáver), y la imposibilidad de tomar muestras, que obligan a obtenerlas de animales muertos con las consecuentes críticas que esto conlleva, especialmente en la dificultad de obtener un tamaño muestral adecuado que brinde robustez estadística a los resultados y, en otros casos, con la pérdida de información y calidad de las muestras obtenidas.

Numerosos animales llegan a la costa en áreas donde el esfuerzo de muestreo es escaso, se trata de áreas remotas o inaccesibles, o no hay establecida una sistematización de los muestreos. En numerosas ocasiones los recursos disponibles para realizar necropsias son limitados y, con frecuencia, el estado

de descomposición de los animales es avanzado, dándose por perdido el material biológico. Por lo expuesto anteriormente, en diversas ocasiones, los resultados se vuelven difíciles de comparar y el grado de exposición difícil de evaluar, a lo que se agrega también la variación existente entre los tejidos según el sexo, la edad, el estado nutricional y el estatus reproductivo de los individuos. Sin embargo, por el momento, estas condiciones de trabajo están entre las principales oportunidades de estudio sobre la ocurrencia y los niveles de contaminantes (por ejemplo metales pesados) en estos organismos y sus áreas de distribución

Agradecimientos

Extendemos nuestros agradecimientos a la Dirección de Fauna Silvestre Nación, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina; y al Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, provincia de Buenos Aires. A la Society for Marine Mammalogy (SMM) y a la Cetacean Society International (CSI) por la financiación recibida al trabajo de campo. Durante el transcurso de estos estudios se contó con becas doctorales y posdoctorales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a ambas autoras. Agradecemos particularmente la gentileza de la fotógrafa Marisa Berzano por compartir imágenes de toninas overas en aguas patagónicas.

Glosario

Acumulación: retención de una sustancia por un organismo diana, un órgano o una parte del medio ambiente, que conducen a un aumento de la cantidad o la concentración de la sustancia en los mismos.

Bentónicas: especies que viven en contacto o en dependencia directa con el fondo del mar o de los lagos continentales.

Captura incidental: (*by-catch*, por su denominación en inglés): animales capturados por operaciones de pesca que no constituyen blanco de la actividad.

Cefalópodos: clase de invertebrados marinos perteneciente al filo de los moluscos. Existen más de 800 especies actuales, comúnmente llamados pulpos, calamares y sepias.

Dosis: cantidad de sustancia administrada o absorbida por un individuo en proporción a su peso o volumen corporal, dentro de las 24 horas y condiciones determinadas. Se suele expresar en mg/Kg.

Detoxificación: la Real Academia Española no incluye en su diccionario el término detoxificación. Sin embargo, esta noción suele emplearse para aludir al proceso de neutralización y eliminación de una sustancia tóxica o perjudicial en un organismo.

Halófito: (*halos*= sal; *phyta*= planta de) término utilizado hace más de 200 años para definir a aquellas especies de vegetales que han hecho de los ecosistemas salinos su hábitat.

Liofilización: técnica de conservación de alimentos y materiales biológicos basado en el proceso de deshidratación de éstos. Consiste en congelar el producto y posteriormente remover el hielo por sublimación, aplicando calor en condiciones de vacío.

Metaloenzimas: término genérico para una proteína que contiene un ion metálico como cofactor. Las funciones de las metaloproteínas son muy variadas en las células, actuando como enzimas, proteínas de transporte y almacenamiento, y en la transducción de señales.

Necropsia: examen *post-mortem* de los órganos y tejidos corporales de un ejemplar para determinar la causa de la muerte o situaciones patológicas, y toma de muestras.

Pelágicas: especies de organismos que viven en aguas medias o cerca de la superficie, y que limitan al máximo su contacto con el fondo marino y la costa.

Resumen

Hoy en día, la ecotoxicología avanza en el estudio sobre la contaminación e interacción con la biota; su relevancia le permite al ser humano evaluar y conocer las acciones y los efectos de la contaminación sobre los seres vivos en nuestro planeta. Algunos organismos son apropiados bioindicadores, centinelas o monitores del estado de salud los ecosistemas. En el caso particular del ambiente marino, los cetáceos por su posición tope en las redes tróficas y su longevidad, se encuentran expuestos a la acumulación de metales pesados a través del alimento. De tal forma, estos organismos resultan apropiados bioindicadores de los ecosistemas marinos.

Para ampliar este tema

- Cáceres-Saez, I. (2014). Estudio de contenidos de metales pesados y otros elementos esenciales en ejemplares de tonina overa (*Cephalorhynchus c. commersonii*) de las costas de Tierra del Fuego. Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche, San Carlos de Bariloche. Tesis doctoral.
- Romero, M., Polizzi, P., Chiodi, L., Robles, A., Das, K., Gerpe, M. (2017). Metals as chemical tracers to discriminate ecological populations of threatened Franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) from Argentina. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 3940–3950.
- Newman, M. C. (2015). *Fundamentals of Ecotoxicology. The Science of Pollution. Fourth Edition* Boca Raton, USA: CRC Press.
- Panebianco, M.V. (2011). Análisis de los niveles de metales pesados (Pb, Cu, Cr, Zn, Ni y Cd) y aspectos reproductivos del delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Tesis doctoral.
- Vos, J. G., Bossart, G. D., Fournier, M., O'Shea, T. (2003). *Toxicology of Marine Mammals*. London, UK: Taylor & Francis Group.

RESEÑA DE LIBRO

Trekking y Escalada en el Profesorado de la Universidad Nacional del Comahue. De la práctica a la enseñanza

Mónica Patricia Palacio

2020.

ISBN 978-987-604-551-3.

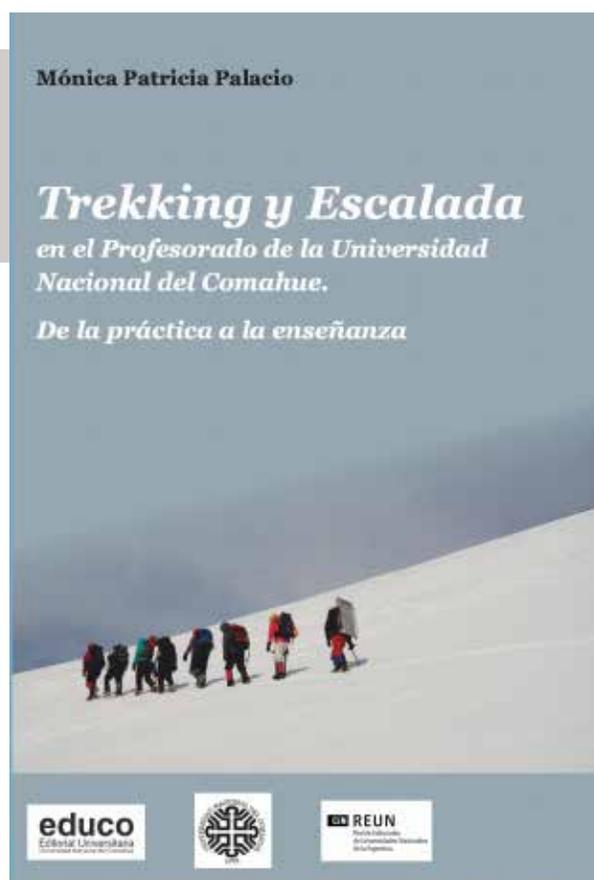
EDUCO, Neuquén, Argentina. 176 pp.

En español.

Reseña realizada por Carlos G. Carballo

Facultad de Humanidades - Universidad Nacional de La Plata. carballo.unlp@gmail.com

La creación de una carrera universitaria, y su posterior itinerario académico, siempre describen una historia singular, con adhesiones y resistencias: la aparición de un campo de estudio e interacción nunca es inocente ni gratuita. Pero en el caso que ocupa a Mónica Palacio, estas consideraciones deben ser subrayadas. El Profesorado de Educación Física que se dicta en la sede Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue es la carrera universitaria más austral de la Argentina dentro de esta disciplina; además, es la única con prácticas en el entorno natural de montaña. Su fundación se inscribe en un triple desafío: la creación de un nuevo polo de formación universitaria, el desarrollo de una suerte de "especialidad" sin antecedentes en otros currículos universitarios, y la urgencia por dotar a esos estudios de una impronta académica. En este contexto, Palacio responde a una pregunta clave que ensaya desde el comienzo: ¿cómo fue el pasaje del andinismo como práctica social significativa a contenido educativo en la formación de docentes? Para ello, recurre a la teoría curricular, realiza entrevistas en profundidad a informantes clave y analiza las decisiones institucionales. Esa elección metodológica de corte cualitativo no sólo es pertinente, sino indispensable para recuperar sentidos y significados, no siempre reflejados en los documentos oficiales. La primera parte se inaugura con los objetivos, seguidos por un marco teórico. Aquí dialogan las conceptualizaciones sobre el conocimiento en la práctica con aquellas relacionadas con el conocimiento en el currículum. La segunda parte es el corazón en el que late la originalidad del trabajo. Los resultados se presentan en tres secciones: "Desde la Región al Profesorado Universitario en Educación Física", donde describe la influencia del entorno natural e institucional, "Configuración de la trama de orientación", donde presenta las tensiones en pugna expresadas en los diferentes planes, y "De una práctica de



referencia a la construcción de contenido", en la que plantea las dificultades de la transposición didáctica. Las conclusiones que cierran el trabajo son ajustadas respuestas a la pregunta inicial. Finalmente, los cinco procesos descritos son exquisitas categorías de análisis, de notable relevancia teórica y práctica; a ellos se suma una elaborada metáfora sobre las tramas en que se tejen planes y programas, protocolos y disponibilidad de equipos, incumbencias y concursos, que demuestran gran sensibilidad y creatividad. Este libro, con su irreprochable estilo académico, invita a una lectura fluida: una dialéctica entre teoría y metodología y entre Educación Física, educación y enseñanza. Gracias a esta operación, en ningún momento el texto resulta puramente abstracto ni meramente descriptivo. Se trata de un imprescindible insumo para la discusión de currículos, a la vez que un rico material de estudio de caso. La autora organiza, articula, visibiliza, totaliza y pone a disposición de la comunidad lo que la propia comunidad sabe (o cree saber): una valiosa contribución al autoanálisis institucional. Mónica Palacio no es guía de montaña, ni profesora de Educación Física, ni nació en la cordillera patagónica. Esta desventaja aparente se torna condición superadora, en virtud de su formación, de su trayectoria docente en la casa y de su experiencia como barilochense por opción. Sabe ser extranjera para poder extrañarse de lo propio y nativa para mantenerse fiel a su compromiso con el objeto de sus preocupaciones. Otro motivo para leer este libro.

GIGANTES, PERO NO TAN GIGANTES

DINOSAURIOS CON CUELLOS ESPINOSOS

Entre los grandes dinosaurios de cuello largo llamados saurópodos, la familia Dicraeosauridae, es posiblemente una de las más emblemáticas y particulares que alguna vez haya pisado nuestro planeta.

Guillermo José Windholz

¿Quién no vio la famosa película de ciencia ficción y aventuras *Jurassic Park*? ¿Quién no soñó con vivir en un mundo jurásico, rodeado de animales prehistóricos, o despertar y ver por la ventana un dinosaurio en el patio de su casa? Los dinosaurios son, posiblemente, los animales que más cautivan la imaginación de los niños, e incluso de los adultos. Aparecieron en nuestro planeta en el Triásico Tardío (ver Glosario), hace unos 230 millones de años, cuyos únicos representantes vivos en la actualidad son las aves. Es decir que todas las aves derivan de un linaje ancestral originado en la era Mesozoica.

Entre los dinosaurios no avianos (es decir, aquellos que no son aves), los saurópodos fueron un grupo que, con el correr del tiempo, han llamado la atención de los investigadores, y del público general. Esto se debió principalmente a los tamaños que alcanzaron estos seres vivos, llegando a ser los vertebrados terrestres más grandes que alguna vez hayan pisado nuestro planeta, como *Argentinosaurus* y *Patagotitan*, colosales miembros de un grupo denominado titanosaurios, ambos descubiertos en la Patagonia argentina. Según estimaciones realizadas por especialistas, algunas especies superaron los 30 metros de longitud (varios metros más que el largo de una cancha oficial de tenis) y pudieron alcanzar los 50.000 kilogramos (peso equivalente a ocho elefantes africanos machos

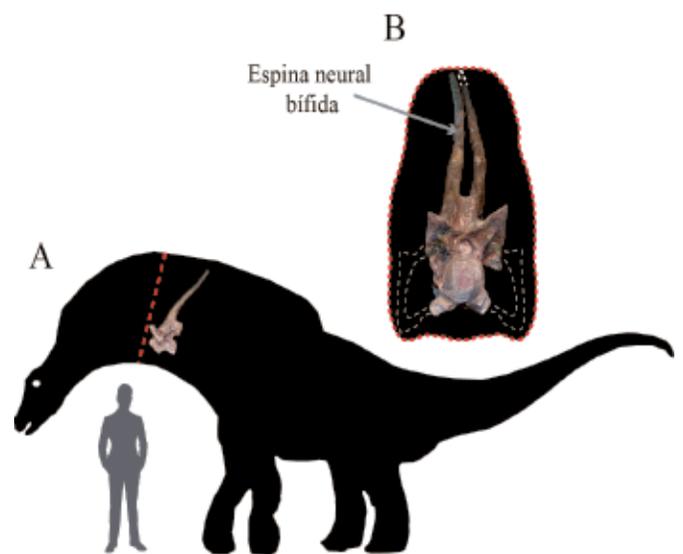


Figura 1. Contorno de un dicraeosáurido en: A. vista lateral, † B. sección transversal de la región media del cuello (vértebra cervical en vista anterior).

adultos). Algunas de las características generales que presentaron los saurópodos fueron un andar de tipo cuadrúpedo y hábitos alimenticios herbívoros. Además, los representantes de este grupo se caracterizaron por tener un cráneo extremadamente pequeño, comparado con sus grandes cuerpos, cuellos y colas largos, patas robustas y columnares como la de los elefantes actuales. Los saurópodos se originaron en nuestro planeta hace unos 210 millones de años (a finales del período Triásico) y presentaron, a través del tiempo, una gran diversidad de formas que dominaron los distintos ecosistemas en diferentes partes del mundo (en todos los continentes actuales, incluso en lo que hoy es Antártida). Los representantes de este grupo desaparecieron hace unos 66 millones de años (a finales del período Cretácico, ver Glosario) en la última y más famosa de las cinco extinciones masivas ocurridas a lo largo del tiempo geológico. Se estima que dicho evento de extinción provocó la desaparición del 70% de todas las especies sobre la Tierra.

Palabras clave: saurópodos, dicraeosáuridos, Patagonia, Mesozoico.

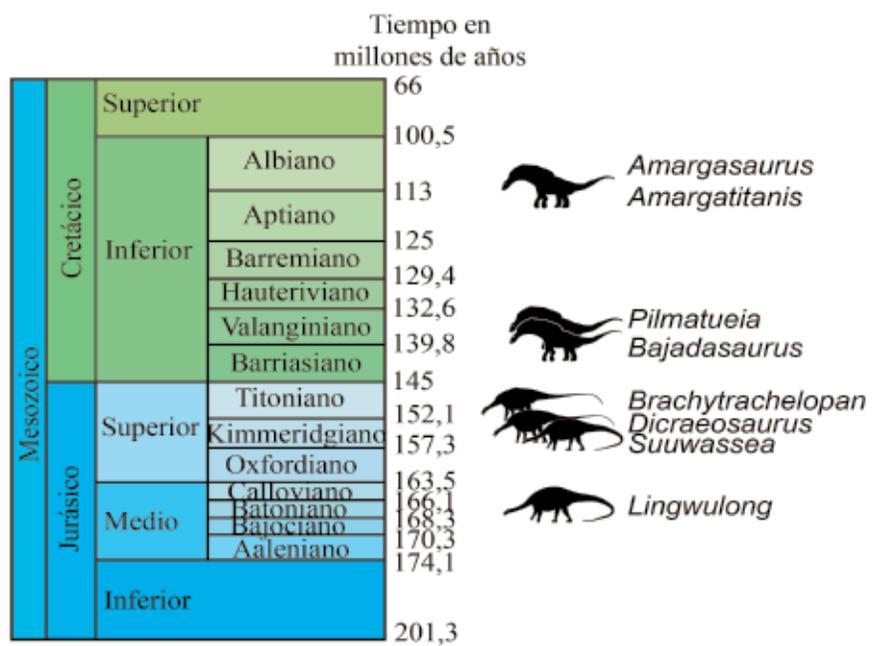
Guillermo José Windholz¹

Dr. en Biología
gwindholz@unrn.edu.ar

¹Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG). Consejo Nacional de Investigaciones científicas y Tecnológicas (CONICET), Río Negro, Argentina.

Recibido: 17/09/2021. Aceptado: 25/10/2021.

Figura 2. Diversidad de dicraeosáuridos y su registro estratigráfico o temporal.



Los dicraeosáuridos

Hace aproximadamente 180 millones de años, tuvo su origen una familia de dinosaurios saurópodos muy particular, conocida como dicraeosáuridos y formalmente denominada Dicraeosauridae. Los integrantes de este grupo se caracterizaron por sus tallas considerablemente “pequeñas”. Claro, esta afirmación es correcta si los comparamos con algunos saurópodos icónicos que, como se explicó antes, su característica más llamativa ha sido el tamaño gigantesco. No obstante, los dicraeosáuridos han tenido un tamaño respetable en relación a animales actuales, ya que habrían alcanzado unos 12 metros de longitud, y superado los 10.000 kilogramos, más que cualquier elefante adulto promedio.

Algunos rasgos que hacen particular a los dicraeosáuridos son la presencia de colas y cuellos

cortos. Esto se aparta de lo observado en otros dinosaurios saurópodos, quienes tienen un mayor número de vértebras, las cuales individualmente son más largas. Pero sin dudas, la característica más distintiva de los dicraeosáuridos, es el diseño de sus vértebras presacras (vértebras del cuello y del lomo). Como rasgo general, las vértebras exhiben unas estructuras anatómicas denominadas “espinas neurales”, que en el caso de los dicraeosáuridos, son bífidas (bifurcadas) y muy altas (ver Figura 1). Si bien existieron otros dinosaurios con espinas bífidas, ninguno alcanzó el extremo de elongación de las espinas neurales como los dicraeosáuridos, tratándose del carácter más llamativo y enigmático de este grupo.

Los primeros hallazgos de dicraeosáuridos se remontan a comienzos del siglo XX (entre los años 1909 y 1913), cuando se realizaron importantes

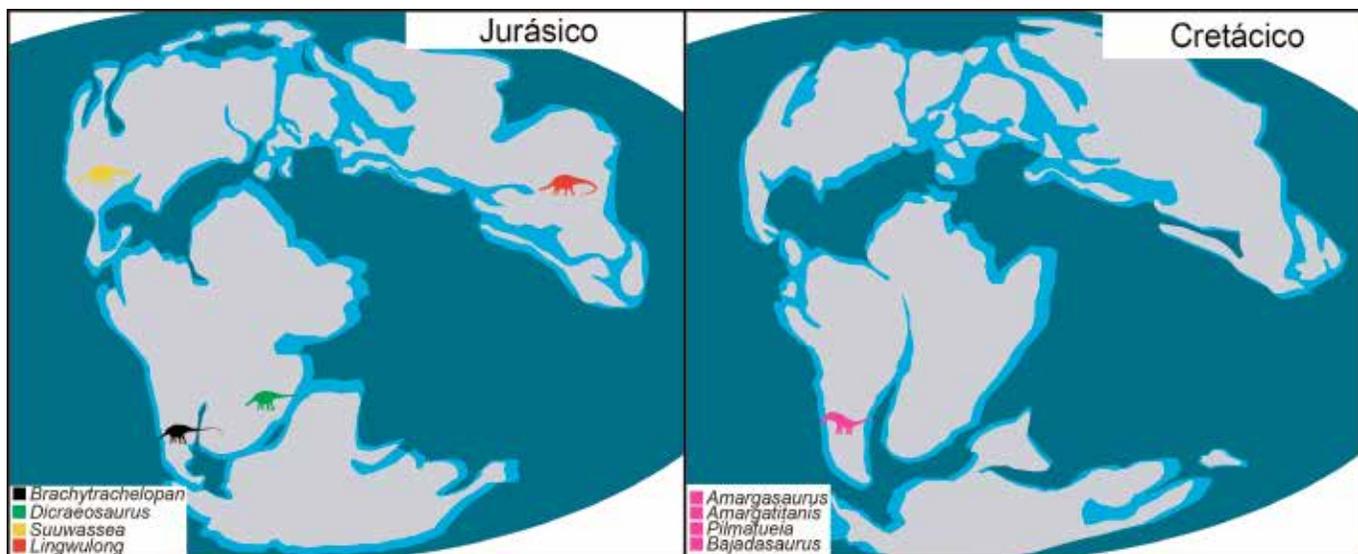


Figura 3. Distribución paleobiogeográfica de las especies conocidas de dicraeosáuridos. Nótese la configuración de los continentes y océanos distinta a la actual.



Figura 4. Sitios de hallazgo de las especies de dicraeosáuridos patagónicas.

expediciones paleontológicas a África oriental (actualmente Tanzania). Dichos trabajos fueron llevados a cabo por investigadores alemanes, quienes exploraron rocas del Jurásico Superior (ver Glosario), con una antigüedad aproximada de 150 millones de años. En estas expediciones se extrajeron más de 250 toneladas de huesos fósiles, pertenecientes a dinosaurios saurópodos, que en su mayoría se encuentran actualmente depositados en el *Humboldt Museum für Naturkunde*, situado en Berlín, Alemania. Entre estos elementos fósiles, se destaca el género *Dicraeosaurus*, publicado en una revista científica alemana en 1914. Este dinosaurio constituye el registro más completo de la familia y es quien le da nombre a la misma.

Dicraeosauridae ha sido objeto de escasos estudios, por tratarse de un grupo poco representado en el registro fósil. Sin embargo, en los últimos años la diversidad de la familia se ha multiplicado sustancialmente, alcanzando casi una decena de especies en todo el mundo. El registro temporal (estratigráfico) de este grupo, está comprendido entre los 170 y los 115 millones de años (Jurásico medio - Cretácico Inferior) (ver Figura 2) y las evidencias fósiles muestran una amplia distribución paleobiogeográfica (ver Glosario), con registros en Sudamérica, Norteamérica, África y Asia. En el período Jurásico, los dicraeosáuridos estaban representados en ambos hemisferios, mientras que, en el período Cretácico

estaban limitados a Gondwana (ver Glosario). De este modo, la carencia de registros cretácicos en Laurasia (ver Glosario) podría indicar una extinción en los continentes del hemisferio norte (ver Figura 3).

Particularmente, las especies procedentes de la Patagonia argentina muestran la mayor diversidad registrada dentro del grupo, con cinco especies descritas hasta la actualidad (ver Figura 4). Las mismas presentan una serie de caracteres anatómicos que las relacionan filogenéticamente (es decir, que son parientes más cercanos), formando así un grupo natural (ver Glosario). Es interesante mencionar que los especímenes hallados en rocas cretácicas de Argentina son los que exhiben las innovaciones anatómicas más conspicuas dentro del grupo, como el mayor grado de desarrollo de las espinas neurales de las vértebras del cuello.

¿Cuál era la función de las espinas neurales bifurcadas?

Con el paso del tiempo, el estudio detallado de la osteología de los dinosaurios (es decir, la anatomía de sus huesos), ha despertado en los paleontólogos algunos interrogantes acerca del aspecto en vida de estas criaturas tan asombrosas. Los dicraeosáuridos no han sido la excepción, puesto que los investigadores se han preguntado reiteradas veces acerca del significado de las espinas neurales bifurcadas hipertrofiadas (muy desarrolladas). Así, algunos científicos sostienen que las mismas pudieron haber estado cubiertas por un estuche córneo, similar a lo observado en los cuernos de los antílopes y cabras actuales. Estas estructuras, en el caso de los dicraeosáuridos, representarían una adaptación relacionada a la defensa (ver Figura 5). También, se ha hipotetizado sobre la presencia de una joroba en la región media comprendida entre cada hemiespina, que habría actuado como reservorio de grasa. Incluso se ha sugerido una estructura a modo de vela sobre el cuello y lomo, relacionada con funciones de exhibición sexual (ver Figura 6). De este modo, la potencial funcionalidad de la espina neural bifurcada en los dicraeosáuridos sigue siendo objeto de debate.

Los dicraeosáuridos, ¿tenían huesos rellenos de aire?

Actualmente las aves son el único grupo que presenta un esqueleto con neumaticidad postcranial (parte del esqueleto que no incluye al cráneo). Esto significa que el interior de los huesos está invadido por extensiones digitiformes (divertículos) provenientes de los sacos aéreos del sistema respiratorio. Esto implica que los huesos poseen cavidades o cámaras internas ocupadas por aire. Entre las formas fósiles, las estructuras neumáticas han sido registradas en pterosaurios (reptiles voladores de la era mesozoica)

y dinosaurios saurisquios, un grupo conocido como dinosaurios "con cadera de reptil" que incluye a los terópodos como *Tyrannosaurus rex*, *Carnotaurus* y a los saurópodomorfos, grupo dentro del cual se encuentran comprendidos los saurópodos. Dentro de estos últimos, los dicraeosáuridos han sido considerados con el correr del tiempo, "aneumáticos" o "poco neumáticos" con huesos interpretados como macizos (careciendo de cámaras aéreas internas).

Para realizar estudios de esta naturaleza, los datos pueden ser relevados por los paleontólogos principalmente de dos maneras, estudiando la superficie externa de los huesos, o bien analizando su estructura interna. La primera, se realiza mediante la observación de marcas, texturas, presencia de forámenes (orificios), entre otras, situadas en la superficie exterior de los huesos.

La segunda forma es a través de la indagación de la estructura interna de los huesos; usualmente se aprovecha la presencia de fracturas naturales (es decir, huesos rotos donde pueda visualizarse su interior) o bien, mediante el empleo de técnicas no invasivas tales como el estudio de tomografías computadas (como las que se emplean para realizar diagnóstico por imágenes a las personas) que permiten observar la anatomía interna de los elementos estudiados (ver Figura 7). Esta última técnica ha sido utilizada en los trabajos más recientes como complemento de los estudios osteológicos tradicionales. Una vez obtenida la información anatómica, tanto externa como

interna, la comparación con vertebrados actuales es fundamental para poder inferir la presencia de un sistema neumático en organismos extintos.

En el caso particular de los dicraeosáuridos, a pesar de que se ha observado una pérdida casi total en el grado de neumaticidad, las investigaciones más recientes indican que al menos una de sus especies habría presentado un mayor grado del que se tenía conocimiento. Esta afirmación está basada, principalmente, en que sus vértebras cervicales posteriores (vértebras de la sección más posterior del cuello) habrían presentado amplias cámaras neumáticas interconectadas en el interior del cuerpo vertebral, constituyendo una estructura interna denominada en la literatura paleontológica como "camerada".

Pero a fin de cuentas ¿habrá sido favorable para ciertos animales tener esqueletos neumáticos? La ventaja adaptativa de poseer cámaras en el interior de los huesos en los ejemplares fósiles es aún incierta. A pesar de ello, se supone que su presencia habría colaborado en la disminución del peso del esqueleto, especialmente en aquellas formas que alcanzaron tallas gigantescas. Además, se cree que la presencia de vértebras neumáticas habría facilitado la evolución de cuellos largos en múltiples linajes de saurópodos. Es posible que haber tenido huesos neumáticos, les haya proporcionado a estos dinosaurios, incluidos los dicraeosáuridos, una de las principales ventajas energéticas relacionadas con el tamaño.



Ilustración realizada por J.A. González.

Figura 5. Reconstrucción en vida de *Bajadasaurus pronuspinax*. Nótese el estuche córneo que recubre las espinas neurales de sus vértebras.

¿Cómo crecían los dicraeosáuridos?

Para conocer el crecimiento de los seres vivos actuales, particularmente de los vertebrados, es posible realizar distintos tipos de observaciones directas, correlacionándolas con cada etapa de crecimiento. Pero ¿cómo se puede estudiar el crecimiento en animales que han habitado la Tierra hace decenas o centenas de millones de años y de los cuales solo disponemos de sus restos fósiles? La respuesta está en el interior de sus huesos.

La histología es una rama de la biología que se encarga del estudio de los tejidos que conforman los órganos de los seres vivos. Por su parte, la paleohistología se ocupa del estudio e interpretación de los tejidos conservados en el registro fósil. Los principales tipos de tejidos preservados en los vertebrados son los dentales (dentina, cemento y esmalte), el óseo y el cartílago calcificado. Esto se debe a su mayor posibilidad de preservación respecto a los otros tipos de tejidos que suelen descomponerse rápidamente. Los estudios paleohistológicos revisten una gran importancia, ya que permiten a los científicos dilucidar ciertos aspectos biológicos en las formas de vertebrados fósiles. Estos aspectos pueden ser: la inferencia del estadio ontogenético (edad del espécimen estudiado), las tasas relativas de crecimiento (velocidad con la que crecía) y la longevidad, entre otros.

Las investigaciones paleohistológicas se llevan adelante principalmente a través de la examinación de secciones delgadas que se observan bajo un microscopio óptico (ver Figura 8). Para obtener las muestras hay que tomar una porción del elemento

que se pretende estudiar y embeberla en resina. Una vez solidificada, la muestra debe ser cortada con una sierra de precisión.

Las secciones obtenidas deben ser pulidas hasta alcanzar un espesor que permita atravesarlas con la luz del microscopio sin perder ningún sector del corte. Tal procedimiento implica una técnica destructiva, ya que los elementos muestreados son piezas únicas. Para lidiar con este problema, una de las soluciones que han incorporado algunos científicos, es obtener fotos previas al muestreo, e incluso, producir moldes tridimensionales que reproduzcan la anatomía del fósil. Dichas réplicas, conservan fielmente la morfología y textura de la muestra, permitiendo ser examinadas por futuros investigadores.

En lo que concierne a los estudios paleohistológicos, se han descrito diferentes tipos de tejidos óseos basándose en el grado de ordenamiento de las fibras que conforman su matriz. Dichas fibras pueden presentar un alto grado de ordenamiento (relacionado con un crecimiento lento) o un bajo grado de ordenamiento (relacionado con tasas de crecimiento rápidas) y una amplia gama de situaciones intermedias. Además, se ha identificado una alta diversidad de estructuras histológicas que pueden ser relacionadas con ciertos eventos del desarrollo de los individuos como, por ejemplo, las "líneas de crecimiento detenido". La presencia de este tipo de estructura histológica en una muestra indica que el individuo habría detenido por completo su crecimiento al momento de depositarla.

A su vez, gracias a los estudios realizados en ciertos animales actuales, se conoce que estas

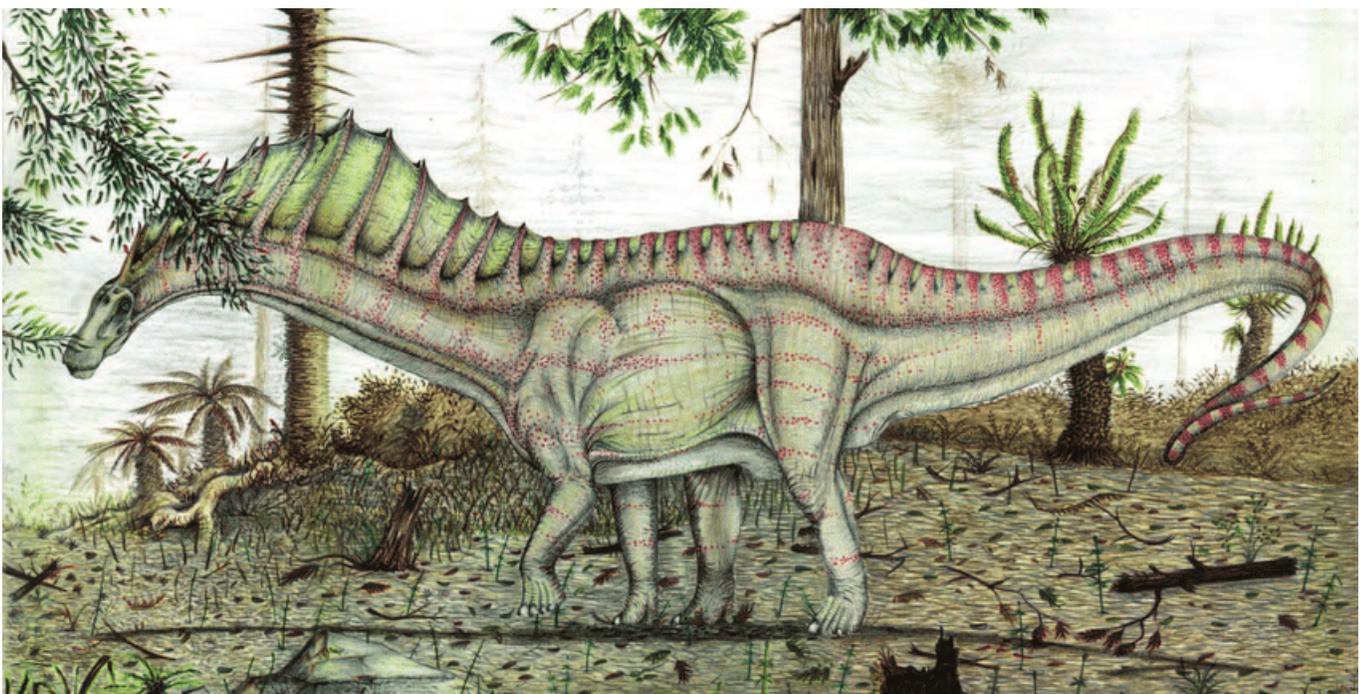


Ilustración realizada por L. Fiorelli.

48

Figura 6. Reconstrucción en vida de *Amargasaurus cazauí*. Nótese las espinas neurales conectadas por medio de una estructura a modo de vela.

líneas se forman una por año; por lo que el conteo de dichas líneas de crecimiento permite inferir la edad de individuo al momento de la muerte y, por consiguiente, conocer su longevidad.

En particular, los estudios paleohistológicos efectuados en dicraeosáuridos han mostrado que los individuos pertenecientes a esta familia habrían crecido muy rápido durante las primeras etapas de su vida (evidenciado por la presencia de una matriz constituida por fibras pobremente ordenadas). Posteriormente, su crecimiento se habría ralentizado (evidenciado por la presencia de un tejido cuya matriz es más ordenada) y vuelto cíclico o periódico, dado que frecuentemente el tejido exhibe "líneas de crecimiento detenido". Estas últimas fueron observadas en costillas dorsales y en otros huesos como el húmero y fémur. Por otra parte, la máxima cantidad de líneas de crecimiento detenido identificadas en un dicraeosáurido (en *Amargatitanis macni*) fue de 19.

Una característica muy común que se ha observado en algunos dicraeosáuridos y otros saurópodos, es que no depositaban marcas de crecimiento en sus huesos durante sus primeras etapas de vida. Por esta razón, el número total de líneas de crecimiento que se puedan identificar en una muestra no se corresponde estrictamente con la edad del individuo. Por lo tanto, el ejemplar que presentó 19 líneas de crecimiento

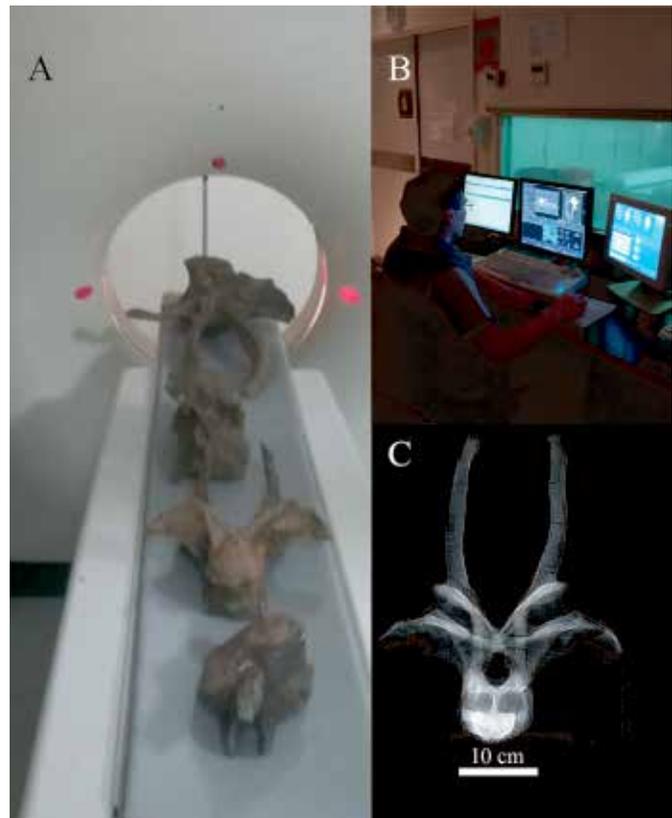


Figura 7. A. Vértebra de un dicraeosáurido ingresando a un tomógrafo. B. Procesamiento de las imágenes. C. Tomograma de una vértebra cervical posterior.

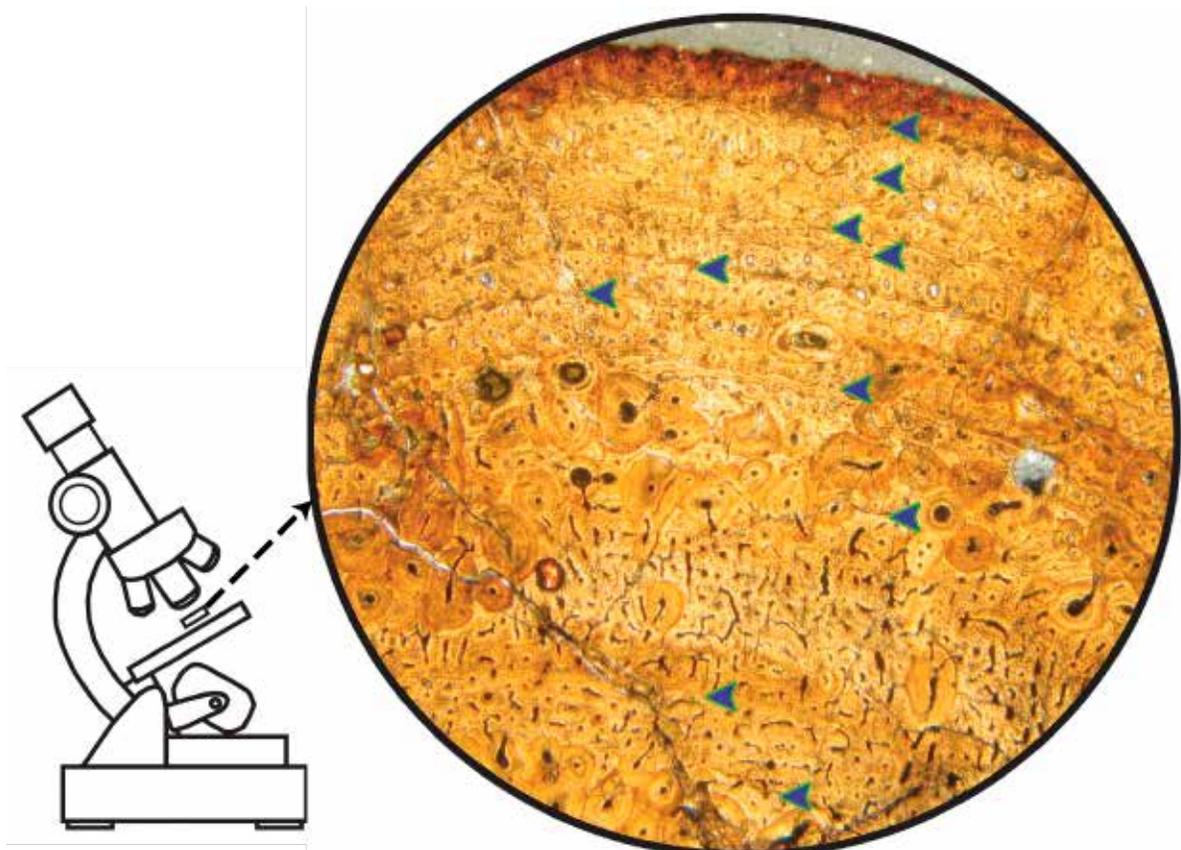


Figura 8. Muestra paleohistológica bajo un microscopio (las flechas indican las marcas de crecimiento).

no pereció a los 19 años, sino que este número representaría la edad mínima que pudo alcanzar el individuo en cuestión.

Dicho de otra manera, gracias a una reciente investigación, se sabe que al menos un individuo perteneciente a la familia Dicraeosauridae superó los 19 años de edad antes de morir.

La evolución del conocimiento en Dicraeosauridae

Los dicraeosáuridos han sido poco estudiados en comparación a otros grupos de dinosaurios saurópodos. Sin embargo, las publicaciones más recientes muestran que han presentado una mayor diversidad de la que se tenía conocimiento hasta hace poco tiempo. Dichas investigaciones han permitido a los paleontólogos ampliar no sólo el registro estratigráfico (temporal) de esta familia, sino también su distribución paleobiogeográfica. Es importante destacar que las rocas de la Patagonia argentina han aportado una enorme cantidad de restos fósiles, mostrando la mayor diversidad registrada para la familia durante el Cretácico Temprano, con cinco especies descritas. Existen estudios que han permitido inferir ciertos aspectos de su paleobiología como, por ejemplo, sus patrones de crecimiento, e incluso formular hipótesis sobre su aspecto en vida. No obstante, quedan muchos tópicos por investigar y muchas preguntas por responder a cerca de este peculiar y alucinante grupo de dinosaurios. Con el acceso a nuevas tomografías computadas y nuevas secciones histológicas, se podrá comprender con un mayor grado de detalle los principales aspectos vinculados a su historia de vida y la estructura de su sistema neumático. Esta información permitirá ampliar el conocimiento sobre el rol ecológico de estos animales en el Jurásico y Cretácico de Patagonia, siendo la familia Dicraeosauridae uno de los linajes más diversos de saurópodos durante este último período.

Resumen

Los saurópodos fueron dinosaurios herbívoros y cuadrúpedos, con cuellos y colas largas. Estos alcanzaron tamaños colosales, convirtiéndose en los vertebrados continentales más grandes del planeta. Dicraeosauridae es posiblemente el grupo más peculiar de saurópodos, por presentar espinas neurales altas y bifurcadas en sus vértebras presacras. Sorprendentemente, la Patagonia proporcionó su mayor diversidad durante el Cretácico Temprano. Investigaciones recientes mostraron que al menos una de sus especies presentaba vértebras cervicales invadidas internamente por cavidades neumáticas, aligerando su peso en vida. Los dicraeosáuridos habrían crecido rápidamente durante sus primeras etapas de vida; luego su crecimiento se habría ralentizado y vuelto cíclico.

50

Glosario

Cretácico: tercer y último período de la era Mesozoica, comprendido aproximadamente entre los 145 y 66 millones de años.

Gondwana: antiguo bloque continental meridional conformado posterior a la fractura del supercontinente Pangea, constituido por África, Antártida, India, Oceanía y Sudamérica.

Grupo natural: también denominado grupo monofilético, se refiere a un grupo de organismos que comparten un ancestro común en su historia evolutiva e incluye a todos sus descendientes.

Jurásico: clase de invertebrados marinos perteneciente al segundo período de la era Mesozoica, comprendido aproximadamente entre los 201 y 145 millones de años.

Laurasia: antiguo bloque continental correspondiente al hemisferio norte conformado posterior a la fractura del supercontinente Pangea, estaba constituido por Eurasia (excepto India) y Norteamérica.

Paleobiogeografía: rama de la paleobiología que estudia la distribución espacial de los organismos en el pasado geológico.

Relaciones filogenéticas: relaciones evolutivas de parentesco que existen entre dos o más especies o cualquier grupo de seres vivos, pudiendo ser actuales o fósiles.

Triásico: primer período de la era Mesozoica, comprendido aproximadamente entre los 251 y 201 millones de años.

Para ampliar este tema

- Bonaparte, J.F. (2007). Dinosaurios y pterosaurios de América del Sur. Buenos Aires, Argentina. Albatros.
- Salgado, L. (2012). El Museo Argentino de Ciencias Naturales y su colección de dinosaurios. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie, 14: 229-234.
- Salgado, L. y Pasquali, R. (2001). El cómo, cuándo y dónde de los dinosaurios de la Argentina: una reseña sobre las principales especies conocidas y su descubrimiento. Ciencia Hoy, 11: 42-57.
- Windholz, G.J. (2020). Osteología, diversidad y evolución de los dinosaurios Dicraeosauridae (Sauropoda, Diplodocoidea) de la Patagonia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue.
- Zurriaguz, V.L. (2017). Toneladas de aire. Desde la Patagonia. Difundiendo saberes, 14: 1-7.

RESEÑA DE LIBRO

Tierras secuenciadas. Cordillera persistente.

Guido Galafassi y Gonzalo Barrios (comp.)

2020.

ISBN: 978-987-22408-7-5

Extramuros Ediciones / Theomai Libros

Ranelagh, Argentina, 220 pp.

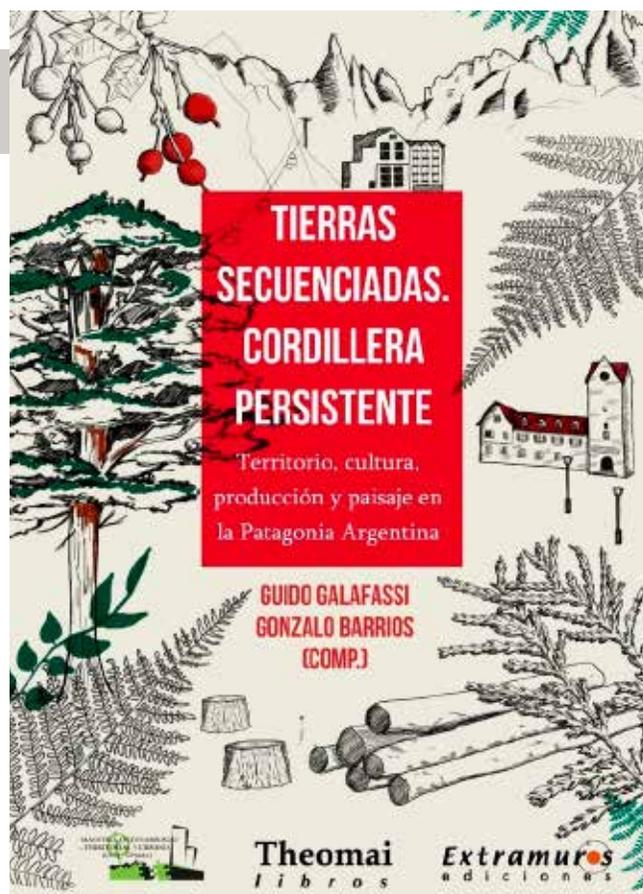
En castellano.

Reseña realizada por M. Fernanda Rezzano

Licenciada en Ciencias de la Comunicación (UBA) y periodista.

mfrezzano@gmail.com

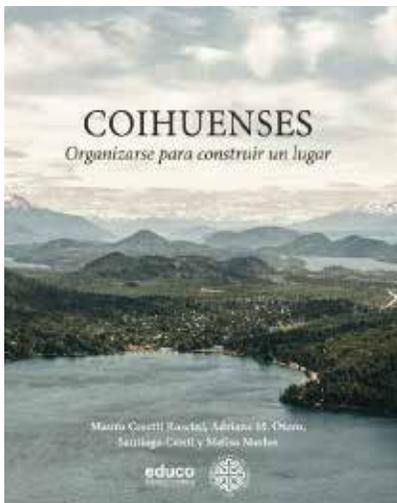
El libro que nos ocupa reúne siete investigaciones que establecen una nueva dimensión a la hora de aproximarse a una zona rica en recursos naturales y simbólicos como es la Patagonia Andina. En esta serie de trabajos, organizados de forma dialógica, los autores incluyen comentarios de otros especialistas, que enriquecen el abordaje. Con el avanzar de las páginas, surgen debates en torno a problemáticas complejas que resultan estructurales para los habitantes de la cordillera, y desconocidas para quienes multiplican la población de la zona al elegirla como destino de vacaciones en cada temporada. Mientras avanzamos, podremos ver cómo Galafassi acerca el proceso histórico de la conformación socio-territorial de la región andino-cordillerana (chileno-argentina). Por su parte, Valeria Iñigo Carrera, a través del análisis de la producción forestal, estudia el patrón de distribución de la tierra delineado por el Estado y las maneras de su ocupación, posesión y uso, estudio que a su vez permite entender los incendios forestales en la región. Gabriela Aloras vincula la noción de paisaje con la construcción de las culturas e identidades colectivas en torno a la vida en la Comarca del Paralelo 42°. El mismo lugar aborda en su escrito Carina Llosa, que pone énfasis en cómo la revalorización del paisaje organizó el territorio al servicio de los desarrollos inmobiliarios, provocando una tensión con los circuitos productivos locales tradicionales. Esta temática permanece muy vigente con las recientes manifestaciones populares frente a los loteos. Murriello, Pierucci, Spera, Dobrée, y Caselli ponen en evidencia que la construcción del paisaje regional patagónico de las principales ciudades como postal turística operó para idealizar estos lugares y omitir su sismicidad, ineludiblemente aparejada



a la belleza paisajística. Sobre esto ejemplifica Barrios en su capítulo que muestra la conversión de los paisajes de San Carlos de Bariloche hacia la homogeneización y monotonía determinadas por la lógica del capital transnacional. A su vez, Monteleone pone de manifiesto cómo, más al sur, la falta de regulaciones en torno al suelo disparó el precio de la tierra, en uno de los principales ejemplos de la especulación inmobiliaria desmedida, como en la localidad de Lago Puelo, Chubut, una región afectada por los nada inesperados siniestros del 9 de marzo de 2021, uno de los principales ejemplos de la especulación inmobiliaria desmedida. A partir de la lectura atenta de estos escritos es posible conocer el entramado complejo que viven los habitantes permanentes en esas regiones turísticas y comprender sus problemas persistentes. Este libro presenta para ellos un sinfín de herramientas para poner en la mira estas realidades siempre ocultas en beneficio de los grandes capitales. Para los visitantes, esta es otra cara de la Patagonia: qué pasa cuando se acercan ríos, lagos, se talan árboles nativos, se disputan territorios o se venden "paisajes" desconectados de la realidad territorial en la que están insertos. Con un lenguaje accesible, gran cantidad de datos y referencias para profundizar más, esta obra acerca investigaciones desarrolladas en y para comprender la región.

51

En las librerías

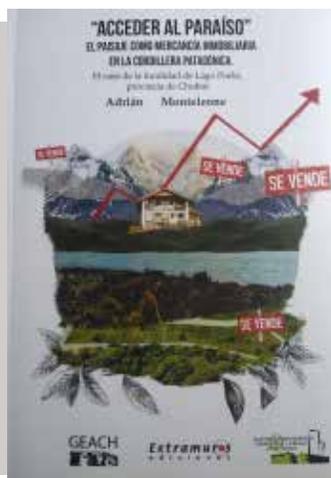
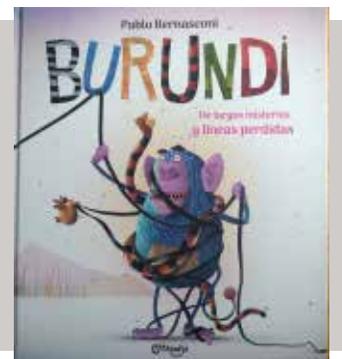


Coihuenses: organizarse para construir un lugar.
Mauro Cesetti Roscini... [et al.]. EDUCO
Universidad Nacional del Comahue, 1ra ed., 2021.
 ISBN 978-987-604-567-4

...“es una fibra muy íntima y muy ancestral que nos lleva a unirnos”... esta frase pretende resumir el sentido de construcción social, de valores y del espacio que les vecinos de Villa Los Coihues supieron gestionarse. Este libro nos lleva por un camino cooperativo y nos invita a pensar el derecho de los pueblos, a concebir y construir su espacio de presente y futuro respondiendo a los intereses locales, con un sentido humanitario y respeto por el entorno natural.

Burundi: De largos misterios y líneas perdidas
Pablo Bernasconi. Catapulta, 1era ed., 2021.
 ISBN 978-987-637-905-2

Burundi es uno de los países más pequeños del continente africano. La curiosidad moviliza a los habitantes de la sabana y, cada uno con su verdad, busca desenredar el misterio de esta historia. Otra magnífica obra del talentoso Pablo Bernasconi.

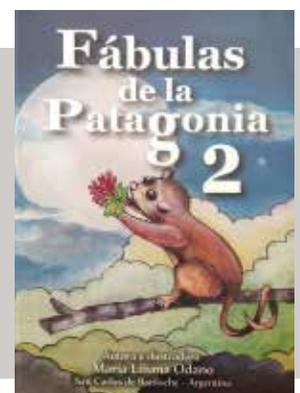


Acceder al paraíso, el paisaje como mercancía inmobiliaria en la cordillera patagónica: el caso de Lago Puelo, provincia de Chubut.
Adrián Monteleone. Extramuros, 1era ed. 2021.
 ISBN 978-987-48009-09

Este trabajo, realizado en el marco de la tesis de maestría en Ciencias Sociales y Humanidades del autor, indaga sobre las formas simbólicas y materiales de la apropiación de la naturaleza que ejerce el mercado inmobiliario y cómo funcionan las políticas urbanas, privilegiando la producción del espacio en beneficio de la renta inmobiliaria.

Fábulas de la Patagonia 2
María Liliana Odano. 1era ed. 2021.
 ISBN 978-987-88-0269-5

Este libro pertenece a la colección “Cuentos de la Abu Lili”. Los animales, las plantas y la naturaleza toda interactúan y muestran cómo es su vida en la Patagonia.



LOS CARACOCHES

Tal vez la historia de los hermanos Caracoche, empezó en esas mañanas mercedinas, cuando su papá los despertaba para ir a la escuela con Los Jaivas sonando en el pasacasete, con tempranas clases de instrumentos y la guitarra y el canto de su mamá, siempre ahí. Tiempos de guitarreadas, peñas, encuentros, que acunaban sus sueños, a veces en improvisados lugares. Mientras Magdalena, transformó la música en baile y en canto con caja, los cinco hermanos, fueron encontrando sus caminos musicales, y si Mercedes fue la raíz, Bariloche fue el vuelo, que los llevó por distintos rumbos, y los trajo de vuelta. Hoy Sebastián (Sienvolando) dice su mensaje a través del reggae; Leopoldo evoluciona como guitarrista, autor e intérprete; Patricio madura en su versatilidad como percusionista; Martín (Cardomanso) incursiona en distintos géneros, profundiza en las técnicas, y también es sonidista; Juan Miguel, desde la intimidad de su casa, en La Plata, regresa a la música con su piano. Virginia (Altube) la mamá, ahora en Capilla del Monte, sigue en esta huella del canto, y agradece cada vez que puede volver a compartirlo en familia y reflexiona " la música como mensaje, como emoción, como trabajo..., la música y la vida entrelazadas como una manta de telar, con infinitud de colores, de matices... hecha para dar abrigo, y ternura. La música para crecer desde el sagrado espacio del escenario, y tocar humildemente el alma de su público. La música que, bendiciendo el amor en esta familia, se prolongará en nuevos retoños, seguramente"



Juan Miguel, Virginia (Foto: Pablo Cardòn) y Sebastián Caracoche (Foto: Julio Beistain).



Leopoldo (Foto: María Manzanares) y Patricio Caracoche (Foto: Viri Bob).



Magdalena (Foto: Pablo Cardòn) y Martín Caracoche.