

Universidad
Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



Voces ambientales de la UACH

Comité editor:

Gabriela Navarro Manzanal
María Angélica Hidalgo Gómez
Mauricio González Chang
Jean Pierre Doussoulin Bustos
Lara Cristina Pereira de Araújo
Leonel Leonardo Delgado-Morales
Mónica Alacid Jaramillo

Edición Septiembre 2026

Voces Ambientales de la UACH

© De los textos: Sus autores.

COMITÉ EDITORIAL / COORDINADORES

Gabriela Navarro Manzanal
María Angélica Hidalgo Gómez
Mauricio González Chang
Jean Pierre Doussoulín Bustos
Lara Cristina Pereira de Araújo
Leonel Leonardo Delgado-Morales

COORDINACIÓN GENERAL

Mónica Alacid Jaramillo

*Jefa de la Oficina de Sustentabilidad
Universidad Austral de Chile*

DISEÑO GRÁFICO Y DE PORTADA

Alejandra Rosas Méndez

Ficha catalográfica / Datos catalográficos

Voces ambientales de la UACH: / Gabriela Navarro Manzanal, María Angélica Hidalgo Gómez, Mauricio González Chang, Jean Pierre Doussoulín Bustos, Lara Cristina Pereira de Araújo, Leonel Leonardo Delgado-Morales (coordinadores); prefacio por Mónica Alacid Jaramillo. -- 1ª ed. -- Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2026.
240 p.: il.; 23 cm.: digital, archivo PDF/EPUB.

ISBN 978-956-390-313-3

1. Desarrollo sustentable -- Chile. 2. Educación superior -- Aspectos ambientales -- Chile. 3. Conservación de recursos naturales -- Patagonia (Chile). 4. Medio ambiente -- Aspectos sociales -- Chile. 5. Cambio climático -- Chile. 6. Gestión Ambiental. I. Navarro Manzanal, Gabriela, ed. II. Universidad Austral de Chile. III. Título.

CDD: 338.9270983

CDU: 502.131.1(83)

Universidad Austral de Chile

Independencia 631, Valdivia, Chile

Formatos de distribución: EPUB / PDF
Primera edición digital: Septiembre, 2026

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio técnico, mecánico o digital sin la autorización previa por escrito de la editorial institucional.

Índice

Prefacio.....	5
Agradecimientos	8
Textos científicos.....	9
Historia de la Sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile.....	10
Unidad de Gestión Ambiental: 25 años haciéndonos cargo de lo que desechamos	16
Marco Normativo Para el Cambio Climático en Chile: Fundamentos, Institucionalidad y Desafíos de Implementación.....	18
Paradojas de la sustentabilidad: ¿defensa o desafío?	34
Gestión menstrual, salud y medio ambiente: una mirada desde la justicia.....	40
Somos Red: una reflexión sobre la naturaleza como extensión de lo humano	48
Responsabilidad por daño ambiental: límites y alternativas en el derecho chileno	53
Efectos de las erupciones volcánicas sobre la ganadería. Estudio de 4 eventos en Chile	60
Producción de un Bloque de Cemento Translúcido con Vidrio Reutilizado	69
Trabajando colaborativamente: historia, desarrollo y proyección de la Red Campus Sustentable y MetaRed Chile.....	81
Memorias del mar: reconstrucción de un pez del Mioceno en la costa de Chile.....	89
Turberas: Peligra el agua dulce en Chiloé.....	97
Paradojas de la sustentabilidad: ¿defensa o desafío?	104
Del petróleo a los datos: La huella ambiental de los buques en los puertos y la importancia de la descarbonización marítima.	111
Expansión periurbana en Coyhaique, Región de Aysén: Transformaciones de usos de suelo, configuración socioespacial y desafíos para la planificación territorial.	121
Sustentabilidad en la educación superior: un desafío para las instituciones, los académicos y el estudiantado del área de salud.	129
Valdivia en el laberinto de la automóvil-dependencia.....	138
La lluvia como algoritmo	147
Ojos que no ven, corazón que no siente: La alfombra del bosque y sus secretos.	161
El sendero educativo como laboratorio didáctico para la sostenibilidad: experiencias en la formación inicial docente.....	172
Literatura	180
Mundo Moderno	181
El camino del profesor y el bosque que enseñaba estadística	187
El lugar secreto.....	193
Oído en los jardines de la UACH.....	200

El árbol de las bandurrias	204
Cuando se corren las cortinas	206
El trayecto	207
Darwin, mi compañero del otoño.....	209
El Bosque de Suyai.....	213
Cartografías de un planeta en desvelo	217
Mural de garza en el cielo	224

Prefacio

Voces que construyen sustentabilidad

Hablar de sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile es hablar de una historia construida a través del tiempo, de múltiples experiencias, aprendizajes y, sobre todo, de personas que han comprendido que el cuidado del entorno y el bienestar de la sociedad forman parte inseparable de la misión universitaria.

Este libro nace precisamente desde esa convicción: la sustentabilidad no pertenece a una sola disciplina, a una unidad determinada ni a un único estamento. Es un desafío común que requiere conocimiento, compromiso, creatividad y colaboración.

Voces ambientales de la UACH reúne una diversidad de miradas que dan cuenta de la riqueza con que nuestra comunidad universitaria comprende y aborda los desafíos socioambientales contemporáneos. En sus páginas conviven la investigación científica, la reflexión académica, las experiencias educativas, el conocimiento del territorio, la biodiversidad, la gestión ambiental, la innovación, la cultura y también aquellas aproximaciones más personales y sensibles que nos recuerdan que nuestra relación con la naturaleza no es solamente técnica, sino también humana.

Esta diversidad no es casual. Constituye una expresión de la propia esencia de la sustentabilidad: comprender que los problemas ambientales son complejos y que, por lo mismo, requieren respuestas capaces de integrar distintas disciplinas, conocimientos y experiencias.

Pero este libro tiene, además, un valor especial: **es fruto de una construcción triestamental.**

En él convergen las voces de académicas y académicos, de funcionarias y funcionarios, y de estudiantes, reconociendo que cada estamento aporta una perspectiva necesaria para comprender y transformar nuestra realidad. La sustentabilidad universitaria se fortalece cuando el conocimiento académico dialoga

con la experiencia de quienes hacen posible cotidianamente el funcionamiento de la institución y con las nuevas preguntas, inquietudes y propuestas de quienes se están formando en ella.

Esta forma de construir colectivamente también refleja el camino que la Universidad Austral de Chile ha recorrido en materia de sustentabilidad. Desde su incorporación como compromiso institucional hasta el desarrollo de estructuras, programas, iniciativas y capacidades destinadas a transversalizarla en la gestión, la docencia, la investigación y la vinculación con el entorno, se trata de un proceso que ha sido progresivo y colectivo.

Por eso, estas páginas no pretenden ofrecer una única definición de sustentabilidad ni cerrar una conversación. Por el contrario, buscan **abrir**la.

Cada texto representa una manera de observar, comprender, preguntar o actuar frente a los desafíos ambientales y sociales que enfrentamos. Algunos nos acercan a los ecosistemas y su biodiversidad; otros nos invitan a pensar en nuestras ciudades, nuestros sistemas de producción y consumo, la educación, la salud o las formas en que habitamos nuestros territorios. También encontramos experiencias que muestran cómo el conocimiento y la innovación pueden transformarse en soluciones concretas.

En conjunto, estas voces nos recuerdan algo fundamental: **la sustentabilidad no ocurre solamente en grandes proyectos o en declaraciones institucionales. También se construye en las decisiones cotidianas, en las aulas, en los laboratorios, en los campus, en los espacios naturales, en la gestión universitaria y en la manera en que nos relacionamos con otras personas y con nuestro territorio.**

De allí surge también el sentido más profundo de esta publicación. No se trata únicamente de reunir textos sobre medio ambiente. Se trata de reconocer y visibilizar a una comunidad que piensa, investiga, enseña, aprende, trabaja y crea

en torno a una preocupación compartida: cómo contribuir, desde la Universidad Austral de Chile, a una sociedad más justa, consciente y sostenible.

Voces ambientales de la UACH es, entonces, un libro de conocimientos, pero también de experiencias; un libro de reflexiones, pero también de acciones; un libro de distintas voces, pero unido por una preocupación común.

Y quizás su mayor valor está precisamente allí: en demostrar que cuando las distintas miradas se encuentran, cuando el conocimiento dialoga y cuando los tres estamentos participan en la construcción de un propósito común, la sustentabilidad deja de ser solamente un concepto y comienza a convertirse en cultura.

Que estas voces sean, por tanto, una invitación a escuchar, a dialogar y a seguir construyendo.

Porque la sustentabilidad de nuestra Universidad —y del territorio que habitamos— no se escribe desde una sola voz.

Se construye entre todas y todos.

Agradecimientos

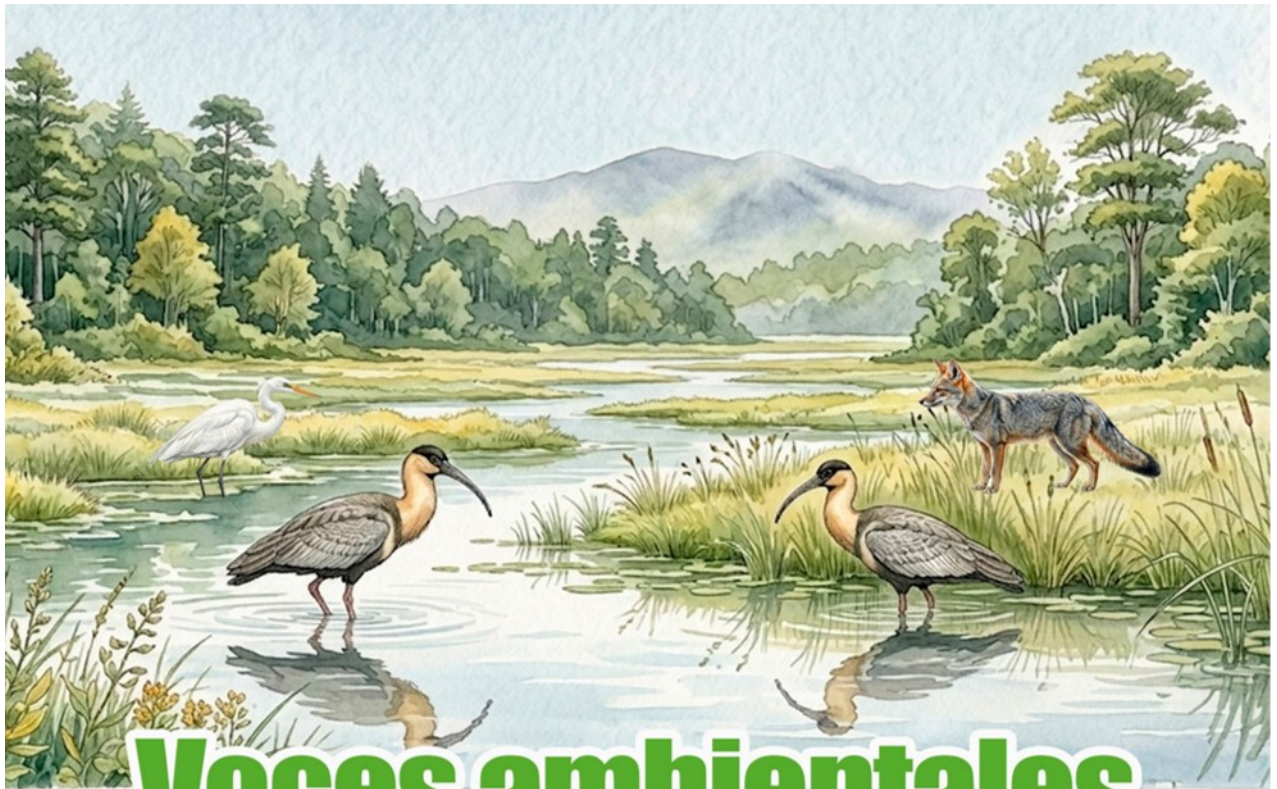
Agradezco enormemente a cada autor y autora por poner en palabras desde su propio idioma (científico y literario), lo que creen y sienten respecto a nuestro ambiente natural y cómo debemos protegerlo. Agradezco a los miembros del Comité de Sustentabilidad que editaron este libro triestamental: Gabriela Navarro Manzanal; María Angélica Hidalgo Gómez; Mauricio González Chang; Jean, Pierre Doussoulin Bustos, Lara Cristina Pereira de Araújo y Leonel Leonardo Delgado-Morales. Le doy las gracias también a nuestra profesional gráfica que nos hizo posible la portada: Alejandra Rosas Méndez.

Mónica Alacid Jaramillo

Jefa Oficina de Sustentabilidad

Universidad Austral de Chile

Textos científicos



Voces ambientales de la UACH

Historia de la Sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile

Mónica Alacid Jaramillo

Médico Veterinario Mg. Medio Ambiente

Jefa Oficina de Sustentabilidad

Universidad Austral de Chile

monicaalacid@uach.cl

La sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile (UACH) ha sido un proceso de construcción institucional y cultural que se ha desarrollado durante décadas, consolidándose como uno de los ejes estratégicos de la universidad. Desde sus primeros años, la institución integró una visión de respeto por la naturaleza, el entorno territorial y el desarrollo humano, especialmente influenciada por el patrimonio natural del sur de Chile y por la visión del rector fundador, Dr. Eduardo Morales Miranda.

1. Origen y evolución de la sustentabilidad en la UACH

La trayectoria de la sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile se remonta a la década de 1950. Desde sus inicios, la universidad promovió una formación integral vinculada al respeto por la naturaleza, el desarrollo científico y la responsabilidad social. Esta orientación fue adquiriendo mayor formalidad durante las décadas siguientes, especialmente a partir de los años 2000.

Uno de los hitos más importantes fue la creación del Proyecto Ambiental Corporativo (PAAC), implementado a fines del año 2001 y oficializado el año 2004. Este proyecto dio origen a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), cuyo objetivo principal fue coordinar el cumplimiento de la normativa ambiental institucional, promover estudios y proyectos ambientales y gestionar los residuos generados por la universidad.

En el año 2005 la sustentabilidad quedó explícitamente incorporada en los estatutos institucionales, estableciendo que la universidad debía contribuir al

desarrollo sustentable de la región y del país. Posteriormente, el concepto fue integrado a las

competencias sello de los estudiantes UACH, reforzando la idea de formar profesionales comprometidos con el medio ambiente y la sociedad.

2. El Comité de Sustentabilidad y la institucionalización del trabajo ambiental

La creación y consolidación del Comité de Sustentabilidad representó un paso decisivo en la institucionalización de las políticas ambientales y de sustentabilidad dentro de la UACH. Este comité comenzó a operar formalmente en el contexto del Acuerdo de Producción Limpia (APL) Campus Sustentable, firmado por la universidad en el año 2013 junto a otras instituciones de educación superior chilenas.

El Comité de Sustentabilidad fue integrado por representantes de diversas unidades académicas y administrativas, incluyendo Vicerrectorías, Direcciones de estudios, Infraestructura, Personal, Prevención de riesgos y representantes estudiantiles. Su objetivo principal ha sido coordinar el cumplimiento de metas asociadas a sustentabilidad institucional, gestión de campus, vinculación con el medio y formación académica.

Entre 2014 y 2020 el comité fue coordinado por la Dirección de Servicios de la UACH, impulsando el desarrollo de políticas, diagnósticos ambientales y acciones concretas orientadas a fortalecer la cultura sustentable en todos los campus. Más adelante, la estructura de gobernanza evolucionó hacia un Comité Ejecutivo de Sustentabilidad, dependiente de Prorectoría, encargado de acelerar y monitorear el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el marco del segundo Acuerdo de Producción Limpia (APL II).

El comité también ha desarrollado una importante labor de coordinación con redes nacionales como la Red Campus Sustentable y MetaRed S Chile, promoviendo el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre universidades.

3. Rol de la Unidad de Gestión Ambiental y la Oficina de Sustentabilidad

La Unidad de Gestión Ambiental ha sido uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de la sustentabilidad en la UACH. Desde su creación, ha impulsado iniciativas relacionadas con manejo de residuos, educación ambiental, eficiencia energética, medición de huella de carbono y cumplimiento normativo.

Entre las principales actividades realizadas destacan:

- Implementación de sistemas de segregación y manejo integral de residuos.
- Desarrollo de campañas de educación ambiental para estudiantes y funcionarios
- Caracterización de residuos líquidos y sólidos generados en campus y laboratorios.
- Promoción del reciclaje y reutilización de materiales.
- Coordinación de diagnósticos energéticos y de consumo hídrico.
- Capacitación a funcionarios y académicos en temas de sustentabilidad.

En años recientes, la creación de la Oficina de Sustentabilidad permitió fortalecer la gobernanza institucional y coordinar de manera más transversal las políticas ambientales. Esta oficina ha liderado la implementación del APL II, el monitoreo de indicadores mediante RESIES y el desarrollo de estrategias orientadas a alcanzar metas de carbono neutralidad.

La Oficina de Sustentabilidad también ha impulsado actividades de sensibilización para estudiantes de primer año, cursos de formación para personal administrativo y académico, además de reportes institucionales de sustentabilidad.

4. Participación de las Facultades y el trabajo académico

Las facultades de la Universidad Austral de Chile han desempeñado un rol esencial en la transversalización de la sustentabilidad dentro de la formación profesional, la investigación y la vinculación con el medio.

Diversas facultades han incorporado contenidos relacionados con sustentabilidad en sus programas académicos, fomentando el análisis interdisciplinario de

problemáticas ambientales y sociales. Asimismo, se han desarrollado investigaciones sobre biodiversidad, cambio climático, manejo de recursos naturales, energías renovables, gestión hídrica y conservación de ecosistemas.

La Facultad de Filosofía y Humanidades, por ejemplo, ha participado activamente en discusiones sobre cultura sustentable y formación ética. La Facultad de Ciencias Veterinarias ha colaborado en procesos de sensibilización asociados al Acuerdo de Producción Limpia y a la incorporación de la sustentabilidad en las actividades académicas y de gestión.

Además, distintas unidades académicas han promovido actividades como seminarios, talleres, jornadas ambientales, investigaciones aplicadas y proyectos de vinculación territorial con comunidades locales, municipios y organizaciones sociales.

5. Principales hitos y logros recientes

Durante las últimas décadas la UACH ha consolidado importantes avances en sustentabilidad institucional. Entre los hitos más relevantes destacan:

- Firma del Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable en 2013.
- Creación y fortalecimiento del Comité de Sustentabilidad.
- Aprobación de la Política de Sustentabilidad institucional.
- Implementación de indicadores RESIES.
- Desarrollo de programas de educación y cultura sustentable.
- Avances en gestión de residuos, eficiencia energética y uso del agua.
- Integración de criterios de sustentabilidad en políticas de género y vinculación con el medio.
- Participación en redes nacionales e internacionales de sustentabilidad universitaria.
- Creación de la Oficina de Sustentabilidad.

- Definición de metas de carbono neutralidad.

Asimismo, la universidad ha fortalecido iniciativas vinculadas a innovación y ciencia aplicada para la sustentabilidad, impulsando investigaciones sobre humedales, biodiversidad, recursos hídricos y soluciones tecnológicas orientadas a enfrentar el cambio climático.

Conclusión

La sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile ha evolucionado desde una visión ética y ambiental inicial hacia un modelo institucional integrado, con políticas, estructuras de gobernanza y acciones concretas que abarcan docencia, investigación, gestión y vinculación con el medio.

El trabajo desarrollado por el Comité de Sustentabilidad, la Unidad de Gestión Ambiental, la Oficina de Sustentabilidad y las distintas facultades ha permitido posicionar a la UACH como una institución comprometida con los desafíos ambientales y sociales contemporáneos. A través de iniciativas colaborativas, programas educativos y proyectos de innovación, la universidad continúa fortaleciendo una cultura sustentable orientada al bienestar de las personas, los territorios y los ecosistemas.

Referencias

Universidad Austral de Chile. (s.f.). Historia de la sustentabilidad.
<https://www.uach.cl/uachsustentable/uach-sustentable/historia>

Universidad Austral de Chile. (s.f.). Comité de Sustentabilidad.
<https://www.uach.cl/uachsustentable/uach-sustentable>

Noticias UACH. (2014). UACH se compromete con la sustentabilidad.
<https://diario.uach.cl/uach-se-compromete-con-la-sustentabilidad/>

Noticias UACH. (2016). Sustentabilidad en la Universidad Austral de Chile.
<https://diario.uach.cl/sustentabilidad-en-la-universidad-austral-de-chile/>

Universidad Austral de Chile. (2024). Reporte de indicadores de sustentabilidad basado en RESIES.

Facultad de Filosofía y Humanidades UACH. (2022). Comité de Sustentabilidad UACH informó sobre modelo de sustentabilidad y APL.

Unidad de Gestión Ambiental: 25 años haciéndonos cargo de lo que desechamos

María Ema Hermosilla H.

Ingeniero Forestal

Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental

mariahermosilla@uach.cl

Yessica Pérez S.

Licenciada en Cs. Biológicas, Profesora de Biología y Cs. de la Naturaleza

Mg. En Cs. Mención Recursos Hídricos

Unidad de Gestión Ambiental

yessica.perez@uach.cl

Es imposible que la presencia humana no genere un impacto en el entorno inmediato. Más aún en espacios como la universidad, donde la diversidad de actividades como docencia, investigación o vinculación con el medio, traen consigo una gran cantidad y variedad de residuos. Lo que hacemos, lo que usamos y consumimos, así como también lo que desechamos, deja huella. Y esa huella se vuelve aún más significativa cuando estamos insertos en entornos naturales tan privilegiados como los nuestros, a los que debemos protección para asegurar el futuro.

Hace 25 años, en la Universidad Austral de Chile, comenzó a tomar forma una manera distinta de enfrentar esa realidad. Primero como Proyecto de Administración Ambiental Corporativo (PAAC) y con el tiempo, como la actual Unidad de Gestión Ambiental (UGA), se instaló la urgencia que sigue vigente hasta hoy: hacernos cargo de aquello que desechamos.

No fue un cambio inmediato ni una solución única. Ha sido, más bien, un proceso continuo, construido paso a paso, con aprendizajes, ajustes y convicción. En estos 25 años han pasado muchas personas, distintas miradas y formas de hacer, pero todas han aportado a lo que hoy existe. Nombres como María Luisa Keim, quien

con visionaria y estratégica gestión dio vida y organizó el PAAC, o el de Mariano Grandjean, Jessica Catalán y Gabriel Ortega, son parte de esa historia. Cada uno, junto a muchos otros, dejó algo más que su paso: dejó ideas, prácticas, criterios y formas de entender este trabajo que hasta hoy siguen presentes. Lo que hoy parece natural, un procedimiento, una decisión, una forma de hacer las cosas, tienen su origen en esas contribuciones.

Con el tiempo, la gestión de residuos en la universidad dejó de ser solo una necesidad operativa. Se transformó en una forma de mirar y relacionarse con el entorno. Bajo el enfoque de reducir, reutilizar y reciclar, no solo se organizan procesos: se promueve una cultura, una manera distinta de habitar los espacios que compartimos. Y en ese proceso, también se ha ido instalando algo más profundo: la comprensión de que nada de lo que generamos desaparece realmente. En la era del sobreconsumo y los productos sintéticos y no biodegradables, todo permanece de alguna forma y en alguna parte y produce un impacto. Esa conciencia es quizás uno de los mayores logros de estos 25 años, porque trasciende lo técnico y se instala en lo cotidiano.

Por esto, si algo nos han enseñado estos 25 años, es que este trabajo no tiene un punto final. Las instituciones cambian, las personas se renuevan, los desafíos ambientales se vuelven más complejos. Y con ello, también cambia la manera en que debemos responder. Hacerse cargo de nuestros residuos, no es una meta que se alcanza, es una práctica que se sostiene. Está en cada decisión cotidiana, en cada mejora que se incorpora, en cada persona que entiende que sus residuos no desaparecen, sino que pasan a ser parte de una responsabilidad compartida para disminuir su impacto.

Hoy, al mirar hacia atrás, hay mucho construido. Pero más importante aún, hay una base sólida para seguir avanzando. Porque finalmente, estos 25 años no hablan solo de residuos, ni de infraestructura, ni de sistemas. Hablan de una comunidad que ha decidido no mirar hacia otro lado. Una comunidad que ha entendido que el impacto no es algo ajeno, sino propio. Que nuestros residuos también nos definen. Y que hacerse cargo no es una carga, sino una forma de cuidado. Y esa decisión, simple pero profunda, es la que permite que esta historia siga escribiéndose.

Marco Normativo Para el Cambio Climático en Chile: Fundamentos, Institucionalidad y Desafíos de Implementación

Pr. Dr. Cristóbal Balbontin Gallo

Profesor asociado

Instituto de Derecho Publico

Universidad Austral de Chile

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático constituye uno de los principales desafíos globales contemporáneos, generando impactos significativos tanto en los sistemas naturales como en las estructuras sociales y económicas. En este contexto, Chile ha desarrollado un marco normativo específico orientado a enfrentar este fenómeno, destacando la dictación de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455), cuyo objetivo es establecer una institucionalidad robusta, con instrumentos de gestión que permitan la mitigación y adaptación frente a sus efectos.

La relevancia de esta normativa se fundamenta en la alta vulnerabilidad del país, el cual cumple con siete de los nueve criterios establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), tales como la presencia de zonas costeras, áreas áridas y ecosistemas frágiles. En consecuencia, la ley busca consolidar una política de Estado de largo plazo que trascienda los gobiernos de turno.

2. ANTECEDENTES A LA DICTACIÓN DE LA LEY 21.455.

La Ley Marco de Cambio Climático se inserta dentro de un contexto internacional marcado por instrumentos como la CMNUCC, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, los cuales establecen compromisos globales de reducción de emisiones y adaptación climática.

Asimismo, el derecho ambiental contemporáneo se sustenta en principios como:

- Principio preventivo
- Principio precautorio
- Principio de no regresión
- Principio de progresividad

Estos principios orientan la acción estatal, asegurando que las políticas ambientales no retrocedan y que se fortalezcan progresivamente en el tiempo¹

2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue celebrada en 1992, entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y fue ratificada por Chile el mismo año, y cuyo objetivo final de la Convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero "a un nivel que impida interferencias antropógenas (inducidas por el hombre) peligrosas en el sistema climático". Establece que "ese nivel debería alcanzarse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible".²³.

La convención se basa en los siguientes principios, definidos en su artículo 3°;

“1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.

2. Deberían tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo,

¹ Delgado Schneider, 2021; Moraga, 2022.

² Organización de las Naciones Unidas. “¿Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático?”

especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, y las de aquellas Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, que tendrían que soportar una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención.

3. Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A tal fin, esas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático pueden llevarse a cabo en cooperación entre las Partes interesadas.

4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlo. Las políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberían ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo, tomando en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático.

5. Las Partes deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio que condujera al crecimiento económico y desarrollo sostenibles de todas las Partes, particularmente de las Partes que son países en desarrollo, permitiéndoles de ese modo hacer frente en mejor forma a los problemas del cambio climático. Las medidas adoptadas para combatir el cambio climático, incluidas las unilaterales, no deberían constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción encubierta al comercio internacional.”⁴.

⁴ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Artículo 3.

2.2. Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto fue aprobado el 11 de diciembre de 1997. Chile ratificó el instrumento el 26 de agosto de 2002. Debido a un complejo proceso de ratificación, entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Actualmente, hay 192 Partes en el Protocolo.⁵

En concreto, el Protocolo de Kioto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo de forma cuantificada a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente.⁶

2.3. Acuerdo de París.

El Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.⁷ Chile ratificó el acuerdo de París en febrero de 2017.

Su objetivo es limitar el calentamiento mundial a muy por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales. Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo.⁸

2.4. El Acuerdo de Escazú.

El Acuerdo Regional sobre Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe fue adoptado en Escazú, Costa Rica, el 4 de marzo de 2018, siendo el primer tratado

⁵ Organización de las Naciones Unidas. *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?*

⁶ Ídem.

⁷ Organización de las Naciones Unidas. *El Acuerdo de París.*

⁸ Ídem.

ambiental de América Latina y el Caribe y el único en el mundo que contiene disposiciones específicas destinadas a proteger a personas defensoras de los derechos humanos en asuntos ambientales. El acuerdo establece principios relevantes en materia de protección de las personas defensoras tales como el principio pro-persona, principio preventivo, principio de igualdad y no discriminación, entre otros⁹.

2.5. La COP.

La Conferencia de las Partes (COP) es la Cumbre Anual que se realiza en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) donde se reúnen los 196 países más la Unión Europea que conforman a las Partes.¹⁰

Las COP son sesiones en las que se reúnen los países que han ratificado las Convenciones de las Naciones Unidas. Comenzaron en 1992. Entre las más relevantes se encuentran los acuerdos de Copenhague, del año 2009 (que destaca la urgencia de combatir el cambio climático, respetando el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, ello con miras de cumplir con el objeto de la Convención de estabilizar la concentración de gases efecto invernadero en la atmosfera), el Pacto Climático de Glasgow (que reconoció la necesidad de limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C, estableciendo compromisos de financiación para países en desarrollo), y la COP 28 en Dubái el año 2023 (que recalca la importancia de comprometer a no-partes interesados (Como el comercio, ciudades, regiones, inversores y la sociedad civil), construyendo en base al progreso hecho en la COP 27 con el compromiso de distintos actores).

En este sentido, la normativa chilena responde a la necesidad de cumplir compromisos internacionales, particularmente mediante la implementación de la

⁹ Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile. *Escazú en Chile*.

¹⁰ Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile. *¿Qué es la COP?*

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), instrumento clave que contiene metas de mitigación y adaptación.

En Chile, la institucionalidad en materia ambiental es variada:

3. LEY N°21.455, LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Sobre su relevancia e importancia, el mensaje en la creación de la Ley Marco de Cambio Climático reconoce que “El cambio climático es la mayor amenaza y desafío global de nuestra era. Actualmente, el mundo se enfrenta a drásticos cambios tales como sequía, olas de calor, incendios forestales, aumento del nivel del mar, inundaciones, tormentas, pérdida de biodiversidad y el desbalance de los ecosistemas que sustentan la vida, de manera cada vez más notoria y severa.”¹¹

Remite a los antecedentes internacionales como el Protocolo de Kioto o el Acuerdo de París como antecedentes internacionales para la dictación de la norma y tiene como propósito principal: “Crear un marco jurídico que permita asignar responsabilidades específicas para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático”.

Además, establece como meta central alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, lo que implica un equilibrio entre emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero.

Esta finalidad se traduce en:

- Fortalecimiento de la institucionalidad ambiental
- Coordinación intersectorial
- Generación de instrumentos de gestión vinculantes
- Enfoque de largo plazo.

Este enfoque se traduce en la modificación de la institucionalidad en materia de cambio climático en Chile, configurando una compleja y coordinada, compuesta por diferentes órganos.

¹¹ Mensaje N° 574-367, boletín N° 13.191-12.

4. INSTITUCIONALIDAD CHILENA EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

4.1. A Nivel Nacional

a. Ministerio del Medio Ambiente (art. 16).

Actúa como órgano rector, encargado de liderar la elaboración de instrumentos y coordinar políticas públicas. *“le corresponde colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes, programas y normas en materia de cambio climático”.*

b. Autoridades sectoriales (art. 17).

Son aquellas que tienen competencia en aquellos sectores que representan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero o la mayor vulnerabilidad al cambio climático en el país. Esto es, los Ministerios de Agricultura, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Minería, de Obras Públicas, de Salud, de Transportes y Telecomunicaciones, de Defensa Nacional, de Vivienda y Urbanismo y del Medio Ambiente.

c. Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático

Le corresponderá emitir pronunciamiento (art. 18) fundado sobre la Estrategia Climática de Largo Plazo, la Contribución Determinada a Nivel Nacional y los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, así como respecto de la coherencia entre ellos, de conformidad con lo establecido en la presente ley.

d. Comité Científico Asesor para el Cambio Climático.

Se crea mediante esta Ley, la que dice “(Art. 19) *Créase el Comité Científico Asesor para el Cambio Climático como un comité asesor del Ministerio del Medio Ambiente en los aspectos científicos que se requieran, entre otros, para la elaboración, diseño, implementación y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático establecidos en la presente ley.*

e. Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático. (Art. 20)

El Consejo establecido en el [artículo 76](#) de la [ley N° 19.300](#) servirá como instancia multisectorial para emitir opinión sobre los instrumentos de gestión de cambio climático que establece esta ley, su grado de avance y sobre los efectos que genera su implementación. Asimismo, podrá realizar propuestas para mejorar la gestión del cambio climático de los múltiples sectores que participan en ella.

4.2. A Nivel Regional.

a. Secretarías Regionales Ministeriales. (Art. 21)

Las Secretarías Regionales Ministeriales de las autoridades sectoriales señaladas en el artículo 17 y un integrante de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante con representación regional realizarán la gestión del cambio climático a nivel regional, en concordancia con los Planes Sectoriales de Mitigación y/o Adaptación de su respectivo sector, en coordinación con los Comités Regionales para el Cambio Climático y los Planes de Acción Regional de Cambio Climático. Asimismo, apoyarán técnicamente en la gestión del cambio climático a los organismos colaboradores señalados en el siguiente párrafo.

b. Organismos colaboradores en la gestión del cambio climático.

-Órganos de la Administración del Estado. (Art. 22)

Los órganos de la Administración del Estado considerarán la variable de cambio climático en la elaboración y evaluación de sus políticas, planes, programas y normas, según las directrices establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo.

-El Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático, ETICC,

Que colaborará con el Ministerio del Medio Ambiente en el diseño, elaboración, implementación, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático. Asimismo, podrá proveer asistencia técnica a otros órganos de la Administración del Estado o servicios públicos con competencia en dicha materia.

-Comités Regionales para el Cambio Climático. (Art. 24)

En cada región del país habrá un Comité Regional para el Cambio Climático, CORECC, cuya principal función será coordinar la elaboración de los instrumentos para la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. En el ejercicio de dicha función, corresponderá especialmente a los Comités Regionales para el Cambio Climático facilitar y promover la gestión del cambio climático a nivel regional, entregar directrices para integrar la temática del cambio climático en las políticas públicas regionales, identificar sinergias con las políticas nacionales e incentivar la búsqueda de recursos regionales para el desarrollo de medidas y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y de los medios de implementación definidos en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

-Municipalidades. (Art. 25)

En cada región del país habrá un Comité Regional para el Cambio Climático, CORECC, cuya principal función será coordinar la elaboración de los instrumentos para la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. En el ejercicio de dicha función, corresponderá especialmente a los Comités Regionales para el Cambio Climático facilitar y promover la gestión del cambio climático a nivel regional, entregar directrices para integrar la temática del cambio climático en las políticas públicas regionales, identificar sinergias con las políticas nacionales e incentivar la búsqueda de recursos regionales para el desarrollo de medidas y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y de los medios de implementación definidos en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

- Mesas territoriales de acción por el clima. (Art. 26)

Las municipalidades, en coordinación con los CORECC, podrán crear mesas territoriales de acción por el clima, en función de las características específicas de cada territorio, en las que participarán representantes de la sociedad civil y especialmente representantes de los grupos vulnerables, con el objeto de proponer y relevar las acciones y medidas más urgentes que se requiera implementar en los respectivos territorios, de conformidad con lo dispuesto en esta ley.

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

La participación ciudadana es un eje central de la ley, reconociéndose como un derecho, y por tanto se crean sistemas de información.

- Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático.
- Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. (Art. 28).
- Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero. (Art. 29).
- Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero y Uso del Agua. (Art. 30).
- Plataforma de Adaptación Climática. (Art. 31).
- Repositorio Científico de Cambio Climático. (Art. 32)

El art. 34 afirma: *Toda persona o agrupación de personas tendrá derecho a participar, de manera informada, en la elaboración, revisión y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático, mediante los mecanismos previstos para ello en la ley.*

La participación ciudadana deberá permitir el acceso oportuno y por medios apropiados a la información necesaria para un efectivo ejercicio de este derecho. Asimismo, considerará la oportunidad y mecanismos para formular observaciones y obtener respuesta fundada de ellas, considerando criterios de viabilidad legal, pertinencia técnica y oportunidad; sin perjuicio de los estándares propios de los procesos de consulta indígena que deban llevarse a cabo, cuando corresponda.

Los órganos referidos en el Título IV deberán facilitar siempre las instancias de participación ciudadana, en el marco de sus competencias y atribuciones.

Lo anterior, de manera abierta e inclusiva, teniendo especial consideración con los sectores y comunidades vulnerables, aplicando un enfoque multicultural y de género.

Las sesiones del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, de los Comités Regionales para el Cambio Climático y del Comité Científico Asesor, deberán ser transmitidas en directo por el medio más idóneo y, además, grabadas y publicadas íntegramente en un plazo máximo de veinticuatro horas en la plataforma que se disponga para dicho efecto en el sitio oficial del Ministerio del Medio Ambiente, bajo los mecanismos de transparencia activa que dispone la ley. Adicionalmente, las actas de la sesión deberán ser publicadas en la misma plataforma en el plazo de diez días hábiles contado desde la celebración de la respectiva sesión.

En este sentido, toda persona puede participar en la elaboración de instrumentos de gestión climática, y se garantiza:

- Acceso a información
- Presentación de observaciones
- Respuesta fundada por parte de la autoridad

Además, se promueve una participación inclusiva, considerando:

- Enfoque de género
- Comunidades vulnerables
- Transparencia activa.

6. MECANISMOS FINANCIEROS

La ley establece la Mecanismos de manejo de recursos en torno al cambio climático y la protección ambiental. Entre estas la Estrategia Financiera de Cambio Climático, cuyo objetivo es orientar recursos públicos y privados hacia un desarrollo bajo en emisiones y resiliente al clima; el fondo de protección ambiental que financia proyectos y acciones concretas de mitigación y adaptación que contribuyen a enfrentar las causas y efectos adversos del cambio climático; Instrumentos económicos para la gestión del cambio climático, que son mecanismos de carácter fiscal, financiero o de mercado que permiten internalizar los costos ambientales, sociales y económicos asociados a la emisión de gases de efecto invernadero o forzantes climáticos de vida corta; y, Informe de inversión climática.

6.1. Relación con otros instrumentos ambientales

La Ley Marco se articula con instrumentos existentes de la Ley N° 19.300, tales como:

- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)
- Evaluación Ambiental Estratégica
- Responsabilidad por daño ambiental

No obstante, a diferencia de estos, los instrumentos de la ley climática tienen un enfoque directo en la mitigación y adaptación al cambio climático.

Además, se relaciona con otros instrumentos de mitigación del impacto del cambio climático:

6.2. Impuesto Verde y Bonos de Carbono.

En el año 2017 Chile se transformó en el primer país Sudamericano en gravar las emisiones de CO₂ mediante el denominado “Impuesto Verde”. Ahora, producto de una modificación legal (establecida por la Ley 21.210) que entró en vigencia este año, se estableció un innovador sistema de compensación de emisiones de fuentes fijas que no solo tiene el potencial de mejorar la calidad del aire y proteger la salud de los ciudadanos, sino que también impulsará la transformación de la industria hacia prácticas más amigables con el medioambiente mediante la implementación de proyectos sostenibles a lo largo del país.¹²

El Sistema de Compensación de Emisiones se basa en dos elementos principales. Por un lado, en la generación de certificados provenientes de proyectos de reducción o absorción de emisiones, y por otro, en el uso de dichos certificados para compensar las emisiones generadas por una fuente emisora gravada por el Impuesto Verde.¹³

¹²Ministerio del Medio Ambiente. (2023) “Ministerio del Medio Ambiente lanza Sistema de Compensación para fomentar la reducción de contaminantes”.

¹³ Ídem.

7. CAMBIOS NORMATIVOS RECIENTES

- El Reglamento de Compensaciones del Impuesto Verde y la Ley Marco de Cambio Climático están modificando las exigencias normativas y los impuestos que las empresas deberán pagar por sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este contexto, los bonos de carbono surgen como una alternativa que permitiría compensar el pago de impuestos y/o cumplir los límites de emisiones sectoriales.
- Para cumplir las normas de emisión de la Ley de Cambio Climático podrán utilizarse certificados que acrediten la reducción o absorción de emisiones, estimándose que los bonos de carbono servirán para este fin.

7.1. Permisos de Emisión Transables (PET)¹⁴

Son aquel grupo de actos administrativos por medio del cual se autoriza que en el ejercicio de una determinada actividad puedan ser emitidos al medio ambiente, (atmosférico, acuático, suelo) una cantidad máxima de contaminantes y, a disponer de parte de dicha cantidad cuando esta no es utilizada. Están basados en el principio dado por el mercado de emisiones: Que por vía de un incentivo económico indirecto puedan significar por el titular un beneficio económico y a la larga una reducción total de emisiones, premiando un esfuerzo descontaminador. En este sentido, el artículo 47 de la LGBMA contempla la existencia de los PET. Por su parte el artículo 48 establece que una ley establecerá la naturaleza u forma de asignación, transferencia, duración y demás características de los PET (No obstante, la ley aún no ha sido dictada hoy en día).

Para que pueda operar los PET deben ciertas condiciones: Acordar la cantidad total de emisiones, lo que supone a su vez determinar el número efectivo de emisiones que existe para un determinado contaminante y fijar el nivel aceptable del contaminante en un medio ambiente determinado. Para ello es necesario por una parte medir la contaminación en el medio ambiente y por otro lado medir la

¹⁴ Bermúdez, J. (2004) Los permisos de emisión transables en la Ley 19.3000 y su consagración en el proyecto de ley de bonos de descontaminación. *Revista de Derecho (Valdivia)*, Volumen XVI, paginas 131-145.

contaminación que genera la fuente emisora. En este sentido, para fijar su ámbito de aplicación hay determinar la clase de contaminante que será objeto del mercado de emisiones, luego, decidir el tipo de actividades comprendidas dentro de este sistema; también se debe fijar el ámbito espacial y temporal en el que se mide la cantidad total de emisiones y la cantidad estimada como aceptable.

Por último, la forma en que se distribuyen los permisos supone determinar una cuota de participación correspondiente a cada emisor en particular, ver cómo se distribuyen aquellas cuotas y si aquello tiene o no un costo. Siempre debe existir un permiso o autorización administrativa para la entidad emisora. Así, los incentivos para ofrecer un PET (entendiéndolo más como un crédito para emitir más que un bono) están en:

La disminución de emisiones (conversión a mecanismos de producción limpia) para ofrecer en mercado excedentes de emisión.

- El precio del PET debe ser mayor que el costo por descontaminar.
- La especulación. Lo importante es que el mercado premie los esfuerzos en producción limpia y las mejoras tecnológicas.

7.2. Créditos de Biodiversidad

Los créditos de biodiversidad son unidades de medida utilizadas para cuantificar y valorar la biodiversidad en un área específica, como un ecosistema o una región geográfica determinada. Funcionan de manera similar a los créditos de carbono en el contexto de la mitigación del cambio climático.

Los créditos de biodiversidad pueden generarse a través de actividades que contribuyan a la conservación, restauración o mejora de la biodiversidad, como la protección de hábitats naturales, la reforestación, la gestión sostenible de tierras, entre otras. Estos créditos pueden ser comprados, vendidos o intercambiados entre diferentes partes interesadas, como empresas, gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG) y comunidades locales.

El objetivo de los créditos de biodiversidad es proporcionar incentivos económicos para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, al tiempo que se promueve la participación del sector privado en la protección del medio ambiente.

8. IMPORTANCIA Y PROYECCIÓN DE LA LEY

La Ley Marco de Cambio Climático representa un avance significativo en el derecho ambiental chileno, al:

- Establecer metas vinculantes de largo plazo
- Fortalecer la institucionalidad ambiental
- Incorporar ciencia en la toma de decisiones
- Promover la participación ciudadana.

Asimismo, responde a la necesidad de enfrentar un fenómeno global con herramientas jurídicas modernas y coordinadas.

9. CONCLUSIONES

La Ley N° 21.455 constituye un hito en la regulación ambiental chilena, al configurar un sistema integral de gestión del cambio climático basado en principios, instrumentos y una institucionalidad robusta.

Su enfoque de largo plazo, junto con la incorporación de mecanismos de participación y financiamiento, permite avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible, compatible con los compromisos internacionales asumidos por Chile.

No obstante, su efectividad dependerá de la correcta implementación de sus instrumentos y del compromiso continuo de los distintos actores involucrados.

REFERENCIAS

Bermúdez, J. (2000). “El Derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación” Revista de Derecho de la Universidad Católica de Valparaíso. XXI. Valparaíso. Pág. 9.

Delgado Schneider, V. (2021). *El principio de no regresión en el derecho ambiental chileno*. Revista de Derecho Ambiental.

Hernández-Mendible, V. (2022). *El derecho de participación ciudadana en la justicia ambiental*. Revista IUS.

Ministerio del Medio Ambiente (Chile). *Mitigación y cambio climático*.

Ministerio del Medio Ambiente. (2023) “Ministerio del Medio Ambiente lanza Sistema de Compensación para fomentar la reducción de contaminantes”, disponible en <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-lanza-sistema-de-compensacion-para-fomentar-la-reduccion-de-contaminantes/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20ser%C3%A1%20el%20proceso%20de,espera%20reducir%20con%20el%20Sistema>

Moraga Sariego, P. (2022). *Una nueva era del derecho ambiental: La Ley Marco de Cambio Climático en Chile*. Revista de Derecho Ambiental.

Organización de las Naciones Unidas. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Organización de las Naciones Unidas. “¿Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático?”., disponible en <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

Organización de las Naciones Unidas. *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?*. disponible en https://unfccc.int/es/kyoto_protocol#:~:text=En%20concreto%2C%20el%20Protocolo%20de,con%20las%20metas%20individuales%20acordadas.

Organización de las Naciones Unidas. *El Acuerdo de París*. disponible en <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

Paradojas de la sustentabilidad: ¿defensa o desafío?

Sergio Maureira Silva,

Magíster en Psicología Clínica, Minor en Filosofía

Contemporánea. Psicólogo Clínico en Área de Salud Mental, DAE,

Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt.

sergio.maureira@uach.cl

La sustentabilidad busca el sostenimiento en el tiempo de las condiciones de vida, impulsado en la capacidad de balancear el uso de recursos y su capacidad de recuperación y regeneración en el presente, orientado hacia las generaciones futuras. Sin embargo, es importante considerar que sin menospreciar los avances en la materia, ni las buenas intenciones de quienes consagran su tiempo y afectos a este propósito, en ocasiones se aprecian contradicciones y/o paradojas en las prácticas que se orientan a la sustentabilidad: reutilizar redes de pesca en las salmoneras, sin cambiar el daño directo de la producción al ecosistema; las bolsas de plástico o de papel que se venden en masas y luego muchas veces no se vuelven a reutilizar; la producción de objetos de materiales no reutilizables con baja calidad y costo (que aumenta su uso masivo y aumentan desechos); celulares con sistemas operativos que caducan y permiten reutilizar equipos; el uso de materiales de madera para artículos con sello verde, que muchas veces implican un daño al ecosistema a pesar del intento de reciclar o reutilizar, considerando que un árbol fue finalmente talado para aquello se acepte o no dicha realidad. Estas situaciones podrían interpretarse como una promesa de sustentabilidad que no se logra, ya que se transforma en un optimismo cruel, en términos de lo que Berlant (2020), señala "es aquella que se establece cuando eso mismo que deseamos obstaculiza nuestra prosperidad"(p.19). Esto implica que el deseo de sustentabilidad genera un desvío que muchas veces no se considera, al ampliar el daño y no percibir el límite en la cantidad de uso de recursos, al poner en foco en un proceso de recuperación. Por tanto, este optimismo se torna cruel al impedir activamente el propósito que nos condujo a buscarlo, por ejemplo, el deseo de seguridad en un futuro para familiares,

el amor por la naturaleza o los animales, etc. No obstante, si notamos que esto sucede ¿por qué no interrumpir estas dinámicas de producción? Esto como señala Berlant (2020) revelar la función del objeto o deseo al que apunta este optimismo cruel, que por un lado genera malestar, pero no se interrumpe, debido a que dicho malestar implica una protección a asumir una pérdida o posición en particular. En este caso, por ejemplo, disminuir las ganancias al limitar los recursos que se utilizan en la producción; cambiar los modos de validación social a través del consumo y los modos en que funcionan las relaciones geopolíticas como es el caso del petróleo y las guerras que se ocasionan a partir de ello, implicaría asumir una posición de daño, negligencia, egoísmo y abandono del noble propósito de la sustentabilidad. Por lo tanto, lo que está en cuestión no es el deseo de sustentabilidad, sino que como señala Berlant (2020) "en lugar de adoptar la ética como una especie de ortopedia emocional de lo político, deberíamos prestar atención a las circunvoluciones del apego directamente relacionadas con el deseo de mantener la proximidad, a cualquier costo, a las aperturas potenciales signadas por las fantasías de la buena vida, la auto continuidad o la ausencia de conflicto" (p.335) Es por ello por lo que asumir esta relación al daño y los límites de la sustentabilidad, implican asumir un conflicto con la producción, ya no en términos de reducción de daño o regeneración, sino que hay cosas que no son reversibles y por ende hacen caer la ilusión de control respecto a las consecuencias del proceso de producción y la predictibilidad de un futuro, descuidando el presente. Además, esto implicaría la caída de la ilusión de que es mejor comprar con sello verde, bajo la ficción de que las cosas no se van a transformarse en desechos, sumado a revisar el sistema de valores o lo que en realidad es importante en la vida (una reformulación del sentido existencial), considerando que los modos de pensar contemporáneos basados en el modelo capitalista de producción, resaltan lo importante de la ganancia económica a toda costa, tal como señala Guattari(1996) "lo que condena al sistema de valorización capitalista es su carácter de equivalente general, que aplasta todos los demás modos de valorización, los cuales se encuentran así alienados por su hegemonía."(p.72)

Esta equivalencia entre un desecho reutilizable y uno que no, así como el costo de talar un bosque al de pagar impuesto por responsabilidad social empresarial o una multa, implican que muchas veces el foco está en la imagen de las empresas o sus ganancias económicas, al reducir costos (como disminuir la compra de papel para imprimir o higiénico) que se presentan como compromisos sociales e implicación en la sustentabilidad. Sin embargo, aquello no se traduce en un cambio de su cultura organizacional o dejar de pensar la naturaleza en términos de recursos económicos y gastos, sin por ello promover otros modos de valorización de la relación a los espacios naturales, como, por ejemplo, al promover baños de bosque, huertos, conservación o modos comunitarios del cuidado de la naturaleza. Por otro lado, esos modos de cuidado y significación fuera de la lógica de acumulación centrada en la ganancia económica, también suele estar por los mismas razones poco valorizada y precarizada, ya que en el capitalismo estamos frente a un modelo de explotación en el cual la lógica del capital —como señala Pérez (2013) en su trabajo sobre Marx— y no el trabajo es lo que define el valor de cambio; es el mismo plusvalor en torno a la acumulación y el aumento de la valorización lo que significa cada acción asociada al trabajo. En otras palabras, hacer una jornada de baño de bosque, no genera tantos ingresos como talar un bosque para convertirlo en materia prima de productos, a pesar del daño que ello produce al ecosistema. Por lo tanto, el cuestionamiento del presente ensayo no es hacia los esfuerzos personales o colectivos, sino una invitación a reflexionar acerca del lugar que ocupa la naturaleza y la producción en la sustentabilidad, que, a pesar de las victorias morales que se presentan, muchas veces se deslizan significantes respecto a la naturaleza como objeto de plusvalía y productividad, generando acciones de tipo performativo centradas en la forma, como concursos de sustentabilidad con materiales “reciclables” pero sin cambiar el fondo del uso del ecosistema y los modos de relación económicos que perpetúan esta ilusión. Es entonces, el asumir que se daña el ecosistema, que se produce desecho, que es necesario asumir una pérdida de capital y poder hacer algo con ese excedente y no negarlo. Esto a propósito de los aportes de Bórquez (2021) quien basado en los aportes de Bataille, plantea que, en los procesos de producción y conservación, hay un gasto improductivo en la

búsqueda de lo útil, que queda fuera la posibilidad de cálculo de la cantidad; se da en la modalidad del despilfarro, el descanso, la destrucción, la risa, el juego, el arte, entre otros. Como expresiones de gasto, no son medibles y se imponen, como las ganas de dormir luego estudiar o trabajar, así como la energía que requiere ocuparse de los desechos o el tiempo que podría necesitar un ecosistema para restaurarse. Estos son parte de la producción y no fuera de esta, donde la estructura funciona con dos opuestos indisociables. Esta situación, se puede pensar como una paradoja, la cual según Gaulejac (2008) aparece cuando uno se encuentra ante dos órdenes que son tan necesarias como incompatibles entre sí. Por ejemplo: hacer más con menos o bien generar ingresos y no desechos. Sin embargo, no todo es un encierro o estar en una jaula de oro, considerando que Gaulejac (2008) refiere que es importante comunicar por sobre el sistema, para exponer esta situación paradójica y deconstruirla, que podría permitir abrir nuevas posibilidades. En el caso de las consecuencias de asumir la situación paradójica Gaulejac (2008) señala que el miedo, la resignación y la impotencia, se mantienen, debido a que esto se suele pensar de forma más individual que en común, dificultando nuevas formas de sostener y pensar alternativas a la caída de estos modos de producción. Por otra parte, sumado al factor económico y material, también hay factores culturales, pensando los aportes de Groys (2022), en las referencias al Potlach como antecedente desde la antropología de Mauss, donde algunos pueblos medían su poder por la capacidad de destrucción de sus propios bienes, por lo cual, no era más poderoso quien más acumulaba, sino quien más podía derrochar. Esto también se vincula a cómo los espacios culturales y sociales median dichas relaciones de poder, sobre todo en la actualidad, donde la sostenibilidad suele estar más mediada por el marketing, superioridad moral y estatus social, principalmente como señala Groys (2022), en prácticas donde la búsqueda de aprobación de un público y donde el reconocimiento narcisista está por sobre el cuidado como tal, por ejemplo, es más importante tener un sello verde y gastar en conseguir eso, que disminuir las emisiones que genera la producción de los artículos o cambiar las materias primas para no generar desechos. Por tanto, pareciera que la satisfacción mediante el poder y el reconocimiento, fueran algo que pondría en juego la seguridad personal

por sobre la compartida. No obstante, eso es una ilusión considerando que sí se reconoce desde las teorías del cuidado, como señala Molinier (2014) que la autonomía personal total es una mentira, considerando que siempre hay alguien apoyándonos de algún modo de manera más o menos discreta, lo que da lugar a integrar la vulnerabilidad y la dependencia con otros/as/es como condición común de la humanidad. A pesar de aquello, muchas veces no es suficiente aceptar que existe una interdependencia con la naturaleza, entre generaciones y entre pares, sino que se vuelve importante hacer caer la ilusión de que los objetos de producción y poder nos van a salvar, pensando que la fragilidad es un problema existencial, considerando como señala Malet (2021), quien desarrolla la idea de que la fragilidad o la posibilidad de perder la capacidad de autonomía, no es algo excepcional de quien enferma o requiere apoyo, sino que es lo propio de la existencia humana, tanto de quien cuida como quien recibe el cuidado, en la medida que nadie puede predecir su futuro y está constantemente en exposición a ser herido y a peligros. Entonces, en términos relacionales, esto es situado como una pasibilidad, que implica el recibir impacto de ser alcanzado por el otro/a/e, se admita o no, expone a estar vulnerables o herirse en el encuentro con alguien o algo. Esto pone en tensión el lugar de la invulnerabilidad, heroísmo y la omnipotencia como ilusiones en la medida que es nuestra propia afectación afectiva y nuestra existencia, la que nos atraviesa y moviliza entorno a los cuidados en cada momento. Por último, si hacemos un recorrido en la manera en que el deseo de sustentabilidad y la paradoja en relación a la producción y el desecho, sostienen una negación tanto de los límites y la interdependencia con el ecosistema, otras generaciones y la fragilidad, será necesario buscar otros modos de sobrellevar aquello de forma colectiva, para no ocultar en nombre de la sustentabilidad, afirmaciones de poder y reconocimiento narcisistas, considerando que hay algo entorno a la finitud y el peligro del que nadie está a salvo, por lo cual hoy más que nunca seguir reflexionando acerca de qué significa, desde donde se construye, hacia dónde se dirige y sobre todo que nos oculta, aquello que llamamos normalidad en tanto sistema de valores, conductas y afectos, se asuma o no también sostiene estas ilusiones y negaciones, por lo cual es trascendental no confundir lo normal con lo correcto o con lo importante, como

señala McDougall (1982) “La normalidad, erigida en ideal, es ciertamente un síntoma” (p.409).

Referencias

- Bengoa, J. (2021). Teoría del abuso. En M. Tijoux (Ed.), *Actuel Marx/Intervenciones N°29: Rebelión popular chilena y crisis del modelo de acumulación capitalista mundial* (pp. 19–51). LOM Ediciones.
- Berlant, L. (2020). *El optimismo cruel* (H. Salas, Trad.). Caja Negra. (Obra original publicada en 2011)
- Bórquez, Z. (2021). La noción (chilena) de gasto. *Prolegómenos*. En M. Tijoux (Ed.), *Actuel Marx/Intervenciones N°29: Rebelión popular chilena y crisis del modelo de acumulación capitalista mundial* (pp. 101–138). LOM Ediciones.
- Gaulejac, V. (2008, 28 de octubre). *El costo de la excelencia* (Conferencia). Buenos Aires.
- Groys, B. (2022). *Filosofía del cuidado*. Caja Negra.
- Guattari, F. (1996). *Las tres ecologías*. Pre-Textos.
- Maureira-Silva, S. (2023). Trabajo, institución y salud mental. *Revista Stultifera*, 6(2), 331–338. <https://doi.org/10.4206/rev.stultifera.2023.v6n2-14>
- McDougall, J. (1982). *Alegato por una cierta anormalidad*. Paidós.
- Molinier, P. (2014). Salud y trabajo en trabajadores hospitalarios: cultura de la gestión, cultura del cuidado. *Revista Topía*. <http://goo.gl/Vomu4i>
- Pérez, S. (2013). Marx y la crítica de la razón en la modernidad. *Andamios*, 10(21), 233–255. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632013000100011&lng=es&tlng=es

Gestión menstrual, salud y medio ambiente: una mirada desde la justicia

Victoria Soto Almonacid

Matrona, Estudiante Mg. Bioética y sus Desafíos Actuales

Tutora Clínica Instituto de Salud Sexual y Reproductiva

victoria.soto@uach.cl, Teléfono: +56940180028

Introducción

La menstruación es un proceso fisiológico cíclico que acompaña a la mayoría de las personas con útero durante su etapa fértil, desde la pubertad hasta la menopausia. Para su gestión, el producto más utilizado tanto a nivel global como nacional es la toalla higiénica: el 44,2 % de las mujeres la usa de manera exclusiva y el 22,3 % la combina con tampones (Servicio Nacional del Consumidor, 2021). Considerando la cantidad de personas con posibilidad de menstruar en Chile y tomando en cuenta solo a quienes utilizan exclusivamente este producto, al menos 177 mil mujeres dependen de él diariamente. Asumiendo un uso de 3 a 5 unidades por día (Indriati et al., 2025), se eliminan entre 530 mil y 885 mil toallas, equivalentes a 2,1–5,3 toneladas de residuos diarios. Estas cifras muestran que el uso de toallas higiénicas desechables es una práctica cotidiana de millones de personas que genera impactos ambientales de gran escala.

En paralelo, la salud menstrual es un componente integral de la salud sexual y reproductiva, y la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la estrecha relación entre menstruación, determinantes sociales de la salud, género y condiciones materiales para una gestión segura y digna (WHO, 2022). En coherencia con ello, la Agenda 2030 identifica la salud menstrual como un eje transversal que articula dimensiones sociales, económicas y ambientales, y que se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relativos a salud y bienestar (ODS 3), educación de calidad (ODS 4), igualdad de género (ODS 5), agua y saneamiento (ODS 6) y consumo y producción responsables (ODS 12) (UNICEF, 2019).

Desde esta perspectiva, comprender los riesgos sanitarios asociados al uso de toallas higiénicas, el marco regulatorio vigente, la educación menstrual y las alternativas sostenibles disponibles no solo es una cuestión técnica, sino también un asunto de derechos y justicia ambiental.

1. Riesgos sanitarios y ambientales

Las toallas higiénicas están compuestas por múltiples capas elaboradas con diversos materiales. La superficie de contacto suele estar formada por fibras termoplásticas perforadas, mientras que el núcleo absorbente —actualmente enriquecido con Polímeros Súper Absorbentes (SAP), materiales hidrofílicos y no degradables— retiene el líquido y evita el reflujo (Parthasarathy et al., 2022). A ello se suma una membrana impermeable de polietileno y un adhesivo derivado de fuentes petrolíferas que fija la toalla a la ropa interior. Esta estructura multicapa implica la presencia de diversos polímeros y aditivos cuya interacción con el cuerpo y el ambiente no siempre ha sido evaluada de manera exhaustiva.

La mucosa vulvar y vaginal posee una alta capacidad de absorción y carece de mecanismos que neutralicen sustancias químicas (Wendee, 2014)., lo que puede exponer a las usuarias a concentraciones mayores de las previstas por los fabricantes de productos de higiene menstrual. Además, la combinación de fricción y humedad favorece la proliferación de microorganismos capaces de desencadenar irritaciones (Wakashin, 2007). En este contexto, diversos estudios han identificado en las toallas higiénicas compuestos como bisfenol A (BPA) y bisfenol S (BPS), ambos conocidos disruptores endocrinos (Márquez Lázaro et al., 2022).

Desde el punto de vista del medioambiental, en las toallas higiénicas se ha detectado la presencia de dioxinas, cuya degradación extremadamente lenta favorece la contaminación de suelos, cuerpos de agua y sedimentos (Lopes et al., 2015). Junto a ello, el empaque plástico incrementa la carga de residuos, el ciclo de producción genera emisiones y desechos, y las prácticas de eliminación inadecuadas que pueden provocar obstrucciones en sistemas de alcantarillado y acelerar el llenado de vertederos (Blignaut et al., 2025).

2. Educación menstrual y justicia

En Occidente, la menstruación ha sido históricamente representada desde el estigma, generando una cultura de la ocultación que cuando se quiebra, provoca sentimientos de culpa y vergüenza que moldean la experiencia subjetiva de las personas menstruantes al insistir en que *la menstruación no debe notarse*, (Blázquez, 2023) afectando la calidad de la educación que reciben. La falta de información rigurosa profundiza las brechas en el acceso a productos de higiene menstrual (Leal et al., 2025), obstaculizando el ejercicio de derechos fundamentales como la salud, condiciones laborales seguras y participación pública; a la vez que generan condiciones insalubres y degradación ambiental (Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas, 2021). De esta manera, la gestión menstrual —entendida como el acceso a materiales limpios para manejar el sangrado y a instalaciones adecuadas para su eliminación— se vincula directamente con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre ellos salud, educación, igualdad de género, agua y saneamiento, ciudades sostenibles y producción responsable (Elledge et al., 2018).

La forma en que habitamos el entorno influye en el calentamiento global, la emergencia de enfermedades y la cohesión social. En un mundo interdependiente, las obligaciones de justicia no se limitan a los países, sino que conectan personas y territorios a escala global (Young, 2006) y por tanto a responsabilidad es colectiva y diferenciada: involucra a la industria, a los Estados y a los sistemas educativos y sanitarios —con mayor responsabilidad por su capacidad de acción— sin obviar el rol de las prácticas individuales.

La evidencia permite señalar que la gestión menstrual es fenómeno imbricado en estructuras culturales, sociales, económicas y ambientales. Superar el estigma mediante educación menstrual de calidad, promover regulaciones que garanticen la salud humana y ambiental, y asumir responsabilidades diferenciadas en un sistema global interdependiente constituye un imperativo ético y de justicia.

3. Regulación en torno a los productos menstruales en Chile

El uso masivo de toallas higiénicas y los riesgos sanitarios y ambientales asociados a su composición hacen necesario revisar el marco regulatorio vigente. Actualmente, los productos menstruales desechables —incluidas toallas higiénicas y tampones— se encuentran bajo el Código Sanitario y el Reglamento de Control de Productos y Elementos de Uso Médico, que los clasifica como dispositivos médicos. La Resolución Exenta N.º 4107/2015 del Instituto de Salud Pública refuerza este enfoque al establecer el régimen de control aplicable a toallas higiénicas, protectores diarios y productos afines. No obstante, la normativa no exige evaluar ni declarar la presencia de bisfenoles, dioxinas u otros compuestos potencialmente nocivos, tampoco obliga a transparentar la composición completa de los productos ni incorpora criterios ambientales para su producción o eliminación.

Estos vacíos adquieren relevancia en un contexto donde la gestión menstrual comienza a reconocerse como un asunto de derechos humanos y justicia social. En esta línea, el *Proyecto de Ley para la Promoción, Resguardo y Garantía de los Derechos de las Personas Menstruantes* reconoce la salud menstrual como un derecho y mandata al Estado a garantizar productos seguros, información adecuada y condiciones dignas para su gestión. Su avance legislativo refleja un tránsito hacia un enfoque estructural, donde regulación, transparencia y sostenibilidad se vuelven componentes esenciales.

4. Alternativas de gestión menstrual y desafíos para su adopción

La identificación de riesgos sanitarios y ambientales asociados a los productos menstruales desechables ha impulsado el desarrollo de alternativas más seguras y sostenibles. Entre ellas destacan las compresas elaboradas con materiales de origen vegetal, que presentan menores impactos ambientales (Mirzaie et al., 2025), y los modelos de economía circular que buscan transformar la gestión de residuos menstruales mediante sistemas de acopio higiénico, desinfección y acondicionamiento que permiten su reutilización (Pandey et al., 2023).

En Chile, la disponibilidad de alternativas sostenibles ha aumentado en los últimos años, destacando la incorporación al mercado de copas y discos menstruales, así como de toallas de tela y ropa interior reutilizable. Estos productos reducen significativamente la generación de residuos, disminuyen la exposición a compuestos potencialmente nocivos y, en muchos casos, resultan más económicos a largo plazo. Sin embargo, su adopción enfrenta el desafío de superar los mitos y tabúes vinculados a la sexualidad, los cuales solo pueden abordarse mediante una educación sexual integral. Este enfoque permite que las personas conozcan sus cuerpos, comprendan cómo funcionan y cómo cuidarlos, ampliando las posibilidades de utilizar distintos productos de gestión menstrual y reconociendo su importancia para la salud personal, colectiva y medioambiental.

Por ello, la disponibilidad de productos más seguros y sostenibles no es suficiente por sí sola. Su incorporación efectiva requiere políticas públicas que promuevan la equidad en el acceso, junto con una educación menstrual de calidad que permita tomar decisiones informadas.

Conclusión

La gestión menstrual es un fenómeno material, social y político que exige mirar de manera integrada sus dimensiones sanitarias, ambientales y culturales. Los productos desechables generan impactos importantes en la salud y el ambiente, y la falta de normas claras sobre su composición y eliminación genera riesgos que recaen directamente sobre las personas menstruantes. Aunque existen alternativas más seguras y sostenibles, su adopción depende de condiciones estructurales que van más allá de las decisiones individuales.

En este escenario, la educación se vuelve clave para fortalecer las capacidades humanas y avanzar en la construcción de políticas públicas orientadas a la justicia social y ambiental. Una educación menstrual rigurosa e inclusiva ayuda a comprender el propio cuerpo, a evaluar críticamente los riesgos de distintos productos y a cuestionar los estigmas que han invisibilizado la menstruación.

La gestión menstrual implica articular educación, regulación y sostenibilidad, creando entornos que dignifiquen la experiencia menstrual y contribuyan a sociedades más saludables y sostenibles.

Referencias

- Blázquez, M. (2023). Análisis antropológico de la menstruación: del tabú al estigma, expresiones culturales y activismos. En F. Donat, *La menstruación: de la biología al símbolo* (págs. 133-198). Valencia: Universitat de València.
- Blignaut, J., Visser, H., Erasmus, E., & Schutte-Smith, M. (2025). Review: sanitary pads—composition, regulation, and ongoing research to address associated challenges. *Journal of Materials Science*, 13109–13155.
- Cámara de Diputadas y Diputados de Chile. (s.f.). *Proyecto de Ley para la Promoción, Resguardo y Garantía de los Derechos de las Personas Menstruantes*. Boletín N.º 14.577-34.
- Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas. (2021). *Resolución aprobada por el Consejo de Derechos Humanos el 12 de julio de 2021 (A/HRC/RES/47/4): Gestión de la higiene menstrual, derechos humanos e igualdad de género*. Naciones Unidas.
- Elledge, M., Muralidharan, A., Parker, A., Ravndal, K., Siddiqui, M., Toolaram, A., & Woodward, K. (2018). Menstrual Hygiene Management and Waste Disposal in Low and Middle Income Countries—A Review of the Literature. *Int J Environ Res Public Health*, 15(11), 2562. doi:10.3390/ijerph15112562
- González-Pleiter, M., Tamayo-Belda, M., Pulido-Reyes, G., Amariei, G., Leganés, F., Rosal, R., & Fernández-Piñas, F. (2019). Secondary nanoplastics released from a biodegradable microplastic severely impact freshwater environments. *Environmental Science: Nano*, 1382-1392.
- Indriati, L., Sintawardani, N., Widayarani, W., Hamidah, U., Nilawati, D., Fitria, J., . . . Sunardi, S. (2025). Environmental implications of disposable sanitary napkin washing practices: a study on menstrual hygiene management in West Java,

Indonesia. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 15(8), 669–682. doi:<https://doi.org/10.2166/washdev.2025.005>

Instituto de Salud Pública de Chile. (2015). *Resolución Exenta N.º 4107, que determina régimen de control a aplicar al producto toallas higiénicas, incluidos los protectores diarios y cualquier otro producto de similares características que se emplee para absorber fluidos vaginales*. Gobierno de Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2025). *Base de Datos del Censo de Población y Vivienda 2024*.

Kumar, B., Jasrotia, B., Singh, J., Mittal, S., & Singh, H. (2025). Review on hazardous potential, disposal, pollution, and user behavior associated with the use of sanitary pads in the Indian context. *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 22745-22765.

Leal, I., Troncoso, P., Iriarte, C., Carstens, C., Morales, N., Abbott, F., . . . Troncoso, L. (2025). *Derechos Menstruales: Hacia una Política Pública para la Igualdad de género [Policy brief]*. Santiago: Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile.

Lopes, E., Okamura, L., & Yamamoto, C. (2015). Formation of dioxins and furans during municipal solid waste gasification. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 87-97.

Márquez Lázaro, M., Aparicio, D., Tamayo, F., & Agaméz, J. (2022). Bisfenol a y efectos de disrupción endocrina en humanos y animales: Revisión sistemática. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 175-200. doi:10.22490/21456453.4691

Ministerio de Salud. (1967). *Código Sanitario (Decreto con Fuerza de Ley N.º 725)*. Gobierno de Chile.

Ministerio de Salud. (1999). *Reglamento de Control de Productos y Elementos de Uso Médico (Decreto Supremo N.º 825)*. Gobierno de Chile.

- Mirzaie, A., Brandão, M., & Zarrabi, H. (2025). Toward eco-friendly menstrual products: a comparative life cycle assessment of sanitary pads made from bamboo pulp vs. a conventional one. *Environmental Science and Pollution Research*, 9050–9067.
- Pandey, R., Joshi, S., Nanda, B., Nazir Baig, K., Dalvi, D., & Kelhe, Y. (2023). M-CARE: Crafting Beauty from Sanitary Waste. *IEEE Engineering Informatics*, 1-5. doi:10.1109/IEEECONF58110.2023.10520512
- Parthasarathy, S., Jayaraman, V., Jeganathan, S., & Lakshminarayanan, A. (2022). Menstrual hygiene and waste management: The survey results. *Materials Today: Proceedings*, 65(8), 3409-3416. doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.531
- Servicio Nacional del Consumidor. (2021). *Informe Estudio Gestión Menstrual*. Santiago.
- UNICEF. (2019). *Guidance on menstrual health and hygiene*. New York.
- Wakashin, K. (2007). Sanitary napkin contact dermatitis of the vulva: Location-dependent differences in skin surface conditions may play a role in negative patch test results. *The Journal of Dermatology*, 34(12), 834-837.
- Wendee, N. (2014). A Question for Women's Health: Chemicals in Feminine Hygiene Products and Personal Lubricants. *Environmental Health Perspectives*, 122(3), A70–A75. doi:10.1289/ehp.122-A70
- WHO. (2022). *50th session of the Human Rights Council Panel discussion on menstrual hygiene management, human rights and gender equality*.
- Young, I. (2006). Responsibility and global justice: a social connection model. *Social Philosophy & Policy Foundation*, 102-130.

Somos Red: una reflexión sobre la naturaleza como extensión de lo humano

Carolina Martin Bohl Tecnóloga Médica. Psicóloga. Magíster en Ciencias
mención Microbiología y Doctora en Ciencias mención Biología Celular y
Molecular. Diplomada en Ética de la Investigación.

Académica de la UACH, Sede Puerto Montt.

carolina.martin@uach.cl

Marlene Bohle Maldonado Profesora. Licenciada en Educación. Magíster en
Educación. Escritora. Poeta, Dramaturga. Columnista.
Especializada en Escritura Creativa y Guía de Talleres Literarios.

marlenbohle@gmail.com

Resulta profundamente incómodo advertir que nuestra forma de habitar el mundo no emana de un vínculo con la naturaleza, sino que -la gran y antigua verdad- es que no estamos frente a ella, ni siquiera en relación con ella, sino irrevocablemente contenidos en su trama. Esta afirmación no sólo cuestiona nuestra posición en el mundo, sino que desarma una de las ideologías de mayor persistencia en la modernidad: la separación entre lo humano y lo natural.

En el sur de Chile, esta frontera se vuelve difusa e incluso a veces parece casi desaparecer. Allí, donde la lluvia se arma, se obsequia y permanece, donde el bosque no sólo se contempla, sino que se experimenta; allí, la naturaleza deja de ser un paisaje para convertirse en presencia. No es un escenario distante que algunas veces nos aventuramos a pisar, sino una forma de vida que respira junto a nosotros. Desde esta comprensión, surge una reflexión que traspasa tanto la literatura como la ciencia y la experiencia humana: la naturaleza no es un recurso externo, sino una extensión de nosotros mismos. O, quizás, siendo más preciso,

nosotros somos la expresión de ella. Este ensayo busca profundizar en esta línea, integrando enfoques diversos para sostener un argumento central: la crisis ambiental actual responde a una crisis de desconexión, y su resolución exige el regreso a comprender la vida como una red.

Durante siglos, nuestra sociedad ha construido su identidad en oposición a la naturaleza, siendo el progreso sinónimo de dominio, de intervención, modificación y control de nuestro entorno natural; cosmovisión, que nos cubre y arma desde la cultura madre hasta la presencia educativa formal. Esta lógica ha sido particularmente visible en los procesos industriales y tecnológicos que han definido el desarrollo contemporáneo. Sin embargo, esta narrativa encierra una paradoja fundamental: en la medida que buscamos separarnos de la naturaleza, más dependientes nos volvemos de ella. El aire, las aguas, los suelos, los alimentos, los animales, los ciclos: todos ellos no son elementos externos, sino condiciones esenciales de nuestra existencia.

La separación, por tanto, no es real. Es una construcción simbólica que ha favorecido la explotación de los recursos, en conjunto con un sentimiento de desconexión profunda de nuestra gente. La contradicción se hace evidente: las actividades humanas conviven con ecosistemas frágiles, donde cada intervención repercute (a veces de manera irreversible) en una red compleja de relaciones.

Hablar de naturaleza en abstracto, puede resultar insuficiente, pero si nos situamos en el territorio austral que habitamos adquiere una dimensión distinta, tanto emocional, cultural e incluso espiritual. Desde la niebla que cubre los bosques, los volcanes exhibiendo su manta alba, el sonido constante de la lluvia sobre las tejas de alerce, el estero que viaja a ras de tierra para saciar la sed de las raíces y, hasta el verde profundo de los campos que parece no agotarse. No, no son sólo elementos del paisaje, son experiencias que configuran la manera en que habitamos el mundo. Ellos nos habitan, así como nosotros los llamamos nuestros.

La literatura chilena ha sabido capturar muy bien esta relación, y con una sensibilidad única. Desde la melancolía íntima de Gabriela Mistral hasta la materialidad vibrante de Pablo Neruda, desde Huidobro en si hilván sonoro hasta

Gonzalo Rojas y Jorge Teillier, el entorno natural aparece como extensión de la experiencia humana. No hay distancia radical entre sujeto y paisaje: hay continuidad. En estos relatos, el bosque no es objeto, sino interlocutor; el paisaje no se describe, sino que se escucha. Y en esa escucha, el ser humano reconoce algo esencial: su pertenencia.

Bajo el suelo de los bosques sureños, ocurre un fenómeno que redefine nuestra comprensión de la vida: las raíces de los árboles se entrelazan con hongos para formar redes micorrícicas. A través de estas redes, los organismos sensibles intercambian nutrientes, señales químicas y un sinfín de información; siendo una forma de cooperación profunda, invisible, pero esencial.

Los saberes de hoy en día han comenzado a comprender lo que literatura intuía: la naturaleza no funciona como un conjunto de elementos aislados, sino que equivale a una red interdependiente. Esta lógica encuentra un paralelismo notable en el cerebro humano, ya que las neuronas, al igual que los árboles, dependen de sus conexiones para sostener la vida. El pensamiento, la memoria, los sentimientos y la conciencia misma emergen de una red de interacciones celulares; y cuando esta comunicación se interrumpe, el sistema se debilita e incluso puede llegar a la muerte.

La analogía entre redes neuronales y redes ecológicas no es sólo estética o conceptual, sino que es profundamente reveladora. Nos muestra que la vida, en distintas escalas, responde a un mismo principio “la interdependencia”. Desde esta perspectiva, destruir un ecosistema no es solo una acción externa, es -en cierto modo- una fractura del mismo tejido del cual formamos parte.

La crisis ambiental que actualmente enfrentamos se suele abordar a través de indicadores técnicos como la pérdida de biodiversidad, aumentos de temperaturas, degradación de los suelos; sin embargo, en su dimensión más abisal, me atrevería a señalar que corresponde a una crisis de percepción. Esto, porque hemos aprendido a situar a la naturaleza como algo externo, separado de nosotros; situación que ha generado una pérdida de sentido. Al desvincularnos del entorno, hemos perdido la capacidad de reconocernos en él, de cuidarlo y respetarlo, y de

atenderlo en sus urgencias y necesidades. Esta desconexión termina afectando no solo al ecosistema, sino también impacta en nuestra salud física, mental y social, incrementando la incidencia de enfermedades asociadas al estrés, la ansiedad y el aislamiento; todo como consecuencia de esta ruptura.

Si la vida es red, entonces la crisis ambiental es una ruptura de esa red, y toda ruptura requiere de reparación. En este caso, arreglar lo quebrado nos compromete por entero. No sólo requiere de objetivos de desarrollo sostenible arraigados en las políticas públicas de los países del mundo, sino alianzas que vayan más allá de los líderes y de los gobiernos. El real significado involucra a la vida misma como alianza, donde el bosque es una alianza, el agua que circula entre las raíces es una alianza. La cooperación silenciosa entre especies es una gran y real alianza, lo que ciertamente precede cualquier acuerdo humano.

En este sentido, construir alianzas no es una innovación, sino una recuperación. Es regresar a una lógica que siempre ha estado presente en la naturaleza. La literatura, en este proceso, cumple un rol fundamental, ya que no genera políticas, pero logra transformar la percepción; y este es el primer paso del cambio. Cuando un texto nos invita a sentir el bosque como un real organismo vivo, nos predispone a protegerlo. Cuando un poema nos hace escuchar la lluvia, nos recuerda que somos parte de un ciclo, y que, sin ella, no es posible la vida tal cual la conocemos. Así, las letras se convierten en una forma de alianza, que puede darse entre conocimiento y experiencia, emoción y ciencia, entre humanidad y naturaleza.

Entre tanto, existe una imagen que invita a la reflexión: cada bosque al sentirse protegido velará también por nosotros, ya que en su presencia algo en el individuo se aquieta, se ordena y éste recuerda. El bosque es nuestro espejo, nos recorre y habita. Tal vez porque no somos ajenos a él, sino una de sus formas.

Proteger la naturaleza no es un acto altruista, sino un acto de coherencia. Es reconocer que nuestra existencia (en todos sus aspectos) depende de la integridad de los sistemas que habitamos. Que nuestro espacio configura nuestras percepciones, emociones y memorias. Las alianzas, entonces, deben trascender lo institucional, deben ser prácticas de reconocimiento mutuo. Así como los árboles

comparten nutrientes en silencio, nuestra sociedad debiese estar llana a compartir conocimientos, recursos y responsabilidades.

En un mundo marcado por la división, retornar y comprender la vida como red es un acto urgente. El sur de Chile, con su intensidad natural y su profundidad simbólica, nos recuerda constantemente que la existencia no se sostiene en la individualidad, sino en la conexión.

Reconocer que la naturaleza y los hombres son uno, no es solo una idea filosófica, sino es una forma de habitar un mundo con mayor humildad y conciencia. La literatura, la ciencia y la experiencia convergen en una misma verdad: la vida no es suma de partes, es una red dinámica que requiere cuidado.

Quizás, en última instancia, las alianzas no sean una invención humana, sino una memoria antigua, inscrita en las raíces de los bosques, en la lluvia persistente de nuestro sur, en la forma en que la vida -silenciosamente- se sostiene a sí misma. Y probablemente, es en ese bosque, tan real y simbólico, que estamos aprendiendo a reconocernos como seres sensibles.

Responsabilidad por daño ambiental: límites y alternativas en el derecho chileno

Georgina Cáceres Fuentes

Licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogada

Profesora de Derecho Civil y Ciencias del Derecho

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

georgina.caceres@uach.cl

La justicia ambiental plantea desafíos para los sistemas jurídicos contemporáneos. La contaminación tecnológica y el cambio climático causan daños materiales cuyos orígenes están dispersos, con efectos que se acumulan en el tiempo y cuyos responsables se diluyen en complejas cadenas técnicas o se ubican a grandes distancias geográficas. Frente a esta realidad, es necesario repensar las herramientas jurídicas vigentes.

Este trabajo parte del presupuesto de que existe una discusión sobre la eficacia del derecho ambiental para enfrentar el cambio climático, lo que permite testear mecanismos alternativos para abordar estas nuevas formas de daño. Para ello, se seguirá el siguiente esquema: primero, se presentarán casos paradigmáticos que ejemplifican las dificultades para atribuir responsabilidad en contextos de daño ambiental complejo. Segundo, se expondrá sobre la normativa ambiental vigente en Chile. Tercero, se examinará la normativa civil relativa a la responsabilidad extracontractual por daño ambiental. Y cuarto, se desarrollará una aproximación doctrinal y jurisprudencial de la querella de amparo posesorio en el derecho chileno.

Dos casos paradigmáticos

El primero es *Lliuya vs. RWE*, presentado en Alemania en 2015, donde un agricultor peruano demandó a la empresa energética RWE por su contribución al calentamiento global, que amenaza *su propiedad* en Huaraz. El Lago Palcacocha, cuyas aguas crecen por el derretimiento acelerado de glaciares, podría colapsar provocando un aluvión. La demanda se basó en el artículo 1004 del Código Civil alemán (en adelante BGB), que regula la protección posesoria frente a injerencias,

figura tradicionalmente aplicada a conflictos vecinales, pero *reinterpretada* para abordar un riesgo ambiental de origen extranjero (Costa Cordella, 2025; Arroyo, 2022).

El segundo caso refiere a la empresa xAI, que el año pasado fue interpelada por operar más de 30 turbinas de gas metano sin permisos en South Memphis, una zona históricamente afectada por contaminación industrial y habitada por comunidades afroamericanas vulnerables (Kerr, 2025). En este caso, la dificultad jurídica radica en que la instalación de infraestructura contaminante en un área ya degradada diluye los nexos causales entre la actividad de la empresa y los efectos dañinos en la salud y el medio ambiente.

Normativa ambiental vigente: alcances y límites

En derechos extranjeros se suele criticar que para la protección por daño ambiental no se cuente con un derecho subjetivo. En nuestro caso sí existe y está protegido por la acción constitucional de protección. Sin embargo, tiene un problema: debe ser un derecho indubitado. La jurisprudencia ha señalado que definir una afectación ambiental es complejo, lo que dificulta considerar el derecho como indubitado (Hunter, 2023, pp. 16-17). Además, existe la tendencia, por las Cortes de Apelaciones, de considerar que las cuestiones ambientales se resuelvan ante los tribunales especializados, de modo que, se ha generado una deferencia a los tribunales ambientales (Hunter, 2023, pp. 20, 27 y 149).

De acuerdo con Hunter (2023), hay una “dificultad de articular la tutela judicial efectiva del derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación por medio de intereses individuales y directos” (p. 153). Ya que este derecho está vinculado con intereses y valores compartidos, de modo que, se dice ser un derecho colectivo o difuso (Hunter, 2023, p. 153; Peñailver, 2026, p. 33-38; Barros, 2020, p. 864). Además, este recurso requiere un daño efectivo, descartando la posibilidad de una amenaza (Barros, 2020, p. 863).

De esta manera, el procedimiento adecuado para tutelar los derechos colectivos es la acción de reparación ambiental, regulada por las leyes 19.300 y 20.600.

Responsabilidad civil extracontractual: algunos elementos

La responsabilidad civil extracontractual por daño ambiental opera como vía complementaria a la reparación ambiental ya vista. Esta también presenta importantes desafíos. Su procedencia requiere determinar que una persona concreta ha sufrido un daño, lo que ha resultado muy dificultoso por la naturaleza del daño ambiental (Hunter, 2023, p. 44; Banfi, 2023, p. 41).

Para Barros (2020), el “derecho privado no [es] el medio más eficaz para definir los estándares ambientales” (p. 454). Por ello, la reparación que posibilita esta rama del derecho es solo respecto del daño privado que *deriva* de una afectación al medio ambiente (Barros, 2020, p. 456 y 862-868). Para Banfi (2023) la dificultad central radica en probar “el nexo causal necesario y directo entre el hecho ilícito perpetrado por el concreto demandado (...) y el daño padecido por la actora, el cual materializa los riesgos creados por aquél” (pp. 41-42).

Asimismo, no basta con la creación de un riesgo, se requiere un daño efectivo (Banfi, 2023, p. 503). A esto se suma la dificultad de imputar normativamente la responsabilidad civil extracontractual a un concreto demandado teniendo en consideración la enorme cantidad de otros potenciales responsables, en particular, los grandes emisores de Gases de Efecto Invernadero (Banfi, 2023, p. 51).

Así, el derecho chileno distingue dos acciones: una ambiental para la reparación del daño ambiental y una indemnizatoria para la reparación económica de los efectos del daño ambiental causado a particulares (Barros, 2020, p. 868), ambas con considerables limitaciones.

Reconstrucción del amparo posesorio en Chile

Las acciones posesorias buscan conservar o recuperar la posesión de bienes raíces o derechos reales constituidos en ellos (Alessandri, Somarriva y Vodanovic, 1993, p. 303)¹⁵. Entre ellas, la querrela de amparo destaca pues faculta a exigir el cese de

¹⁵ Código Civil chileno, artículo 921, 2000. En Peñailillo, 2019, p. 1487-1490 se discute si estas acciones también amparan la mera tenencia.

turbaciones, la indemnización de daños y la entrega de garantías frente a amenazas fundadas acorde al artículo 921 del Código Civil chileno. Tal como lo permite el artículo 1004 del BGB. Además, la jurisprudencia chilena ha admitido que los actos de turbación pueden revestir diversas formas (hechos materiales como cortes de árboles o actos jurídicos como inscripciones registrales), siempre que, y este sería el gran problema, impliquen una disputa objetiva sobre la posesión (Peñailillo, 2006, pp. 555; Alessandri, Somarriva, Vodanovic, 1993, p. 327).

Esta acción requiere la posesión tranquila e ininterrumpida durante al menos un año por parte del demandante; existencia de un acto perturbador que contradiga esa posesión; y que la acción se interponga dentro del plazo de un año desde dicho acto (Código Civil, artículos 916-918; Alessandri, Somarriva y Vodanovic, 1993, p. 324; Peñailillo, 2006, p. 547).

Un elemento clave es la prueba de éstos y la determinación de qué se entiende por turbación. En cuanto a su alcance, existen debates sobre la posibilidad de dictar condena indemnizatoria dentro del mismo procedimiento o si esta debe tramitarse en un juicio ordinario posterior. Además, destaca la cercanía conceptual que tiene con otros instrumentos de tutela, como el recurso de protección¹⁶. Estas zonas grises permiten explorar la utilidad estratégica de la acción posesoria en escenarios como los del cambio climático o la contaminación industrial, donde la perturbación del entorno puede traducirse en una afectación a la posesión.

Comparación crítica

En el caso Lliuya vs. RWE, sin perjuicio de que el Tribunal de Distrito de Essen desestimó la demanda (2016, causa 285/15), el presidente del Tribunal Regional Superior de Hamm (2025) reconoció que, ante amenaza de afectación, quien contamina podría estar obligado jurídicamente a tomar medidas para prevenir la afectación conforme la norma protectora de posesión del artículo 1004 del BGB.

¹⁶ Destaca sentencia de la Corte de Apelaciones de Chillán, 23-08-2015, rol 601-2015.

Incluso si el daño aún no se concreta, los responsables deberían asumir sus costos en proporción a su contribución. Además, la distancia geográfica entre la fuente de contaminación y el afectado no impide la eventual atribución de responsabilidad (Tribunal Regional Superior de Hamm, 2015). Este pronunciamiento abre la puerta a nuevas interpretaciones y obliga a explorar una mirada funcional de las instituciones jurídicas para enfrentar daños medioambientales desde el derecho privado.

Esta lectura permite imaginar una aplicación semejante en Chile, basada en el artículo 921 del Código Civil, que también protege al poseedor frente a actos de turbación.

Algunas conclusiones

La propuesta se construye sobre una metodología dogmática crítica, orientada a explorar las posibilidades de reinterpretación funcional del derecho civil como sistema normativo adaptable. El análisis revela que la querrela de amparo posesorio, tradicionalmente concebida para tutelar la posesión frente a actos perturbadores concretos, puede ser reconfigurada como una vía posible frente a ciertos daños ambientales. Siempre que se cumpla con el requisito de la *turbación* entendido como perturbación material o jurídica de la posesión, que puede resultar de impactos físicos distantes como vibraciones, ruido o emisiones tóxicas que afecten a un bien raíz (Alessandri, Somarriva, Vodanovic, 1993, p. 328; Peñailillo, 2019, p. 1507).

Una interpretación amplia de turbación, sin exigir disputa directa sobre la posesión, permitiría al menos ganar tiempo: primero, para demandar por daño ambiental y, luego, para pedir indemnización de perjuicios. Los tribunales suelen entender este interdicto como de tramitación rápida, sin exigir la prueba del daño (Alessandri, Somarriva, Vodanovic, 1993, p. 340), lo que permitiría reservar esa carga para un juicio posterior de lato conocimiento.

Ordenar que se detengan ciertas emisiones es un paso importante que merece ser explorado. Los casos analizados evidencian la necesidad de repensar nuestro

derecho vigente ante la inminencia de escenarios similares. Para responder a los desafíos contemporáneos, resulta indispensable mantenernos actualizados y abrir el debate. Explorar las categorías del derecho civil, tensarlas y someterlas a prueba, con plena conciencia de sus límites y potencialidades, constituye hoy un imperativo que la dogmática jurídica está en condiciones de asumir.

Referencias

Alessandri, A., Somarriva, M., y Vodanovic, A. (1993). *Tratado de los derechos reales. Bienes*. Tomo II, 5ª ed., cap. XX, Drago Vodanovic H. Editorial Jurídica de Chile.

Arroyo, L. (23 de agosto de 2022). Saúl contra RWE: un campesino peruano se enfrenta a una multinacional alemana por el cambio climático. *El País*. <https://elpais.com/america-futura/2022-08-23/saul-contra-rwe-un-campesino-peruano-se-enfrenta-a-una-multinacional-alemana-por-el-cambio-climatico.htm>

Banfi C., (2023). *Responsabilidad Civil por daños climáticos en el derecho chileno y comparado*, Tirant lo Blanch.

Barros, E. (2020). *Tratado de responsabilidad extracontractual*. Tomo II. Algunos regímenes especiales de responsabilidad. Editorial Jurídica de Chile.

Costa Cordella, E. (31 de mayo de 2025). Ganar perdiendo: cómo un agricultor peruano trae esperanzas a la justicia climática. *El País*. <https://elpais.com/america-futura/2025-05-31/ganar-perdiendo-como-un-agricultor-peruano-trae-esperanzas-a-la-justicia-climatica.html>

Hunter I., (2023). Tutela judicial y administrativa del medio ambiente. Tomo I. Recurso de protección, recursos administrativos y tribunales ambientales. Ediciones Der.

Kerr, D. (25 de abril de 2025). Acusan a xAI de Elon Musk de contaminar la supercomputadora de Memphis. *The Guardian*.

<https://www.theguardian.com/technology/2025/apr/24/elon-musk-xai-memphis>

Peñailillo Arévalo, D. (2006). *Los bienes: La propiedad y otros derechos reales*. Editorial Jurídica de Chile.

Peñailillo Arévalo, D. (2019). *Los bienes: La propiedad y otros derechos reales* (2ª ed.). Thomson Reuters. ISBN 978-956-400-023-7.

Peñailver Alexandre (2016): *La defensa de los intereses colectivos en el contencioso-administrativo. Legitimación y limitaciones económicas*. Navarra, Thomson Reuters Aranzadi, pp. 33-38.

Jurisprudencia citada

Corte de Apelaciones de Chillán (23 de agosto de 2015). Sentencia rol 601-2025-Protección. <https://app.vlex.com/vid/velozo-varela-cristian-andres-579681582>

Tribunal de Distrito de Essen (Alemania). (15 de diciembre de 2016). Sentencia N° 2 O 285/15. https://www.climatecasechart.com/document/luciano-lliuya-v-rwe-ag_dd33

Tribunal Regional Superior de Hamm (Alemania). (14 de febrero de 2025). Resolución. https://www.olg-hamm.nrw.de/behoerde/presse/Pressemitteilungen/14_26_PE_OLG_VT-Lliuya_RWE/index.php

Normativa citada

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). (2002). <https://www.gesetze-im-internet.de/bgb/>

Decreto con Fuerza de Ley N°1, *Código Civil* (2000).

Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1 de marzo de 1994).

Ley 20.600 crea los Tribunales Ambientales (18 de junio de 2012).

Efectos de las erupciones volcánicas sobre la ganadería. Estudio de 4 eventos en Chile

Oscar Araya Valenzuela, PhD., Med. Vet, Toxicólogo Clínico Veterinario.

Profesor Titular ®, Facultad de Ciencias Clínicas Veterinarias

oaraya41@gmail.com, F. 966080199

Presentamos aquí los principales resultados de los efectos sobre la ganadería encontrados en estudios efectuados en cuatro erupciones volcánicas en Chile

Volcán Lonquimay

Este volcán entró en erupción en diciembre de 1988, la cual persistió hasta enero de 1990. La lava y piroclastos afectaron a los habitantes y a la ganadería de la zona debido a sus características altamente abrasivas (Moreno y Gardeweg ,1989).

Debido a la ingestión de ceniza volcánica algunos caballos presentaron cólicos a los pocos días de iniciado el evento eruptivo, los cuales se intensificaron transcurridos los días produciéndose la muerte de alrededor de 350 de ellos durante la primera fase de la erupción, (Fig 1).



Fig.1 Impactación del colon en caballo por ingestión de ceniza volcánica (Erupción volcán Lonquimay).

Al examen post-mortem, el principal hallazgo fue una severa impactación con arena volcánica, especialmente de ciego y colon (Araya et al.,1993) Transcurridos algunos meses, se pudo apreciar muy mal estado nutricional y dermatosis en caballos y bovinos, debido probablemente al efecto abrasivo de la acumulación de ceniza

sobre ellos. Al examen clínico se pudo constatar una marcada claudicación en algunos bovinos. Junto a las alteraciones del aparato locomotor, el hallazgo más importante fue la presencia de lesiones dentarias, caracterizadas por un alto grado de atrición de los incisivos con casi total pérdida de la corona en muchos de ellos (Fig 2).



Fig. 2 Severo desgaste de incisivos en bovinos (Erupción volcán Lonquimay).

También se observó alteraciones dentarias en caballos, las que consistían en decoloración y deformación, con marcado desgaste especialmente de las pinzas (Araya *et al.*, 1993).

En base a los signos clínicos se estableció un prediagnóstico de fluorosis, efectuándose diversos análisis orientados a determinar la concentración de fluoruro en agua, ceniza y pastura del área polucionada. Además, se determinó la concentración de fluoruro en suero sanguíneo, orina y huesos de bovinos. En todas las muestras, con excepción del agua, se encontraron valores de fluoruro por sobre los rangos de referencia tolerables.

Concentraciones de fluoruros (ppm) en ceniza volcánica, pasto, suero, orina, hueso y agua. Erupción volcán Lonquimay, 1989 (Araya *et al.*, 1990)

	Promedio	Rango	Val Ref*
Suero	1.30	0.91 – 1.87	< 0.2
Orina	87	69 – 122	< 20
Hueso	10707	8350 – 13200	< 400
Pasto	281	240 – 315	< 40
Ceniza	88	75 – 100	-----
Agua	0.27	0.20 – 0.33	< 2.0

*Underwood (1977)

Volcán Hudson

La caída de cenizas durante la erupción del volcán Hudson en 1991 cubrió aproximadamente 2700 km² en el territorio chileno y 150.000 km² en la Patagonia argentina, alcanzando en algunas áreas más de un metro de espesor (Bitschene *et al.*, 1993).

En el análisis de fluoruro en 3 muestra de ceniza tomadas a comienzos de la erupción, se detectaron valores promedios de 12.5 ppm y en muestras de pastura valores promedios de 30.3 ppm, con máximos de 90 ppm y un promedio de 518 ppm en huesos de bovinos, con un máximo de 860 ppm (Araya, 2015). La concentración de fluoruro en huesos se encontraba sobre los máximos aceptables para la especie, pero muy inferior a lo detectado en muestras de huesos de animales expuestos a las cenizas del Volcán Lonquimay en 1988. A pesar de esto no se observaron signos de fluorosis en los animales en el período de muestreo (Araya, 2014).

Con los resultados obtenidos, tanto en análisis de cenizas como de pastura, no se puede concluir que los animales sufrieran osteofluorosis, ya que no se realizó un seguimiento en el tiempo de estos análisis, ni tampoco se efectuaron exámenes clínicos tendientes a detectar signos de esta patología en los animales algún tiempo posterior a la erupción.

Las mayores pérdidas económicas consecuentes a la erupción de este volcán se debieron a la muerte de ovejas por falta de alimento al quedar las praderas cubiertas de cenizas y a la contaminación de las aguas con arena volcánica, además de la pérdida total de la producción de lana en miles de ovejas especialmente en la Patagonia argentina (Fig 3).



Fig.3 Praderas cubiertas de ceniza volcánica (Erupción volcán Hudson).

Volcán Chaitén

Este volcán entró en erupción el 02/05/2008, cubriendo de cenizas principalmente el valle de Futaleufú en Chile y localidades argentinas de la provincia de Chubut.

Durante el evento efectuamos estudios tendientes a determinar el impacto en la salud del ganado, para lo cual se tomaron muestras de ceniza, pastura, agua, y sangre de bovinos y equinos.

En las muestras recolectadas se determinaron las concentraciones de fluoruro, arsénico y mercurio. Además, se efectuaron estudios sobre funcionalidad hepática y renal en sangre y exámenes histopatológicos de hígado y riñón.

En las muestras tomadas en mayo del 2008, las concentraciones de fluoruros en ceniza fluctuaron entre 1.68 y 4.05 ppm. En el pasto, la concentración alcanzó un máximo de 7.62 ppm, lo cual se encuentra bastante por debajo del valor máximo tolerable (< 40 ppm). Las concentraciones en el agua, en 5 lugares muestreados, no sobrepasaron los 0.054 ppm, valores también bastante bajo los máximos tolerables (< 2.0 ppm). Las concentraciones de fluoruros en el plasma sanguíneo eran menores a 0.042 ppm, muy por debajo de los valores máximos de referencia (< 0.2 ppm) (Araya *et al.*, 1990).

Las concentraciones de fluoruros en las diferentes muestras, a 10 días de iniciada la erupción, pueden en general ser consideradas como basales y no representan un riesgo de toxicidad para los animales expuestos a la pluma volcánica. Sin embargo,

se debe tener en consideración que en situaciones en que una erupción volcánica está aún activa y, al persistir ésta por un periodo relativamente largo de tiempo, el flúor podría acumularse en concentraciones peligrosas para el organismo animal, ya que este elemento es absorbido con facilidad por las plantas (Araya, 2015).

Al examen físico de algunos animales no se apreciaron alteraciones dentarias, pero sí una severa dermatosis generalizada especialmente en las zonas dorsal y lumbosacra, tanto en bovinos como en equinos (FIG 4).



Fig.4 Severa dermatosis en bovinos por efecto ceniza volcánica (Erupción volcán Chaitén)

Durante el muestreo de octubre, la concentración de fluoruros en muestras de pasto fluctuaba entre 50 y 126 ppm, observándose un incremento en relaciones a las obtenidas en el mes de mayo. En todas ellas, se pudieron apreciar niveles sobre los máximos aceptados como inocuos, llegando en algunos casos a cuadruplicarse los valores máximos tolerables (Araya, 2015). En los análisis de huesos, se pudo apreciar concentraciones de fluoruros sobre los máximos de referencia (< 400ppm) en 3 de 7 muestras analizadas, alcanzando valores de hasta 1225 ppm en un caso. Con relación al agua y suero sanguíneo, no se apreciaron valores sobre los máximos de referencia (Araya, 2015).

Volcán Cordón del Caulle

La erupción del Cordón del Caulle se inició el 4 de junio del 2011 (Moreno y Muñoz, 2012). Las cenizas volcánicas se dispersaron a más de 1,500 kilómetros de distancia durante las primeras 24 horas y gran cantidad de material piroclástico cayó

dentro de los primeros 60 kilómetros desde el centro de emisión, particularmente en el sector de Villa La Angostura y Bariloche en Argentina (Canofoglia *et al.*, 2012). A partir de mediados de septiembre, debido al cambio de dirección del viento de NW a SE, la caída de ceniza se produjo principalmente en sectores altos de la Provincia del Ranco- Región de los Ríos.

Estudios clínicos y de suero sanguíneo de bovinos, ovinos y equinos, así como de ceniza y pastura en 16 predios en la Provincia del Ranco fueron reportados por Araya (2015). Al examen clínico, en la mayoría de los predios se apreciaron alteraciones respiratorias, como también desgaste dentario y decoloración de los incisivos en bovinos y ovinos. También se observó conjuntivitis y cuadros diarreicos en algunos ovinos. Además, los animales presentaban en general un mal estado nutricional, observándose en la mayoría de los bovinos dermatitis y en los ovinos la lana se encontraba aglutinada, lo cual generó una pérdida total de ésta con fines comerciales (Fig 5).



Fig 5. Pérdida total de lana en ovinos debido a ceniza volcánica (Erupción volcán Cordón Caulle)

Considerando los antecedentes del efecto del flúor sobre el ganado en erupciones volcánicas anteriores, tales como lo observado en el volcán Lonquimay en 1989 (Araya *et al.*, 1993), se estimó conveniente determinar la concentración de fluoruros en muestras de cenizas, la cual indicó un promedio de 160 ppm, alcanzando 308 ppm en algunos sectores. Estos valores fueron superiores a los encontrados en la erupción del volcán Lonquimay, los cuales promediaron 88 ppm, con un máximo de 100 ppm (Araya *et al.*, 1993).

Al examen clínico de los animales expuestos a las cenizas de este volcán se pudo apreciar algunos animales francamente desnutridos (Fig 6).



Fig 6. *Bovinos desnutridos afectados por ceniza volcánica (Erupción volcán Cordón Caulle)*

Este mal estado nutricional puede deberse en parte al severo cuadro de diarrea que afectaba a muchos animales, debido esto seguramente al efecto abrasivo de la ceniza sobre la mucosa digestiva y naturalmente a la menor disponibilidad de forraje en las praderas al estar estas cubiertas por ceniza volcánica.

De acuerdo con los resultados de los exámenes clínicos y análisis de laboratorio de las 4 erupciones estudiadas, se puede concluir que todas no tuvieron el mismo efecto sobre el medioambiente y, particularmente sobre la ganadería. Por otra parte, los procesos eruptivos volcánicos son bastante dinámicos y por lo tanto siempre se debe estar atento a los cambios en cuanto a los efectos que esta dinámica puede ir generando sobre los animales. Este aspecto es de sumo interés para disminuir los riesgos para el ganado, ya que las áreas afectadas por la caída de ceniza posiblemente variarán a lo largo de la erupción, dependiendo esto de varios factores, entre los que tienen particular importancia el tipo de erupción, la intensidad de esta, la composición del material eyectado y la dirección del viento.

REFERENCIAS

Araya, O., F. Wittwer, A. Villa (1993). *Evolution of fluoride concentrations in cattle*

and grass following a volcanic eruption. Vet. Hum. Toxicol.(36), 437-440

Araya, O., F. Wittwer, A. Villa, C. Ducom (1990). Bovine fluorosis following volcanic activity in the southern Andes. *Vet. Rec.*, (126), 641-642

Araya, O. (2014). *Erupciones volcánicas. Efectos sobre la ganadería. Ediciones*

UACH. Valdivia. Chile

Bitschene, P.R., M. Fernandez, N. Arias, A. Arizmendi, M. Grizinik, Nillnik, A. (1993). *Vulcanology and environmental impact of the August 1991 eruption of the Hudson (Patagonian Andes, Chile). Zentralblatt Geologie u Palaontologie. Stuttgart.* H 1-2: 493-500

Canafoglia, M. E., M. Vasallo, V. Barone, I.L. Botto (2012). *Efectos de la erupción del Complejo volcánico Puyehue-Cordón del Caulle sobre la salud humana y el medio ambiente en distintos sectores de Villa la Angostura, Neuquén. Actas 7º Congreso de Medio Ambiente AUGM.UNLP. La Plata. Argentina*

Moreno, H., M. Gardeweg (1989). *La erupción reciente en el complejo volcánico*

Lonquimay (diciembre 1988), Andes del sur. Revista Geológica de Chile. 16 (1):
93-117

Moreno, H., J. Muñoz (2012). *Asistencia volcanológica durante la fase explosiva*

Junio de 2011 de la erupción en el volcán Cordón Caulle, Andes del Sur. XIII Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Actas



Underwood, E. J. (1977). *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 4th

Ed. Academic Press. London

Producción de un Bloque de Cemento Translúcido con Vidrio Reutilizado

Leonel Leonardo Delgado-Morales

Doctor en Ciencias Mecánicas, Profesor, Instituto de Ingeniería Mecánica,

Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile

leonel.delgado@uach.cl

Luiz Henrique Tomio Taniguchi Valente Lima

Arquitecto independiente, Brasilia, Brasil

taniguchiluiz@gmail.com

1. Introducción

La industria de la construcción civil se encuentra en una búsqueda constante de materiales que reduzcan el impacto ambiental y mejoren la eficiencia energética de los edificios. El vidrio, un material con un tiempo de descomposición estimado en un millón de años, por otro lado 100% reciclable, permitiendo su reutilización sin riesgos a la salud, en contrapartida representa un desafío logístico y ecológico, especialmente en regiones con bajas tasas de reciclaje o donde su reaprovechamiento requiere largas distancias de transporte, para esto en Brasil existen iniciativas diversas para incentivar el reciclaje de este material como es descrito en el informe de Moraes et al (2022).

Según la Asociación Brasileña de Reciclaje y Medio Ambiente (ABREMA), la tasa de reciclaje de vidrio en Brasil es del orden del 25,8%, lo que pone de manifiesto la necesidad de nuevas aplicaciones para estos residuos. Este estudio propone la creación de un hormigón translúcido que utiliza residuos de vidrio como elementos conductores de luz, reduciendo así los costes de producción y promoviendo la economía circular.

Este proyecto propuso el desarrollo de un bloque de cemento translúcido mediante

el uso de residuos vítreos como alternativa económica y ecológica a la fibra óptica convencional (Prasad, 2020). El crecimiento urbano acelerado demanda materiales de construcción que no solo posean capacidades estructurales, sino que también contribuyan a la eficiencia energética. El vidrio es uno de los residuos sólidos más persistentes; su reciclaje en ciudades con infraestructura limitada es un desafío ambiental mayor.

Este trabajo creó un material híbrido que utiliza el vidrio recuperado de desechos locales para crear un concreto con capacidad de transmisión lumínica. Al sustituir la fibra óptica, que es un material costoso y de alta huella de carbono en su fabricación, por filetes de vidrio reutilizados, se democratiza el acceso a fachadas inteligentes que reducen el consumo de electricidad por iluminación artificial, alineándose con las metas de descarbonización de la Agenda 2030.

El proyecto fue realizado en Brasilia (Brasil) y es producto de una investigación realizada durante dos años con financiamiento interno y utilizando la infraestructura de los laboratorios y talleres del *UDF Centro Universitário do Distrito Federal (UDF)*. Fue un trabajo interdisciplinario involucrando las carreras de Arquitectura, Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica (Lima, 2019), contando con la colaboración de alrededor de 10 estudiantes, 3 técnicos de laboratorios y 3 profesores.

En los aspectos metodológicos son descritas las características de la mezcla, la forma como fueron configurados los elementos insertados en el bloque, la forma como fue realizado el moldeo, el método de construcción de los diferentes bloques, la descripción del material y la dosificación de los elementos de vidrio,

el proceso de fabricación de los bloques, los ensayos de resistencia mecánica y eficiencia luminosa. Los resultados presentan un producto de bajo costo, con resistencia a la compresión superior a bloques convencionales de cemento, los niveles de luminosidad son suficiente para permitir el paso de la luz, por lo que pueden ser una alternativa para la eficiencia energética, de fácil fabricación, bajo costo y que permite la reincorporación del vidrio a la cadena productiva, por lo tanto, un material altamente ecológico.

2. Breve Marco Teórico y Antecedentes

El bloque de cemento traslucido (a veces también denominado concreto transparente o concreto translúcido) está lejos de ser una idea nueva, como concepto fue comercializado e patentado por el arquitecto húngaro Aron Losonczi, siendo popularizado a partir de 2001. En Said (2020) es realizada una descripción detallada de este de esta propuesta. Según este estudio, se trata de un material polimérico, que incluye cemento, agregados y aditivos. Permite el paso de la luz y desarrolla características mecánicas superiores a las. En términos generales es posible afirmar que se trata de una tecnología innovadora en la cual fueron posicionadas fibras ópticas al concreto, para producir la translucidez. Fueron utilizadas diversas fibras hasta llegar a una configuración eficiente provocando el efecto deseado, de esta forma fue desarrollada la tecnología denominada *Light Transmitting Concrete* – LITRACON. Mahto y Kujure (2017) publicaron un estudio de revisión del estado del arte, donde muestran el proceso investigativo para la obtención de este material.

Como descrito anteriormente el LITRACON es un material innovado, el cual puede ser utilizado en diversas aplicaciones, especialmente en las construcciones modernas, las cuales, en general, tienen obstáculos para la entrada de la luz natural. Sin embargo, su alto costo aún lo limita a uso a obras de alto padrón, por lo tanto, caras (Restrepo, 2013; de Freitas y Cassol, 2018). Recientemente fue publicado un importante trabajo donde es realizada una aplicación en arquitectura de una placa de concreto translúcido, que según Paris Viviana (2026) aún requieren mejoramiento en varios aspectos de la propuesta. La propuesta de un bloque de cemento translúcido usando vidrio es una alternativa viable, que se fundamenta en la posibilidad de utilizar el vidrio como conductor lumínico aprovechando sus propiedades de reflexión y refracción. Se exploran las teorías de sostenibilidad propuestas por Boff (2017) y las características químicas del vidrio (Alzahrani, 2022) para entender la interacción entre la matriz cementicia y el agregado vítreo.

La base teórica de esta investigación se centra en la Ley de Snell - Descartes y la

reflexión interna total (Vicente e Silva, 2024). Al utilizar filetes de vidrio con un índice de refracción adecuado y una geometría controlada (circular o rectangular), es posible canalizar la luz solar a través de una masa opaca de concreto. Además, se analiza la compatibilidad química entre el cemento Portland y el vidrio, abordando la preocupación por la reacción álcali-sílice mediante el control del tamaño y la posición de los insertos.

3. Metodología Experimental

Se establecieron tres fases de experimentación para determinar la mejor configuración del material:

3.1 Diseño de la Mezcla

Se utilizó un diseño de mezcla basado en cemento Portland y arena fina, evitando agregados gruesos (grava) para no obstruir los elementos conductores. •

Proporción: 1 parte de cemento por 3 partes de arena.

- **Relación Agua/Cemento:** Ajustada para garantizar la fluidez necesaria para envolver los filetes de vidrio sin dejar vacíos (burbujas).

3.2 Configuración de los Elementos Translúcidos

Se ensayaron tres tipos de inserciones: **Vidrio Triturado:** Sustitución de agregado grueso por fragmentos de vidrio de granulometría variable. **Filetes Rectangulares:** Tiras de vidrio plano obtenidas de residuos de vidrierías. **Filetes Circulares:** Bastones de vidrio de 6 mm de diámetro posicionados de forma perpendicular a la cara del bloque.

3.3 Proceso de Moldeo

Fueron producidos bloques de 10x10x20 cm y moldeados manualmente. Los filetes se fijaron en una estructura temporal dentro del molde para asegurar su alineación antes del vertido del concreto.

3.4 Materiales y Dosificación

Se utilizó una mezcla de 1 para 3 de alto desempeño compuesta por: **Cemento:** Portland CP II-F-32 (por su alta finura). **Agregado Fino:** Arena de río lavada y tamizada para eliminar impurezas. **Conductores:** Filetes de vidrio reciclado de 6 mm de diámetro y tiras de vidrio plano de 4 mm.

3.5 Proceso de Fabricación y Curado

La fabricación de los bloques de 10x10x20 cm siguió un protocolo riguroso: **Limpieza:** Los residuos vítreos fueron tratados con alcohol para eliminar grasas. **Montaje:** Posicionamiento manual de los filetes (4-6% del volumen). **Vaciado:** Vertido por capas con vibración mecánica para eliminar porosidad. **Curado:** Inmersión en agua por 28 días para alcanzar la resistencia máxima.

Acabado:

Lijado de las caras con lija de agua (granos 80 a 600) para exponer las puntas del vidrio y maximizar la entrada de luz.

3.6 Caracterización de los Ensayos Mecánicos

La evaluación de las propiedades físicas y la integridad estructural de los bloques se realizó mediante ensayos de resistencia a la compresión simple, siguiendo los parámetros adaptados de las normas técnicas de resistencia de materiales. El objetivo fue determinar si la inclusión de residuos vítreos generaba planos de fragilidad o si, por el contrario, contribuía a la capacidad de carga del elemento.

3.6.1. Preparación y Curado de las Muestras

Antes de los ensayos, todos los cuerpos de prueba (tanto los de referencia como los experimentales) fueron sometidos a un proceso de curado húmedo durante 28 días. Según Karthikeyan et al (2022) este periodo es crítico para asegurar que la matriz cementicia alcance la hidratación necesaria para una adherencia óptima con los insertos de vidrio. Posteriormente, las caras de aplicación de carga fueron rectificadas y pulidas para asegurar una distribución uniforme de la presión.

3.6.2. Procedimiento de Ensayo de Compresión

Para la ejecución de las pruebas se utilizó una prensa hidráulica universal con capacidad de 100 toneladas, equipada con una célula de carga digital de alta precisión. El procedimiento consistió en: **Posicionamiento:** Los bloques se colocaron de forma centenaria respecto al eje de carga de la prensa. **Velocidad de Carga:** Se aplicó una carga continua y constante a una velocidad de 0,5 MPa/s hasta alcanzar la rotura del material. **Registro de Datos:** Se monitoreó en tiempo real la relación carga-deformación. El monitoreo del proceso de fisura inicial es vital en materiales compuestos con vidrio para identificar posibles fallos por desprendimiento de la interfaz vidrio-concreto.

3.6.3. Evaluación de la Rotura

Tras el colapso de las muestras, se realizó un análisis macroscópico del tipo de fractura. Se observó si el fallo fue explosivo (típico de materiales frágiles) o si la presencia de los filetes de vidrio permitió una redistribución de esfuerzos internos. Este análisis es fundamental para validar el uso del bloque en elementos de cerramiento arquitectónico donde la seguridad ante impactos es prioritaria (Lima, 2019).

3.7 Ensayo de Eficiencia Luminosa

Con el fin de validar la funcionalidad del material como elemento de iluminación pasiva y sostenible, se desarrolló un protocolo experimental de luxometría. El objetivo principal fue cuantificar la capacidad de transmitancia luminosa de los prototipos bajo condiciones controladas.

3.7.1 Instrumentación y Ambiente de Prueba

Para la medición del flujo luminoso se utilizó un luxómetro digital de alta precisión, capaz de registrar variaciones ambientales en unidades de lux. Las pruebas se realizaron en un entorno simulado de aislamiento lumínico, garantizando que la captación del sensor correspondiera exclusivamente a la luz canalizada a través

de los filetes de vidrio insertados en el bloque.

3.7.2 Procedimiento Experimental para el Ensayo de Eficiencia Luminosa

El protocolo se ejecutó siguiendo las etapas detalladas a continuación:

Simulación de Incidencia: Se utilizó luz solar directa como fuente de energía incidente sobre una de las caras del bloque. **Aislamiento del Entorno:** Se empleó un ambiente sellado (caja de simulación) donde la única entrada de luz permitida era la sección del bloque de concreto translúcido. **Captación de Datos:** El luxómetro se posicionó en el centro del ambiente sellado, en la cara opuesta a la incidencia, para medir el flujo lumínico transmitido. **Comparativa de Geometrías:** Se realizaron mediciones diferenciadas para los bloques con filetes circulares y filetes rectangulares para determinar qué morfología optimiza la refracción.

3.7.2 Análisis de Transmitancia

La eficiencia se determinó comparando los lux obtenidos en la cara de salida frente a la intensidad del sol incidente (estimada entre 5.000 y 20.000 lux). Los resultados permitieron verificar que la pureza del material y la disposición de los filetes (6% del volumen del bloque) son los factores determinantes para el flujo lumínico final.

4. Análisis de Resultados y Discusión

4.1 Desempeño Mecánico (Resistencia a la Compresión)

Los ensayos de rotura realizados a los 28 días mostraron resultados sorprendentes. Mientras que el concreto de referencia (sin vidrio) alcanzó **7,71 MPa**, los bloques con inserciones de vidrio demostraron una mejora estructural: El bloque con vidrio vertical llegó a **10,21 MPa**, el bloque con vidrio horizontal soportó **9,50 MPa**. Es posible afirmar que el vidrio, al tener una resistencia intrínseca alta, actuó como un micro pilar dentro de la matriz, siempre que la adherencia entre el vidrio y el cemento fuera óptima. Los resultados demuestran que el vidrio no solo no debilita la estructura, sino que actúa como un refuerzo. El aumento de la resistencia sugiere que la orientación vertical de los filetes ayuda a distribuir las

cargas de compresión, superando la resistencia de un bloque estándar.

4.2 Eficiencia Lumínica (Transmitancia)

Utilizando un luxómetro y una fuente de luz controlada (simulando 10.000 lux de incidencia solar), se midió la salida de luz en la cara posterior: **Configuración Circular:** Permitió el paso de **1.282 lux**. **Configuración Rectangular:** Permitió el paso de **1.140 lux**. **Configuración Triturada:** No presentó transmitancia medible (0 lux), confirmando que la luz requiere un camino físico continuo para atravesar el material opaco. Las mediciones con luxómetro revelaron que la geometría circular es superior: **Bloque Circular:** 1.282 lux (Promedio). **Bloque Rectangular:** 1.140 lux (Promedio). Este flujo lumínico permite que, en un muro de una habitación estándar, se pueda alcanzar un nivel de iluminación funcional solo con luz solar, reduciendo hasta un 15% el gasto energético anual en iluminación.

5. Productos Finales

En la Figura 1, es mostrada una probeta rectangular fabricada con filetes de vidrios rectangulares que fueron aprovechados de ventanas quebradas en diversos sectores del **UDF**.



Figura 1. Probeta rectangular con filetes de vidrios rectangulares

En los laboratorios del área de saludo del **UDF** existía una gran cantidad de instrumentos de vidrio usadas en experimentos y clases prácticas, uno de estos eran las varillas agitadoras, fueron escogidas por su forma cilíndrica y con ellos construidas probetas rectangulares, que son mostradas en la Figura 2.



Figura 2. Probetas rectangulares con filetes de vidrios cilíndricos

Después de realizadas las pruebas de compresión con las probetas rectangulares fueron fabricados los bloques con el mismo tipo de vidrio e iniciada la verificación visual de la capacidad que el material presentaba para permitir el paso de luz natural, una de estas constataciones visuales es mostrada en la Figura 3.



Figura 3. Bloque rectangular filetes de vidrios rectangulares al contraste de la luz natural.

Con el objetivo de realizar comparaciones entre el material propuesto y el concreto convencional (sin adicionar vidrio) fueron elaboradas probetas cilíndricas idénticas a las exigidas por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (NBR). El resultado de esta actividad permitió obtener la probeta mostrada en la Figura 4.



Figura 4. Probeta cilíndrica con vidrios cilíndricos al contraste con la luz natural.

Al final de la investigación fueron producidas diferentes configuraciones experimentales con los cuales fueron realizadas las pruebas de laboratorios y comparados los resultados con materiales convencionales, en la Figura 5 son presentados algunos de estos productos.



Figura 5. Conjunto de bloques experimentales

6. Conclusiones

El estudio valida que la sustitución de fibra óptica por residuos vítreos es técnica y económicamente viable. El material resultante no solo cumple con funciones estéticas, sino que presenta una resistencia mecánica superior al concreto convencional de la misma dosificación. Se concluye que el concreto translúcido artesanal es una alternativa interesante para la arquitectura sustentable, puede ser

usado en la construcción civil democratizando el acceso a tecnologías de eficiencia energética. Este material ofrece una oportunidad para proyectos de paraderos de buses, fachadas de escuelas rurales, en aplicaciones en espacios donde haya necesidad de aprovechamiento de la luz natural o donde esta es escasa en invierno, siendo una alternativa también como elementos estructurales con características de resistencia, eficiencia y durabilidad. Importante también de resaltar que este material puede volver a ser reutilizado al final de su vida útil, cumpliendo así, el ciclo de reciclabilidad.

Referencias

- Alzahrani, A. (2022). *A Review of Glass and Crystallizations of Glass-Ceramics*. Advances in Materials Physics and Chemistry. 12. 261-288. 10.4236/ampc.2022.1211018.
- Boff, L. (2017). *Sustentabilidad: Qué es y qué no es* (3ª ed.). Editorial Sal Terrae.
- de Freitas, C. A. F., Cassol, G. (2018). *Concreto translúcido com adição de fibras ópticas*. Ignis. Caçador. 7(2), 19-33.
- Lima, L. H. T. T. V. (2019). *Proposta de concreto translúcido com uso de vidro reutilizado*. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso, UDF Centro Universitário do Distrito Federal. Brasília. Brasil.
- Mahto, S., Kujure, J. (2017). *Light weight translucent concrete*. International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM), 4(3), 112-115.
- Moraes C., Lutti G., Victorino T. (2022). *Guia de Reciclagem de vidro*. 1ª Ed. São Paulo, ABIVIDRO.
- Paris-Viviana, O., Martin-Goñi, P., Corominas, A., & Pons-Valladares, O. (2026). *Experimental Characterisation of Translucent High-Performance Concrete Tiles Incorporating Recycled Glass for Architectural Envelopes*. Buildings, 16(6), 1163.
- Prasad, C. V. S., Reddy, T. S., Jogi, P. (2020). *An Experimental Investigation on Light Emitting Concrete - Translucent Concrete*. Xi'an Jianzhu Keji Daxue Xuebao/Journal of Xi'an University of Architecture & Technology. XII. 2747-

2756. 10.37896/JXAT12.04/1008.

Karthikeyan, S., Deepiha, S., Dinesh, K., Chriswin, F. (2022). *An Experimental Study on the Impact of Incorporating Glass on the Photocatalytic Capacity of Concrete Blocks*, Materials Research Proceedings, 23, 114-121.

Said S. S. (2020) *State-of-the-art developments in light transmitting concrete*, Materials Today: Proceedings, 33(4),1967-1973, ISSN 2214-7853. Restrepo, L. M.

C. (2013). *Concreto Translúcido: estudo experimental sobre a fabricação de painéis de concreto com fibra ótica e as suas aplicações na arquitetura*. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo. UnB, Universidade de Brasília, Brasília. Brasil.

Vicente, I., Silva, S. (2024). *A natureza quântica da luz e a lei de Snell-Descartes*. Revista Brasileira de Ensino de Física. 46. 10.1590/1806-9126-RBEF 2023-0368.

Trabajando colaborativamente: historia, desarrollo y proyección de la Red Campus Sustentable y MetaRed Chile

Mónica Alacid Jaramillo

Médico Veterinario Mg. Medio Ambiente

Jefa Oficina de Sustentabilidad

Universidad Austral de Chile

monicaalacid@uach.cl

Resumen

En las últimas décadas, las instituciones de educación superior han enfrentado transformaciones profundas impulsadas por la crisis climática, los avances tecnológicos y las crecientes demandas sociales. En este contexto, han surgido iniciativas colaborativas que buscan fortalecer las capacidades institucionales y promover cambios estructurales. Entre ellas, la Red Campus Sustentable y MetaRed Chile se han consolidado como actores clave en Chile, impulsando respectivamente la sustentabilidad y la transformación digital en el sistema universitario. Este texto presenta un recorrido detallado por su origen, evolución y principales actividades, con especial énfasis en los últimos cinco años, así como una reflexión sobre su impacto y proyección futura.

Un punto de partida común: universidades frente a nuevos desafíos

A comienzos del siglo XXI, las universidades comenzaron a experimentar una presión creciente por redefinir su rol en la sociedad. Ya no bastaba con formar profesionales o generar conocimiento; se hacía necesario responder a problemas globales complejos como el cambio climático, la desigualdad y la digitalización acelerada.

En Chile, esta transformación no ocurrió de manera aislada. Por el contrario, fue el resultado de múltiples esfuerzos individuales que, con el tiempo, comenzaron a articularse en redes de colaboración. Fue precisamente en ese espacio intermedio —entre lo institucional y lo colectivo— donde surgieron iniciativas como la Red Campus Sustentable y MetaRed Chile.

El surgimiento de una conciencia ambiental compartida

La historia de la Red Campus Sustentable se remonta a los años previos a 2012, cuando distintos profesionales vinculados a universidades chilenas comenzaron a coincidir en un diagnóstico común: la sustentabilidad estaba siendo abordada de manera fragmentada y, en muchos casos, marginal dentro de las instituciones.

Lo que en un inicio fueron conversaciones informales, seminarios aislados y pequeños proyectos, comenzó a tomar forma como una red organizada. Entre 2012 y 2015, este esfuerzo se consolidó en una estructura formal que permitió articular a diversas instituciones de educación superior bajo un propósito común: integrar la sustentabilidad en el corazón del quehacer universitario.

Desde el comienzo, la red adoptó una mirada amplia. No se trataba únicamente de reciclar o reducir consumos energéticos, sino de repensar la universidad en su conjunto. La sustentabilidad se entendía como un eje transversal que debía permear la gestión, la docencia, la investigación y la vinculación con el entorno.

De la intención a la acción: primeros años de la Red Campus Sustentable

Los primeros años de la red estuvieron marcados por la construcción de confianza y la generación de herramientas comunes. Las instituciones participantes comenzaron a compartir experiencias, identificar brechas y desarrollar diagnósticos que permitieran comprender el estado real de la sustentabilidad en la educación superior chilena.

Uno de los avances más significativos en esta etapa fue el desarrollo del sistema RESIES (Reporte y Evaluación de la Sustentabilidad en las Instituciones de

Educación Superior), un instrumento diseñado para medir y evaluar el desempeño en sustentabilidad de las instituciones. Este sistema no solo permitió generar indicadores comparables, sino que también instaló la idea de que la sustentabilidad debía ser gestionada con el mismo rigor que otros ámbitos institucionales.

Paralelamente, comenzaron a organizarse encuentros nacionales que reunían a profesionales de distintas universidades. Estos espacios se transformaron rápidamente en instancias clave de aprendizaje colectivo, donde se compartían experiencias, se discutían desafíos comunes y se proyectaban nuevas líneas de trabajo.

La consolidación: el rol del Acuerdo de Producción Limpia

Si hubo un punto de inflexión en la trayectoria de la Red Campus Sustentable, fue la implementación de los Acuerdos de Producción Limpia (APL) en el sector de educación superior. Estos instrumentos, desarrollados en conjunto con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, permitieron pasar de iniciativas aisladas a compromisos institucionales concretos.

El primer APL sentó las bases, pero fue el segundo —implementado principalmente en el período 2020–2025— el que marcó una verdadera consolidación. Este acuerdo incorporó más de un centenar de acciones distribuidas en ámbitos tan diversos como gobernanza, gestión operativa de los campus, eficiencia energética, carbono neutralidad, compras sustentables, y por supuesto, la más relevante por su efecto multiplicador: academia.

Lo relevante de este proceso no fue solo la cantidad de acciones, sino su profundidad. Muchas universidades comenzaron a incorporar la sustentabilidad en sus planes estratégicos, crearon unidades especializadas y establecieron políticas institucionales que antes no existían.

Los últimos cinco años: expansión, profesionalización e impacto

El período comprendido entre 2020 y 2025 ha sido especialmente significativo para la Red Campus Sustentable. Lejos de limitarse a consolidar lo ya avanzado, la red ha ampliado su alcance y ha profundizado su impacto, no sólo a nivel nacional, pues la RCS ya está instalándose a nivel sudamericano.

Durante estos años, se han multiplicado los espacios de formación y capacitación, abordando temas como huella de carbono, economía circular y sustentabilidad curricular. Asimismo, se han fortalecido los Grupos de Trabajo, que permiten abordar problemáticas específicas con mayor profundidad.

Los encuentros, tanto nacionales como internacionales, han seguido siendo un pilar fundamental. En ellos, no solo participan universidades chilenas, sino también instituciones de otros países, lo que ha permitido posicionar a Chile como un referente regional en sustentabilidad universitaria.

Otro aspecto relevante ha sido la creciente vinculación con organismos públicos e internacionales. Esto ha permitido que las experiencias desarrolladas en el ámbito universitario comiencen a influir en políticas públicas y estrategias nacionales.

Un cambio cultural en las universidades

Más allá de los indicadores y las certificaciones, el principal impacto de la Red Campus Sustentable ha sido cultural. La sustentabilidad ha dejado de ser un tema periférico para convertirse en un elemento central en la identidad de muchas instituciones.

Hoy es común encontrar universidades que cuentan con políticas ambientales, planes de carbono neutralidad, programas de gestión de residuos y asignaturas vinculadas al desarrollo sostenible. Este cambio no ha sido espontáneo, sino el resultado de años de trabajo colaborativo impulsado por la red.

La irrupción de la transformación digital: el nacimiento de MetaRed Chile

Mientras la Red Campus Sustentable avanzaba en el ámbito ambiental, otro proceso comenzaba a tomar fuerza en las universidades: la digitalización. Si bien este fenómeno ya estaba presente desde hace años, fue la pandemia de COVID-19 la que aceleró su desarrollo de manera abrupta.

En este contexto emerge con fuerza MetaRed Chile, como parte de una red iberoamericana impulsada por Universia y el Banco Santander.

Su objetivo era claro: generar un espacio de colaboración que permitiera a las universidades enfrentar los desafíos de la transformación digital de manera conjunta.

La historia de MetaRed S en Chile

La historia de MetaRed S en Chile forma parte de un proceso más amplio de colaboración entre universidades iberoamericanas que comenzó algunos años antes. MetaRed nació en 2018, en el marco del IV Encuentro Internacional de Rectores Universia, con el propósito de generar redes de colaboración entre instituciones de educación superior para compartir conocimientos, experiencias y buenas prácticas frente a los grandes desafíos que enfrenta la universidad del siglo XXI.

Con el tiempo fueron surgiendo distintas redes temáticas dentro de MetaRed. Entre ellas, MetaRed S, orientada específicamente a la sustentabilidad y la responsabilidad social de las instituciones de educación superior.

En Chile, este proceso tomó forma concreta durante 2023, cuando se constituyó formalmente MetaRed S Chile. Su creación respondió a la necesidad de fortalecer la colaboración entre las universidades chilenas en materias de sustentabilidad y de articular los esfuerzos que distintas instituciones ya venían desarrollando.

El primer Encuentro Nacional de MetaRed S Chile, realizado en abril de 2023, marcó el inicio formal de esta nueva etapa. Desde sus comienzos participaron instituciones de distintas regiones y tipos de administración, junto con organizaciones que ya tenían una trayectoria importante en la promoción de la sustentabilidad universitaria, como la Red Campus Sustentable.

Desde el principio, la intención fue ir más allá del intercambio de experiencias. MetaRed S buscó convertirse en un espacio para generar conocimiento, desarrollar capacidades, compartir indicadores y promover la incorporación de la sustentabilidad en la gestión y en la estrategia institucional de las universidades.

En ese contexto, la Universidad Austral de Chile tuvo una participación temprana y significativa. En agosto de 2023, la UACH recibió en Valdivia al Comité Ejecutivo de MetaRed S Chile, convirtiéndose en sede de una de sus primeras reuniones presenciales. Durante esos días, la Universidad tuvo la oportunidad de mostrar algunas de sus experiencias y avances en sustentabilidad, entre ellas el Puerto Solar (iniciativa privada pero que se enlaza con la UACH a través del puerto de la Facultad de Cs. Económicas y Administrativas), las iniciativas vinculadas a energía y movilidad, el Centro de Humedales y la Unidad de Manejo Integral de Residuos.

Este encuentro fue particularmente significativo porque permitió mostrar que la sustentabilidad universitaria no se limita a una sola dimensión. En la UACH convivían experiencias vinculadas a la gestión de residuos, energía, biodiversidad, investigación, infraestructura y vinculación con el territorio, precisamente la mirada integral que MetaRed S buscaba promover.

Durante 2024, la red comenzó a consolidarse. El segundo Encuentro Nacional de MetaRed S Chile se realizó en la Universidad Católica del Norte y reunió a representantes de más de veinte instituciones de educación superior. El foco comenzó a desplazarse hacia una pregunta fundamental: ¿cómo lograr que la sustentabilidad deje de ser un conjunto de iniciativas aisladas y pase a formar parte de la estrategia institucional de las universidades?

Este cambio de mirada fue importante. La sustentabilidad comenzó a entenderse cada vez más como un asunto que debía involucrar a las autoridades universitarias, la planificación estratégica, la gestión, la docencia, la investigación y la vinculación con el medio.

Ese mismo período significó además una mayor proyección internacional para Chile. La Universidad de Chile acogió encuentros internacionales de los grupos de trabajo de MetaRed S, fortaleciendo el papel del país dentro de esta red iberoamericana.

En 2025, MetaRed S Chile dio un nuevo paso. El tercer Encuentro Nacional, realizado en la Universidad de O'Higgins, puso en el centro un desafío que hoy es fundamental para las universidades: la incorporación de la sustentabilidad en el currículo y en la formación de los estudiantes.

La discusión comenzó entonces a avanzar desde la gestión hacia la pregunta por el tipo de profesional que las universidades están formando. Ya no bastaba con que una institución tuviera políticas ambientales, programas de reciclaje, eficiencia energética o iniciativas de vinculación territorial. El desafío era conseguir que la sustentabilidad formara parte de las competencias y capacidades de quienes egresan de las universidades, independiente de la carrera que hubieran estudiado.

De esta manera, MetaRed S Chile fue ampliando progresivamente su mirada: desde la colaboración entre instituciones, hacia la gestión estratégica, y posteriormente hacia la transformación de la formación universitaria.

En 2026, la red dio otro paso importante con la creación de los Sellos de Reconocimiento MetaRed S, destinados a distinguir distintos niveles de avance de las instituciones en materia de sostenibilidad: Compromiso, Liderazgo y Transformación.

La creación de estos sellos representa un cambio significativo, porque la red comienza no solamente a promover la sustentabilidad, sino también a reconocer y visibilizar diferentes niveles de madurez institucional.

En esta primera entrega, la Universidad Austral de Chile recibió el Sello de Compromiso MetaRed S 2026, reconocimiento que da cuenta de los avances que la institución ha desarrollado en materia de sustentabilidad.

Así, en apenas unos pocos años, MetaRed S Chile ha pasado de ser una iniciativa destinada principalmente a conectar a las universidades, a convertirse en un espacio de colaboración para impulsar una transformación más profunda de la educación superior.

Su trayectoria muestra una evolución bastante clara: primero, crear comunidad y compartir experiencias; luego, incorporar la sustentabilidad en la estrategia y gestión institucional; posteriormente, llevarla al currículo y a la formación de los estudiantes; y finalmente, avanzar hacia sistemas que permitan reconocer y medir el nivel de madurez de las instituciones.

En ese recorrido, la Universidad Austral de Chile ha tenido una participación desde los primeros momentos de MetaRed S Chile. Su presencia desde la etapa inicial y la realización en Valdivia de una de las primeras reuniones presenciales de su Comité Ejecutivo muestran que la UACH no se incorpora tardíamente a este proceso, sino que forma parte de la construcción de la red desde sus inicios.

Referencias

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. (2022). Acuerdos de Producción Limpia en educación superior.

Banco Santander. (2024). MetaRed y transformación digital universitaria.

Red Campus Sustentable. (2020). Acuerdo de Producción Limpia para Instituciones de Educación Superior.

Red Campus Sustentable. (2023). Reporte RESIES.

Universia. (2023). Redes universitarias en Iberoamérica.

UNESCO. (2023). Educación para el desarrollo sostenible.

Memorias del mar: reconstrucción de un pez del Mioceno en la costa de Chile

Thiare Danae Berkhoff Godoy

Bióloga Marina, Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile

thiareberkhoff@gmail.com

Dra. Karen Moreno Fuentealba

Paleobióloga, Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile

karenmoreno@uach.cl

Introducción

El océano guarda una extensa memoria, profunda en el tiempo. Esa no es una memoria inmediatamente visible o fácilmente transcribible, sino una que se deposita lentamente, capa sobre capa, en sedimentos que parecen inertes pero que contienen historias de vida, transformación y que al desaparecer han dejado registros. En las costas del sur de Chile, donde el viento, la lluvia y el oleaje modelan continuamente el paisaje desde tiempos pasados, esa memoria emerge en forma de fósiles: fragmentos de organismos que habitaron mares antiguos y que hoy, millones de años después, vuelven a la superficie como testigos silenciosos de otros ecosistemas, muy distintos, sorprendentes, pero que fueron posibles.

En una estantería de las colecciones del Laboratorio de Macropaleontología de la Universidad Austral de Chile reposaba, desde hacía años, una roca conteniendo un fósil (con código GEOUACHP-FRA-020) proveniente de la localidad de Punta El Fraile, en la Región del Biobío, colectado por el Dr. Sven Nielsen. El ejemplar había sido identificado y rotulado como parte del género *Hypoplectrodes* (Gill, 1862), un pez marino perteneciente a la familia de los serránidos, que hoy por hoy son típicamente asociados a ambientes cálidos, como los que hay en el actual Isla de

Pascua o en Australia. A simple vista, no parecía haber mucho más que decir. Ya había sido realizada una Tesis de Magíster en Paleontología sobre el material, con la que junto con determinar el parentesco con los *Hypoplectrodes* actuales, José Pérez describía los restos de un cráneo bien preservado, incrustado en roca, procedente de sedimentos marinos de hace 15 millones de años.

Sin embargo, una observación más detallada y utilizando mayor tecnología permitió replantear esta primera aproximación. A diferencia de los ejemplares actuales del género, el fósil tiene proporciones notoriamente mayores. Esta diferencia dejó de ser una simple curiosidad para convertirse en el punto de partida de la investigación, cuyo objetivo principal fue reevaluar la identificación taxonómica del espécimen mediante herramientas actuales de análisis morfológico y reconstrucción digital. La inquietud general era determinar si este ejemplar efectivamente pertenecía al género *Hypoplectrodes* o si debía ser asignado a otro grupo si es que se observaban caracteres no visibles en la superficie de la roca. En este contexto, el uso de técnicas no invasivas permitió explorar su anatomía interna sin comprometer la integridad del material. ¿Estábamos realmente ante un representante del mismo grupo, o acaso frente a una forma desconocida de pez que habitó los mares chilenos hace más de 15 millones de años? ¿Podría tratarse de una especie nueva? ¿O simplemente un error de clasificación? ¿Qué nos puede decir del pasado? Estas preguntas dieron lugar a este estudio que se desarrolló bajo el marco de una tesis de pregrado en la carrera de Biología Marina, una investigación que permitió entrelazar la vida del pasado con el mundo oceánico moderno.

Contexto geológico y material de estudio

Punta El Fraile es una pequeña localidad costera ubicada al sur de la Región del Biobío (37°46' S; 73°20' O). Desde sus acantilados puede observarse la dinámica constante del océano Pacífico golpeando con fuerza las rocas; sin embargo, bajo sus capas sedimentarias, se encuentra parte del registro marino antiguo de Chile central: la Formación Ranquil (García, 1968). Según Nielsen & Glodny (2009) y Finger (2013), esta unidad geológica tiene una edad establecida para el Mioceno temprano, también conocido como Mioceno inferior, un periodo de tiempo que

abarca aproximadamente desde los 23 millones de años hasta 15 millones de años atrás.

Fue en esta región donde se recuperó una roca ovalada con una curiosa prominencia: restos de lo que parecía ser un cráneo de pez bien preservado y articulado. La pieza se encontraba almacenada en las colecciones del Laboratorio de Macropaleontología de la Universidad Austral de Chile y había sido previamente identificada y descrita por Pérez (2017) quien detalló las estructuras visibles externamente. En dicho trabajo, el fósil fue asignado taxonómicamente al género *Hypoplectrodes*, un grupo de peces pequeños destacados por el patrón de coloración de sus escamas y representados en la actualidad por especies distribuidas en islas del Pacífico suroriental, así como en aguas del sur de Australia y Nueva Zelanda (Baldwin, 1990). Se trata de un género perteneciente a la familia de los peces serránidos, cuyos integrantes exhiben una amplia diversidad morfológica y suelen habitar fondos rocosos en mares tropicales y subtropicales, principalmente en plataformas continentales, a profundidades que generalmente no superan los 300 metros de profundidad (Rojas & Pequeño, 2001; Helfman et al., 2009).

Cómo uno se interna en la estructura misma del fósil

Si la superficie del fósil mostraba un alto nivel de preservación, cabía preguntarse si en su interior se conservaban estructuras anatómicas no exploradas. En una primera etapa, se realizó una tomografía computarizada gracias a la colaboración del Área de Imagenología de la Clínica Alemana de Valdivia. Esta técnica no invasiva permitió visualizar su interior sin dañarlo, aprovechando las diferencias de densidad entre los componentes óseos y el sedimento circundante. La representación tridimensional se obtuvo a partir de estas tomografías en formato DICOM, las cuales fueron procesadas utilizando el software de código abierto 3D Slicer (versión 5.6.2). En este entorno, se realizó la segmentación manual de las imágenes, corte por corte, lo que permitió aislar e identificar las estructuras internas de la concreción. A partir de este proceso, las imágenes se integraron para generar

un volumen tridimensional, correspondiente a una réplica virtual del fósil, en la que fue posible distinguir las regiones asociadas a tejido óseo mineralizado (Fig.1)

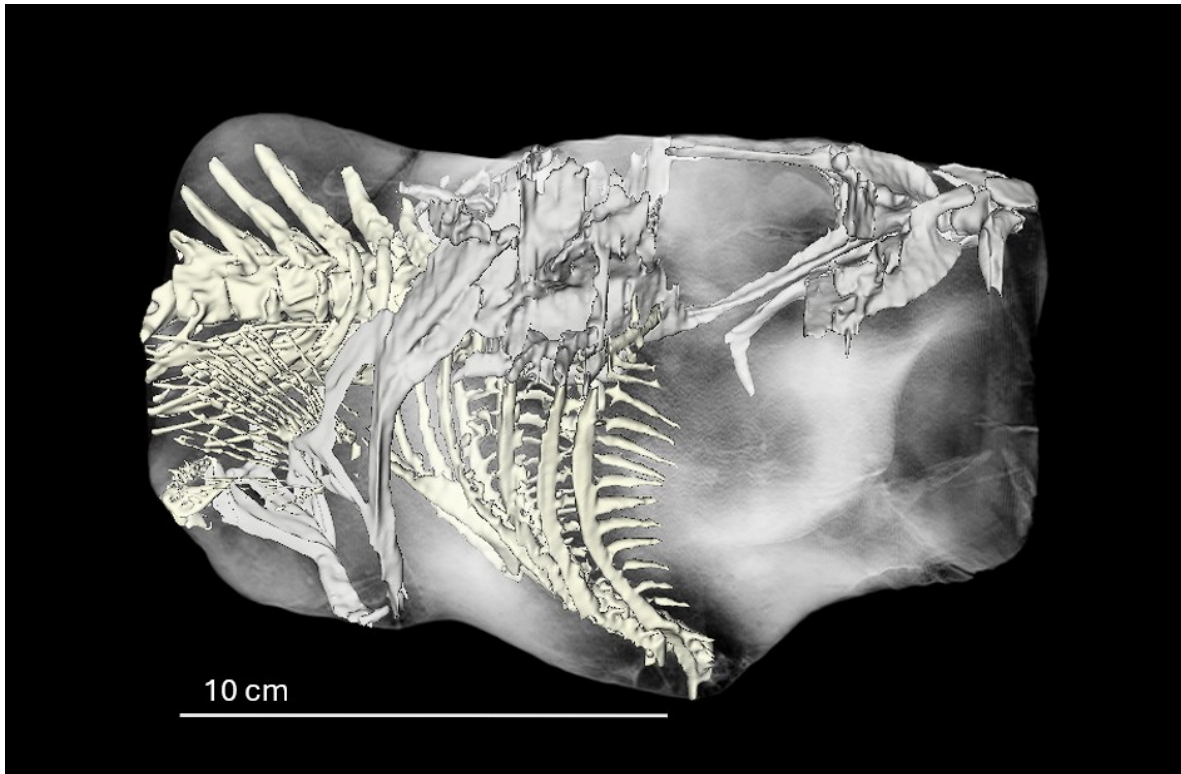


Figura 1. Visualización interna del fósil mediante tomografía computarizada y reconstrucción tridimensional. La imagen integra información de densidad obtenida por rayos X con la segmentación digital de estructuras anatómicas.

Para la descripción morfológica se utilizó la nomenclatura osteológica (es decir, los nombres de los huesos) detallada por Cervigón (1980). Mientras que la identificación taxonómica (la clasificación de las especies) para determinar el género está sustentada por las características diagnosticas propuestas por Rojas & Pequeño (1998) y Anderson & Heemstra, (2012). Finalmente, para la estimación de la longitud total del pez fósil, se utilizó una ecuación alométrica propuesta por Anderson & Heemstra (1989), quienes establecieron una relación entre la longitud de la cabeza (HL), tomada desde el extremo anterior del pez hasta el borde posterior del opérculo, y la longitud total (TL) para *Hypoplectrodes semicinctum*.

Resultados con sorprendente detalle

La reconstrucción digital reveló aspectos anatómicos inéditos, como el molde de lo que sería el cerebro, huesos internos del neurocráneo, el aparato branquial, parte de la columna vertebral, además de una aleta pectoral casi completa. Esta información permitió acceder a una visión integral del fósil, tanto externa como interna. A partir de estas observaciones, fue posible confirmar la asignación del ejemplar al género *Hypoplectrodes*. Esta clasificación taxonómica se sustenta en la presencia de caracteres diagnósticos específicos, como una tercera espina en el opérculo, la disposición de las espinas antrorsas del preopérculo y la presencia de 21 branquiespinas en el primer arco branquial. Asimismo, con base en la ecuación alométrica, se estimó una longitud total aproximada de 52,5 cm, valor que supera casi dos veces el rango descrito para representantes actuales del género, que solo llega a los 30 cm (Baldwin, 1990).

Discusión

La asignación del ejemplar al género *Hypoplectrodes* permite situarlo dentro de un marco biogeográfico que difiere del actual. En la actualidad, este género se distribuye principalmente en aguas cálidas de sistemas insulares del Pacífico suroriental, como el archipiélago Juan Fernández, por lo que su presencia en el margen continental chileno durante el Mioceno sugiere una distribución más amplia en el pasado, asociada a corrientes de mayor temperatura. Esta diferencia se relaciona con cambios en las condiciones oceánicas, evidenciados por variaciones en la distribución de distintos grupos, como moluscos, foraminíferos, perezosos marinos e incluso registros de cocodrilos nadando en las costas de Chile durante el Mioceno, lo que indica temperaturas marinas más elevadas y una dinámica de corrientes distinta a la actual. Esto se explica porque la Antártica no se encontraba completamente aislada y el sistema de corrientes frías aún no estaba plenamente desarrollado. A medida que el continente se enfrió y se estableció la circulación oceánica a su alrededor, comenzaron a generarse masas de agua fría que avanzaron hacia el norte. Este proceso dio origen, con el tiempo, a sistemas como la Corriente de Humboldt. Por lo tanto, durante el Mioceno temprano, zonas que hoy

presentan condiciones frías habrían tenido ambientes templados o incluso subtropicales.

Por otra parte, la longitud estimada para el ejemplar, mayor a la observada en representantes actuales del género, plantea una diferencia que llama la atención. Aunque esto obviamente no afecta su asignación taxonómica, puede interpretarse de distintas maneras: ¿Será un individuo dentro del rango de variación de la especie?, o podría ser un linaje extinto que si podía llegar a ese gran tamaño. Diferencias de este tipo son comunes en otros contextos paleontológicos, porque los tamaños no suelen coincidir con los observados en especies actuales. Estas consideraciones resultan coherentes con el contexto paleoambiental del Mioceno temprano, con ambientes más cálidos y con alta productividad costera, que favorecieron configuraciones ecológicas distintas. Efectivamente, había más comida, hábitat más grande y la calidez del agua eran muy favorables para que *Hypoplectrodes* creciera, condiciones que ya no están presentes.

En este marco, la identificación del ejemplar permite aportar a la comprensión de la historia de los ecosistemas marinos en la costa de Chile. La presencia de linajes hoy restringidos geográficamente sugiere que la composición y distribución de la fauna marina han experimentado cambios significativos a lo largo del tiempo. Esto abre interrogantes sobre los factores que han modelado estos procesos: ¿qué factores permitieron la existencia de organismos de mayor tamaño en el pasado? ¿qué cambios ambientales y ecológicos llevaron a la actual distribución del género? ¿qué rol jugaron las fluctuaciones climáticas y oceanográficas en estos procesos? Si bien estas preguntas exceden los alcances de este trabajo, permiten situar el caso estudiado dentro de un contexto más amplio, donde los registros fósiles aportan evidencias para reconstruir escenarios pasados y comprender la dinámica de cambio en sistemas marinos.

Más allá de su valor científico, este hallazgo también aporta a la forma en que se entiende el patrimonio paleontológico. Los fósiles constituyen registros materiales que permiten reconstruir condiciones ambientales del pasado y reconocer cambios de largo plazo en los ecosistemas marinos. En este sentido, su estudio no solo

contribuye a la descripción de organismos extintos, sino que también ofrece una perspectiva para comprender procesos que continúan en el presente. Integrar esta mirada en la valoración del patrimonio permite ampliar la noción de sustentabilidad, incorporando el reconocimiento del registro natural como parte de la historia del planeta.

Referencias

Anderson, W. D., & Heemstra, P. C. (1989). Ellerkeldia, a junior synonym of Hypoplectrodes, with redescrptions of the type species of the genera (Pisces: Serranidae: Anthiinae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 102(4), 1001-1017.

Anderson, W. D., & Heemstra, P. C. (2012). Review of Atlantic and eastern Pacific anthiine fishes (Teleostei: Perciformes: Serranidae), with descriptions of two new genera. *Transactions of the American Philosophical Society*, 102(2), i-173.

Baldwin, C. C. (1990). Morphology of the larvae of American Anthiinae (Teleostei: Serranidae), with comments on relationships within the subfamily. *Copeia*, 913-955.

Cervigón, F. (1980). Ictiología marina; con atención especial a la fauna del Continente Americano. v. 1.

Finger, K. L. (2013). Miocene foraminifera from the south-central coast of Chile. *Micropaleontology*, 59.

García, F. 1968. Estratigrafía del Terciario de Chile central. Simposio Terciario de Chile, Zona Central (Cecioni, G.; editor). Editorial Andrés Bello:25-58.

Gill, T. 1862. Remarks on the Relations of the Genera and Other Groups of Cuban Fishes. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 14:235-242.

Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). *The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology*. John Wiley & Sons.

Nielsen, S. and Glodny, J. 2009. Early Miocene subtropical water temperatures in the southeast Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 280 (3–4):480-488.

Pérez, J. (2017). A New Serranid Fossil (Actinopterygii, Perciformes) From the early miocene of the Arauco region, Chile. (Master thesis, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia).

Rojas, J. R., & Pequeño, G. (1998). Revisión taxonómica de los peces de la subfamilia Anthiinae del Pacífico suroriental chileno (Pisces: Serranidae: Anthiinae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 33(2), 163-198.

Rojas, J. R., & Pequeño, G. (2001). Revisión taxonómica de especies de las subfamilias Epinephelinae y Serraninae (Pisces: Serranidae) de Chile. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 157-171.

Turberas: Peligra el agua dulce en Chiloé

Mg (c) Gabriela Navarro Manzanal

Ecóloga Paisajista, Encargada de Vinculación y Comunicación de las Ciencias,

UACH Sede Puerto Montt

Los “**Humedales**” constituyen ecosistemas de transición entre un ambiente terrestre y otro acuático, son zonas de interacción que generan condiciones favorables y únicas para la presencia de una gran variedad de especies de plantas, animales y otros organismos interdependientes, características que los convierte en uno de los ecosistemas más complejos e importantes para la conservación de la biodiversidad. Generalmente se los identifica como superficies cubiertas de agua, de manera permanente o temporal, o áreas en las que el agua subterránea que se encuentra a una baja profundidad aflora a la superficie. Bajo el concepto de ecosistemas de humedales se incluyen los bordes lagos, lagunas, ríos, arroyos, estuarios, marismas, pantanos y turberas, entre otros. Es así como, en la Provincial de Chiloé, podemos identificar dos grandes grupos de humedales: **Costeros y Continentales**.

Dentro de los humedales continentales, se encuentran las Turberas un tipo de ecosistema donde se produce y acumula materia orgánica muerta, que proviene de plantas especialmente adaptadas para vivir en sitios inundados con bajo contenido de oxígeno, escasa disponibilidad de nutrientes y con pH ácido. Entre estos podemos mencionar a las **Turberas de musgo Sphagnum**, donde la especie dominante que forma la matriz de estos humedales es *Sphagnum magellanicum*, la cual entrega una cobertura vegetal de color rojizo. Este tipo de turberas son las más comunes y están distribuidas en toda la Isla Grande de Chiloé, conformando diversas asociaciones vegetales de plantas hidrófitas que crecen desde la región de Los Ríos hasta Magallanes, en las que predomina el *Sphagnum magellanicum*, o “Pompon”, una planta que tiene la capacidad de retener, hasta 20 veces su peso seco, en agua. Las condiciones de anegamiento y suelos inundados que presentan estos sitios durante gran parte del año favorecen la colonización, establecimiento y posterior acumulación del musgo *Sphagnum*, formándose así una delgada capa de

turba (materia muerta en descomposición) que origina las turberas que han sido llamadas antropogénicas o “Pomponales” con más de 170 años de antigüedad y una profundidad de máximo de 50 cm.

En la actualidad, la extracción extensiva del musgo vivo y la explotación de turba, para ser usado como sustrato en viveros y jardinería, además de aislante térmico, piso orgánico, filtros vegetales, etc., han iniciado una preocupante degradación de estos ecosistemas en el Archipiélago de Chiloé, afectando directamente a un conjunto de beneficios gratuitos a la sociedad que presentan como servicios ecosistémicos. Sólo un buen conocimiento de su funcionamiento permitirá mantener este importante rol en el tiempo, sin sobre explotar o degradar este recurso natural. Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que el planeta y la gente obtiene de manera directa o indirecta de los ecosistemas naturales. No cabe duda de que los beneficios que entregan los humedales son vitales para la supervivencia humana, en particular las turberas prestan importantes y variados servicios ecosistémicos que provocan beneficios directos para todas las personas, por lo que es muy importante su conservación.

El principal rol del Pompón en Chiloé es ser **reservorios de agua dulce**, debido a su gran capacidad de retener agua, para poder acceder durante el año a este recurso, especialmente en períodos de sequías. Esto toma mayor relevancia debido a que el archipiélago no cuenta con un suministro de agua a partir de los deshielos montañosos como ocurre en el continente, su única fuente de agua dulce proviene del almacenamiento de las precipitaciones de lluvia en el subsuelo o napas subterráneas. Lo cual se agrava bajo el contexto de la actual crisis hídrica y en un escenario donde el nivel de precipitaciones ha disminuido producto del Cambio Climático y el Calentamiento Global. Es por esto que Chiloé se encuentran en peligro debido a la falta de gestión de recursos hídricos y poco almacenamiento del agua dulce, vital para los territorios insulares. Las Turberas almacenan el agua lluvia y luego la liberan lentamente a acuíferos subterráneos, recargando los ríos. Además de actuar como depuradoras o filtro naturales de las aguas subterráneas, reteniendo sedimentos, nutrientes y otros compuestos nocivos como metales pesados.

Además, las turberas han **almacenado carbono** atmosférico durante miles de años. A nivel mundial las turberas cubren aproximadamente el 3% de la superficie terrestre del planeta y contienen aproximadamente el 30% de todo el carbono almacenado del planeta. Gracias a la acumulación de las capas de turba, donde se fija el CO₂ que está en la atmósfera (al igual que los bosques). Al capturar y almacenar carbono de la atmósfera son un buen agente de estabilización del clima y por ende su degradación o simple intervención empeora el calentamiento global y aumenta las emisiones de gas invernadero en cantidades alarmantes. Es decir, son importantes aliados en la lucha contra el cambio climático.

Otros servicios importantes son: La **conservación de la biodiversidad**, con la más de 100.000 especies conocidas de agua dulce existentes en el planeta, pasan a ser ecosistemas muy productivos en término de biomasa, y refugio de especies inusuales autóctonas de flora y fauna, conformando por ejemplo importantes espacios de nidificación de aves, cuyas rutas de migración pueden alcanzar más allá de nuestro continente. La acumulación de **archivos paleoambientales y arqueológicos**, que guardan valiosa y gran cantidad de información científica almacenada durante miles de años, depositando en indicadores como el polen, que puede ser estudiado para conocer los climas anteriores, constituye también otro servicio. La contribución a la reducción de **riesgos por desastres naturales** a través de la prevención o control de inundaciones y erosiones, entre muchos otros servicios hidrológicos. Y el **patrimonio paisajístico - cultural** de los humedales que contribuye a una imagen colectiva de las comunidades entregando pertenencia o pertinencia territorial, y al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, constituyendo lugares sagrados y educativos, soportes de leyendas mitológicas, arte y literatura. Además de la singular belleza paisajística con un gran potencial turístico y recreativo.

En Chile, hay estudios que han demostrado que la superficie y la calidad de estos humedales está disminuyendo progresivamente producto de la sobre explotación y las malas prácticas de cosecha, que llevan a un agotamiento del recurso, debido al lento crecimiento y regeneración natural de los individuos vivos, en consecuencia,

es posible que en los años venideros se pierda este recurso y los servicios que proporcionan a la comunidad de Chiloé.

Entonces se hace imperativo educar de forma urgente a la población sobre la importancia de estos medios naturales e incorporar este conocimiento en nuestras actividades cotidianas, para asegurar una integración idónea de las Turberas tanto en nuestras ciudades como en el campo, promoviendo el conocimiento sobre sus funciones ecosistémicas, para permitir gestiones de conservación, uso sustentable y ordenamiento territorial. Y sensibilizando sobre los impactos ambientales que causa la modificación de estos humedales, producto de la canalización y drenaje de las turberas, produciendo la degradación de sus funciones, liberación de CO₂, pérdida de biodiversidad, entre otras cosas. En este mismo sentido, entendiendo que la explotación no sustentable de pompón y sustitución por las plantaciones exóticas o por el desarrollo inmobiliario, como el origen de una consecuente fragmentación de hábitat y acumulación de basura industrial o domiciliaria, genera la destrucción del ecosistema y reduce la cantidad de agua almacenada en las napas freáticas y por ende su disponibilidad potencial para el consumo humano.

En resumen, la escasez de turba en Chiloé, su importancia socioambiental y el carácter de difícil renovación, debieran ser aspectos por considerar a la hora de autorizar la explotación y discutir su legislación ambiental. ¡Pues a la fecha, no existe tecnología que devuelva las características iniciales a la turbera!

Finalmente, el gran impacto social que provoca la relación entre vulnerabilidad de los acuíferos o cursos de aguas superficiales en Chiloé, y la disminución de la calidad de vida para los habitantes de la Isla Grande, se traduce en: *“Pan para hoy, pero hambre para mañana”*

Reflexiones de una Prospección de Terreno

Esteban Andrés Rodríguez Sepúlveda

Geólogo de Campo, Therium Serv. Prof. Ltda.

esteban.rodriguez@alumnos.uach.cl

Era algo triste ver los parrones abandonados mientras caminábamos por el terreno en busca de fósiles. Era claro que el lugar poseía un potencial productivo enorme, pero la mayoría de las plantas ya estaban muertas, y las supervivientes crecían con sus uvas arrastrándose por el suelo, como esperando el día de su ejecución. De pronto, entre los brotes desahuciados, vimos con asombro cómo atravesaba jugueteando, entre ramas secas y hojas amarillentas, una familia de zorros culpeos.

Actualmente en Chile se producen más de 11.700 MW gracias a la energía fotovoltaica, lo que equivale a cerca de 24.000 hectáreas. Y los pronósticos son alentadores (o desalentadores, dependiendo del punto de vista): se espera que para el 2031 en el país se produzcan aproximadamente 48.000 MW, lo que cubriría cerca de 100.000 hectáreas del territorio nacional, solo con paneles¹. A esto hay que sumarle proyectos ligados a su construcción, como lo son los Sistemas de Almacenamiento Energético (baterías BESS) y las Líneas de Transmisión Eléctrica (LTE).

“Los paneles solares están en el norte; perdidos en el desierto” suele ser el argumento definitivo de quienes consideran que la energía solar es la cúspide de las energías renovables, pero la verdad es que los desiertos no están completamente “desiertos”. En ellos también se han establecido ecosistemas complejos, a veces hasta extraños, pero a la vez hermosos y frágiles, y que han evolucionado también durante millones de años estableciéndose mucho antes de la llegada de los primeros cazadores recolectores.

¹ Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) y Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA).

Sin embargo, la prospección que realizamos como parte de este "Estudio de Impacto Ambiental", para la confección de una Línea de Base Paleontológica, no se encontraba en un páramo desértico. Y es que cada día, más y más campos fotovoltaicos comienzan a ser planificados y construidos en Chile Central, y ya avanzan hacia el sur.

Durante nuestra prospección por aquella viña abandonada del Maule, conversábamos acerca de estas casi 300 hectáreas nuevas que serían agregadas al sistema interconectado, en pos de suplir la deficiencia eléctrica que existe actualmente. Cabe mencionar que en este sitio no solo observamos esta familia de zorros, sino también culebras, aves y otros animales.

¿Se han preguntado cómo se instala un campo de paneles solares? La vegetación debe arrancarse, el terreno nivelarse y los límites del campo deben cerrarse de manera casi hermética para evitar a los intrusos, muchas veces malintencionados. En ellos no existen los corredores biológicos; no se mantienen las madrigueras de animales pequeños como cururos o culebras; y no se mantienen los árboles o arbustos nativos que a duras penas intentan restablecerse en un territorio que siempre ha sido de ellos.

Pero la intervención de estos espacios no se limita a un daño (¿necesario?) en las componentes biológicas de flora y fauna: los procesos de emparejamiento topográfico provocan la pérdida de otro recurso valioso, pero sumamente infravalorado: los suelos.

Los suelos son la "piel viva" de nuestro planeta. No es solo un soporte inerte por sobre el que nos desplazamos, sino que es la infraestructura biogeoquímica que sostiene la vida sobre la Tierra. En él se produce casi el 90% de la producción mundial de alimentos; es el mayor reservorio de carbono terrestre, lo que colabora con la mitigación del cambio climático; filtra y regula el flujo de agua y la recarga de acuíferos; son el soporte de la biodiversidad, albergando las raíces de grandes árboles y millones de microorganismos que procesan la materia orgánica, entre otras funciones ecosistémicas cruciales para el sostenimiento de la vida como la conocemos.

Lamentablemente, suele entenderse como un recurso inagotable, pero la verdad es que la formación de 1 cm de suelo que podríamos considerar “fértil”, tarda entre cientos a miles de años en formarse, lo que lo vuelve un recurso “no renovable” al menos a escala humana². Además, hay que considerar la variable espacial: menos del 7% del total de la superficie nacional continental corresponde a suelos que mantienen las condiciones fisicoquímicas necesarias para albergar cultivos de manera regular³.

Es innegable que el consumo de energía eléctrica apunta a dispararse con el paso de los años, y que necesitamos de fuentes energéticas que aseguren la conservación y/o un uso inteligente de los recursos, en pos de la biodiversidad y del bienestar general de la población. Pero, en este mundo actual, que marcha a toda prisa entre una proliferación titánica de información, ¿no deberíamos detenernos un segundo a pensar si los esfuerzos que estamos realizando en términos ambientales son realmente los más eficientes? ¿no estaremos dejando de lado fuentes alternativas de generación de energía limpia por prejuicios infundados en conocimiento técnico? ¿No será que, por miedo a una disrupción en nuestro sistema de mitigación de impacto ambiental, estemos cayendo precisamente en lo que nos enseñó la fábula de “el zorro y las uvas”?

² Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura; Sociedad Chilena de Ciencia del Suelo.

³ CIREN; MINAGRI.

Paradojas de la sustentabilidad: ¿defensa o desafío?

Sergio Maureira Silva, Magíster en Psicología Clínica, Minor en Filosofía

Contemporánea. Psicólogo Clínico en Área de Salud Mental, DAE,

Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt.

sergio.maureira@uach.cl

La sustentabilidad busca el sostenimiento en el tiempo de las condiciones de vida, impulsado en la capacidad de balancear el uso de recursos y su capacidad de recuperación y regeneración en el presente, orientado hacia a las generaciones futuras. Sin embargo, es importante considerar que sin menospreciar los avances en la materia, ni las buenas intenciones de quienes consagran su tiempo y afectos a este propósito, en ocasiones se aprecian contradicciones y/o paradojas en las prácticas que se orientan a la sustentabilidad: reutilizar redes de pesca en las salmoneras, sin cambiar el daño directo de la producción al ecosistema; las bolsas de plástico o de papel que se venden en masas y luego muchas veces no se vuelven a reutilizar; la producción de objetos de materiales no reutilizables con baja calidad y costo (que aumenta su uso masivo y aumentan desechos); celulares con sistemas operativos que caducan y permiten reutilizar equipos; el uso de materiales de madera para artículos con sello verde, que muchas veces implican un daño al ecosistema a pesar del intento de reciclar o reutilizar, considerando que un árbol fue finalmente talado para aquello se acepte o no dicha realidad.

Estas situaciones podrían interpretarse como una promesa de sustentabilidad que no se logra, ya que se transforma en un optimismo cruel, en términos de lo que Berlant (2020), señala "es aquella que se establece cuando eso mismo que deseamos obstaculiza nuestra prosperidad" (p.19). Esto implica que el deseo de sustentabilidad genera un desvío que muchas veces no se considera, al ampliar el daño y no percibir el límite en la cantidad de uso de recursos, al poner en foco en un proceso de recuperación.

Por tanto, este optimismo se torna cruel al impedir activamente el propósito que nos condujo a buscarlo, por ejemplo, el deseo de seguridad en un futuro para familiares,

el amor por la naturaleza o los animales, etc. No obstante, si notamos que esto sucede ¿por qué no interrumpir estas dinámicas de producción? Esto como señala Berlant (2020) revelar la función del objeto o deseo al que apunta este optimismo cruel, que por un lado genera malestar, pero no se interrumpe, debido a que dicho malestar implica una protección a asumir una pérdida o posición en particular. En este caso, por ejemplo, disminuir las ganancias al limitar los recursos que se utilizan en la producción; cambiar los modos de validación social a través del consumo y los modos en que funcionan las relaciones geopolíticas como es el caso del petróleo y las guerras que se ocasionan a partir de ello, implicaría asumir una posición de daño, negligencia, egoísmo y abandono del noble propósito de la sustentabilidad.

Por lo tanto, lo que está en cuestión no es el deseo de sustentabilidad, sino que como señala Berlant (2020) "en lugar de adoptar la ética como una especie de ortopedia emocional de lo político, deberíamos prestar atención a las circunvoluciones del apego directamente relacionadas con el deseo de mantener la proximidad, a cualquier costo, a las aperturas potenciales signadas por las fantasías de la buena vida, la auto continuidad o la ausencia de conflicto" (p.335)

Es por ello por lo que asumir esta relación al daño y los límites de la sustentabilidad, implican asumir un conflicto con la producción, ya no en términos de reducción de daño o regeneración, sino que hay cosas que no son reversibles y por ende hacen caer la ilusión de control respecto a las consecuencias del proceso de producción y la predictibilidad de un futuro, descuidando el presente. Además, esto implicaría la caída de la ilusión de que es mejor comprar con sello verde, bajo la ficción de que las cosas no se van a transformarse en desechos, sumado a revisar el sistema de valores o lo que en realidad es importante en la vida (una reformulación del sentido existencial), considerando que los modos de pensar contemporáneos basados en el modelo capitalista de producción, resaltan lo importante de la ganancia económica a toda costa, tal como señala Guattari(1996) "lo que condena al sistema de valorización capitalista es su carácter de equivalente general, que aplasta todos los demás modos de valorización, los cuales se encuentran así alienados por su hegemonía."(p.72)

Esta equivalencia entre un desecho reutilizable y uno que no, así como el costo de talar un bosque al de pagar impuesto por responsabilidad social empresarial o una multa, implican que muchas veces el foco está en la imagen de las empresas o sus ganancias económicas, al reducir costos (como disminuir la compra de papel para imprimir o higiénico) que se presentan como compromisos sociales e implicación en la sustentabilidad. Sin embargo, aquello no se traduce en un cambio de su cultura organizacional o dejar de pensar la naturaleza en términos de recursos económicos y gastos, sin por ello promover otros modos de valorización de la relación a los espacios naturales, como, por ejemplo, al promover baños de bosque, huertos, conservación o modos comunitarios del cuidado de la naturaleza.

Por otro lado, esos modos de cuidado y significación fuera de la lógica de acumulación centrada en la ganancia económica, también suele estar por los mismas razones poco valorizada y precarizada, ya que en el capitalismo estamos frente a un modelo de explotación en el cual la lógica del capital —como señala Pérez (2013) en su trabajo sobre Marx— y no el trabajo es lo que define el valor de cambio; es el mismo plusvalor en torno a la acumulación y el aumento de la valorización lo que significa cada acción asociada al trabajo. En otras palabras, hacer una jornada de baño de bosque, no genera tantos ingresos como talar un bosque para convertirlo en materia prima de productos, a pesar del daño que ello produce al ecosistema.

Por lo tanto, el cuestionamiento del presente ensayo no es hacia los esfuerzos personales o colectivos, sino una invitación a reflexionar acerca del lugar que ocupa la naturaleza y la producción en la sustentabilidad, que, a pesar de las victorias morales que se presentan, muchas veces se deslizan significantes respecto a la naturaleza como objeto de plusvalía y productividad, generando acciones de tipo performativo centradas en la forma, como concursos de sustentabilidad con materiales “reciclables” pero sin cambiar el fondo del uso del ecosistema y los modos de relación económicos que perpetúan esta ilusión.

Es entonces, el asumir que se daña el ecosistema, que se produce desecho, que es necesario asumir una pérdida de capital y poder hacer algo con ese excedente y no negarlo. Esto a propósito de los aportes de Bórquez (2021) quien basado en los aportes de Bataille, plantea que, en los procesos de producción y conservación, hay un gasto improductivo en la búsqueda de lo útil, que queda fuera la posibilidad de cálculo de la cantidad; se da en la modalidad del despilfarro, el descanso, la destrucción, la risa, el juego, el arte, entre otros. Como expresiones de gasto, no son medibles y se imponen, como las ganas de dormir luego estudiar o trabajar, así como la energía que requiere ocuparse de los desechos o el tiempo que podría necesitar un ecosistema para restaurarse. Estos son parte de la producción y no fuera de esta, donde la estructura funciona con dos opuestos indisociables.

Esta situación, se puede pensar como una paradoja, la cual según Gaulejac (2008) aparece cuando uno se encuentra ante dos órdenes que son tan necesarias como incompatibles entre sí. Por ejemplo: hacer más con menos o bien generar ingresos y no desechos. Sin embargo, no todo es un encierro o estar en una jaula de oro, considerando que Gaulejac (2008) refiere que es importante comunicar por sobre el sistema, para exponer esta situación paradójica y deconstruirla, que podría permitir abrir nuevas posibilidades. En el caso de las consecuencias de asumir la situación paradójica Gaulejac (2008) señala que el miedo, la resignación y la impotencia, se mantienen, debido a que esto se suele pensar de forma más individual que en común, dificultando nuevas formas de sostener y pensar alternativas a la caída de estos modos de producción.

Por otra parte, sumado al factor económico y material, también hay factores culturales, pensando los aportes de Groys (2022), en las referencias al Potlach como antecedente desde la antropología de Mauss, donde algunos pueblos medían su poder por la capacidad de destrucción de sus propios bienes, por lo cual, no era más poderoso quien más acumulaba, sino quien más podía derrochar. Esto también se vincula a cómo los espacios culturales y sociales median dichas relaciones de poder, sobre todo en la actualidad, donde la sostenibilidad suele estar más mediada por el marketing, superioridad moral y estatus social, principalmente como señala

Groys (2022), en prácticas donde la búsqueda de aprobación de un público y donde el reconocimiento narcisista está por sobre el cuidado como tal, por ejemplo, es más importante tener un sello verde y gastar en conseguir eso, que disminuir las emisiones que genera la producción de los artículos o cambiar las materias primas para no generar desechos.

Por tanto, pareciera que la satisfacción mediante el poder y el reconocimiento, fueran algo que pondría en juego la seguridad personal por sobre la compartida. No obstante, eso es una ilusión considerando que sí se reconoce desde las teorías del cuidado, como señala Molinier (2014) que la autonomía personal total es una mentira, considerando que siempre hay alguien apoyándonos de algún modo de manera más o menos discreta, lo que da lugar a integrar la vulnerabilidad y la dependencia con otros/as/es como condición común de la humanidad. A pesar de aquello, muchas veces no es suficiente aceptar que existe una interdependencia con la naturaleza, entre generaciones y entre pares, sino que se vuelve importante hacer caer la ilusión de que los objetos de producción y poder nos van a salvar, pensando que la fragilidad es un problema existencial, considerando como señala Malet (2021), quien desarrolla la idea de que la fragilidad o la posibilidad de perder la capacidad de autonomía, no es algo excepcional de quien enferma o requiere apoyo, sino que es lo propio de la existencia humana, tanto de quien cuida como quien recibe el cuidado, en la medida que nadie puede predecir su futuro y está constantemente en exposición a ser herido y a peligros. Entonces, en términos relacionales, esto es situado como una pasibilidad, que implica el recibir impacto de ser alcanzado por el otro/a/e, se admita o no, expone a estar vulnerables o herirse en el encuentro con alguien o algo. Esto pone en tensión el lugar de la invulnerabilidad, heroísmo y la omnipotencia como ilusiones en la medida que es nuestra propia afectación afectiva y nuestra existencia, la que nos atraviesa y moviliza entorno a los cuidados en cada momento.

Por último, si hacemos un recorrido en la manera en que el deseo de sustentabilidad y la paradoja en relación a la producción y el desecho, sostienen una negación tanto de los límites y la interdependencia con el ecosistema, otras generaciones y la

fragilidad, será necesario buscar otros modos de sobrellevar aquello de forma colectiva, para no ocultar en nombre de la sustentabilidad, afirmaciones de poder y reconocimiento narcisistas, considerando que hay algo entorno a la finitud y el peligro del que nadie está a salvo, por lo cual hoy más que nunca seguir reflexionando acerca de qué significa, desde donde se construye, hacia dónde se dirige y sobre todo que nos oculta, aquello que llamamos normalidad en tanto sistema de valores, conductas y afectos, se asuma o no también sostiene estas ilusiones y negaciones, por lo cual es trascendental no confundir lo normal con lo correcto o con lo importante, como señala McDougall (1982) “La normalidad, erigida en ideal, es ciertamente un síntoma” (p.409).

Referencias

Bengoa, J. (2021). Teoría del abuso. En M. Tijoux (Ed.), *Actuel Marx/Intervenciones N°29: Rebelión popular chilena y crisis del modelo de acumulación capitalista mundial* (pp. 19–51). LOM Ediciones.

Berlant, L. (2020). *El optimismo cruel* (H. Salas, Trad.). Caja Negra. (Obra original publicada en 2011)

Bórquez, Z. (2021). La noción (chilena) de gasto. Prolegómenos. En M. Tijoux (Ed.), *Actuel Marx/Intervenciones N°29: Rebelión popular chilena y crisis del modelo de acumulación capitalista mundial* (pp. 101–138). LOM Ediciones.

Gaulejac, V. (2008, 28 de octubre). *El costo de la excelencia* (Conferencia). Buenos Aires.

Groys, B. (2022). *Filosofía del cuidado*. Caja Negra.

Guattari, F. (1996). *Las tres ecologías*. Pre-Textos.

Maureira-Silva, S. (2023). Trabajo, institución y salud mental. *Revista Stultifera*, 6(2), 331–338. <https://doi.org/10.4206/rev.stultifera.2023.v6n2-14>

McDougall, J. (1982). *Alegato por una cierta anormalidad*. Paidós.

Molinier, P. (2014). Salud y trabajo en trabajadores hospitalarios: cultura de la gestión, cultura del cuidado. *Revista Topía*. <http://goo.gl/Vomu4i>

Pérez, S. (2013). Marx y la crítica de la razón en la modernidad. *Andamios*, 10(21), 233–255. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-

Del petróleo a los datos: La huella ambiental de los buques en los puertos y la importancia de la descarbonización marítima

Víctor Manuel Palma Contreras

Académico Instituto de Ciencias Navales y Marítimas

D.Sc. Ingeniería Oceánica COPPE/UFRJ, Brasil.

1. Introducción

La **descarbonización marítima** puede entenderse como el proceso mediante el cual el transporte marítimo busca reducir progresivamente sus emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, avanzando hacia operaciones de baja o nula emisión neta. Sin embargo, no se trata solo de reemplazar el petróleo por nuevos combustibles. También implica mejorar la eficiencia energética de los buques, optimizar rutas y velocidades, reducir tiempos de espera en puerto, disminuir la huella de carbono de operaciones portuarias y desarrollar combustibles bajos o nulos en carbono. En esta línea, la estrategia **GEI (gases de efecto invernadero)** de la Organización Marítima Internacional ha planteado una trayectoria orientada a disminuir la intensidad de carbono del transporte marítimo y reducir sus emisiones totales hacia 2050 (IMO, 2023).

Frente a esto surge una pregunta clave: **si hablamos de descarbonización, ¿por qué los buques siguen dependiendo del petróleo?** Cuando pensamos en contaminación atmosférica, normalmente imaginamos chimeneas industriales, automóviles o buses. Sin embargo, en zonas costeras y puertos industriales existe una fuente menos visible para la ciudadanía: los buques que maniobran, esperan fondeo o permanecen atracados. Aunque el transporte marítimo es una de las formas más eficientes de mover grandes volúmenes de carga, todavía depende en gran medida de combustibles derivados del petróleo. Esta dependencia no responde simplemente a una falta de voluntad de cambio, sino a factores técnicos, económicos y logísticos: los combustibles marinos concentran mucha energía en poco volumen, cuentan con redes globales de abastecimiento y las alternativas —

como metanol, hidrógeno, amoníaco, electricidad en puerto o combustibles sintéticos, aún enfrentan desafíos de costo, disponibilidad, seguridad e infraestructura (Tarasenko & Zalozh, 2025).

2. Importancia del sector

La importancia de este sector es evidente: gran parte de los bienes que usamos a diario llega por mar, desde alimentos e implementos de aseo hasta ropa, repuestos, teléfonos, computadores y electrodomésticos. De hecho, el transporte marítimo sostiene más del 80% del comercio mundial, lo que lo convierte en una pieza central de la economía global y de la vida cotidiana (Avaritsioti, 2025).

Un ejemplo ayuda a dimensionar esta escala. Conviene aclarar que se trata de un ejercicio ilustrativo y no de una ruta comercial real: su propósito es hacer tangible una magnitud que resulta difícil de percibir desde tierra. La unidad de referencia en este tipo de transporte es el TEU (Twenty-foot Equivalent Unit), equivalente a un contenedor estándar de 20 pies: alrededor de 6 metros de largo, 2,4 de ancho y 2,6 de alto, aproximadamente el volumen de un dormitorio pequeño. Un portacontenedores moderno de unos 400 metros de eslora —casi cuatro canchas de fútbol puestas en fila— puede transportar entre 22.000 y 25.000 TEU, según su diseño. En otros términos: si esos contenedores se alinearan uno tras otro formarían una fila cercana a los 150 kilómetros. Trasladar esa misma carga por carretera, considerando que un camión con semirremolque mueve del orden de dos TEU por viaje, exigiría unos 12.000 viajes, con la logística de conductores, combustible, congestión y mantenimiento vial que ello implica. A la escala se suma la diferencia de trazado. Supongamos una carga que debe llegar desde Valparaíso hasta Arica: por mar el buque recorre una trayectoria costera relativamente directa, mientras que por tierra la carga depende de una red vial más extensa, discontinua, con pendientes, cruces urbanos y restricciones de circulación, y energéticamente menos eficiente para volúmenes masivos. Esta comparación se resume en la Figura 1.

Esa enorme eficiencia logística explica por qué usamos buques: permiten mover grandes volúmenes con menores emisiones por tonelada que muchas alternativas terrestres. Pero también revela el desafío ambiental del sector: cuando un buque

consume combustible, lo hace a una escala difícil de imaginar desde tierra. Además, muchos buques utilizan combustibles residuales (CR), más baratos que el diésel convencional, pero menos refinados y asociados no solo a emisiones de CO_2 , sino también a contaminantes como SO_2 , NO_x y material particulado (MP_{10} y $\text{MP}_{2.5}$).

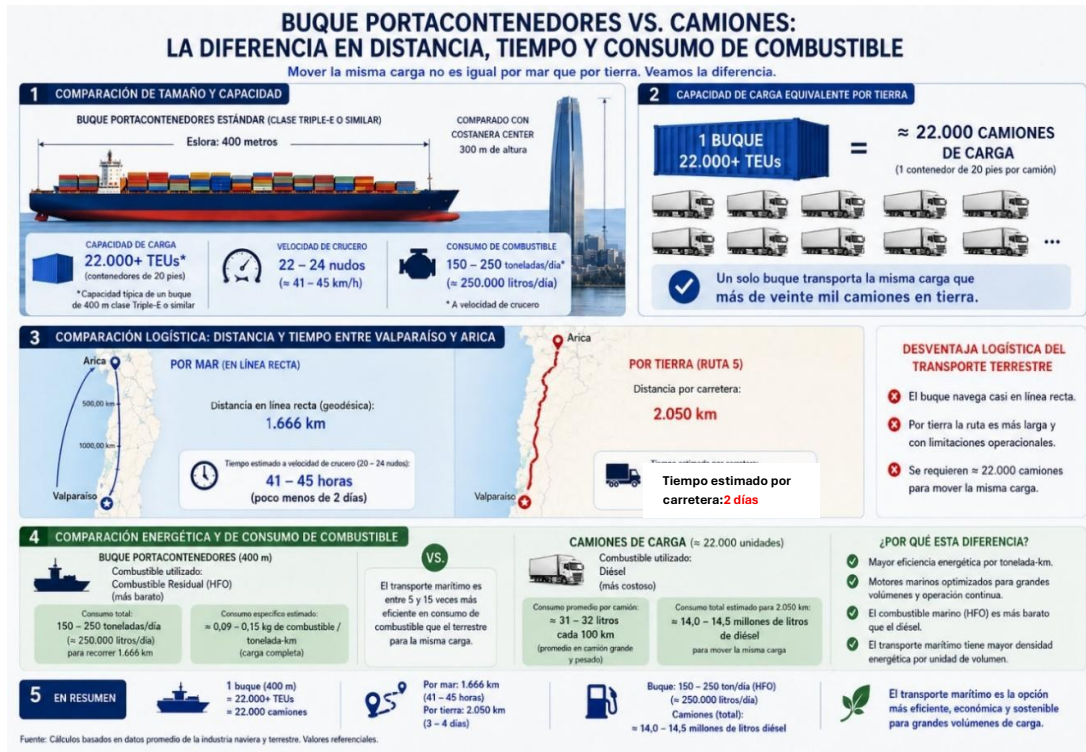


Figura 1. Esquema comparativo entre el transporte por buque y por tierra para la misma carga (generado con ayuda de IA).

Para entender este desafío, primero es necesario aclarar qué se entiende por combustible residual (CR). El petróleo crudo no es una sustancia única ni homogénea, sino una mezcla compleja de hidrocarburos e impurezas —como azufre, nitrógeno, agua, sales y metales— cuyas propiedades varían según su origen. Estas diferencias influyen en los productos que puede obtener una refinería. Habitualmente, el petróleo se mide en barriles; un barril equivale aproximadamente a 159 litros de crudo antes de ser separado en distintos derivados. Como se observa en la Figura 2a, de un mismo barril se obtienen productos con diferentes usos, valores comerciales y niveles de procesamiento.

Uno de los procesos centrales del refino es la **destilación atmosférica**. En este proceso, el crudo se calienta e ingresa a una torre donde sus componentes se separan según su volatilidad y temperatura de ebullición: las fracciones más livianas ascienden hacia la parte superior, mientras que las más pesadas permanecen en las zonas inferiores, como se muestra en la Figura 2b (Szklo et al., 2012). En términos simples, el **CR corresponde a una fracción pesada del proceso de refinación**, a diferencia de combustibles destilados más refinados, generalmente más costosos, que se obtienen en las zonas superiores de la torre y luego pasan a etapas de postratamiento, almacenamiento y consumo.

En el ámbito marítimo, estos combustibles se identifican mediante siglas tales como **HFO** (*Heavy Fuel Oil*), **RF** (*Residual Fuel*), **VLSFO** (*Very Low Sulphur Fuel Oil*), **MDO** (*Marine Diesel Oil, mezcla de destilado con una fracción residual menor*) y **MGO** (*Marine Gas Oil, un destilado puro*). La literatura sobre operaciones portuarias señala que, para cumplir límites de azufre más estrictos, el uso de CR puede requerir mayor postratamiento o el reemplazo por combustibles marinos más refinados, como MDO o MGO (Locaitiene et al., 2024). Esto explica por qué el HFO ha sido históricamente atractivo para grandes buques: es denso, viscoso, disponible a escala global y de menor costo relativo. Sin embargo, también es ambientalmente problemático, ya que su combustión puede generar CO_2 , SO_2 , NO_x y material particulado, además de exigir controles específicos sobre contaminantes como el azufre.

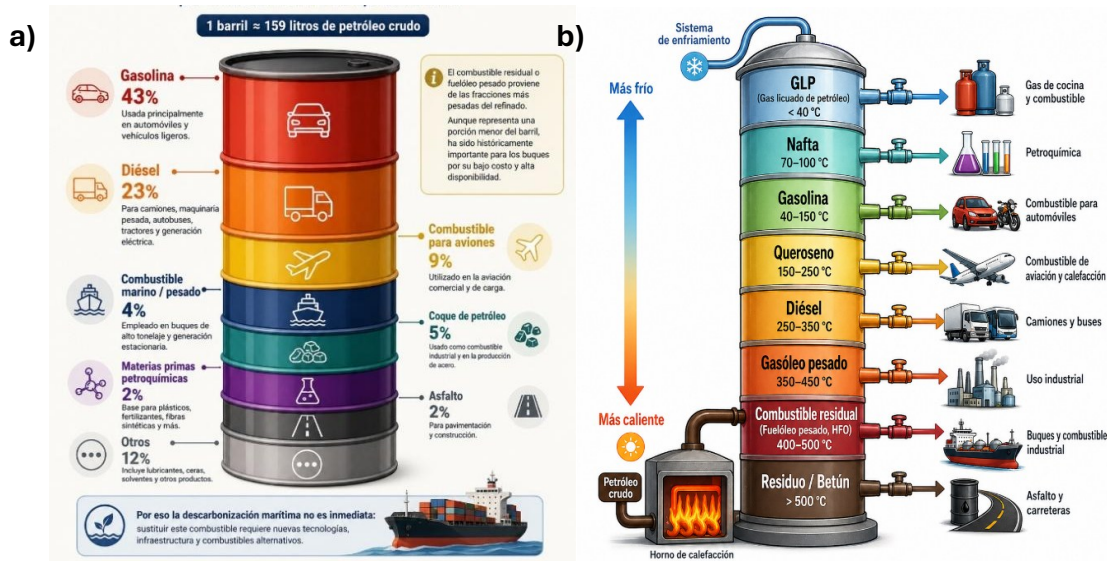


Figura 2. a) Barril de petróleo y porcentajes en proporción de lo que se obtiene; b) proceso de destilación fraccionada del petróleo crudo.

La presión regulatoria ha evolucionado progresivamente desde el control de contaminantes atmosféricos locales hacia la promoción de la eficiencia energética y la reducción de la intensidad de carbono. En este contexto, el marco regulatorio de la Organización Marítima Internacional (**OMI**; **IMO** por sus siglas en inglés) ha incorporado instrumentos técnicos y operacionales como los descritos en la **Tabla 1**. La OMI (Fourth IMO Greenhouse Gas Study, 2020) señala que las emisiones totales de gases de efecto invernadero del transporte marítimo aumentaron de **977 millones de toneladas en 2012** a **1.076 millones de toneladas en 2018**, lo que refuerza la necesidad de aplicar medidas regulatorias y operacionales más robustas. El marco regulatorio, sin embargo, sigue en construcción. En abril de 2025, durante su 83ª sesión, el Comité de Protección del Medio Marino de la OMI aprobó el denominado IMO Net-Zero Framework, un conjunto de enmiendas al Anexo VI de MARPOL que combina un estándar global de intensidad de carbono del combustible con un mecanismo mundial de precio a las emisiones de gases de efecto invernadero. Su adopción formal estaba prevista para una sesión extraordinaria celebrada en octubre de 2025; esa sesión, no obstante, se aplazó por un año sin adoptar las medidas, y se reconvoca hacia fines de 2026, mientras los Estados Miembros continúan trabajando en las directrices de implementación. Este

aplazamiento ilustra bien el punto anterior: la descarbonización marítima no avanza como una sustitución tecnológica instantánea, sino como un proceso gradual, sujeto a negociación internacional y con plazos que se extienden más allá de lo previsto. Mientras el instrumento global se define, las decisiones que un puerto puede tomar hoy —sobre eficiencia operacional, coordinación de arribos y gestión de esperas— siguen siendo relevantes.

Tabla 1. Principales instrumentos de control de emisiones y eficiencia energética en el transporte marítimo.

Instrumento	Qué regula	Alcance y aplicación	Vigencia
MARPOL Anexo VI	Emisiones atmosféricas del buque: SO _x , NO _x y, en su Capítulo 4, eficiencia energética.	Azufre: 0,50 % m/m global y 0,10 % en zonas de control de emisiones (ECA). NO _x escalonado en niveles Tier I a III.	En vigor desde 2005; límite global de azufre desde 2020.
EEDI y EEXI	Índices técnicos de eficiencia por diseño, en g CO ₂ por tonelada-milla.	EEDI: buques nuevos de 400 GT o más, con exigencia creciente por fases. EEXI: flota existente, verificación única mediante limitación de potencia o mejoras de casco y hélice.	EEDI desde 2013; EEXI desde 2023.
CII y SEEMP	Desempeño operacional real: intensidad de carbono anual, calificada de A a E.	Buques de 5.000 GT o más. Una calificación D por tres años consecutivos, o E en un año, obliga a un plan correctivo en el SEEMP.	Desde 2023. Factores de reducción fijados hasta un 21,5 % al 2030, según MEPC.400(83) de 2025.
IMO Net-Zero Framework	Estándar global de intensidad de gases de efecto invernadero del combustible, más un precio mundial a las emisiones.	Buques de 5.000 GT o más. La intensidad se mide de pozo a estela, en g CO ₂ eq por MJ consumido a bordo.	Aprobado en 2025; su adopción formal se aplazó. No está vigente.
Instrumentos regionales y portuarios	Medidas locales que refuerzan el marco internacional.	EU ETS, FuelEU Maritime, conexión eléctrica a tierra, tarifas portuarias diferenciadas y coordinación de arribos. En Chile, planes de descontaminación y monitoreo del SINCA.	Vigencias diferenciadas según jurisdicción.

Nota. Elaboración propia a partir del Anexo VI del Convenio MARPOL y de resoluciones del Comité de Protección del Medio Marino de la OMI.
GT: arqueo bruto. Las vigencias de los instrumentos regionales deben verificarse a la fecha de publicación.

En este contexto, los datos se vuelven una herramienta de utilidad. El Sistema de Identificación Automática, AIS (*Automatic Identification System, obligatorio según SOLAS Cap. V, Reg. 19*), permite registrar posición, velocidad, rumbo e identificación de las naves. Originalmente fue desarrollado para mejorar la seguridad de la navegación, evitar colisiones y apoyar el control del tráfico marítimo; sin embargo, hoy también se utiliza como una fuente de datos clave para estudiar el comportamiento de los buques en zonas portuarias y costeras. Al combinarlo con datos meteorológicos y mediciones de calidad del aire en puerto, es posible transformar el movimiento de los buques en evidencia para identificar patrones de navegación, tiempos de espera, zonas de fondeo, maniobras recurrentes y oportunidades de reducción de emisiones en aguas portuarias industriales. **La Figura 3 a)** describe el puerto de Quintero a partir de los movimientos de buques registrados mediante AIS. La Figura 3b desagrega esos mismos registros por tipo de buque.

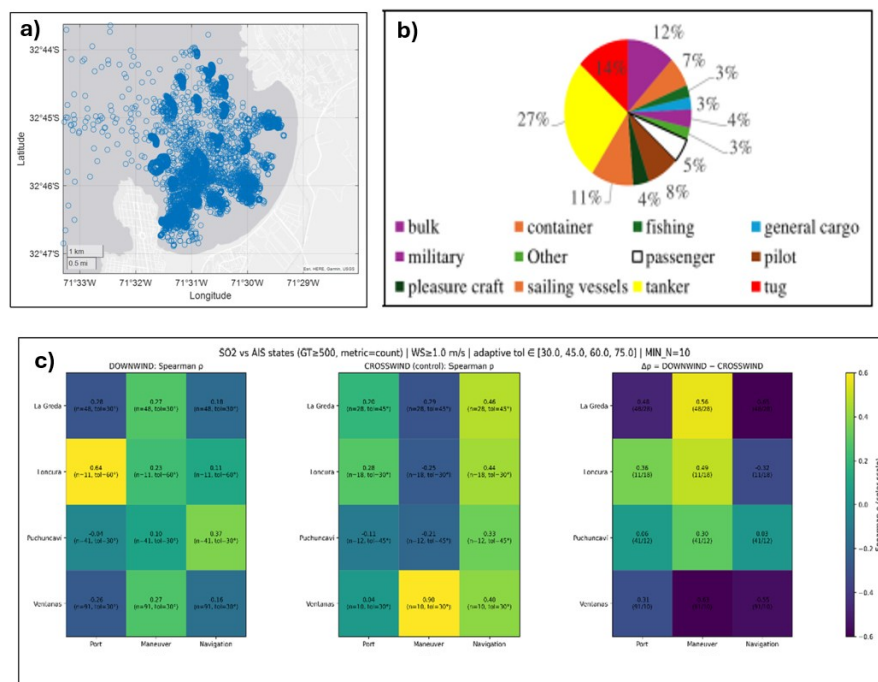


Figura 3. a) Distribución de buques usando datos AIS, b) Identificación por tipo de buque, c) Asociación de eventos por estado del buque, contrastados con concentraciones en las estaciones presentes en el puerto de Quintero y condiciones de viento hacia la costa (Suazo Álvarez et al., 2026).

Con esto es posible analizar la relación entre la actividad marítima en un puerto y el registro de contaminantes atmosféricos en estaciones de monitoreo cercanas, provenientes del sistema SINCA, Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, 2023). De esta forma, el puerto no se estudia sólo como infraestructura logística, sino como un sistema dinámico donde interactúan buques, se analizan sus combustibles, emisiones, viento, calidad del aire y su interacción con comunidades costeras.

El aporte principal del estudio es mostrar que un buque navegando, maniobrando, esperando en fondeo o atracado no presenta el mismo perfil energético ni la misma contribución potencial a las emisiones locales. Como se observa en la Figura 3c, ciertos eventos de maniobra portuaria pueden asociarse con variaciones en las concentraciones medidas por las estaciones de monitoreo. Por ello, distinguir estas condiciones permite comprender mejor cuándo y dónde se generan las emisiones y cómo podrían influir en la calidad del aire local. Este enfoque desplaza la discusión desde una descarbonización entendida solo como cambio de combustibles hacia una pregunta más concreta: ¿qué puede hacer un puerto industrial, con la información disponible, para operar de manera más eficiente y reducir su impacto ambiental? Las respuestas también pueden estar en medidas operacionales de corto y mediano plazo, como reducir esperas, coordinar arribos, optimizar maniobras, gestionar zonas de fondeo y priorizar acciones cuando el viento favorece el transporte de emisiones hacia sectores habitados. Así, la descarbonización marítima también debe entenderse como una transición basada en información, eficiencia y gestión operacional.

3. Conclusiones

La descarbonización marítima no se resuelve con un cambio de combustible, sino con una transición gradual que combina regulación, tecnología, datos y gestión operacional. El aplazamiento del marco global de la OMI confirma que los plazos internacionales son inciertos, pero también que existe un margen de acción local que no depende de ellos. Chile no cuenta con zonas de control de emisiones designadas y concentra buena parte de su actividad portuaria en bahías industriales

próximas a comunidades habitadas, como Quintero, donde el impacto ambiental se percibe antes que la norma. En ese escenario, integrar los registros AIS con las mediciones del SINCA y con las condiciones de viento permite identificar dónde y cuándo conviene intervenir. Coordinar arribos, acortar esperas en fondeo y ordenar maniobras son medidas de gestión que no exigen nueva infraestructura. La conexión eléctrica en muelle, en cambio, requiere inversiones portuarias y de red que en Chile aún están pendientes. El desafío es doble: estandarizar los datos y planificar esa infraestructura con antelación.

Referencias

Szklo, A., Uller, V. C., & Bonfá, M. H. P. (2012). *Fundamentos do refino de petróleo: tecnologia e economia* (3.^a ed.). Editora Interciência.

Avaritsioti, E. I. (2025). Shipping Decarbonisation: Financial and Business Strategies for UK Shipowners. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(7), 391. <https://doi.org/10.3390/jrfm18070391>

Fourth IMO Greenhouse Gas Study (No. 4th). (2020). IMO. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx>

IMO. (2023). *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships* (Resolución MEPC.377(80)). International Maritime Organization.

IMO. (2025). IMO net-zero shipping talks to resume in 2026 [Comunicado de prensa]. International Maritime Organization. <https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/imo-net-zero-shipping-talks-to-resume-in-2026.aspx>

Locaitiene, V., Zukauskaitė, A., Mickienė, R., Popa, C., & Atodiresei, D. (2024). *Marine environment issues in port operations*. ISBN 978-606-642-278-9.

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2023). SINCA, *Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire*. <https://sinca.mma.gob.cl/>

Suazo Alvarez, M. J., Mocerino, L., Gonzalez Reyes, A. I., Londoño, M. Y. M., & Palma Contreras, V. M. (2026). Assessing the impact of ship emissions on an industrial port in Chile: Insights from data monitoring and AIS analysis. *Proceedings*

*of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the
Maritime Environment,* 14750902261429353.

<https://doi.org/10.1177/14750902261429353>

Tarasenko, T., & Zalozh, V. (2025). Comparative analysis of energy transition scenarios in maritime shipping. *Scientific Bulletin of Naval Academy*, XXVIII, 78-86.

<https://doi.org/10.21279/1454-864X-25-I1-008>

Expansión periurbana en Coyhaique, Región de Aysén: Transformaciones de usos de suelo, configuración socioespacial y desafíos para la planificación territorial.

Karina Ocampo Aspee

Magister en Ordenamiento Territorial y Geografía

Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales

Encargada de Redes y Comunidades en PAR Explora Aysén

Campus Patagonia, Universidad Austral de Chile

karina.ocampo@uach.cl

Resumen

El presente artículo analiza el proceso de expansión residencial mediante parcelas de agrado en el periurbano de la ciudad de Coyhaique, Región de Aysén. A partir de una metodología mixta que combina análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), revisión de instrumentos de planificación territorial y entrevistas semiestructuradas a actores públicos, privados y residentes, se identifican patrones de crecimiento predominantemente lineales asociados a ejes viales, redes hídricas y Áreas Silvestres Protegidas, junto con una ocupación multifuncional del suelo principalmente residencial. Los resultados evidencian la consolidación de un periurbano socialmente selectivo, así como una creciente fragmentación socioespacial entre el área urbana y su periferia. Constatando una planificación territorial fragmentada, caracterizada por la coexistencia de instrumentos normativos limitados al área urbana y políticas indicativas sin capacidad vinculante en el espacio rural. En este contexto, la expansión periurbana aparece como una respuesta a la crisis de acceso a la vivienda en la ciudad, al tiempo que genera impactos socioambientales relevantes sobre un territorio de alto valor ecológico.

Palabras clave: periurbanización, expansión urbana, planificación territorial, Coyhaique.

Introducción

Desde mediados del siglo XX, el crecimiento urbano ha estado marcado por procesos de expansión dispersa fuera de los límites urbanos, fenómeno asociado a la debilidad en los mecanismos de planificación y control del uso del suelo (Inostroza et al., 2013). Esta expansión ha generado múltiples impactos, entre los que destacan la pérdida de suelos agrícolas y forestales, la disminución de la biodiversidad y el incremento de los costos asociados a infraestructura y transporte (Cadenasso et al., 2007; Huang et al., 2018; Jiménez et al., 2018). A ello se suman efectos sociales como la segregación socioespacial y la desigualdad en el acceso a servicios (Allen, 2003).

En este contexto, la periurbanización se ha consolidado como un concepto clave para comprender las dinámicas contemporáneas del crecimiento urbano la que se define como una interfaz donde coexisten características rurales y urbanas, configurando un espacio de transición en el que distintos modos de vida interactúan, negocian y, en ocasiones, entran en conflicto (Allen, 2003; Greene & De Abrantes, 2020). La expansión periurbana se expresa a través de transformaciones en el uso del suelo, relocalización de actividades económicas y una creciente integración funcional con la ciudad, favorecida por mejoras en conectividad y movilidad (Ruiz & Delgado, 2008; Salazar-Burrows et al., 2014).

En América Latina, estos espacios se caracterizan por su baja densidad, dispersión de asentamientos y precariedad en infraestructura y servicios, lo que los convierte en territorios altamente dinámicos y complejos (Ávila, 2001; Espinoza et al., 2016). En Chile, si bien la expansión urbana ha sido ampliamente estudiada en áreas metropolitanas, existe una menor comprensión de estos procesos en ciudades intermedias y australes (Maturana, 2015).

La configuración del periurbano en Chile se vincula estrechamente con vacíos normativos en la regulación del espacio rural, donde los instrumentos de planificación territorial han tenido una incidencia limitada fuera del límite urbano (Ubilla-Bravo, 2008; Maturana et al., 2016). En este escenario, el Decreto Ley N°

3.516 ha operado como un facilitador clave de la subdivisión predial, promoviendo procesos de urbanización de baja densidad en áreas rurales (Maturana et al., 2016).

La ciudad de Coyhaique constituye un caso particularmente relevante para analizar estas dinámicas. Ubicada en la Región de Aysén, territorio que concentra una alta proporción de recursos naturales y áreas protegidas, la ciudad ha experimentado un crecimiento sostenido de parcelaciones rurales, especialmente desde la década de 2000 (Allard et al., 2022). Este proceso se ha intensificado en el contexto post pandemia, asociado a nuevas formas de movilidad, teletrabajo y búsqueda de calidad de vida (Garrido, 2023; Latorre, 2022).

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo analizar la expansión residencial en el periurbano de Coyhaique, considerando sus patrones territoriales, el rol de los actores institucionales y las motivaciones de los habitantes.

Metodología

El estudio se desarrolló mediante un enfoque mixto que combina análisis espacial, revisión documental y trabajo de campo cualitativo. En primer lugar, se realizó un análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando múltiples fuentes de información territorial para identificar patrones de expansión, tipologías de uso de suelo y dinámicas de valorización inmobiliaria.

En segundo lugar, se llevó a cabo una revisión de instrumentos de planificación territorial de escala nacional, regional y comunal, con el fin de analizar sus alcances y limitaciones en la regulación del espacio periurbano. Este análisis fue complementado con entrevistas semiestructuradas a actores institucionales, lo que permitió comprender la aplicación práctica de dichos instrumentos.

Finalmente, se realizaron entrevistas a residentes del periurbano, orientadas a identificar las razones, expectativas y significados asociados a la decisión de habitar en parcelas de agrado. La información fue analizada mediante codificación temática, permitiendo identificar patrones interpretativos consistentes con los objetivos de la investigación.

Resultados

Patrones de expansión y configuración territorial

El análisis espacial evidencia que la expansión periurbana en Coyhaique presenta un patrón predominantemente lineal, asociado a ejes viales estructurantes, redes hídricas y cercanía hacia Áreas Silvestres Protegidas. Asimismo, se observa una ocupación multifuncional del suelo, donde coexisten usos principalmente residenciales y en menor medida y de manera difusa servicios turísticos e industriales, reflejando la complejidad funcional del periurbano y su carácter híbrido.

Composición socioeconómica y fragmentación territorial

Los resultados muestran que el periurbano presenta niveles socioeconómicos medio-altos asociados a una población que posee mayores niveles de escolaridad y mejores condiciones habitacionales. Este hallazgo permite interpretar el periurbano como un espacio de relocalización de grupos con mayor capital económico y educativo, lo que contribuye a procesos de fragmentación socioespacial. Este patrón difiere de la visión tradicional del periurbano como espacio heterogéneo, evidenciando configuraciones más complejas en la relación urbano-rural.

Gobernanza territorial y rol institucional

El análisis de los instrumentos de planificación territorial evidencia una estructura institucional fragmentada, donde la regulación efectiva se concentra en el área urbana, mientras que el espacio rural carece de herramientas normativas específicas. En este contexto, la expansión periurbana ocurre en un marco de superposición de instrumentos indicativos y normativos, sin una articulación efectiva, lo que favorece procesos de urbanización en suelo rural.

Percepciones y motivaciones de los habitantes

Las entrevistas revelan que la decisión de habitar en el periurbano responde tanto a factores económicos como a la búsqueda de mejor calidad de vida, asociada a atributos como tranquilidad, contacto con la naturaleza y mayor autonomía. Estas

motivaciones se relacionan con nuevos modos de habitar característicos de la periurbanización contemporánea. No obstante, esta valoración coexiste con la identificación de déficits en infraestructura, accesibilidad y servicios, lo que evidencia tensiones entre las expectativas residenciales y las condiciones reales de habitabilidad.

El proceso de expansión periurbana genera impactos significativos sobre el medio ambiente, particularmente en territorios de alta fragilidad ecológica como la Región de Aysén. La presión sobre recursos naturales y la expansión sin planificación comprometen la sustentabilidad territorial, evidenciando la necesidad de integrar criterios ambientales en los procesos de planificación.

Los resultados permiten interpretar la periurbanización en Coyhaique como un fenómeno multidimensional, resultado de la interacción entre dinámicas de mercado, vacíos normativos y transformaciones socioculturales. En este sentido, el periurbano opera como un espacio funcional al sistema urbano, absorbiendo demandas residenciales no satisfechas.

A su vez, el caso evidencia la relevancia del valor simbólico del territorio, donde la idea de “vivir en Patagonia” se configura como un atributo diferencial que influye en las decisiones de localización residencial, en línea con procesos de migración por amenidad descritos en la literatura.

Conclusiones

La expansión periurbana en Coyhaique responde a un conjunto de factores estructurales que incluyen la crisis de acceso a la vivienda urbana, la debilidad de la planificación territorial y la creciente valorización del espacio rural como activo inmobiliario.

Este proceso ha dado lugar a un periurbano socialmente selectivo, caracterizado por patrones de crecimiento disperso y una creciente presión sobre ecosistemas de alto valor ambiental. Asimismo, evidencia la necesidad de avanzar hacia modelos de planificación territorial integrados que reconozcan la complejidad de la interfaz urbano-rural.

En este contexto, la periurbanización debe ser entendida como un fenómeno estructural del desarrollo territorial contemporáneo, cuya regulación requiere instrumentos específicos, coordinación institucional y una visión estratégica orientada a la sostenibilidad y equidad territorial.

Referencias

Allard, P., Correa, J. I., & Sánchez, J. F. (2022). Parcelaciones rurales: Propuestas para el desarrollo de las subdivisiones rústicas en Chile. P. Puntos de Referencia, 623. https://static.cepchile.cl/uploads/cepchile/2022/10/pder623_PAllard-JICorrea-JFSanchez.pdf

Allen, A. (2003). La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo. Cuadernos del Cendes, 20(53), 7–21. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082003000200002&lng=es&tlng=es

Ávila, H. (2001). Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos. Las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América [Ideas and theoretical approaches on the peri-urban territories. Country-City relations in some countries of Europe and America]. Investigaciones Geográficas, 108–127(45). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112001000200008&lng=es&nrm=iso

Cadenasso, M., Pickett, S., & Schwarz, K. (2007). Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualizing land cover and a framework for classification. *Frontiers In Ecology And The Environment*, 80–88(5). <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1540-9295%282007%295%5B80%3ASHIUER%5D2.0.CO%3B2>

Espinoza, D., Zumelzu, A., & Burgos, R. (2016). Transformaciones espaciales en ciudades intermedias: el caso de Valdivia Chile y su evolución post-terremoto. *Revista Arquitectura y Urbanismo.*, 1–22(XXXVII). https://www.researchgate.net/publication/312538561_Transformaciones_espaciales

s_en_ciudades_intermedias_el_caso_de_Valdivia_Chile_y_su_evolucion_post-
terremoto/stats

Garrido, V. (2023). Trayectorias y elecciones residenciales de los nuevos residentes de las parcelas de agrado durante la pandemia del COVID-19: el caso de Puerto Varas. [Tesis de magíster - Pontificia Universidad Católica de Chile].

Greene, R., & De Abrantes, L. (2020). Ni urbano ni rural: lo 'citadino' como tipología para pensar la ciudad no metropolitana. EURE (Santiago), 47(141). <https://doi.org/10.7764/eure.47.141.11>

Huang, C., McDonald, R. I., & Seto, K. C. (2018). The importance of land governance for biodiversity conservation in an era of global urban expansion.

Inostroza, L., Baur, R., & Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. Journal Of Environmental Management, 115, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007>

Jiménez, V., Hidalgo, R., Campesino, A., & Alvarado, V. (2018). Normalización del modelo neoliberal de expansión residencial más allá del límite urbano en Chile y España. EURE (Santiago), 44(132), 27-46. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612018000200027>

Latorre, C. (2022). Migración por amenidad: Nuevos asentamientos en zonas rurales en la comuna de Puerto Varas a partir de las parcelas de agrado [Tesis de magíster, Universidad de Concepción]. https://magistergeografia-udec.cl/wp-content/uploads/2025/08/2022-Tesis_ILatorre_MAG_version-final.pdf

Maturana, F. (2015). Ciudades intermedias en Chile: territorios olvidados. Editores: Francisco Maturana M. y Andrés Rojas B. – Santiago: RIL editores, 2015. 260 p. ; 23 cm. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Maturana/publication/333405646_Ciudades_intermedias_en_Chile_Territorios_olvidados/links/5cec4785458515026a6125f9/Ciudades-intermedias-en-Chile-Territorios-olvidados.pdf

Maturana, F., Sposito, M., Bellet, C., Henríquez, C., & Arenas, F. (2016). *Sistemas Urbanos y Ciudades Medias en Iberoamérica* (1.a ed.). Este libro es parte de las actividades de la Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias (RReCiMe)) de Brasil, de la Cátedra UNESCO de la Universitat de Lleida, España, “Ciudades Intermedias: urbanización y desarrollo” y del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Proyecto FONDAP N° 15110020.

Ruiz, N. R., & Delgado, J. C. (2008). Territorio y nuevas ruralidades: un recorrido teórico sobre las transformaciones de la relación campo-ciudad. *EURE* (Santiago), 34(102). <https://doi.org/10.4067/s0250-71612008000200005>

Salazar-Burrows, A., Ugarte, C., & Osses, P. (2014). Exclusión social asociada al transporte y su relación con la distribución de la densidad de población en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana de Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 59, 145-164. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022014000300009>

Ubilla-Bravo, G. F. (2008). Diagnóstico y Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Comuna de Melipilla, Región Metropolitana de Santiago-Chile. HAL (Le Centre Pour la Communication Scientifique Directe). <https://doi.org/10.13140/2.1.1679.8088>

Sustentabilidad en la educación superior: un desafío para las instituciones, los académicos y el estudiantado del área de salud.

Patricia Triviño Vargas

Enfermera- Magister de Enfermería

Profesor Adjunto- Instituto de enfermería

Facultad de Medicina UACH

patriciatrivino@uach.cl

La definición de la Real Academia Española (RAE, 2026) para la palabra sustentabilidad dice relación con la cualidad de sustentable, es decir, la propiedad de mantenerse sostenible, razonable y defendible. Desde el punto de vista del concepto científico de la sustentabilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente, del hoy, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este concepto fundamental se basa en un equilibrio entre tres pilares: *la protección ambiental* (cuidar el planeta y sus recursos), *la equidad social* (asegurar el bienestar de las personas) y *el desarrollo económico* (promover la prosperidad). En esencia, ser sustentable significa tomar, ahora, decisiones conscientes que garanticen un futuro justo, saludable y próspero para todos, promoviendo un uso responsable y eficiente de los recursos de la Tierra (Cantú, 2016).

De acuerdo con lo señalado, y teniendo la convicción en la definición del concepto de sustentabilidad, se agrega el concepto de sostenibilidad en el ámbito del desarrollo económico, palabra que se originó en 1987, por la *Comisión Brundtland* de las Naciones Unidas. Esta comisión menciona que hay 140 países en desarrollo en el mundo que buscan la forma de satisfacer sus propias necesidades de desarrollo, pero con el aumento de la amenaza del cambio climático se deben realizar estrategias concretas para asegurar que el desarrollo de hoy no afecte o impacte de forma negativa a las generaciones futuras (ONU, 2021). Este organismo, como asociación internacional del mundo, funciona como un foro global para

solucionar conflictos de toda índole, uno de ellos, es el desarrollo sostenible que impulsa el progreso social, mejora el nivel de vida y fomenta la acción climática.

Por lo mismo, estamos llamados a adherirnos a los principios que rigen la sustentabilidad, describiéndose como un compromiso voluntario que emana del conocimiento y la preparación cívica de la especie humana. Alfabetizada la población se crea un impacto mayor en la toma de decisiones frente a los riesgos y limitantes que tenemos de cara a los recursos de la Tierra. Cuidar, sostener, cimentar, contener nuestro entorno nos permite construir sociedades justas, diversas y regenerativas, es ser parte de un trabajo sustentable.

Desde el punto de vista de la institucionalidad, las universidades se sustentan en sus preceptos y competencias transversales hacia el profesional en formación. Las instituciones están llamadas a avanzar y fortalecer desde la investigación y la relación desde el medio ambiente. La gestión del Campus Universitario y la coherencia desde lo que estamos viviendo: algunos fenómenos como el cambio climático o la huella de carbono traen consigo un sinnúmero de desafíos que posiciona a las casas de estudio de educación superior en un mandato moral y ético en sus criterios, principios y formación a la comunidad universitaria, así como a la población y comunidad en general.

Trabajar los temas de sustentabilidad y generar indicadores compromete a desarrollar la gestión ambiental y establecerlo en la malla curricular. La unidad y la sinergia para aprender de otras instituciones nos permite ir analizándolo para generar una colaboración conjunta. Se ha avanzado aceleradamente en los años para iniciar la evolución de una red campus sustentable, hay 40 instituciones adheridas a la red con acciones concretas: gestión de campus e implementación de cursos en medio ambiente. Las nuevas instituciones logran ir más rápido para mayor compromiso de las autoridades y comunidad. Lograr los desafíos de adquirir conciencia y educar ecológicamente a los actores permanentes de una institución estudiantil permite conectarse con el mundo real y sus implicancias de desarrollo sustentable para las generaciones futuras.

Según Barbosa (2008), el término “desarrollo sostenible” surgió de estudios realizados por las Naciones Unidas sobre el cambio climático, como respuesta de la humanidad a la crisis social y ambiental que el mundo experimentaba desde la segunda mitad del siglo XX en adelante. La *Comisión Brundtland*, señalada anteriormente, elaboró un informe para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo, conocida como “Río 92”, que luego se nombró como “Nuestro Futuro Común”. Luego menciona que hay cinco líneas conductoras para lograr erigir el desarrollo sustentable que parten de la Carta de Ottawa en 1986 donde permean y dan dirección a la *Agenda 21* y a los acuerdos subsecuentes como: la integración de la conservación al desarrollo, la satisfacción de las necesidades humanas, lograr la equidad y la justicia social en la sociedad, empoderar en la sociedad la autodeterminación social y la diversidad cultural y finalmente el sostenimiento de los sistemas naturales.

En el año 2015 en Nueva York se llevó a cabo la Cumbre de las Naciones Unidas (ONU, 2015) donde hubo un proceso de negociación entre los países representantes para suscribir y acoger los acuerdos del breviario emanado del “Río +20” para el desarrollo sustentable. En ese entonces se alzó y ratificó la Agenda 2030 que entró en vigor desde el 1° de enero de 2016 y que incluye los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son: fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres, paz, justicia e instituciones sólidas, alianzas para lograr los objetivos.

Esta agenda 2030 se constituye en un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, estos objetivos impulsarán por un lapso de 15 años las dimensiones sustancialmente importantes no dejando el foco de lado para las necesidades fundamentales a las personas, grupos, familias y comunidades. Significa entonces que estás líneas de pensamiento mejorarán notablemente las

condiciones de vida de los individuos y nuestro mundo se convertirá en un mejor lugar para vivir evitando a corto, mediano o largo plazo el agotamiento de los recursos naturales y el menoscabo de los ecosistemas.

Todo lo anterior implica que las universidades no solo son centros de conocimiento e innovación, sino también actores sociales con un impacto significativo en sus entornos locales y globales. La evidencia sugiere que es improbable que los ODS se cumplan sin la participación del sector académico, ver Figura 1, (REDS, 2017).

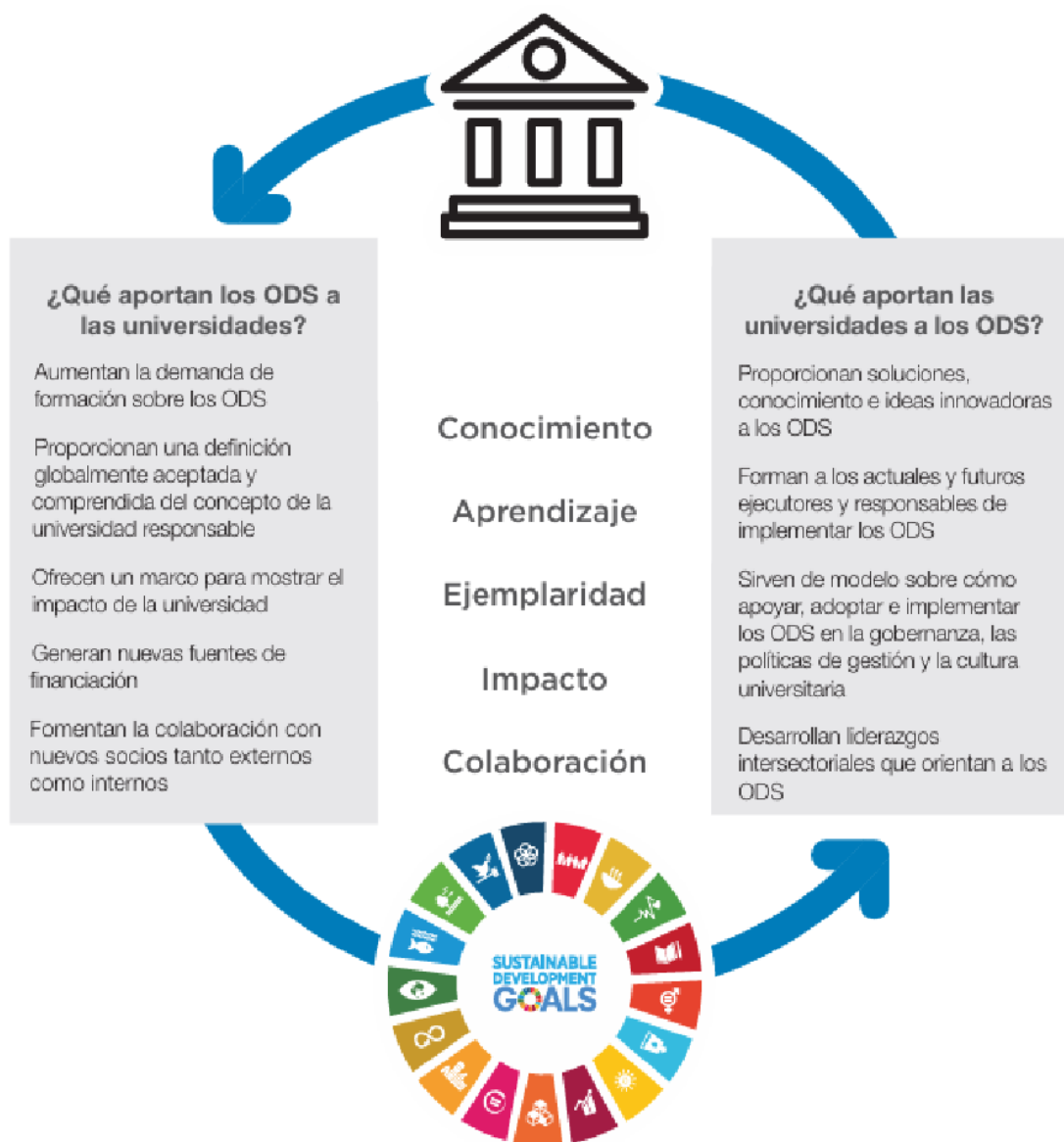


Figura 1. Razones para compromiso universitario con los OODS.

La comunidad universitaria como los representantes mayúsculos en una institución educativa de educación superior donde está la esencia de la formación profesional para los individuos que buscan la preparación, el estudio y el conocimiento permanente, generando así, investigaciones y reflexiones que permitan tener y obtener evidencia científica, se conectan a estas necesidades humanas en la búsqueda permanente del bienestar, lo que los llama a explorar, investigar e indagar en la naturaleza de los ecosistemas a través de la reflexión instalada en sus mallas curriculares en forma transversal y además instalarlo en su día a día teniendo un ambiente ausente y libre de contaminación: visual, ambiental de contacto permanente con la naturaleza y sus virtudes. Conectar con la naturaleza, involucrarse y respetar el entorno son desafíos considerables en los cimientos del profesional responsable y auténtico, base de la ética profesional y el civismo. A los efectos de este, se ha creado el segundo Acuerdo de Producción Limpia (ASCC, 2021), alianza estratégica entre diversos ministerios chilenos, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático y la Red Campus Sustentable. Su propósito fundamental es transformar a las instituciones de educación superior en modelos de sostenibilidad mediante la gestión eficiente de recursos y la mitigación del cambio climático. El texto establece una estructura de cumplimiento basada en tres niveles de certificación que abarcan áreas críticas como la gobernanza, el uso responsable del agua y la energía, y la gestión de residuos. Además, promueve la integración de perspectivas de género, inclusión y cultura sustentable tanto en el currículo académico como en la vinculación con la comunidad. Finalmente, se definen mecanismos de auditoría y seguimiento para garantizar que las entidades logren metas concretas hacia la neutralidad de la huella de carbono (Figura 2).



Figura 2. Metas concretas para la neutralidad de la huella de carbono.

Dadas las condiciones que anteceden, el estudiantado está llamado a involucrarse y discernir frente a cuestiones que mejoran los estándares en la sociedad en su conjunto. Los profesionales en formación, particularmente, en el área sanitaria pertenecen a ese conglomerado que observa, valora, diagnostica y ejecuta lineamientos tales que satisfacen necesidades que se ven amenazadas por la inclemencia de los cambios, algunos irreparables, del entorno, afectando su salud física, mental, espiritual. En este propósito la Organización Mundial de la Salud (OMS), visualiza y determina que el costo letal de la contaminación del aire lleva, significativamente, a la dificultad para respirar, ataques de asma recurrentes en población vulnerable y la visión borrosa debido a las afecciones oculares causados por contaminación del aire. Se observa claramente que cada vez hay más investigaciones y pruebas en búsqueda de la evidencia que vinculan la contaminación del aire ambiental y doméstico con diversos efectos en la salud como

enfermedades no transmisibles: enfermedades respiratorias, cardiovasculares y pulmonares, bajo peso al nacer, diabetes, deterioro cognitivo e impactos en la salud mental. Los impactos provocan 7 millones de muertes por año. Es evidente entonces que muchos actores, a decir: académicos, estudiantado, oficinas gubernamentales, empresas privadas e incluso el Estado de una nación están llamados a colaborar para implementar soluciones efectivas (OMS, 2024).

Como puede observarse las comunidades universitarias preocupadas por la educación ambiental en ciencias de la salud se deben comprometer en diseñar espacios donde puedan aprender y ensayar a tratar bien a los demás en el entorno medio ambiental óptimo y eficiente. A satisfacer sus necesidades básicas desde las diversas perspectivas biológicas, psicológicas, sociales, espirituales sobre y para el buen trato y reconocer los ambientes libres de contaminación de todo tipo y valor. Los efectos del cambio climático repercuten negativamente sobre los determinantes ambientales y sociales de la salud física y mental. Todos los aspectos de la salud se ven afectados por el cambio climático, desde el aire, el agua y los suelos no contaminados, hasta los sistemas alimentarios y los medios de subsistencia. Más retrasos en la lucha contra el cambio climático aumentarán los riesgos para la salud, socavarán décadas de mejoras en la salud mundial e irán en contra de nuestros compromisos colectivos para garantizar a todas las personas el derecho humano a la salud (OMS, 2025). En este propósito, particularmente en la ciencia de la enfermería, la sostenibilidad abarca seis atributos definitorios: ecología, medio ambiente, futuro, globalización, holismo y mantenimiento. Los antecedentes de la sostenibilidad requieren cambio climático, impacto ambiental y concienciación, confianza en el futuro, responsabilidad y voluntad de cambio. Las consecuencias de la sostenibilidad en enfermería incluyen la formación en ecología, medio ambiente y desarrollo sostenible, así como la integración de la sostenibilidad en los programas académicos de enfermería y en la descripción de la disciplina. La sostenibilidad también debe formar parte de las organizaciones sanitarias nacionales e internacionales. Enfermería contribuye al desarrollo sostenible, con el objetivo final de mantener un entorno que no perjudique las oportunidades de buena salud de las generaciones presentes y futuras (Anáker, 2014).

En este orden de ideas se vuelve obligación citar al académico David W. Orr (2017), quien plantea en una conferencia magistral, la invitación a los jóvenes a hacerse cargo del cuidado del planeta, señalando, “...todas las áreas del saber deben involucrarse en la manera de enfrentar el cambio climático”, además, exhorta y se pregunta, ¿pueden los seres humanos sobrevivir en este planeta? ¿Y si sobreviven, pueden prosperar en este mundo? ¿cuáles son nuestras obligaciones con las otras especies? Es importante hablar del tema y conversar incluyendo el arte, música y poesía de lo que estamos viviendo (UACM, 2006).

Referencias

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). (s.f.). *Acuerdos de Producción Limpia*. <https://www.ascc.cl/>

Anåker, A., & Elf, M. (2014). Sustainability in nursing: A concept analysis. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 28(2), 381–389. <https://doi.org/10.1111/scs.12121>

Barbosa, G. S. (2008). El desafío del desarrollo sostenible. *Revista Visões*, 1(4). 8

Cantú M., P. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *CienciaUANL*, 19, 27–32.

https://www.researchgate.net/publication/311900359_Los_nuevos_desafios_del_desarrollo_sustentable_hacia_2030

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015* (A/69/L.85). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*. https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Sostenibilidad*.
<https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Organización Mundial de la Salud. (2024). *La OMS acogerá la segunda conferencia mundial sobre contaminación del aire y salud*. <https://www.who.int/es/news-room/19-06-2024-who-to-host-second-global-conference-on-air-pollution-and-health>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Cambio climático y salud*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

Orr, D. (2017). *Educación para la sustentabilidad* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=llwjQFr4jkg>

Real Academia Española. (s.f.). *Sustentabilidad*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 30 marzo de 2026, de <https://dle.rae.es/sustentabilidad>

Red Española para el Desarrollo Sostenible (REDS). (s.f.). *Cómo empezar con los ODS en las universidades*. <https://reds-sdsn.es/guia-empezar-los-ods-las-universidades/>

UACM. *Educar ¿para qué?* (2006). Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM)

Valdivia en el laberinto de la automóvil-dependencia

Otto Luhrs Middleton. Magister en Desarrollo a Escala Humana y Economía

Ecológica. Profesor de Educación Física. Movilidad urbana. Profesor honorario.

Inst. de Ciencias de la Educación.

ottoluhrs@uach.cl

Introducción

Hace décadas que en la literatura académica y técnico-política encontramos referencias al automóvil: i) como un factor gravitante en las crisis eco sociales actuales en tres escalas, planetaria, urbana y personal, ii) entendiéndolo como un sistema y no sólo un conjunto de objetos y iii) valorando su utilidad, pero tensionando el volumen total de unidades en circulación y la frecuencia, distancias, zonas y velocidad de su uso. En menor medida aparece también la cuestión energética, por su cuota de consumo de combustibles en el escenario en desarrollo de descenso de la disponibilidad de recursos energéticos.

Este ensayo no es una revisión de estas referencias, sino que estimulado y nutrido por ellas pretende primero, exponer la actualidad y localidad del tema automóvil desde documentos oficiales y expresiones públicas de actores políticos y segundo, compartir algunas reflexiones personales con las cuales llego a la perspectiva que da título a este ensayo: entender al automóvil como una dependencia fabricada exógenamente -lo cual no exime de responsabilidad individual-, en un sistema con grado tal de complejidad entre los factores que la crean (simbólicos, sicológicos, económicos, urbanísticos, etc.), que resulta en un laberinto de inercias culturales sobre el cual hay que elevarse para distinguir los caminos sin salida de aquellos que si nos pueden liberar de esta dependencia.

No sobra destacar que la dependencia a la que refiero, aunque de maneras y magnitudes diversas, afecta la posibilidad de crear y sostener una vida buena¹⁷ tanto a automovilistas como a no automovilistas.

1. Dos definiciones y un posicionamiento

Sobre *automovilidad*, Robert (2018, p.41), señala que la mayoría de académicos que se enmarcan en el “giro de la movilidad” (iniciado con el libro *Mobilities*, Urry 2007), emplean este término para referirse al “conjunto de procesos sociales, culturales, políticos, económicos y ecológicos que definieron y retroalimentaron el sistema moderno de motorización masiva”, la cual “han tratado de entender en los términos más amplios posibles, ubicando el auto dentro de sistemas de cosificación, de creación de estados y naciones, leyes, gobernabilidad, subjetividad, ciudadanía y cambios medioambientales”.

La *automóvildependencia*, presente en buscadores en inglés como *car dependency*, es definida por Mattioli et al (2020) como un “patrón en la planificación urbana que ocurre cuando la infraestructura favorece a automóviles frente a otros modos de transporte, como el transporte público, bicicletas y caminata”. Mukasa (2026) señala que la “dependencia del automóvil es tanto un factor determinante como un producto de la forma urbana y la infraestructura”. Mientras estas perspectivas fijan la atención en el nivel macro, en la Carta Pública por Ciclovías en Valdivia (suscrita por 174 personas, 23 de ellas trabajadoras UACH) referimos al nivel micro con la expresión “situación de automovilidad”, como aquella “en la cual el traslado en automóvil es un elemento esencial de la organización de la vida cotidiana de una persona” (Raposo, 2024).

Posicionamiento. Considero que la comprensión plena de significado y efectos de la *automóvildependencia* solo aparece desde la integración de niveles macro y micro, es decir, desde el reconocimiento tanto de decisiones políticas creadoras de contextos promotores de *automóvildependencia* como de las personas existiendo

¹⁷ Entiendo vida buena como es tratada en revista Papeles (FUHEM, 2023), n°161, “Modo de vida, vida buena y crisis ecosocial”. Incluye un artículo sobre *movilidad ¿buena?*, de Alfonso Sanz.

en dichos contextos, integración que siento sintetizada de forma inmejorable en la célebre frase de Sartre “cada persona es lo que hace con lo que hacen de ella”.

2. Presencia en documentos nacionales y expresiones públicas valdivianas

En documentos oficiales del Estado de Chile está presente entender la presencia del automóvil en nuestras ciudades como una dependencia problemática. La Política Nacional de Desarrollo Urbano (MINVU, 2014), con relación al objetivo “Racionalizar costos de transporte de personas y bienes” indica acercar “las actividades productivas a las residenciales, disminuyendo las distancias de viaje y la dependencia del automóvil”. La Estrategia Nacional Movilidad Sostenible (MTT, 2021) explicita el efecto esperado de “ciudades menos dependientes del automóvil”. El Diagnóstico para la Actualización de la Política Nacional de Desarrollo Urbano (CNDT, 2025), luego de evidenciar el alza de su uso, señala que “esto implica una elevada dependencia del automóvil”.

La dependencia tratada no llamaría la atención si sus efectos negativos no se valoraran. Sin embargo estos aparecen en documentación revisada (MTT 2021 y 2025, MINSAL 2024, CNDT 2025), en la cual se reconoce que el automóvil a) es el modo de transporte más costoso, b) requiere de grandes infraestructuras urbanas, c) es causante significativo de congestión vehicular, c) registra mayor cantidad de siniestros de tránsito con la más alta mortalidad de menores de edad, d) tiene un alto impacto en la contaminación del aire, e) promueve el sedentarismo, f) incentiva la expansión urbana aumentando desigualdad social, g) es el modo que más emite Gases Efecto Invernadero por pasajero/kilómetro, h) genera un alto consumo de suelo urbano, i) encarece el transporte público y j) reduce posibilidad de utilizar movilidad activa.

En el caso de las opiniones públicas valdivianas se pueden identificar con nitidez dos posturas, la que reconoce el uso de automóviles como un problema que debe ser abordado y la que desvía la atención hacia otros factores.

En coherencia con la primera postura, el diputado Sabat, siendo alcalde de Valdivia, tituló una carta al Diario Austral “dejar el auto en casa” (2017). La Presidenta del

Directorio UACH Marcela Villenas, como Seremi de Transportes y Telecomunicaciones, señaló ante un alza del parque automotriz informado por el INE, que “tenemos la misión de trabajar por la calidad de vida de las personas” al informar medidas de mejoramiento del transporte público (2018). La actual alcaldesa Carla Amtmann se ha manifestado en varias ocasiones, con expresiones como “¿debemos diseñar nuestra ciudad en función del mercado automotriz? (...) Las tendencias urbanísticas que proyectan ciudades sustentables apuntan a todo lo contrario (...) un país con un transporte desarrollado no es donde los pobres andan en automóviles, sino en donde los ricos andan en transporte público” (2018), “acá decimos que le declaramos la guerra no al automovilista, pero sí al auto (...) tenemos que lograr que en el funcionamiento cotidiano el auto no sea la mejor alternativa” (2022), “Un automóvil particular que queda estacionado durante todo el día en un lugar para mover a una persona ocupa un espacio que podrían usar cientos de personas” (2024), “en cada barrio, hay madres, padres y abuelos que tienen miedo que sus hijos o nietos salgan a la calle a jugar, que se vayan solos al liceo, (...) ¿Por qué? Por el miedo a que los atropellen” (2024) y “Cuatro muertos al día. Esta cifra no proviene de balaceras, narcotráfico o violentos asaltos. Son muertes vinculadas a automóviles (...) Hablamos de una verdadera pandemia, una crisis social” (2025).

Contrastando con lo anterior, el año 2024 un sector de la población atribuyó la causa de lo que llamaron “caos vial” a la creación de ciclovías, lo que fue respaldado por personas del ambiente político local. La senadora María José Gatica habló de “ciclovías mal diseñadas en estrechas calles (...) reducción de espacios de circulación (...) las buenas intenciones de la municipalidad son un romanticismo lejos de la cultura de nuestra tierra”. El diputado Leandro Kunstmann siendo candidato, indicó “en vez de arreglar veredas, tenemos ciclovías, ¿y eso cómo va, la vereda o la ciclovía?” y “la construcción de ciclovías sin un plan alternativo para el tránsito, los tacos (...) hoy día son invivibles”. El Seremi de Energía Juan Taladriz, siendo Consejero Regional, señaló “estas nuevas ciclovías (...) han generado un aumento en los tiempos de viaje, y una percepción de que se está perjudicando la movilidad familiar”. El Seremi de Economía Rafael Foradori, siendo candidato a

concejal, postulaba “suspender construcción de nuevas ciclovías hasta que se construyan proyectos estructurales como puentes y avenidas”. Finalmente, la delegada presidencial Región de Los Ríos Vicky Carrasco, siendo concejala, expresó “no voy a aprobar kilómetros más de ciclovías en Valdivia, una ciudad en la que llueve 8 meses al año y no creo que sea una prioridad”.

3. Miradas personales

El estudio y archivo de antecedentes expuestos hasta acá ha estado acompañado de reflexiones, casi ninguna publicada. Son textos breves, independientes en su origen, pero que tienen en común el intento de comprender y transformar la automóvildependencia. Por motivo de espacio, sólo he seleccionado para ser incluidas en este escrito las siguientes.

I) Engaño semántico existe en la palabra automóvil pues este objeto no da automovilidad, por el contrario, puede atrapar en una movilidad dependiente de complejas cadenas de fabricación y venta, más la provisión de combustibles, repuestos, créditos bancarios, servicios mecánicos, una altísima inversión nacional en infraestructura y regulación normativa y control internacional de la geopolítica - petroguerras mediante-, entre otros factores.

II) Evolución cíclica poder-desear-necesitar-poder. Las POSIBILIDADES estimulan DESEOS. Un DESEO satisfecho regularmente genera un HÁBITO, lo que crea NECESIDAD de los factores que lo sostienen. Ejemplo: la infraestructura vial crea la posibilidad de vivir en Cayumapu y trabajar en Isla Teja, Valdivia. Las personas que primero desean y luego aprovechan esa oportunidad, toman decisiones sobre dónde residir contando con poder viajar diariamente en automóvil y sostener un trabajo remunerado con el cual sostener su residencia y movilidad. Así, convierten una posibilidad en necesidad y dependencia. Suelen blindarse ante consideraciones ecoéticas al uso del automóvil por ser una necesidad, a pesar de haberla adquirido voluntariamente. Al masificarse esta necesidad en la población, aumenta su sustento popular y el respaldo político para medidas coherentes con la posibilidad de vivir dándole al automóvil un rol estructural, como la habilitación de

estacionamientos en la costanera valdiviana desde enero 2026. Así, se cierra el ciclo posibilidad-deseo-necesidad/dependencia-posibilidad.

III) Microsuperioridades interseccionales. Es la fusión de dos conceptos, interseccionalidad y micromachismos. El primero señala que diversas categorías humanas que son factores de desigualdad tienden a potenciarse entre sí cuando coinciden en una persona o grupo, tanto del lado favorecido como del desfavorecido. El ejemplo original nace de la creadora del enfoque Kimberlé Crenshaw (2014), quien expresa que ser mujer o de raza negra en EEUU es difícil, pero lo es más cuando se es mujer y de raza negra. Estar del lado favorecido del enfoque en cuanto a género, puede provocar el segundo concepto, “micromachismos”, que para Bonino (1998) son prácticas de violencia y dominación masculina en lo cotidiano, consideradas normales y legitimadas y que por ello se ejecutan impunemente. Como violencias en relaciones de dominación ocurren en múltiples categorías humanas, propongo usar la expresión “micro ()ismos” para dar espacio a nombrar otras violencias de este tipo. Las dos microsuperioridades interseccionales más presentes en mi historia, vividas desde el lado desfavorecido, son los microwatsapismos y los microautomovilismos. El ejemplo cotidiano valdiviano clásico de este último es el estacionamiento de automóviles en ciclovía, normalizado, legitimado y relativizado con frases como “que te cuesta pasar por el lado”, “si es un minuto no más”, “pero es que yo vivo aquí” o “vengo a dejar a mi hija al colegio”.

4. Concluyendo

En mi Tesis de Magister (Luhrs, 2022) encontré que el porcentaje de docentes del Campus Teja – UACH que se desplaza en automóvil varía entre un 56% en días despejados y un 79% los días lluviosos, pero baja a un 11% al consultar por la opción de movilidad ideal. Esta elevada diferencia entre el comportamiento cotidiano y el soñado, recuerda la comprensión de Rosa (2016, p.144) sobre alienación, quien la señala como un estado en el cual “hacemos ‘voluntariamente’ lo que en realidad no queremos hacer”. ¿Es la automóvildependencia un síntoma de alienación colectiva? Percibo casos extremos en los cuales personas trascienden el solo

TENER o USAR un automóvil y llegan a una dimensión ontológica e identitaria de SER automovilista, condición que puede llevar al “secuestro de los medios, pues ahora el supermercado nos compra, el televisor nos ve, el automóvil nos maneja” (Galeano, 2006, p.159). Convencido como estoy de que el fondo del problema es un asunto de imaginación, finalizo compartiendo lo expresado por Holden et al (2020), “Las ideas son inmensamente importantes, porque nos permiten imaginar cosas colectivamente. Cuando la gente imagina colectivamente tales ideas, la historia cambia” y preguntando ¿podremos imaginar una Valdivia en la cual el uso del automóvil sea respetuoso con la libertad de optar por otras movilidades de forma segura y equitativa?

Referencias

Amtmann, C. (18 de agosto de 2025) Cuatro muertos al día. *Diario Austral*.
<https://www.australvaldivia.cl/impresa/2025/08/18/full/cuerpo-principal/6/>

Amtmann, C. (24 de febrero de 2024) “Queremos ser una buena comuna...”. Entrevistada por María Pino. Página 3 | [australvaldivia.cl](https://www.australvaldivia.cl) - El Austral de Los Ríos - Valdivia, Chile - 24.02.2024 (link).

Amtmann, C. (24 de junio de 2024) Convivencia vial en Valdivia. *Diario Austral*.
<https://www.australvaldivia.cl/impresa/2024/06/24/full/cuerpo-principal/6/>

Amtmann, C. (7 de mayo de 2018) Más automóviles en el centro. *Diario Austral*.
<https://www.australvaldivia.cl/impresa/2018/05/07/full/cuerpo-principal/9/>

Amtmann, C. [@laSegunda]. (31 de agosto de 2022). Conversación. X.
https://x.com/La_Segunda/status/1565112207922253824

Bonino, L. (1998). Micromachismos: la violencia invisible en la pareja (link).

Carrasco, V. [@vicky_carrasco_silva]. (25 de junio de 2024). TikTok Les cuento que hoy se votó en Concejo el Plan de Desarrollo Comunal, e... | TikTok (link).

CNDT (2025) *Diagnóstico para la actualización de la Política Nacional de Desarrollo Urbano*.

Crenshaw, K. (2 de abril de 2014) Crenshaw on intersectionality: I wanted to come up with an everyday metaphor that anyone could use (link). *New Statesman*

Foradori, R. [@Rafael Foradori] (20 de octubre de 2014) Propuestas en Seguridad Vial. Facebook. <https://web.facebook.com/foradoriconcejalvaldivia/photos>

FUHEM (2023). *Papeles*. Modo de vida, vida buena y crisis ecosocial. Papeles 161 - FUHEM (link). [Número completo].

Galeano, E. (2006). *Úselo y tírelo* (13ª edición). Buenos Aires: Boocket.

Gatica, M.J. (26 de abril de 2024). Caos vial en Valdivia. *Diario Austral*. <https://www.australvaldivia.cl/imprensa/2024/04/26/full/cuerpo-principal/7/>

Holden, E.; Banister, D.; Gössling, G.; Gilpin, G.; Linnerud, K. (2020) Grand Narratives for sustainable mobility: *A conceptual review*. *Energy Research & Social Science* 65 101454.

Kunstmann, L. [@Leandro Kunstmann Collado]. (2024). Tacos y más tacos. Facebook. <https://web.facebook.com/reel/980462223002164>)

Kunstmann, L. [@lkunstmann]. (2024). Hay que focalizar el Gasto Público en las prioridades... Instagram. <https://www.instagram.com/reels/DAVsSO1v7OX/>

Luhrs, O. (2022) *Diagnóstico de la movilidad cotidiana en la comunidad del Campus Teja de la UACH* [Tesis de Magister en Desarrollo a Escala Humana y Economía Ecológica, Universidad Austral de Chile]

Mattioli, G.; Roberts, C.; Steinberger, J.K.; Brown, A. (2020). The political economy of car dependence: A systems of provision approach. *Energy Research & Social Science*. Vol.66 101486.

MINSAL (2024) *Guía transporte activo escolar*.

MINVU, PNUD (2014) *Política Nacional de Desarrollo Urbano*.

MTT (2021) *Estrategia Nacional Movilidad Sostenible*. Proyecto EUROCLIMA+

MTT (2025) *Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transportes*

Mukasa, K. (2026) *Reducing Private Vehicle Dependency in Metro Vancouver* [Tesis de Maestría, Royal Roads University].

Raposo, M. (14 de junio de 2024) La Necesidad De Infraestructura: Carta Pública Por Las Ciclovías De Valdivia - Pedalea (link). *Revista Pedalea*.

Robert, K. (2018). Automovilidad. En Zunino, Giucci, Jirón (eds), *Términos clave para los estudios de movilidad en América Latina* (pp. 41-48). Buenos Aires: Biblos.

Rosa, H. (2016) Alienación y aceleración. Madrid: Katz

Sabat, O. (25 de septiembre de 2017). Dejar el auto en casa. *Diario Austral*. <https://www.australvaldivia.cl/impresas/2017/09/25/full/cuerpo-principal/9/>

Taladriz, J. (10 de abril de 2024). Sesión Ordinaria N°468 del 10 abril 2024 del Consejo Regional de Los Ríos. <https://www.youtube.com/watch?v=1cWYeVelqO8>

Urry, J. (2007). *Mobilities*. Cambridge: Polity Press

Villenas, M. (31 de agosto de 2018). Entrevistada por Víctor Gatica. *Diario Austral*. <https://www.australvaldivia.cl/impresas/2018/08/31/full/cuerpo-principal/7/>

La lluvia como algoritmo

Marta Silva Fernández

Antropóloga, doctora en educación: sistemas de conocimiento y educación STEM

Facultad de Filosofía y Humanidades

marta.silva@uach.cl

Son las 4:51 de la mañana y Eliana ya está en el laboratorio. Afuera, Valdivia duerme envuelta en niebla y llovizna, como casi siempre en invierno. El río Calle-Calle —el lewfü, como lo llamaba su abuela en mapuzugun— es apenas una línea oscura y quieta entre las luces del puente. Eliana no necesita verlo para saber que está ahí.

El laboratorio huele a café recalentado y a plástico tibio de los servidores que nunca se apagan. La luz es blanca y pareja, sin sombras, el tipo de luz que borra la hora y hace que uno pueda quedarse trabajando sin darse cuenta de que amaneció. Eliana conoce bien esa trampa y la acepta con gusto. Le gusta llegar antes que todos, cuando las pantallas son suyas solas y el único sonido es el zumbido suave de las máquinas que cuidan el río mientras la ciudad duerme.

Esas máquinas son, en buena medida, obra de ella, como ingeniera en recursos hídricos junto al apoyo de quien fue su profesor guía y actual director del laboratorio Francisco, ARCA —Algoritmo de Redes para Cuencas Australes— fue el centro de su tesis doctoral durante cuatro cinco años y luego, gracias al financiamiento de la universidad local y de algunas empresas de la zona, creció hasta convertirse en lo que es hoy: un sistema de predicción de crecidas del río Calle-Calle. Su propósito es simple y urgente: avisar con tiempo suficiente cuando el río va a subir de manera peligrosa, para que las familias que viven en los sectores bajos puedan ponerse a salvo antes de que el agua llegue.

ARCA funciona mediante machine learning, que es una forma de inteligencia artificial que aprende a reconocer patrones en grandes cantidades de datos, de manera similar a como una persona aprende a leer el tiempo mirando el cielo

durante años, pero de forma automatizada y a una escala que ningún ser humano podría abarcar solo. El sistema recibe información de sensores distribuidos a lo largo de la cuenca: temperatura del aire, presión atmosférica, humedad del suelo, imágenes de radar, niveles de agua en distintos puntos del río. Con todo eso, procesa, compara, ajusta sus cálculos internos y emite un pronóstico indicando el porcentaje de probabilidad de que el río crezca en las próximas horas.

Eliana sirvió el café, se sentó frente a la pantalla principal y abrió el log de la noche, que es el registro automático donde el sistema anota todo lo que hizo mientras ella no estaba. Lo que leyó la dejó quieta un momento: ARCA predecía una probabilidad del 61% de crecida del lewfü en las próximas 72 horas. Y el sistema declaraba algo más: confianza alta.

Eliana dejó la taza sobre el escritorio y miró ese número. "Alta". Sentía en el pecho algo parecido a la desconfianza, aunque no sabía todavía bien por qué. El modelo mostraba más certeza justamente en los sectores donde tenía menos información, donde había menos sensores. Y a eso no se le podía calificar como "confianza".

Abrió el historial de errores y buscó los tres últimos eventos extremos de lluvia: julio del año anterior, mayo de este año y agosto. En los tres casos, ARCA había fallado de la misma manera: había subestimado la crecida entre cuarenta y setenta centímetros por debajo del nivel que el río alcanzó en realidad. Los errores eran sistemáticos, siempre orientados en la misma dirección, siempre vinculados a la parte alta de la cuenca, en un área asignada con el código M81.

Cuando graficó los residuales —la diferencia entre lo que el modelo predijo y lo que realmente ocurrió, el error medible— el patrón fue tan claro que por un momento pensó que lo estaba imaginando: "Esto no es algo aleatorio, es como una señal. Algo que el modelo no puede ver, o que alguien había decidido que no viera", pensó. Esa distinción la inquietó. Había una gran diferencia entre esas dos cosas, y necesitaba saber cuál era.

Buscó los datos históricos del sector problemático, el M81, la cuenca alta del río, la zona más alejada de la ciudad y más difícil de monitorear. Encontró la carpeta casi

por accidente, escondida en un directorio de archivos secundarios con una fecha de modificación que no correspondía a ninguna actualización que ella recordara. El nombre de la carpeta era OUTLIER_DESCARTADO, que en el lenguaje técnico significa algo así como 'datos atípicos, eliminados del análisis'.

Dentro había cuarenta y siete archivos. Todos del mismo sector. Las fechas abarcaban tres años. Eliana abrió el primero y leyó: lecturas de saturación del suelo en M81, tomadas en terreno por alguien que había ido físicamente al lugar, con coordenadas precisas. Los valores eran altos, anormalmente altos, exactamente del tipo que habría explicado los tres errores del modelo. Abrió el segundo archivo. Igual. El tercero. Igual. Los cuarenta y siete decían lo mismo.

En el archivo número dieciséis encontró algo distinto: una nota de campo manuscrita, escaneada. Alguien había escrito a mano, con letra apretada y urgente: "nivel alto — vegetación densa en borde este — sapo en borde norte". Eliana leyó esa línea dos veces; no entendía todavía por qué eso le parecía importante. Afuera, el viento cambió de dirección. El frente climático llegaría en sesenta y seis horas.

Rastreó el origen del descarte. Le tomó dos horas. Encontró lo que buscaba en las actas de reunión del equipo de dieciocho meses atrás: una sola línea que decía "Sector M81: datos inconsistentes con baseline. Recomendación: excluir de entrenamiento hasta nueva evaluación".

Eliana se recostó en la silla y miró el techo. El baseline es el conjunto de valores que el sistema considera normales, su punto de referencia para distinguir lo habitual de lo anómalo. Si el baseline fue construido sin datos del sector M81, entonces los datos de M81 siempre parecerían inconsistentes, siempre fuera de rango, siempre sospechosos. No porque estuvieran mal, sino porque el modelo nunca los había considerado parte de su realidad de referencia. Alguien había decidido que esos datos no contaban. Sintió rabia, y después algo más profundo: una tristeza específica, la de descubrir que la máquina que había construido para proteger a la gente había sido vaciada por dentro sin que ella lo supiera.

Intentó recuperar los datos originales de M81 para analizarlos completos. La interfaz de ARCA respondió en menos de un segundo: [SECTOR_M81 — acceso: PERMISO PENDIENTE]. Eliana conocía todos los mensajes de error del sistema. Los había programado ella misma, uno por uno, durante su doctorado. Este no estaba en ninguno de ellos. No era un bug, que es un error en el código del programa que hace que se comporte de manera inesperada. No era una restricción de red ni un problema de permisos de usuario. Alguien lo había programado deliberadamente. Abrió el log de administración del sistema y buscó el timestamp de esa línea de código: había sido añadida catorce meses atrás, un mes después del acta. La pantalla parpadeó un segundo. Luego siguió mostrando el pronóstico con total normalidad. Probabilidad de crecida: 61%. Confianza: alta. Eliana apagó el monitor secundario y se quedó mirando la pantalla principal. Alguien había bloqueado el acceso a los datos de M81 de manera deliberada, y no había dejado ningún registro oficial explicando esa decisión. Quería saber quién lo había hecho y por qué. Pero más urgente que eso era ir físicamente al lugar y ver con sus propios ojos qué estaba pasando en ese sector.

Francisco escuchó los diez minutos que Eliana habló, miró los gráficos y el log con el timestamp. Luego miró el río por la ventana.

"En su momento fue la decisión técnicamente correcta", dijo. "Los datos de M81 generaban ruido en el modelo."

"Generaban señal", dijo Eliana. "Señal que no supimos leer."

"Es lo mismo."

"No lo es. Hay una diferencia enorme entre datos que están mal y datos que contradicen lo que el modelo ya cree."

El silencio que siguió fue incómodo. Eliana miró el río desde la ventana mientras esperaba. El Calle-Calle esa mañana estaba café y más rápido de lo habitual para la cantidad de lluvia que había caído. Eso era una señal también, pero no era el momento de decirlo.

"Hay procesos para revisar la inclusión de nuevos datos", dijo Francisco finalmente.

"No podemos hacer cambios a sesenta horas de un evento potencial."

"¿Cuánto toman esos procesos?"

Francisco recogió sus papeles sin responder.

"Emitimos con el modelo como está", dijo, y salió de la sala.

Eliana se quedó sola mirando el río. El agua estaba haciendo algo que no debería estar haciendo todavía: el suelo de la cuenca alta ya estaba empezando a saturarse. El lewfü avisaba antes de que la lluvia llegara. Siempre lo había hecho. El problema era que nadie con poder para actuar estaba escuchando

Salió del laboratorio a las once de la mañana con la certeza de que necesitaba ver el sector M81 con sus propios ojos antes de tomar cualquier decisión. Manejó hasta donde terminaba el camino asfaltado y después caminó. El bosque cerró rápido a su alrededor: arrayanes, coihues, algunos ulmos y un desfile de copihues que se mecían con el viento. Eliana conocía ese tipo de terreno. Había crecido en sectores como esos, en una comunidad a orillas de un estero, y de niña había caminado cerros parecidos con su abuela, que le enseñaba los nombres de las plantas en mapuzugun y le explicaba que cada cuerpo de agua tenía su propio cuidador, su propio ngen, y que por eso había que llegar con respeto y avisar antes de tomar cualquier cosa.

Eliana había guardado esas enseñanzas en algún lugar de la memoria que su formación universitaria no había alcanzado a ordenar ni a clasificar. Eran recuerdos que pertenecían a otro idioma, a otro modo de entender el mundo, uno que ella no había abandonado del todo, aunque tampoco supiera bien cómo llevarlo al laboratorio.

Durante veinte minutos siguió el mapa en el teléfono. Después el GPS le mostró una trocha, un sendero angosto cubierto de vegetación, como si nadie hubiera pasado por ahí en años, y el terreno real no coincidía con lo que la pantalla decía. Guardó el teléfono.

Lo que la orientó después fue más difícil de describir con palabras técnicas. Un sonido de agua que venía de una dirección que no correspondía a ningún cauce registrado en el mapa. Era constante, como algo que siempre había estado ahí y ella recién ahora lo escuchaba porque había dejado de mirar la pantalla. Recordó que su abuela le había dicho una vez que el agua habla, que uno tiene que aprender a escucharla, y que los que no escuchan se pierden. En ese momento, caminando sola entre los árboles, Eliana sintió que esa frase era literalmente verdadera.

El olor cambió antes de que el paisaje cambiara: la tierra pasó de seco y vegetal a algo más pesado, húmedo, casi dulzón. Y el suelo empezó a ceder bajo sus botas antes de que pudiera ver el agua.

Al pasar por una pequeña comunidad camino al sector, una mujer mayor le había dado indicaciones para llegar. Le preguntó qué buscaba, y cuando Eliana le explicó que venía del proyecto de predicción del río, la mujer dijo: entonces va a encontrar a Leonardo allá arriba. Él sabe más del agua que cualquier máquina.

Llegó al menoko sin saber exactamente cuándo había cruzado el umbral. Un menoko es una zona de descarga de agua subterránea, donde el agua acumulada durante semanas o meses en la cuenca alta emerge finalmente a la superficie. Es un indicador muy sensible del estado de saturación del suelo. Cuando el nivel del menoko sube, significa que la tierra ya no puede absorber más agua, que cualquier lluvia adicional se convertirá casi directamente en escorrentía que alimentará el río.

Pero un menoko es también, en la cosmovisión mapuche, mucho más que un dato hidrológico. Es un sitio de alta significación cultural y espiritual, un lugar que tiene su propio ngen-ko, el espíritu guardián del agua, y que exige respeto antes de ser visitado o intervenido. No se llega a un menoko sin avisar ni se toma nada de él sin pedir permiso. Eso lo había aprendido Eliana de niña, pero olvidado hasta ahora.

Cuando llegó sintió que el suelo no era firme. No era pantano tampoco: era algo intermedio que tenía su propia lógica, que cedía en ondas lentas bajo las botas, como si respirara. Los musgos eran de un verde tan intenso que parecía generado

desde adentro, no iluminado desde afuera. El agua no corría: emergía. Brotaba tranquila desde abajo, desde la tierra misma, sin prisa. El sonido que había escuchado en el camino venía de aquí, pero ahora que estaba dentro no podía localizarlo: estaba en todas partes, en el suelo bajo sus pies, en el aire.

Eliana estaba anotando las coordenadas cuando lo vio: el sapo, en el borde norte del menoko, exactamente donde la nota manuscrita de los archivos descartados decía que estaría. Inmóvil. Lo reconoció de inmediato, no como dato sino como algo más antiguo. Su abuela le había explicado de niña que el sapo es una de las formas en que el ngen-ko, el espíritu guardián del agua se hace visible en los lugares que cuida. Pero también recordó algo que había aprendido en la universidad: que los sapos se alimentan de los insectos que proliferan en el agua estancada, evitando que esta se descomponga. Guardián espiritual y guardián ecológico al mismo tiempo. Dos formas de nombrar lo mismo.

Sacó el medidor de humedad del suelo y tomó la primera lectura. El valor en la pantalla era exactamente el mismo que estaba en los cuarenta y siete archivos descartados. Alguien había estado aquí antes, había medido esto, lo había reportado, y alguien más había decidido que no contaba. Eliana sintió una mezcla de confirmación y de furia tranquila. El menoko siempre había hablado. El problema era que nadie había querido escucharlo.

Leonardo tenía unos setenta años. Cuando Eliana levantó la vista de sus mediciones, él estaba en el borde opuesto del menoko, como si siempre hubiera estado ahí. Vestía ropa de trabajo gastada, botas de goma, y tenía las manos de alguien que ha trabajado la tierra durante décadas: grandes, oscuras, con las articulaciones marcadas. Miraba el nivel del agua en un punto específico de la orilla con la concentración de quien lee algo escrito en un idioma que lleva décadas aprendiendo. No explicó su presencia ni preguntó por qué estaba ella ahí.

Leonardo era lo que en mapuzugun se llama kimche: una persona sabia, depositaria del conocimiento territorial de su comunidad. Su relación con el menoko no era de visita. Era de pertenencia. Él cuidaba ese lugar, lo conocía de memoria, era parte de él tanto como los musgos o el agua.

Lo primero que Eliana notó fue que Leonardo miraba exactamente el punto donde había estado el sapo. El sapo ya no estaba.

"El nivel subió cuatro centímetros desde anteayer", dijo Leonardo, sin preámbulo, sin mirarla. "Antes del evento de agosto subió seis. Antes del de mayo, cinco."

Esos eran exactamente los tres eventos donde ARCA había fallado. Eliana sintió que algo se le asentaba en el pecho.

"¿Lleva registro de eso?", preguntó.

"Sí, pero no en papel."

Hubo un silencio que no era incómodo. Eliana esperó.

"El de julio del año pasado fue el más raro", dijo Leonardo. "Tres días antes, el agua cantó de noche. No fuerte. Casi como si hablara sola." Hizo una pausa. "Eso no pasa siempre."

Eliana pensó en su abuela diciendo que el agua habla. Pensó en el ngen-ko que según la cosmovisión mapuche canta cuando tiene mucho raudal. Pensó en cuántas cosas había aprendido de niña que su formación universitaria le había enseñado a clasificar como creencias, cuando en realidad eran observaciones de una precisión extraordinaria.

"¿Alguien del proyecto habló con usted antes de instalar los sensores en este sector?", preguntó.

Leonardo miró el agua un momento antes de responder.

"Vino un estudiante, hacía como dos años. Tomó notas, dijo que lo tendrían en cuenta." Hizo una pausa. "Nunca volvió."

"¿Qué pasa cuando alguien visita o interviene el menoko sin avisar?", preguntó Eliana.

Leonardo no respondió de inmediato. Caminó despacio por el borde del agua, mirando el suelo, y Eliana lo siguió en silencio. Se detuvo donde el agua emergía con más fuerza, donde la tierra estaba más saturada.

"Es como cuando alguien entra a tu casa sin avisar", dijo. "Aunque no rompa nada, aunque no toque nada, algo cambia. El lugar ya no es exactamente el mismo hasta que esa persona se va o pide disculpas."

Eliana entendió en ese momento que los sensores instalados sin consulta no eran solo una falta de protocolo. Eran una intrusión. Y que el menoko, a su manera, lo había registrado.

Mientras caminaba de regreso hacia el auto, pensó: si el problema había sido entrar sin avisar, la solución no podía ser solo técnica. No bastaba con reintegrar los datos ni con suspender los sensores. Había que cambiar algo más fundamental: quién tenía autoridad para decidir qué se medía, dónde y bajo qué condiciones. Eso requería preguntar antes de actuar. No como trámite. Como condición.

De vuelta en el laboratorio, con el frente climático a menos de veinte horas, Eliana tomó dos decisiones sin pedirle autorización a nadie. Lo hizo con la serenidad de quien sabe que está haciendo lo correcto y acepta las consecuencias.

La primera: abrió los cuarenta y siete archivos que habían permanecido tres años en la carpeta OUTLIER_DESCARTADO y los reintegró al conjunto de entrenamiento de ARCA. Luego ordenó al sistema que se recalibrara de emergencia con esos datos incluidos. El proceso tardó cuarenta minutos. Eliana esperó mirando la barra de progreso.

La segunda: desactivó el acceso en tiempo real de ARCA al sector M81. No borró los datos históricos que acababa de reintegrar. Solo detuvo la captura activa, suspendió los sensores que alguien había instalado sin consulta. El sistema registró la acción: [SECTOR_M81 — datos históricos: REINTEGRADOS. Acceso en tiempo real: SUSPENDIDO. Usuario: EAntilef. Motivo: protocolo de gobernanza pendiente]. No había vuelta atrás. Si Francisco llegaba antes de que terminara la recalibración, podía revertirlo. Si el evento ocurría mientras el sistema estaba en transición y algo salía mal, la responsabilidad era de Eliana. Ella lo sabía y lo aceptaba. Proteger a las personas río abajo era más importante que proteger su posición en el proyecto.

Afuera empezó a llover. Mirando la ventana pensó en el menoko, en el nivel del agua que Leonardo había medido sin instrumentos, y sintió que el tiempo se estaba acabando de una manera muy concreta.

La recalibración terminó a las 11:47 de la noche. El nuevo pronóstico era muy diferente al anterior. La probabilidad de crecida había subido del 61% al 84%, y algo más importante: el intervalo de confianza, que es el rango dentro del cual el modelo espera que ocurra el evento, se había ampliado de manera honesta. El sistema ya no fingía una certeza que no tenía. En el sector M81, en lugar del número engañosamente preciso de antes, aparecía ahora: [SECTOR_M81 — INCERTIDUMBRE ALTA. Datos históricos: recalibrados. Acceso tiempo real: suspendido. Acción recomendada: verificar condiciones en terreno. Consultar con comunidad antes de emitir alerta pública]

Francisco llegó al laboratorio cerca de la medianoche. Leyó la pantalla en silencio.

"Esto no es un formato válido para emisión de alerta", dijo finalmente. "No podemos enviar un comunicado oficial que diga consultar con comunidad."

"El modelo dice lo que es verdad", respondió Eliana. "Que no sabe con certeza lo que va a pasar en M81, porque alguien decidió dieciocho meses atrás que los datos de ese sector no contaban."

"El modelo dice lo que tú le programaste que dijera."

"No. Dice lo que los datos le dicen. Los datos que estuvieron dieciocho meses en una carpeta llamada OUTLIER_DESCARTADO."

Hubo un silencio. Eliana continuó.

"El problema, Francisco, es que uno de esos conocimientos tuvo poder institucional para borrar al otro. Y ese fue el nuestro."

Hubo un silencio largo. Luego Francisco se puso el abrigo despacio, como quien necesita tiempo para pensar mientras hace algo con las manos.

"El formato del comunicado lo revisaremos mañana", dijo, "Esta noche es mejor emitir el comunicado con lo que tienes."

Francisco se dirigió hacia la puerta y se detuvo un instante con la mano en el marco, de espaldas a Eliana.

"La carpeta OUTLIER_DESCARTADO", dijo. "Nunca debió llamarse así."

Se volvió entonces, y la miró de frente.

"En la tesis te dije que el modelo tenía un punto ciego. ¿Lo recuerdas?"

"Me dijiste que todo modelo tiene un punto ciego", respondió Eliana. "Que la pregunta era si íbamos a tener el valor de buscarlo."

Francisco asintió despacio, con la expresión de quien ve cumplirse algo que esperaba hace tiempo.

"Lo encontraste", dijo. "Y fuiste más lejos de lo que cualquier persona experta podría haber ido. En mis clases aprendiste a buscar el error técnico. Tú encontraste el error ético."

Eliana lo miró un momento antes de responder.

"Tú me enseñaste que un modelo es tan honesto como las decisiones que lo construyeron. Hoy solo apliqué eso."

Francisco volvió a mirar la pantalla un instante. Luego asintió una vez más, se puso el abrigo y salió sin decir nada más.

Eliana se quedó sola frente a las pantallas. Afuera, la lluvia había cambiado de intensidad. El río sonaba más que antes. El Calle-Calle empezó a subir a las 4:20 de la mañana. La alerta ya estaba emitida. ARCA, con los datos reintegrados y la incertidumbre honestamente declarada, había predicho el nivel dentro del rango correcto. Las familias de los sectores bajos ya estaban en los puntos de encuentro, los lugares seguros establecidos para emergencias, cuando el agua llegó a la cota crítica, el nivel a partir del cual el río representa un peligro real.

No hubo heridos.

Cuando llegaron los datos de caudal real, Eliana los comparó con el pronóstico en silencio. La parte del modelo que decía incertidumbre alta — consultar terreno había

sido la más precisa de todas las versiones que habían existido esa noche. Un modelo que admite lo que no sabe predice mejor que uno que adivina con confianza. Y eso ya lo sabían en M81 desde hacía mucho tiempo, sin necesidad de ningún algoritmo.

El modelo había mejorado principalmente porque recuperó tres años de datos que alguien había decidido que no contaban. Pero Eliana sabía que eso solo era parte de la respuesta. La otra parte era suspender los sensores que medían sin permiso y empezar a construir una relación diferente con el territorio. Eso no aparecía en ningún gráfico. Pero sin ello, los datos correctos habrían vuelto a ser descartados tarde o temprano.

Eliana no esperó. Empezó a escribir el protocolo de gobernanza antes de que nadie se lo pidiera. Decía que antes de activar sensores en cualquier sector de la cuenca alta había que hacer consulta formal con las comunidades que viven en ese territorio. No un trámite de firma, sino una conversación real sobre qué se va a medir, por qué, quién tendrá acceso a los datos y cómo se devolverá la información a quienes viven ahí. Porque pedir permiso antes de instalar un sensor no es solo una norma de respeto cultural: es una condición para que la medición sea legítima, para que el lugar responda con honestidad a lo que se le pregunta.

ARCA incorporaría una variable de estado nueva: PERMISO, que podía estar activo, pendiente o negado. No era un número. Era una condición de operación. Si no había permiso, el sistema no mediría, no adivinaría, declararía honestamente que no sabía y propagaría esa honestidad hacia el pronóstico total.

Algo real se había reparado: una máquina construida para proteger a las personas ahora reconocía que no podía hacerlo sola, que necesitaba escuchar al territorio antes de hablar sobre él. Pensó en su abuela, que le había enseñado de niña que el agua avisa antes de crecer, que hay que saber escucharla, que entrar a ciertos lugares sin avisar tiene consecuencias. Pensó que eso no era una creencia antigua ni un conocimiento menor. Era exactamente lo mismo que los cuarenta y siete

archivos descartados habían intentado decirle al modelo durante tres años, con datos, con coordenadas, con timestamps. Nadie los había escuchado tampoco. Lo que había cambiado no era solo el sistema. Era que ahora había alguien dispuesta a escuchar antes de medir. Y eso, entendió Eliana, era lo que el lewfü había estado esperando todo el tiempo.

Afuera, el lewfü cantaba.

Este trabajo se enmarca en el proyecto Fondecyt regular 1242006 “Trayectorias de Aprendizaje de Estudiantes Universitarios de pre y postgrado y profesionales indígenas en las disciplinas de Matemáticas e Ingeniería en Universidades Chilenas”, del cual la autora es Investigadora responsable.

Referencias

Aigo, J. C., Skewes, J. C., Bañales-Seguel, C., Riquelme Maulén, W., Molaes, S., Morales, D., Ibarra, M. I., y Guerra, D. (2020). Waterscapes in Wallmapu: Lessons from Mapuche perspectives. *Geographical Review*, 111(3), 1–19. <https://doi.org/10.1080/00167428.2020.1800410>

Grebe Vicuña, M. E. (1986). Algunos paralelismos en los sistemas de creencias mapuches: los espíritus del agua y de la montaña. *Cultura, Hombre, Sociedad*, 3(2), 143–154. Universidad de Chile, Departamento de Antropología.

Bacigalupo, A. M. (2018). El mito del origen en la cosmovisión mapuche de la naturaleza: una reflexión en torno a las imágenes de filu-filoko-piru. *Revista Chilena de Literatura*, (97), 249–278. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22442018000100249

Futawillimapu. (s.f.). *Desde la cosmovisión mapuche: el agua de la Mapu está en grave peligro* [Documento]. <https://www.futawillimapu.org/pub/NgenKo.pdf>

Ortiz, C. (2014, 12 de agosto). Cosmovisión, agua y ecosistemas. *Mapuexpress*. <https://www.mapuexpress.org/2014/08/12/cosmovision-agua-y-ecosistemas-por-conny-ortiz/>

Skewes, J. C., y Silva, M. (2007). Elementos para una comprensión ecológico-cultural de las narraciones míticas acerca de las aguas y los seres del agua en la cosmovisión mapuche huilliche. En C. Rodríguez et al. (Eds.), *Sociedad y cultura: reflexiones transdisciplinarias* (pp. 129–138). Universidad Austral de Chile / Universidad de La Frontera.

Skewes, J. C., Solari, M. E., Guerra, D., y Jalabert, D. (2012). Los paisajes del agua: naturaleza e identidad en la cuenca del río Valdivia. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 44(2), 299–312. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562012000200007>

Universidad de La Frontera. (s.f.). Cosmovisión mapuche del agua. *Portal Kimün-Ko*. <https://kimunko.ufro.cl/cosmovision-mapuche/>

Quispe Mamani, R. E., y Vásquez, J. (2022). Modelamiento de procesos hidrológicos aplicando técnicas de inteligencia artificial: una revisión sistemática de la literatura. *Ingeniería e Investigación*, 42(1). <https://doi.org/10.15332/iteckne.v19i1.2645>

Ojos que no ven, corazón que no siente: La alfombra del bosque y sus secretos.

Patricio Vargas-Almonacid

Magíster en Ciencias mención Zoología

Profesor de Estado en Biología y Ciencias

Biodiversidad y ecología de ambientes continentales

Profesor adjunto Campus Patagonia

patricio.vargas@uach.cl

Cuando hablamos de nuestra fauna regional, generalmente nos referimos a aquellos animales carismáticos y de gran tamaño, tales como mamíferos, aves y peces, como ocurre con el panda de la WWF (World Wildlife Fund, o Fondo Mundial para la Naturaleza). De esta manera, conocemos, a través de programas de televisión, suplementos y textos escolares, animales nativos o endémicos, en peligro o que deben ser protegidos, entre los que destacan pumas, pudúes, huemules y nuestro icónico monito del monte (*Dromiciops gliroides*), junto a especies introducidas, naturalizadas o no, que generan algún tipo de impacto y deben ser manejadas, como liebres, visones, jabalíes y aves como el emú y los faisanes, que junto a los salmones representan o poseen interés económico para la región.

Sin embargo, el conocimiento de muchas especies de pequeños animales, principalmente invertebrados, recibe escasa atención, situación que resulta extraña considerando que este grupo de organismos comprende cerca del 99% de toda la diversidad animal presente en el planeta y ocupa importantes niveles tróficos en la pirámide ecológica (Lydeard et al., 2004).

Esta situación quizás se deba a que las universidades no siempre han utilizado caminos concretos para difundir este conocimiento hacia los distintos sectores de la población, o probablemente no cuentan con los medios suficientes para hacerlo. De esta manera, la información permanece aún en la academia o publicada como

literatura gris en prospecciones, informes, documentos impresos y páginas de Internet desarrollados por organismos como CONAF, el SAG, el SNAP y el reciente Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP).

Todo ello se traduce en un insuficiente conocimiento de nuestra propia biodiversidad, y no deja de ser llamativo que, a veces, nuestros propios estudiantes sepan más de leones, elefantes y pandas que de la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwinii* Duméril & Bibron, 1841).

Considerando lo anterior, y sin desconocer recientes divulgaciones que nos hablan del microbosque y su importancia en los ecosistemas terrestres (<https://explora.cl/aysen/microbosquesreportaje/>), así como publicaciones científicas asociadas con la biota líquénica de la Patagonia, entre otras (Villagra et al., 2020), proponemos una mirada distinta centrada en la observación y conocimiento de algunas características de la hojarasca (en inglés, *leaf litter*), a la que algunos biólogos llaman románticamente la alfombra del bosque.

En ella descubriremos el hábitat y las particularidades de una fauna oculta o ignorada (Figura 1). En este sentido, invitamos a considerar que gran parte de nuestro desconocimiento y falta de empatía con el medio ambiente, así como muchas de las problemáticas primordiales para su conservación, pueden resumirse en un dicho de raigambre popular: **“Ojos que no ven, corazón que no siente”**.

Esta alfombra del bosque corresponde al material vegetal muerto depositado sobre el suelo de los ecosistemas forestales, conocida como hojarasca, mantillo u horizontes orgánicos (Oi y Oe). Como parte de un conjunto mayor, constituye uno de los escenarios más evidentes de los procesos de respiración del suelo, descomposición y reciclaje de nutrientes (Carmona et al., 2006).

En los ecosistemas boscosos, la hojarasca provee microhábitats, energía y bioelementos tanto para la microflora como para la fauna edáfica. La actividad alimenticia de los animales que allí viven ejerce un efecto considerable sobre la descomposición de la materia orgánica, mientras que la interacción entre la

vegetación y el suelo se manifiesta a través de distintos ciclos de entrada y salida de nutrientes en los ecosistemas.

Podríamos considerar que en estos procesos silenciosos se encuentra el inicio del crecimiento y desarrollo de la vida en muchas de sus representaciones.

La diversidad estructural, el espesor, el tipo y la distribución espacial de esta alfombra son parámetros de interés científico por su posible influencia en la composición y abundancia de los organismos asociados a ella.

En este sentido, por ejemplo, en la capa de hojarasca donde viven distintos artrópodos, una flora más heterogénea produce más nichos ecológicos, permitiendo el establecimiento de una fauna más diversa y abundante (Dwyer et al., 1998).

De igual forma, y dependiendo de su origen, se trata de un ambiente abióticamente impredecible, expuesto a oscilaciones microclimáticas, a la acción del viento y al arrastre por el agua. Con estas características, en este ecosistema se encuentran diversas especies, desde pequeños hasta grandes animales, que la utilizan como hábitat, refugio, nido o fuente de alimento (Figura 2a, 2b, 2c y 2d).

Muchas de ellas son saprófagas y utilizan materia orgánica en descomposición de origen animal, vegetal u hongos, mientras que las preferencias alimenticias fitófagas representan una menor proporción.

En la región de Aysén, los incendios forestales que afectaron a esta zona durante la primera mitad del siglo XX, junto con aquellos lugares que aún conservan sus condiciones naturales, han determinado diferentes procesos biológicos y paisajes asociados con distintos tipos de hojarasca.

De esta manera, entre Coyhaique y Balmaceda podemos distinguir literas de bosque originadas por fragmentos de bosques secundarios y renovales, caracterizadas principalmente por asociaciones de lenga (*Nothofagus pumilio*), ñirre (*Nothofagus antarctica*) y coironales, entre otras especies vegetales.

Por otro lado, entre Coyhaique, Puerto Aysén y Puerto Chacabuco, la hojarasca está formada por asociaciones vegetales representadas por el bosque mixto de

coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y lenga, siendo la formación vegetal predominante el Bosque Caducifolio de Aysén (Gajardo, 1994; Luebert & Pliscoff, 2018).

Este paisaje regional oculta en sus suelos una gran variedad de invertebrados, entre los cuales sorprende un grupo particular: los moluscos terrestres (Stuardo & Vega, 1985; Stuardo & Vargas-Almonacid, 2000; Ponder et al., 2020).

En su mayoría son habitantes inconspicuos, secretos de la hojarasca, encontrados en y sobre suelos cubiertos por árboles caídos, bosques nativos densos y renovales de especies endémicas (Valdovinos & Stuardo, 1989; Vargas-Almonacid, 2000).

Este grupo de animales presenta gran variación en tamaños y formas, destacándose aquellos de mayor tamaño, como uno de los caracoles terrestres más grandes de Sudamérica, del género *Macrocyclus* (Figura 3), y los denominados micromoluscos, de los cuales más del 95 % de sus especies son menores de 7 mm en su tamaño máximo (Vargas-Almonacid, 2002; Vargas-Almonacid & Stuardo, 2007) (Figuras 4 y 5).

Estos últimos se encuentran casi siempre muertos, lo que determina que su clasificación se base, en primera instancia, en estudios asociados con las características biométricas de sus conchas (Figura 6).

En comparación con otros invertebrados, aves y micromamíferos, poseen escasa capacidad para desplazarse. Como resultado, tienden a presentar endemismos muy marcados, es decir, una distribución geográfica limitada y, a menudo, confinada a pequeñas áreas (Rau et al., 2006; Stanisic, 1990).

Suelen desempeñar un papel ecológico importante en la regeneración de ecosistemas boscosos perturbados, al facilitar directamente la mineralización de la materia orgánica e, indirectamente, la colonización de claros por plántulas del bosque nativo, a través de su desplazamiento entre las hojas y por las semillas que transportan.

Como consumidores primarios, ejercen una fuerte presión selectiva que afecta la morfología y los sistemas defensivos de las plantas; esto es, modifican las

conductas de producción de semillas, las relaciones de competencia y, por ende, la diversidad de las comunidades vegetales (Cottam 1985, Oliveira Silva 1992).

El hecho de que se encuentren en la región coincide con la importante diversidad que actualmente se está conociendo de ellos. Su presencia no fue reconocida con anterioridad, debido a que este grupo permaneció virtualmente ignorado hasta la primera mitad del siglo XX.

Debido a su pequeño tamaño, no presentaban interés económico y el escaso desarrollo de la ecología no permitía comprender su diversidad, la que sólo podía estimarse a partir de las especies dispersas en las grandes colecciones científicas de los museos del mundo.

En la actualidad, el concepto de ecosistema ha permitido reconocer relaciones directas de los micromoluscos con la estructura y desarrollo de la hojarasca de los bosques (Rau et al., 2006).

De la observación y conocimiento de estos animales, así como del hallazgo de nuevas y diversas categorías taxonómicas —es decir, de la identificación de sus tipos y formas—, surge la posibilidad de aportar nuevos e importantes antecedentes al conocimiento de los ciclos biológicos asociados al flujo de energía que la hojarasca entrega al medio.

Por otro lado, constituye una oportunidad única para entender el endemismo, la filogenia (relaciones evolutivas) y la zoogeografía (distribución) de este grupo, así como sus relaciones de parentesco con la fauna de moluscos terrestres de otras localidades, vinculadas a un origen común gondwánico o pacífico-occidental (Stuardo & Vega, 1985; Stanisic, 1990; Vargas-Almonacid, 2002; Lydeard et al., 2004; Vargas-Almonacid & Stuardo, 2007; Ponder et al., 2020).

Lamentablemente, esta oportunidad de conocer y aprender de nuestro patrimonio biológico se enfrenta hoy, más que nunca, a los peligros del conocido “cuarteto malvado”, conformado por la sobreexplotación y el comercio ilegal de especies amenazadas, la destrucción y fragmentación del hábitat, las invasiones biológicas por especies introducidas y las cadenas de extinciones (Rau, 2005), a lo que

podríamos sumar incluso nuestro propio efecto al caminar sobre estos ambientes frágiles.

Se sabe que actualmente la tasa de extinción de especies —la denominada desde los años noventa “sexta extinción masiva”— está superando con creces la tasa de descripción de nuevas especies, particularmente entre los invertebrados (Diamond, 1989; Leakey & Lewin, 1996).

Sin embargo, la hojarasca no descansa y nos brinda la oportunidad de mejorar nuestra visión y preocuparnos también de la salud de nuestro corazón, como lo hace la educación: conocer para aprender y observar para entender.

En este sentido, más que una invitación, caminemos por esta alfombra, observemos y aprendamos de este pequeño mundo, que nos muestra entre líneas fenómenos y procesos de relevancia para el futuro de nuestro planeta.

Por último, recordar que la naturaleza enseña, y depende de nosotros entender y aprobar nuestras materias.

Figuras:



Fig. 1. Anfibio camuflado en la hojarasca. Fotografía Cortesía de Colecciones Científicas, Universidad de Los Lagos (CCULA).



Fig. 2. A) Nidificación del Ciervo volante o cantaria (*Chiasognathus grantii*); B) larva; C) ejemplar hembra del Ciervo volante; D) ejemplar macho. Fotografías Cortesía de Colecciones Científicas, Universidad de Los Lagos (CCULA).



Fig. 3. Caracol Gigante (*Macrocyclus sp.*), fotografía elaboración propia.

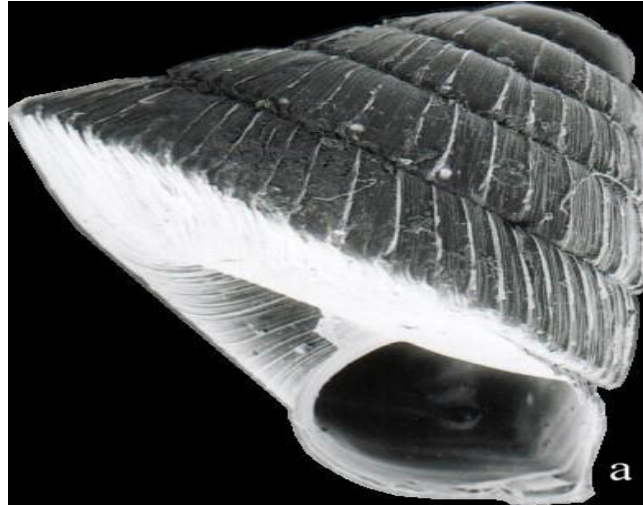


Fig. 4. Vista lateral de un Micromolusco *Chellius pyramidalis* de 3 mm de alto por 2 mm de ancho, imagen ampliada 20 veces (microscopio electrónico de barrido), Vargas-Almonacid & Stuardo (2007).



Fig. 5. Micromolusco en desarrollo (1 mm), formando su concha, ampliada 60 veces (microscopio electrónico de barrido), Fotografía autoría propia.

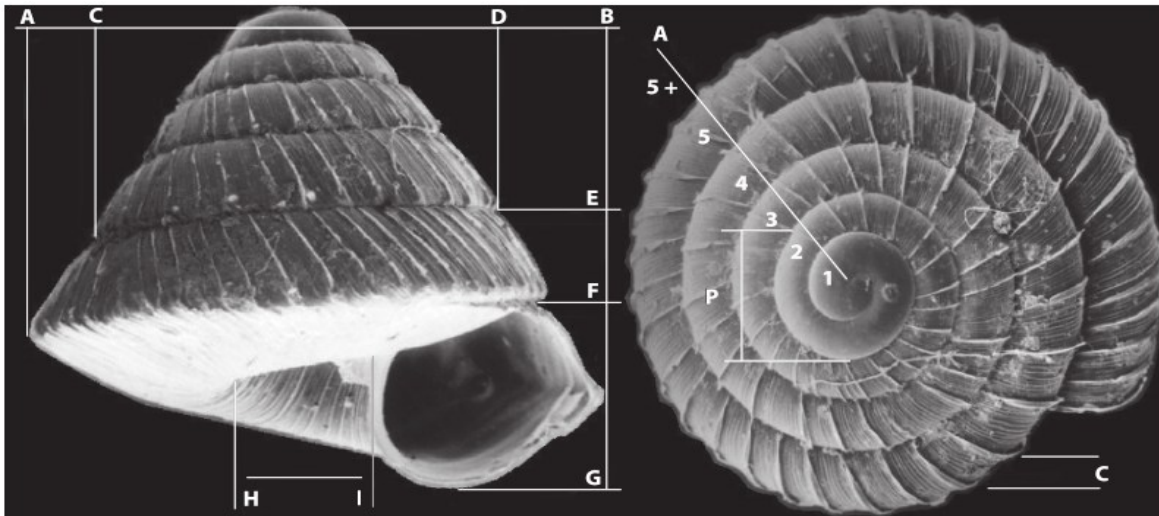


Fig. 6. Algunas medidas biométricas básicas utilizadas para caracterizar las conchas de los micromoluscos (en mm) utilizando los criterios de Solem y Climo (1985), imágenes extraídas de Vargas-Almonacid & Stuardo (2007): A = Número de anfractos o vueltas; P = Número de vueltas de la protoconcha; C = Número de costillas radiales; A-B = Diámetro de la concha; C-D = Diámetro de la espira; B-G = Altura de la concha; B-E = Elevación de la espira; E-G = Altura del cuerpo; E-F = Descenso del cuerpo; F-G = Altura de la abertura; H-I = Diámetro del ombligo.

Referencias

- Carmona, M. R., Aguilera, M., Pérez, C. A., et al. (2006). Actividad respiratoria en el horizonte orgánico de suelos de ecosistemas forestales del centro y sur de Chile. *Gayana Botánica*, 63(1), 1–12.
- Cottam, D. (1985) Frequency-dependent grazing by slugs and grasshoppers. *Journal of Ecology*, 73: 925-933.
- Diamond, J. (1989). Overview of recent extinctions. In D. Western & M. C. Pearl (Eds.), *Conservation for the twenty-first century* (pp. 37–41). Oxford University Press.
- Dwyer, E., Larson, D. J., & Thompson, I. D. (1998). Oribatid mite communities of old balsam fir (*Abies balsamea* (L.)) forests of western Newfoundland, Canada. *Pedobiologia*, 42, 331–347.

Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria.

Leakey, R. E., & Lewin, R. (1996). *The sixth extinction: Biodiversity and its survival*. Weidenfeld & Nicolson.

Lydeard, C., Cowie, R. H., Ponder, W. F., Bogan, A. E., Bouchet, P., Clark, S. A., Cummings, K. S., Frest, T. J., Gargominy, O., Herbert, D. G., Hershler, R., Pérez, K. E., Roth, B., Seddon, M., Strong, E. E., & Thompson, F. G. (2004). The global decline of nonmarine mollusks. *BioScience*, 54(4), 321–330.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2018). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile* (2.^a ed.). Editorial Universitaria.

Oliveira Silva, M. (1992) Effects of mollusc grazing on the development of grassland species. *Journal of Vegetation Science* 3: 267-270.

Ponder, W. F., Lindberg, D. R., & Ponder, J. M. (2020). *Biology and evolution of the Mollusca* (Vol. 2). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351115254>

Rau, J. (2005). Biodiversidad y colecciones científicas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78, 341–342.

Rau, J., Gantz, A., Montenegro, L., Aparicio, A., Vargas-Almonacid, P., Casanueva, M. E., Stuardo, J., & Crespo, J. E. (2006). Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de aves terrestres y acuáticas, árboles y micromoluscos terrestres del centro-sur de Chile. In A. A. Grez, J. A. Simonetti, & R. O. Bustamante (Eds.), *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: Patrones y procesos a diferentes escalas*. Editorial Universitaria.

Solem, A., & Climo, F.M. (1985) Structure and habitat correlations of sympatric New Zealand land snails species. *Malacologia* 26: 1-30.

Stanisic, J. (1990). Systematics and biogeography of eastern Australian Charopidae (Mollusca, Pulmonata) from subtropical rainforests. *Memoirs of the Queensland Museum*, 30, 1–241.

Stuardo, J., & Vargas-Almonacid, P. (2000). Moluscos terrestres de Chile: Sinonimia y problemas relacionados: I. Familias Veronicellidae, Pupillidae y Achatinellidae (Gastropoda: Pulmonata). *Gayana Zoología*, 64, 171–188.

Stuardo, J., & Vega, R. (1985). Synopsis of land Mollusca of Chile, with remarks on distribution. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 20, 125–146.

Valdovinos, C., & Stuardo, J. (1989). Nuevo gastrópodo húmico de Chile *Austrodiscus (Zilchogyra) solemi* sp. nov. (Pulmonata: Endodontidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 66, 239–245.

Vargas-Almonacid, P. (2000). Nueva especie de microgastrópodo húmico para Chile, *Radiodiscus quillajicola* sp. nov. (Stylommatophora: Charopidae). *Gayana Zoología*, 64, 61–66.

Vargas-Almonacid, P. (2002). *Micromoluscos terrestres asociados a la hojarasca de remanentes boscosos del Parque Botánico Hualpén (VIII Región, Chile)* [Tesis de magíster, Universidad de Concepción].

Vargas-Almonacid, P., & Stuardo, J. R. (2007). Dos géneros nuevos de caracoles terrestres (Stylommatophora: Arionacea) de Chile. *Revista de Biología Tropical*, 55(2), 693–708.

Villagra, J., Alors, D., & Casanova-Katny, A. (2020). Contribución al conocimiento de la biota líquénica de la Reserva Nacional Katalalixar, Patagonia, Chile. *Gayana Botánica*, 77(1), 38–47. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432020000100038>

El sendero educativo como laboratorio didáctico para la sostenibilidad: experiencias en la formación inicial docente

Catalina Iturbe Sarunic

Doctora en Didáctica de las Ciencias

Magíster en Enseñanza de las Ciencias

Profesora de Educación Media con Mención en Química

Centro de Docencia Superior en Ciencias Básicas, Sede Puerto Montt

Marcela Silva Hormazábal

Doctora en Educación

Magíster en Educación

Profesora de Educación Básica con Mención en Matemática

Instituto de Especialidades Pedagógicas, Sede Puerto Montt

1. Introducción

La actual crisis socioambiental global demanda transformaciones profundas en los estilos de vida y en las formas de pensar y actuar, lo que implica un cambio de la sociedad exige un cambio de paradigma en la relación de la sociedad con la naturaleza (UNESCO, 2017). En este escenario, la educación se erige como el pilar fundamental para la transformación social (UNESCO, 2017). El presente trabajo tiene como objetivo explorar el potencial del sendero educativo en la naturaleza como un dispositivo didáctico clave en la formación inicial docente (FID) para la sostenibilidad.

Esta propuesta se fundamenta en la Agenda 2030 y, específicamente, en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4: Educación de Calidad. Según la UNESCO (2017), la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) debe empoderar a los estudiantes para tomar decisiones informadas y actuar con responsabilidad en favor

de la integridad ambiental y la justicia social. Sin embargo, para que el profesorado sea capaz de transmitir estos valores en el espacio educativo, es imperativo que su propia formación incluya experiencias situadas en la naturaleza, dado que no se puede proteger lo que no se conoce ni se siente como propio (Dioum, 1968; Sobel, 1996). Por ello, la formación docente debe trascender el aula tradicional hacia entornos que permitan una reconexión real con la naturaleza, contextualizando el aprendizaje y situándolo en ecosistemas propios de cada territorio.

Como ejemplo de esta integración, al abordar el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres), se busca que los futuros docentes desarrollen objetivos de aprendizaje específicos:

- Cognitivo: comprender la biodiversidad local y las amenazas sistémicas que enfrentan los ecosistemas.
- Socioemocional: cultivar empatía hacia otras formas de vida y fortalecer el vínculo con los espacios naturales cercanos.
- Conductual: promover la participación activa en la protección y restauración de hábitats naturales. (UNESCO, 2017, p.40)

2. El sendero educativo como dispositivo didáctico para la transformación

En este sentido, la educación resulta clave para transformar la relación con el entorno, promoviendo una actitud activa y consciente hacia la naturaleza. Particularmente, las experiencias formativas en senderos constituyen una estrategia pertinente, pues posibilitan aprendizajes interdisciplinarios y situados desde diversas áreas del conocimiento (Barberán-Santana et al., 2023). De esta forma, se aprende directamente en el territorio, observando los componentes del paisaje - tanto bióticos como abióticos- y reconociendo las amenazas que enfrentan los ecosistemas más frágiles.

De este modo, el profesorado puede involucrar a los estudiantes en experiencias significativas que fortalezcan la conciencia ambiental desde las primeras etapas educativas, promoviendo también un impacto en el compromiso cívico, el pensamiento crítico y la administración ambiental del estudiantado (Marinez

Castillo, 2019; Stertz Pereira & Siqueira, 2023; Sánchez-Emeterio et al., 2025). En esta línea, Stertz Pereira y Siqueira (2023), sostienen que el aprendizaje escolar puede impulsar en los estudiantes acciones concretas de preservación que transformen su entorno, incluso a partir de pequeños cambios de perspectiva.

Esto permite que, tal como argumenta Teitelbaum (1978), la población desarrolle una conciencia ambiental sólida, se interese por el entorno y por los problemas que lo afectan, y disponga de los conocimientos, habilidades, actitudes y motivaciones necesarias para participar, tanto de manera individual como colectiva, en la resolución de los desafíos actuales y en la prevención de aquellos que puedan surgir en el futuro.

3. Impacto en la formación docente y el ejercicio profesional

La literatura científica reciente respalda la necesidad de incorporar la educación al aire libre en la FID. Ayotte-Beaudet et al. (2023) demuestran que la educación científica contextualizada fuera del aula mejora significativamente la comprensión de las relaciones ecosistémicas en estudiantes de educación básica. En esta misma línea, si los futuros docentes experimentan estos beneficios durante su formación, es más probable que repliquen estas prácticas en sus propias aulas (Popov, 2015; Frances et al., 2025).

Asimismo, la docencia fuera del aula no solo beneficia al estudiantado, sino también al propio profesor. Según Frances et al. (2025), el aprendizaje al aire libre reduce el estrés docente, mejora el bienestar físico y fortalece la relación profesor-estudiante, convirtiéndolos en ‘mejores’ educadores. Complementariamente, modelos de desarrollo profesional enfocados en recursos locales de aprendizaje exterior han demostrado aumentar la alfabetización científica y la autoconfianza de los docentes (Pitiporntapin et al., 2023).

4. Experiencia UACH: El Sendero Dos Esteros como laboratorio

En la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, el Parque Dos Esteros (PDE) se ha utilizado como un laboratorio vivo para el aprendizaje situado. El PDE corresponde a un parque urbano de aproximadamente 20 hectáreas emplazado en

el campus, cuya configuración alterna tramos de bosque valdiviano cerrado con sectores abiertos de pradera. Asimismo, integra fragmentos de vegetación nativa, arroyos que alimentan un humedal urbano, senderos y variadas especies endémicas. Entre ellas se encuentran: Arrayán (*Luma apiculata*), Canelo (*Drimys winteri*), Helecho costilla de vaca (*Blechnum cordatum*), Chucao (*Scelorchilus rubecula*), Picaflor Austral (*Sephanoides sephaniodes*), Caracol chileno (*Plectostylus chilensis*), además de una presencia estacional de hongos como *Macrolepiota capelariae*, entre otras reconocidas en el PDE. En conjunto, los senderos del PDE favorecen experiencias de aprendizaje contextualizadas, al facilitar la observación directa de los componentes del paisaje en su propio territorio.

En este contexto, la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales incorpora al PDE como escenario de formación, organizando el proceso en etapas progresivas que movilizan al estudiante desde la sensibilización estética y la investigación científica escolar, hasta el diseño e implementación de experiencias educativas al aire libre.

En la etapa de exploración, se realizan caminatas reflexivas guiadas por el profesorado para reconocer especies nativas y disturbios antrópicos presentes en el territorio, tal como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Caminata Reflexiva Sendero Dos Esteros

En la etapa de investigación, los estudiantes seleccionan un fenómeno situado en el PDE para investigarlo, formulando preguntas de investigación, variables de estudio, diseñando estrategias de recolección de datos y elaborando conclusiones para responder a su pregunta inicial. Esta etapa tiene como propósito modelar procesos de investigación científica escolar en el profesorado en formación, de modo que en su futuro puedan desarrollar experiencias similares con sus propios estudiantes. Los estudiantes posteriormente generan posters de investigación que socializan en una jornada abierta a la comunidad (Figura 2).

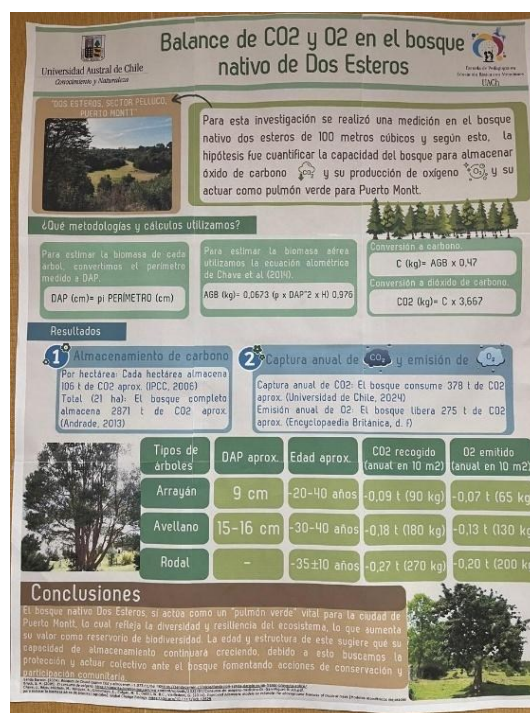


Figura 2. Ejemplo de poster sobre investigación científica escolar en PDE.

En la etapa de diseño, el estudiantado crea de progresivamente, actividades y secuencias didácticas situadas en el contexto del PDE, incluyendo aspectos cognitivos, socioemocionales y conductuales, alineando sus propuestas con el currículo escolar vigente.

Finalmente, en la etapa de implementación, las actividades y secuencias didácticas son sometidas a etapas de pilotaje en el contexto del PDE con estudiantes pares, para refinar y ajustar los diseños. En cursos superiores, los estudiantes tienen la oportunidad de implementar experiencias en entornos naturales en asignaturas de

práctica y de seminario de investigación, con estudiantes de educación básica del sistema escolar, aplicando lo aprendido en las etapas anteriores. Por ejemplo, en la Figura 3, se observa el proceso de implementación de una secuencia de aprendizaje en sendero pedagógico, desarrollado en el contexto de Seminario de Titulación. Esta experiencia promueve el desarrollo de la conciencia ambiental mediante experiencias significativas, interdisciplinarias y contextualizadas en el contexto natural del estudiantado.

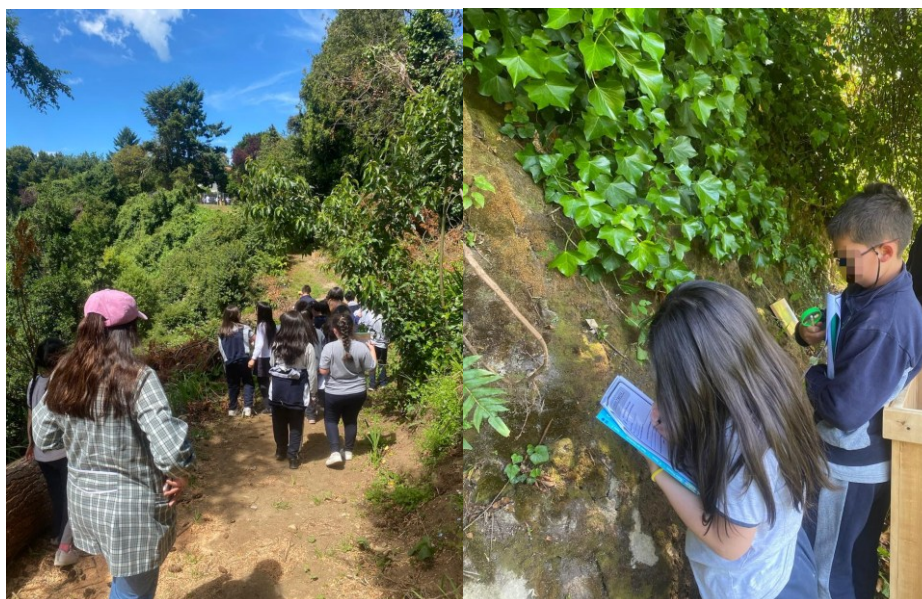


Figura 3. *Experiencia educativa sendero humedal Urbano La Gruta*

Nota: a la izquierda, estudiantes realizando recorrido interpretativo por sendero. A la derecha, efectuando observaciones con instrumentos (lupa) y registrando hallazgos en una ficha de aprendizaje.

Este enfoque ha favorecido que los futuros profesores conecten con la naturaleza no solo como un objeto de estudio, sino como un espacio de vinculación con el medio, transformando su identidad profesional hacia una pedagogía del lugar (Gruenewald, 2003).

5. Conclusiones

Las experiencias aquí expuestas sobre la formación inicial de profesores de educación básica dan cuenta de que la naturaleza tiene una potencial real como

facilitadora crítica de aprendizajes. En particular, la transición desde la conciencia entendida como una sensibilización con el entorno hacia la acción, aplicada en la implementación de propuestas didácticas, es un camino viable para reducir brechas formativas en la FID en contextos naturales.

Finalmente, el sendero educativo se comprende únicamente por su dimensión física, sino como un espacio simbólico y dispositivo de transformación que permite a los docentes y estudiantes reconocerse como parte integral del ecosistema. De este modo, la Formación Inicial Docente contribuye de manera concreta al horizonte formativo promovido por la Agenda 2030, para la construcción de un futuro sostenible.

Referencias

Ayotte-Beaudet, J.-P., Chastenay, P., Beaudry, M.-C., L'Heureux, K., Giamellaro, M., Smith, J., Desjarlais, E., & Paquette, A. (2023). Exploring the impacts of contextualised outdoor science education on learning: the case of primary school students learning about ecosystem relationships. *Journal of Biological Education*, 57(2), 277–294. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909634>

Barberán-Santana, E., Barberán-Tejera, G., Zambrano-Delgado, M., & Mera-Chispe, E. (2023). Sendero pedagógico: una nueva estrategia educativa en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Polo Del Conocimiento*, 8(9), 1782–1794.

Dioum, B. (1968). *Conservation education in Africa* [Discurso]. 10th General Assembly of the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Nueva Delhi, India.

Frances, L., Quinn, F., Elliott, S., & Bird, J. (2025). 'It makes me a better teacher': the benefits of outdoor learning for teachers. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/14729679.2025.2558044>

Gruenewald, D. (2003). The Best of Both Worlds: A Critical Pedagogy of Place. *Educational Researcher*, 32(4), 3–12. <https://doi.org/10.3102/0013189X032004003>

Marinez Castillo, J. A. (2019). *El senderismo: una propuesta de educación geográfica para el desarrollo de la percepción paisajística en estudiantes de grado once, aplicada en la institución Educativa Pance-sede Santo Domingo*. [Tesis para obtener el grado de Geógrafo, Universidad del Valle] <https://hdl.handle.net/10893/14188>

Pitiporntapina, S., Butkatanyoob, O., Piyapimonsitc, C., Thanarachataphoomc, T., Chotithamc, S., & Lalitpasanc, U. (2023). The development of a professional development model focusing on outdoor learning resources to enhance in-service teachers' STEM literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 44(2), 489–486. <https://doi.org/10.34044/j.kjss.2023.44.2.19>

Popov, O. (2015). Outdoor Science in Teacher Education. In T. Hansson (Ed.), *Contemporary approaches to activity theory: interdisciplinary perspectives on human behavior* (pp. 128–142). Information Science Reference. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-6603-0.ch008>

Sánchez-Emeterio, G., Honrubia Montesinos, C., Gómez Pozos, A., & Sanchez-Ramos, D. (2025). Transfer in Teacher Training: Integrating Socio-Environmental Issues Through an Educational Trail. *Sustainability*, 17(18), 8098. <https://doi.org/10.3390/su17188098>

Sobel, D. (1996). *Beyond ecophobia: Reclaiming the heart in nature education*. The Orion Society.

Stertz Pereira, S. M., & Siqueira, A. B. (2023). Sensory trail as pedagogical action in early childhood education. En *PATHWAYS TO KNOWLEDGE: EXPLORING THE HORIZONS OF EDUCATION*. Seven Editora. <https://doi.org/10.56238/ptoketheeducati-030>

Teitelbaum, Alejandro. (1978). *El papel de la educación ambiental en América Latina*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000029861.locale=es>

UNESCO (2017). Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. In *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>

Literatura



Mundo Moderno

Por Felipe Tomas Catalán Barrera, estudiante de primer año de Licenciatura en Artes Visuales de la Universidad Austral de Chile

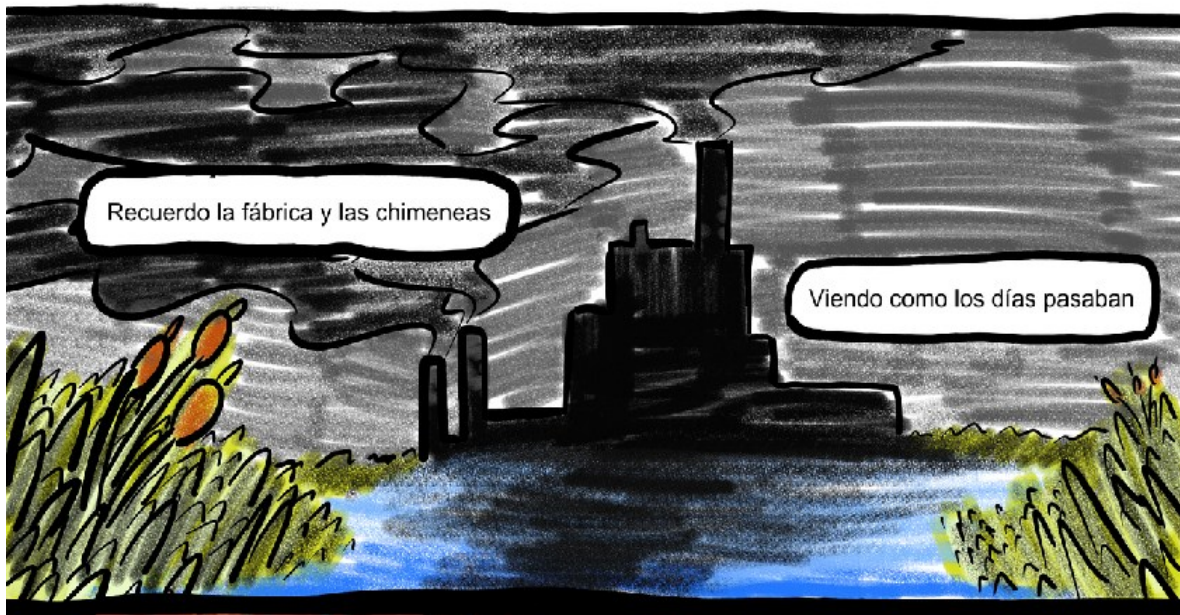
Correo institucional: felipe.catalan02@alumnos.uach.cl

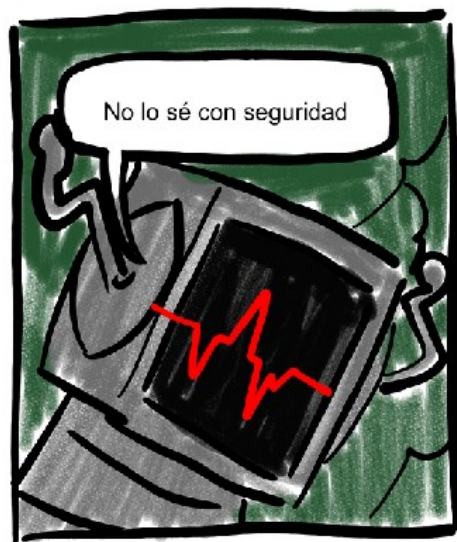
Numero de telefono: +56 9 8752 9044













FIN

El camino del profesor y el bosque que enseñaba estadística

Luis Alfredo Ojeda Silva

Ph.D en Estadística

Académico

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Instituto de Estadística

lojeda@uach.cl

Cada día de la semana, el profesor Luis cruzaba el campus de la universidad con su mochila llena de libros, apuntes y algunas semillas que siempre guardaba en el bolsillo de su chaqueta. Era casi un pequeño ritual: antes de salir revisaba sus notas, guardaba un lápiz adicional y comprobaba que aquellas semillas siguieran allí, como un discreto recordatorio de su interés por la naturaleza y los procesos que la explican. Para él, aquellas semillas también tenían otro significado: en la naturaleza, cada árbol comienza con una pequeña semilla y crece siguiendo patrones que la ciencia puede estudiar. De alguna manera —pensaba el profesor Luis— los datos y los modelos estadísticos también nacen de pequeñas observaciones que, con el tiempo, permiten comprender sistemas mucho más grandes.

El profesor Luis era académico del área de la ciencia estadística. Le fascinaban los modelos, los gráficos y las ecuaciones que permiten comprender cómo funcionan muchos fenómenos del mundo. Sin embargo, más allá de las fórmulas y los algoritmos, también le interesaba observar la realidad con curiosidad científica.

Cada semana debía recorrer largas distancias dentro del campus para dictar sus clases. Algunas se realizaban cerca del centro universitario, mientras que otras tenían lugar hacia la salida por el sector Saval, en el edificio Federico Saelzer, conocido por muchos estudiantes como el pabellón C. Entre ambos lugares había una distancia considerable, por lo que aquellos desplazamientos terminaron convirtiéndose en parte fundamental de su rutina universitaria.

Su oficina estaba ubicada en un rincón que siempre le había parecido especial: cerca del Casino Chico y frente al Cine Club, en el sector donde se encuentra la Facultad de Filosofía y Humanidades. Desde allí comenzaban muchas de sus caminatas diarias hacia las salas donde debía enseñar.

Al salir del edificio, el sendero descendía suavemente por una pequeña pendiente; a un costado había algunos asientos de madera desde donde, en los días despejados, se podía contemplar el río y el movimiento tranquilo del paisaje. Desde allí continuaba su camino cruzando senderos, patios y pasillos del campus.

Los martes y jueves, muy temprano por la mañana, debía dirigirse al edificio Saelzer. A esas horas el campus despertaba lentamente. El aire húmedo de Valdivia cubría los senderos, y apenas algunos estudiantes comenzaban a aparecer caminando con prisa hacia sus primeras clases del día.

Durante mucho tiempo el profesor Luis utilizó los caminos principales que atravesaban el campus entre edificios y estacionamientos para llegar a su destino. Sin embargo, un día descubrió que existía una forma distinta de recorrer el campus.

Había un sendero que cruzaba el Jardín Botánico.

Era un camino más silencioso, rodeado de árboles nativos, helechos y pequeños cursos de agua que serpenteaban entre la vegetación del bosque valdiviano. Además de ser más corto, aquel recorrido ofrecía algo que los otros caminos no tenían: una pausa en medio de la naturaleza.

Desde entonces, cada vez que debía dirigirse hacia el edificio Saelzer, el profesor Luis elegía ese sendero.

No solo porque acortaba el trayecto, sino porque caminar por el Jardín Botánico le permitía observar algo que siempre le había fascinado: los patrones invisibles de la naturaleza.

Mientras caminaba, miraba el bosque con ojos de estadístico.

Observaba cómo los árboles crecían a distintas alturas y pensaba en distribuciones estadísticas.

Seguía con la mirada el curso del agua y pensaba en modelos de flujo. Miraba la diversidad de plantas y recordaba cómo la naturaleza también podía estudiarse a partir de datos y patrones.

Para muchos, aquel sendero era simplemente un camino agradable dentro del campus. Pero para algunos estudiantes se convertía en un pequeño espacio de estudio al aire libre, donde la naturaleza acompañaba la reflexión y el aprendizaje.

Para él era una especie de laboratorio natural.

Un día, durante una conferencia universitaria sobre desarrollo sostenible, escuchó hablar con mayor detalle de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. Aquella iniciativa proponía que los países, universidades y comunidades trabajaran juntos para enfrentar grandes desafíos del planeta: el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el acceso al agua, la educación y la reducción de desigualdades.

Aquella idea le resultó fascinante.

—Muchos de estos problemas también necesitan matemáticas —pensó.

Desde ese día, cada vez que caminaba por el Jardín Botánico imaginaba cómo los números podían ayudar a comprender mejor el planeta. Por ejemplo,



Si se medía la biodiversidad del bosque, se podían construir indicadores ecológicos.



Si se registraban las lluvias, se podían elaborar modelos de cambio climático local.



Si se estudiaban los ecosistemas, era posible desarrollar modelos de sostenibilidad para protegerlos.

Un día decidió compartir estas ideas con sus estudiantes.

Al comenzar cada una de sus clases, el profesor Luis tenía la costumbre de dedicar unos minutos a lo que llamaba “Breves notas”: pequeñas reflexiones relacionadas con los temas del curso. En ese espacio aprovechaba para comentar ideas, noticias o experiencias que conectaban la estadística con la realidad.

Ese día, después de escribir el título en la pizarra, les hizo una pregunta a sus estudiantes:

—¿Saben dónde podemos observar algunos de los principios de la Agenda 2030 dentro de nuestro propio campus?

Los estudiantes pensaron en informes, libros o páginas web.

El profesor sonrió.

—En el Jardín Botánico.

Les explicó que allí podían observar varios de esos principios:



Vida de ecosistemas terrestres, al proteger el bosque valdiviano.



Educación de calidad, cuando estudiantes investigan y aprenden de la naturaleza.



Acción por el clima, al estudiar cómo cambian los ecosistemas.



Comunidades sostenibles, al integrar la universidad con su entorno natural.

Al terminar la clase, algunos estudiantes decidieron acompañarlo por el sendero del jardín.

Mientras caminaban entre árboles altos y helechos húmedos por la lluvia, comenzaron a observar el bosque de una forma distinta.

Ya no veían solo árboles.

Veían datos.

Contaban especies, comparaban tamaños de troncos y observaban cómo se distribuían las plantas en el terreno.

Un día, al finalizar el semestre, uno de los estudiantes le hizo una pregunta mientras caminaban nuevamente por aquel sendero.

—Profesor, ¿realmente las matemáticas pueden ayudar a cuidar el planeta?

El profesor Luis se detuvo un momento y miró hacia los árboles altos del bosque, donde la luz se filtraba entre las hojas húmedas.

—Las matemáticas —respondió— no plantan árboles ni detienen la lluvia. Pero nos permiten entender cuándo un ecosistema está cambiando, cuándo una especie comienza a desaparecer o cuándo el clima empieza a transformarse.

Hizo una pequeña pausa y añadió con una sonrisa tranquila:

—Y cuando entendemos esos cambios, podemos tomar mejores decisiones para cuidar el planeta.

Los estudiantes continuaron caminando entre los senderos del Jardín Botánico. Algunos hablaban de sus proyectos de datos; otros observaban en silencio el bosque.

Tal vez no todos lo sabían todavía, pero algo había cambiado en su forma de mirar la naturaleza.

Ya no veían solo árboles, hojas o senderos.

Ahora también veían datos, patrones y preguntas científicas.

Y mientras el profesor Luis continuaba su camino hacia el edificio Saelzer para dictar su siguiente clase, pensó que quizá esa era una de las cosas más valiosas de enseñar.

Porque a veces una clase comienza dentro de una sala...

pero termina creciendo, como un bosque, en la forma en que las personas aprenden a comprender y cuidar el mundo.

Y en aquel campus del sur del mundo, entre árboles húmedos por la lluvia de Valdivia, había un bosque – un jardín botánico - que enseñaba estadística.

El lugar secreto

Daniela Fernández Ocaranza

Terapeuta Ocupacional Mg en Educación Universitaria en Cs de la Salud

Docente Adjunta

Facultad de Medicina

daniela.fernandez@uach.cl

Como todos los viernes, Nico sale de la casa tirando la puerta con cuidado, hasta que escucha el clic. Después empuja un poco más, por si acaso. Siempre lo hace así. Se queda un segundo con la mano apoyada en la madera, como comprobando que todo quedó cerrado.

La casa cruje cuando cambia el tiempo. Desde afuera parece chica, con la pintura un poco gastada y el techo oscuro por la lluvia. Nico mira rápido las ventanas. Nada abierto. Bien.

Desde su último cumpleaños, tiene permiso para salir solo. Se echa la mochila al hombro, aunque no lleva mucho: una botella con agua, un pan envuelto en servilleta, la plata para moverse.

Baja por la calle empinada esquivando los hoyos que ya conoce de memoria. Hay barro en las orillas y el aire huele húmedo. Nico no se fija mucho en eso.

Toma un atajo, donde se ve el agua avanzando a una cuadra de distancia.

Allá adelante, el río aparece. Ancho, moviéndose lento. Nico se acerca un poco como si tuviera que saludarlo. Sigue por la costanera, con pasos largos, sin apuro.

No tiene nada que hacer en la tarde, y eso le gusta, porque entonces puede ir al lugar secreto.

A veces parece que el río no avanzara, pero si mira mucho rato, las cosas cambian de lugar sin que se dé cuenta. Un pato. Una ramita. Alguien remando.

El agua está especialmente cristalina, con reflejos que juegan cada vez que pasa algo por encima. Al frente está el astillero, grande, y un barco quieto, durmiendo.

A veces trata de hacerle carrera a un taxi fluvial. Corre por las baldosas en escala de grises con todo lo que puede, sintiendo las zapatillas pesadas y el aire frío en la cara. El taxi avanza parejo, sin esfuerzo, y aunque Nico apura el paso, y no para cuando le empiezan a doler las piernas, pierde. Pero igual lo intenta cada vez que puede.

Se sienta un rato en el pasto del borde, con cuidado de no resbalar, y toma agua despacio, mirando cómo pasa la gente.

Algunos caminan rápido, pegados al celular. Otros se detienen, levantan el teléfono y sacan fotos tratando de guardar el río. Nico los contempla con curiosidad.

El río siempre está ahí.

Se limpia la boca con el dorso de la mano, guarda la botella y espera un momento, escuchando.

Un perro aparece de la nada. Se acerca moviendo la cola. Ya se conocen. Nico se agacha un poco y lo deja olerle la mano.

—Hola —dice, en voz baja.

El perro lo sigue sin que se lo pida. Caminan juntos el resto del camino, uno al lado del otro, sin tocarse mucho.

Cuando se acercan al puente, el sonido cambia otra vez. Abierto, ruidoso.

Y ahí están. Los lobos marinos.

Nico se acerca, con el perro a unos pasos detrás. Presta atención, y trata de contarlos, aunque nunca logra estar seguro de cuántos son.

Se empujan entre ellos, se suben unos sobre otros, hacen ruido. Algunos están quietos, con los ojos medio cerrados. Nada les importa demasiado.

A veces hay más, a veces menos. Nico los observa un rato largo. Le gusta cómo se juntan. Cómo no están solos.

El perro ladra de pronto hacia el agua. Nico sonríe apenas.

—Sí, son como una familia grande.

Lo dice más para él que para el perro.

Se pregunta cómo sería meterse al agua con ellos. Si lo dejarían quedarse. Si habría un lugar para él entre tantos cuerpos juntos.

El viento mueve un poco el agua. Los lobos siguen ahí, ajenos.

Decide ir a tomar micro para cruzar el puente y la espera, sin moverse mucho.

Cuando aparece, levanta la mano apenas. El chofer frena y abre la puerta con un suspiro de aire.

—Buenas —dice Nico, subiendo.

El chofer no lo mira. Ni nadie en realidad.

Se sienta cerca de la ventana. Le gusta ver cómo el río cambia cuando se cruza por arriba. Desde el puente no se ve igual.

Apoya la frente en el vidrio helado. El agua pasa abajo tranquilamente, pero desde ahí parece lejos.

La micro cruza. Se baja en el paradero que conoce y empieza a caminar otra vez, con un paisaje diferente. Árboles. Arbustos, algunos con flores. Edificios donde la gente estudia. Muchas personas con mochilas.

Nico entra al Jardín Botánico sin detenerse porque sabe por dónde ir. El camino se vuelve blando a medida que avanza. Ya no es calle, es otra cosa. Hay ramas que crujen bajo los pies, y un olor espeso, todo siempre un poco mojado.

Al principio hay senderos anchos, de esos donde caminan parejas o grupos. A veces lo ven pasar solo, pero Nico no devuelve la mirada.

Va como buscando algo, aunque no sabría decir exactamente qué. Un cono de pino está medio escondido bajo las hojas. Lo sacude un poco y lo guarda. Después otro, más chico. Una rama delgada, recta. Un par de hojas grandes, como manos, que no están rotas. Musgo.

Algunas cosas las toma y las deja donde estaban, no todo sirve.

Se mete por un desvío. Un espacio entre arbustos donde la tierra está un poco hundida. Las hojas se juntan arriba y la luz entra en pedazos, como si alguien la hubiera roto. El río, por este lado, no se ve todavía.

Nico tiene que agacharse un poco en algunas partes. En otras, empuja ramas con la mano para hacerse espacio.

Hay un punto donde la vegetación se cierra en comparación con el resto. Desde afuera parece solo un montón de plantas, tallos enredados, pero para Nico es una puerta.

Se mete. Cabe justo. Para él es suficiente. Para un adulto no lo sería.

Avanza unos pasos, apartando lo que pueda rozarle la cara, hasta que la vegetación se abre un poco y aparece ese espacio que es suyo.

Si se asoma, puede ver el río. Sólo él llega ahí.

Sacando su botín recolectado, va armando un pequeño montón frente a él, sobre una parte de tierra que limpia con la mano. Pasa la palma varias veces hasta que queda pareja, quitando piedritas, restos que estorban.

Primero pone las hojas, una sobre otra, como base. Luego los conos de pino encima, uno grande al medio, otros a los lados. Apoya las ramas cruzadas, sin que se caigan. Decora con musgo de diversos verdes.

Se detiene y ajusta lo que hay que ajustar hasta que queda perfecto, y se sienta frente a su pequeña obra.

No dice nada al principio.

Baja un poco la cabeza, como ha visto hacer a veces, pero no cierra los ojos. Los deja entreabiertos, espiando.

Murmura algo bajo, palabras que no tienen mucho orden. No está pidiendo nada. No espera que pase algo. Solo habla. A ratos se queda en silencio, escuchando de vuelta.

Nico siente que eso que hizo con cosas que encontró es suficiente, y sonríe sin darse cuenta.

Luego se inclina hacia adelante para ver bien el río desde el lugar secreto, apartando una rama con cuidado para asomarse mejor.

El agua pasa lentamente, familiar. Pero algo distinto se mueve entre los reflejos.

Justo frente a él, atrapado entre algunas raíces, hay algo grande.

Un colchón.

Está oscuro, mojado, con manchas que no se distinguen bien. Hundido en el agua por un lado, inclinado, enganchado justo ahí y sin poder seguir.

Rompe la vista.

Nico se queda quieto.

Mira el colchón. El agua alrededor no se mueve.

Se acerca más, con cuidado de no resbalar, y toma un palo largo que encuentra en el suelo. Lo empuja hacia el invasor, tratando de alcanzarlo. No llega.

Busca otra rama. Se estira, apoyando una mano en la tierra húmeda. Le toca una esquina, apenas lo roza. Nada.

El colchón se hunde un poco, por un lado, pesado, lleno de agua.

Nico frunce el ceño. Cambia de ángulo. Intenta otra vez.

Suspira profundo. Ya no trata.

El río sigue moviéndose alrededor, como si no importara.

Nico se limpia la mano en el pantalón y observa un rato. No entra de nuevo al lugar. Toma la mochila y sale.

El camino de vuelta es rápido. Las hojas le rozan los brazos, pero no se detiene.

Cuando vuelve a la costanera, algo le llama la atención.

Una botella. La etiqueta roja de plástico, fuera de lugar en el verdor del paisaje.

Más allá, una cajetilla de cigarros aplastada contra el suelo. Un envase de comida, arrugado, con restos secos pegados.

Nico camina lento ahora.

Todas las veces pasa por ahí.

No se mueve. Por un segundo, ve el agua y la gente que pasa.

Se detiene junto a la primera botella.

Espera un momento, se inclina y la toma. Está liviana. La aplasta un poco con la mano y se la lleva.

A pocos pasos, otra, medio escondida entre el pasto. La recoge.

Avanza despacio, atento al suelo. Cada cierto rato levanta algo, lo guarda. A veces tiene que hacer fuerza para despegarlo. Otras veces sale fácil.

No dice nada.

Al principio, un tramo queda...menos sucio.

Nico comprueba un segundo.

Más allá, envases vacíos, papeles, envoltorios que el viento mueve apenas.

Se queda inmóvil. Tendría que llevarse mucho para que se note de verdad.

Aprieta los labios un poco y sigue.

Se agacha otra vez. Y otra.

En un momento la mochila está pesada. Se la acomoda mejor en el hombro.

El río corre al lado, igual que siempre.

Nico recoge un último objeto y lo guarda.

Después, de pie, mira hacia adelante.

No es igual que antes.

Piensa en el lugar secreto. En el colchón que no pudo mover.

En lo que sí pudo.

Respira hondo, sin darse cuenta.

No sabe bien si va a volver el próximo viernes.

Oído en los jardines de la UACH.

Noemí Cecilia Vilches Urrea

Secretaria Administrativa

Unidad de Gestión Ambiental, Dirección de Infraestructura y Servicio

gestionambiental@uach.cl

Cierto día, en los jardines del Campus Isla Teja, dos polluelos esperaban ansiosos el regreso de su mamá, una hermosa tiuque, quien les llevaba el alimento matutino al nido que se encontraba entre las ramas de la secuoya más antigua del campus.

Ya saciado el apetito, uno de los pequeños preguntó: ¿es cierto que nos harás caer desde este alto árbol para que podamos volar?

—Sí, hijito. Es necesario que aprendan. Eso los hará más fuertes y les permitirá protegerse cuando enfrenten peligros.

No quiero mamá —dijo su hermanita—. Ayer, doña rana nos dijo que los polluelos de hombre que recorren el jardín son muy peligrosos. Nosotros preferimos quedarnos aquí arriba y no volar.

—Por favor, no nos obligues— suplican al unísono.

No todos son peligrosos, hijitos —respondió con dulzura—. Hay algunos que incluso buscan mejorar nuestra casa y nuestro patio, para que todos podamos vivir en un lugar limpio y saludable. He visto a una mamá de hombres, que en su cabeza tiene pelaje corto con crespos negros y blancos, siempre preocupada de asegurarse que todo esté en orden y limpio. ¡Y no es la única!

Quiero que se queden calladitos y agachados, porque en un ratito pasará por esa orilla un polluelo de hombre que tiene pelaje negro y crespo y verán que también es de los buenos. A veces pasa él y, otras veces, una polluela más pequeña, también de pelaje negro y crespo. En silencio, trabajan limpiando los lugares donde hay

malos olores y otras cosas que nos hacen mal. Traen unos tambores grandes, con un líquido que sirve para purificar el agua.

¿Y cómo sabremos si son ellos? —dice uno de los hijitos— Yo he visto pasar

muchos polluelos de hombre: algunos son interesantes y entretenidos, pero otros ensucian o hacen ruidos extraños que me asustan. Algunos tienen el pelaje crespado, otros lisos; algunos más claros, otros más oscuros. Me confundiré, mamá.

Hay algo que los distingue —explicó la madre—. Llevan una cubierta especial, distinta a los otros polluelos que vemos en el patio, que los cubre desde las patas hasta el cuello. “Ropa” creo que le llaman y en el lomo tienen unas señales que la señora colibrí me dijo que se llaman “letras” del color del pasto y de las hojas en verano.

Con esta ramita les haré un dibujo en la tierra. Espérenme aquí. Yo bajaré y les mostraré cómo se ven.



—¡Qué extraño, mamita! ¿Qué significa eso?

—No lo sé, hijito. Pero cuando vean esas señales, quédense tranquilos: esos polluelos de hombre no les harán daño. Y, si les agradan, regálenles sus más bellos cantos, para que se animen a seguir cuidando nuestro jardín.

—¡Ya mamita! — gritan al unísono.

Shhh... —dice la mamá tiuque en susurro— guarden silencio hijitos y agáchense porque ahí viene uno de ellos. ¿Lo ven? Es el polluelo más grande.

No vemos nada mami— responden suavemente.

—¿Ven que es necesario que aprendan a volar? Se perderán de muchas cosas si solo se quedan en el nido.

—Bueno mamita... está bien... enséñanos a volar por favor —dicen no muy convencidos.

Luego de un par de intentos, ambos polluelos alzan el vuelo con destreza y seguridad y,

llenos de gozo, se aproximan al polluelo de hombre que, con pala en mano, se dedica a sacar cosas feas en el sector más alejado del jardín. Lo observan por un largo tiempo desde las ramas de uno de los arrayanes. El polluelo de hombre, mostrando gran fuerza, toma un enorme envase con líquido y lo conecta a una cosa extraña que lo va vaciando lentamente. Algo cansado, se aleja unos pasos para observar que todo funcione y mueve lentamente la cabeza como satisfecho del trabajo realizado.

—¡Qué extraño es todo eso! Parece mucho esfuerzo. ¿Qué es lo que hace? — le preguntan a una mamá cisne que va por el río con sus hijitos.

—No sé exactamente, pero he escuchado que ese líquido limpia el agua de unos bichos que no se ven. No lo puedo asegurar, porque nunca los he podido ver, deben ser muy chiquitos realmente.

Llenos de asombro, los polluelos de tiuque se dan cuenta de lo importante que fue haber vencido el temor a volar porque eso les permitió acercarse al polluelo de hombre con vestimenta extraña con señales especiales en el lomo y darse cuenta de que él sí cuida el jardín para todos y, tal como su madre les sugirió, acompañan al polluelo de hombre cantando lo mejor de sus trinos en gratitud y llenando el ambiente de alegría.

El árbol de las bandurrias

Patricia Andrea Heredia Pérez, Magíster en Educación Inicial, Educadora de Párvulos, Profesional de Apoyo Docente, Instituto de Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Austral de Chile,

patricia.heredia@uach.cl

Cada comienzo de primavera, cuando el aire se volvía tibio y el jardín infantil despertaba con brotes, risas y juegos, una pareja de bandurrias regresaba al mismo lugar.

Antü y Ayelén volaban desde lejos, con sus alas abiertas como abrazos, con sus patas coloradas y picos alargados, buscando ese árbol alto y frondoso que conocían de hace mucho tiempo. En ese mismo lugar habían anidado por años, allí habían cuidado sus huevos, allí habían visto nacer y enseñado a volar a sus pichones.

El árbol los esperaba siempre. Fuerte, generoso y lleno de ramas donde protegerse del viento y de la lluvia.

—Este es nuestro hogar —decía Ayelén, acomodando el nido.

—Aquí estamos a salvo —respondía Antü, atento al cielo.

Desde abajo, los niños y niñas del jardín los observaban con curiosidad. Sabían que esas aves eran parte del lugar, como la huerta, las composteras, las ramitas, las piedras, las flores y los senderos de tierra.

Pero un día, el árbol cambió.

Había crecido mucho, tanto que algunas personas pensaron, con buena intención, que necesitaba ser podado. Llegaron herramientas, ruidos fuertes y ramas que caían una tras otra. El árbol quedó más pequeño. No podía hablar, pero sus ramas heridas mostraban que algo había cambiado.

Cuando la pareja de bandurrias volvió esa primavera, algo no se sentía igual.

Dieron vueltas en el aire.

Miraron una y otra vez.

Buscaron la rama de siempre... pero ya no estaba.

—No encuentro dónde anidar —dijo Ayelén con tristeza.

—Este lugar ya no parece tan seguro —susurró Antü.

El árbol seguía allí, pero ya no era un refugio acogedor. No había sombra suficiente, ni ramas firmes para sostener a una familia.

Ese año, las bandurrias no construyeron su nido.

Ese año, no hubo huevos ni pichones aprendiendo a volar.

El jardín se sintió distinto.

Los niños y niñas notaron el silencio, y preguntaron por las bandurrias. Fue cuando conversaron sobre los árboles, las aves y lo importante que es cuidar los hogares de quienes viven junto a nosotros.

Nadie en el jardín olvidó ese silencio.

Aprendieron que la naturaleza cambia cuando no se la escucha.

Que no todo lo que crece necesita ser cortado.

Que los árboles no solo dan sombra, también dan hogar.

Desde ese día, en el jardín infantil comenzaron a cuidar los árboles como se cuida a un amigo. Aprendieron a preguntar antes de intervenir, a observar antes de actuar y a querer con respeto.

Y aunque las bandurrias no volvieron ese año, apareció una pareja de treiles que encontraron en un rinconcito del jardín un buen lugar para anidar.

Cuando la naturaleza se siente protegida, siempre encuentra la forma de regresar.

Cuando se corren las cortinas

Dra. Leonor Valencia Tapia

Fonoaudióloga

Académica Escuela de Fonoaudiología

Sede Puerto Montt

leonor.valencia@uach.cl

De lunes a viernes trabajo en una oficina rodeada de vidrios, tengo vidrio hacia adelante, hacia atrás y a mi derecha está la puerta de entrada también de vidrio. Frente a mí hay otras dos oficinas, y más allá, en la primera, una ventana grande que da al exterior del edificio con cortinas gruesas de lado a lado, cuando están cerradas, todo se vuelve gris, las oficinas de mis compañeros, mi espacio, incluso el pasillo.

Escucho la música de mi compañero de la oficina de adelante. La mayoría de las veces es música clásica, aunque en ocasiones hay otros ritmos, un día, incluso, hubo bachata. Todo suena distinto cuando la luz no entra.

Podría apretar el interruptor y encender la luz artificial, mi oficina tiene dos focos grandes que la iluminan sin dificultad, el interruptor está a un paso, a la entrada, contiguo a la puerta, pero prefiero llamar a la señora Olivia y pedirle que abran las cortinas de la primera oficina.

Cuando la luz del sol entra, cambia algo más que el brillo: cambia la energía, el ánimo, el ritmo del trabajo, incluso si el día está nublado o con lluvia, la luz que se genera es especial. Cada rayo, por mínimo que sea, se siente como un regalo, como algo especial, algo que tengo a disposición, siempre está.

No es solo luz. Es una forma simple de elegir energía limpia, de agradecer lo que el sol ofrece sin costo ni contaminación. Es la energía que consigo sólo con correr una cortina.

El trayecto

Karina Ocampo Aspee

Magister en Ordenamiento Territorial y Geografía

Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales

Encargada de Redes y Comunidades

PAR Explora Aysén, Campus Patagonia - Universidad Austral de Chile

karina.ocampo@uach.cl

Salí en la madrugada del domingo y se supone que llegaría durante la tarde a Puerto Cisnes, en teoría, unas 14 horas de navegación. El Golfo de Corcovado tomó otra decisión, con olas y ráfagas de vientos como cómplices.

La barcaza pasó por el sector que sería Santo Domingo, un antiguo caserío olvidado y abandonado, conocido por los antiguos por sus sectores de pesca y cultivo. A pesar de que logramos continuar con dificultad y mucho oleaje, tuvimos que capear el temporal en Raúl Marín Balmaceda un par de horas más.

El tramo más complejo fue fondear cerca a Puerto Gala, un poblado de alrededor de un centenar de habitantes, ubicado entre el cruce del Canal Moraleda con el Canal Jacaf. El viento golpeaba de costado e hizo imposible atracar en el muelle. Algunos botes se acercaron, la barcaza bajó su rampa y los habitantes más avezados lograron encaramarse a la Queulat, pero otros no pudieron. No quedaba de otra que esperar a que el Alcalde de Mar nos diera el aviso para intentar atracar nuevamente.

Así pasó la noche del domingo. Recién en la mañana del lunes el viento amainó y pudimos acercarnos al muelle y atracar. Nueva y raudamente las pangas salieron de sus caletas y se acercaron a la barcaza. Las familias del pueblo se acercaron para descargar las verduras y mercaderías encargadas del norte.

El puerto se abrió y varios de los pescadores enfilaron rumbo hacia el canal Moraleda, para sacar a pulso, las largas y pesadas líneas de espineles cargadas con merluza austral.

La ruta continuó sin mucha novedad. Pasamos las siguientes horas hasta el continente entre mates, cartas y el resto de tortas fritas, frías y recalentadas. El mar nos detuvo 36 horas en total y este exceso de tiempo nos permitió revisar nuevamente el material para presentar en el Congreso Escolar Explora.

Es la primera vez que representamos a nuestra isla y, en esta navegación, podemos ver cómo nuestra investigación sobre soberanía alimentaria dialoga con las necesidades de las comunidades del litoral Aysenino.

A pesar de que mañana nos quedan algunas horas de viaje en bus hasta Coyhaique, por ahora, lo más alentador es que el temporal bajó y para el regreso a Melinka podremos hacer el trayecto en avioneta.

Darwin, mi compañero del otoño

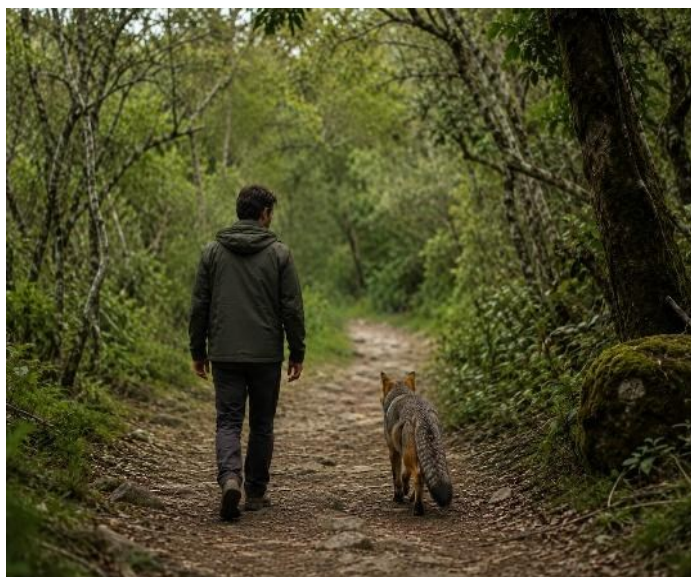
Edgardo Cárdenas Vega

Ingeniero Ejecución en Agronomía

Encargado Operaciones Jardín Botánico UACH

Facultad de Ciencias

Universidad Austral de Chile.



Durante el otoño de 2008, dentro de mis rutinas laborales estaba el recorrer cada mañana los senderos del Jardín Botánico de Valdivia, mi lugar de trabajo; cosa que realizaba casi todos los días a partir de las 08:20 hrs. Aproximadamente, a esa hora, cuando la neblina cubría el sector y las hojas caídas llenaban los senderos con sus múltiples tonos, el jardín parecía pertenecer únicamente a quienes madrugábamos para disfrutar de su tranquilidad.

Mi recorrido comenzaba siempre de la misma manera y avanzaba lentamente entre especies nativas y exóticas caminando hacia el borde río, deteniéndome a observar la forma de una hoja, la textura de una corteza, si había ramas o quizás algún árbol caído, o los cambios que la estación iba dejando en cada rincón. Fue en una de esas mañanas cuando ocurrió un encuentro que transformaría para siempre mis caminatas.

Una mañana como todas, al llegar al sector conocido como Hemisferio Norte, vi a un pequeño zorro de Darwin observándome desde cierta distancia, primero permaneció inmóvil unos segundos y luego comenzó a caminar en la misma dirección que yo lo hacía, no se acercaba demasiado y mantenía siempre una distancia prudente de tres o cuatro metros, pensé que sería una coincidencia pasajera pero continuó acompañándome durante gran parte del recorrido, reconozco que en un principio tuve un poco de desconfianza de mi compañero de caminata, pero me di cuenta poco a poco que él lo hacía muy despreocupado de mis movimientos...tal vez con más confianza que yo.

Al día siguiente en mi recorrido, en el mismo lugar, volví a encontrarme con él y me acompañó gran parte de la caminata...hasta que un roedor lo hizo recordar tal vez, que debía desayunar y me dejó sólo.

Al siguiente día fue lo mismo...lo más sorprendente era su comportamiento, cuando yo avanzaba él avanzaba y cuando me detenía para observar alguna planta, un árbol o simplemente contemplar el paisaje el zorro se sentaba pacientemente a esperar, parecía comprender que aquellas pausas formaban parte de mi ritual matutino, aunque siempre permanecía alerta, con las orejas erguidas y la mirada atenta al entorno hasta que yo retomaba mi caminata.

Con el paso de los días descubrí que aquel encuentro no había sido casual, todas las mañanas me esperaba en el mismo lugar al comienzo del sector hemisferio norte, apenas aparecía por el sendero él surgía entre la vegetación y comenzaba a acompañarme, nunca intentó acercarse más de lo necesario ni mostró señales de dependencia; era como si hubiéramos establecido un silencioso acuerdo de compañía y respeto mutuo.

A veces, en medio de la caminata, un ruido entre las hojas o el más leve movimiento en la maleza captaba su atención entonces se detenía, olfateaba el aire y desaparecía rápidamente entre los arbustos quizás siguiendo el rastro de algún roedor; en esos momentos me dejaba continuar solo, sin embargo, al día siguiente volvía a encontrarlo en el mismo sitio dispuesto a repetir nuestra rutina.



Aquellas mañanas se convirtieron en una experiencia extraordinaria, compartir el sendero con una especie tan singular y amenazada era un privilegio difícil de describir, lo llamé “Darwin” y en esos años recuerdo que yo participaba como corresponsal del diario electrónico “El Navegable” en donde publiqué un relato de esa experiencia, incluso con algunas fotos que Darwin me había dejado le tomara...El jardín me enseñaba cada día algo nuevo, pero ninguna lección fue tan memorable como la que me regaló aquel pequeño zorro.

Con el tiempo, sin embargo, comenzaron a aparecer los llamados “perros abandonados” en el Jardín Botánico, éstos formaban grupos que recorrían libremente el lugar y se les veía persiguiendo liebres y alterando la tranquilidad de la fauna silvestre; poco a poco, la presencia de estos perros empezó a modificar el comportamiento de los animales nativos, Darwin, mi amigo zorrito que me acompañaba antes cada mañana ya no aparecía con la misma frecuencia y muchas otras especies naturales del jardín botánico comenzaron a desplazarse hacia zonas más alejadas y seguras.

Un día simplemente Darwin dejó de esperarme en ese lugar en donde comenzábamos nuestra caminata juntos.

Continué realizando mis recorridos matutinos durante mucho tiempo, pasando por el mismo sendero donde tantas veces había comenzado nuestra caminata

compartida y aunque nunca volví a verlo, cada otoño, cuando las hojas vuelven a cubrir los caminos del Jardín Botánico, recuerdo a aquel discreto compañero que durante esa temporada me permitió compartir una pequeña parte de su mundo salvaje y disfrutar de su compañía.

El Bosque de Suyai

Patricia Soledad Ceverio Mella

Administradora de Empresas de Turismo, Ejecutiva de Gestión, Prorectoría,

patricia.ceverio@uach.cl

Cuenta una antigua leyenda que, en un lugar del extremo sur del mundo conocido, allí donde los ríos emergen desde las entrañas de la tierra y los bosques continúan hablando en lenguas ancestrales, existe un territorio mágico y único pero invisible para la mayoría de las personas, ya que sólo es detectable por algunas personas con características especiales, quienes a pesar de la vorágine del mundo actual, aún en lo más profundo de su ser, cuentan con la capacidad singular de ver más allá de lo mundano y captan los detalles enternecedores y trascendentales en la esencia pura de la naturaleza.

Ese lugar es conocido por nuestros ancestros como *El Bosque de Suyai*, que en la lengua antigua significa y representa la *esperanza*; este bosque está conformado por un ecosistema vivo y consciente, sostenido por un equilibrio delicado que ha sido custodiado durante siglos por diecisiete guardianes, que actúan entre sí y que representan a cada uno de los principios esenciales para la vida, como lo son: el cuidado del agua, la justicia entre las especies, la igualdad entre quienes habitan la tierra, la sabiduría del conocimiento compartido, la protección del clima, la armonía entre desarrollo y naturaleza, entre otros muy importantes. Cuando los diecisiete guardianes eran recordados y honrados por todos los seres vivos en sus actividades cotidianas, el bosque florecía, se llenaba de una infinidad de colores y vida, volviéndose cada vez más fuerte; pero cuando los guardianes y sus enseñanzas comenzaban a ser olvidados, el territorio se deterioraba de a poco, hasta enfermarse, comenzaba a volverse gris y apagado, ya que la fuerza de cada uno de los guardianes por sí misma, ya no era suficiente para mantener todo el esplendor de Suyai.

Con el paso del tiempo, y como todo en la vida, con los distintos avances tecnológicos de la humanidad, el bosque comenzó a mostrar señales de

agotamiento y deterioro constante, porque había comenzado a suceder aquello que tanto temían: ser olvidados. Para la gente común, ya no era tan importante pasear entre la naturaleza sin provocar daños, muchos salían a dar paseos y se dedicaban a arrancar flores a destajo, a intervenir el entorno por sólo poder tomarse la mejor “selfie”, o a quebrar ramas sólo por el gusto de oírlas crujir. Así también, aumentaban los microbasurales, los ríos bajaban turbios y la vida en ellos se iba reduciendo, los suelos se erosionaban, las aves migraban sin retorno y el aire poco a poco, perdía su antigua claridad. Los guardianes ancestrales, se encontraban muy agotados con todo el esfuerzo que conllevaba intentar salvar el bosque por sí solos, y comprendieron que el peligro y la debilitación de su entorno, no provenía de un solo acto por parte de algunos humanos, sino que emanaba del olvido colectivo.

Frente a este tiempo oscuro de desequilibrio, el consejo de sabios junto a los guardianes decidió que el bosque debía llamar y convocar a nuevos guías para la comunidad. Los elegidos para esta misión debían tener características especiales y únicas, tales como provenir desde esta nueva humanidad que entendiera la tecnología y sus buenos usos, pero además era indispensable que aún mantuvieran la capacidad de conectar con esta esencia de vida que traería de nuevo el balance a este ecosistema.

¿Pero de dónde provendrían estos seres tan especiales?

Entonces, sucedió que, en Valdivia, una ciudad ubicada al sur del mundo, inmersa entre ríos y humedales, un grupo diverso de personas de distintas edades comenzó a experimentar un sueño similar durante la misma noche. En el sueño, aparecía para todos, un bosque que respiraba como un ser vivo y del cual se oía pronunciar una pregunta insistente:

—¿*Qué harás con el conocimiento que has recibido?*

Entonces, guiados por esa inquietud y sin saber quién o qué era lo que hacía esa pregunta, los soñantes siguieron distintas señales hasta encontrarse en el corazón del campus de la Universidad Austral, donde ante sus incrédulos ojos emergió un Hualle gigantesco—parecía más viejo que la memoria institucional— y abrió un

sendero que no figuraba en ningún mapa antes visto en el Jardín botánico. Al cruzarlo, y sin darse cuenta de cómo el paisaje iba cambiando, fue entonces cuando notaron que habían ingresado a un lugar totalmente diferente, pero no sentían miedo, ya que la tierra y el entorno, les hacía sentir como en casa.

—Viajeros, sean bienvenidos al Bosque de Suyai—escucharon decir a su alrededor.

Allí fueron recibidos por Kütral, espíritu del equilibrio, quien les reveló la verdad sobre su presencia en este mágico lugar: el bosque no necesitaba héroes individuales, sino comunidades conscientes. Cada uno de los dones de los diecisiete guardianes solo podía ser activado mediante acciones que ellos debían llevar a cabo, puesto que eran los elegidos de cada de sus generaciones y debían realizar estas acciones de forma colectiva, informada y ética.

El grupo muy sorprendido en un comienzo, pero sin poner en duda cada una de las palabras que estaban escuchando, comprendió que no bastaba con admirar la belleza del lugar; sino que debían actuar para poder preservarla. El bosque les presentó entonces una serie de desafíos para comprobar su capacidad de llevar a cabo tan importante misión, siendo este el medio la transformación que sin saber tanto necesitaban.

Uno de los desafíos los llevó a restaurar un río contaminado, donde recordaron que el agua no es un simple recurso, sino un derecho compartido. Otro los enfrentó a un poblado donde la desigualdad había erosionado la confianza social, enseñándoles que no hay sostenibilidad sin justicia. En otra prueba, debieron dialogar con comunidades humanas y no humanas para decidir el uso responsable del territorio que habitaban, comprendiendo el valor de las alianzas y la gobernanza participativa.

Así, cada uno de los desafíos a los que se vieron enfrentados y lograron llevar a cabo, comenzó a reactivar los dones de los guardianes del bosque, la energía de la restauración y el equilibrio comenzaba a emanar cada vez con mayor fuerza, y con ello, el bosque de Suyai que antes sólo era visible por algunos, comenzaba a cobrar vida ante los ojos de todos, repercutiendo en el entorno directo del cual provenían: la hermosa ciudad de Valdivia, y también la Universidad Austral, en donde la

educación de calidad se comenzó a manifestar como un conocimiento que se comparte; la acción por el clima, como decisiones responsables; la vida de ecosistemas terrestres, como respeto profundo por lo que no tiene voz humana.

Al completar el recorrido, los participantes aún no eran conscientes del efecto de sus acciones y decisiones, hasta que el bosque les mostró su verdad final: la universidad no estaba separada del territorio, era parte activa de él. Cada investigación, cada decisión institucional, cada proyecto formativo podía fortalecer o debilitar los dones de los diecisiete guardianes.

El bosque no pedía perfección, sino compromiso sostenido. No exigía respuestas inmediatas, sino procesos conscientes. Antes de despedirse, Kütral pronunció las palabras finales que sellaban el pacto y compromiso de estos nuevos y valientes aventureros:

—Mientras recuerden que el conocimiento implica responsabilidad, el bosque vivirá. Mientras trabajen juntos, los dones de los diecisiete guardianes no se perderán.

Al despertar en sus respectivos hogares, ninguno de los soñantes podía asegurar si el bosque había sido real o simbólico. Sin embargo, desde ese amanecer, algo había cambiado en todos. Fue entonces que, nuevas iniciativas comenzaron a surgir en la UACH: proyectos de restauración ecológica, investigación transdisciplinaria, formación con enfoque territorial, participación comunitaria y compromisos institucionales con la sostenibilidad.

El Bosque de Suyai y lo que habían vivido en ese mundo, ya no estaba oculto. Vivía en cada acción coherente, en cada decisión informada, en cada esfuerzo por armonizar desarrollo humano y naturaleza.

Y así, la leyenda hoy continúa presente, esperando que nuevas generaciones respondan al mismo llamado:

Y tú, ¿Qué harás con el conocimiento que has recibido?

Cartografías de un planeta en desvelo

José J. Nuñez

Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas

Universidad Austral de Chile

Dalhbomii

Gárgola de las flores

libertino

consagrado

impertinente

bucanero y licántropo.

Discípulo de Abelio

desobediente

intransigente

mensajero de las fucsias

de las mitrarias

y las orquídeas.

A la intemperie, tú,

moscardón colorido

multidimensional

y bondadoso

lloras amordazado

y desahuciado

por nuestra estupidez.

Un cometa de barro está cruzando el musgo

Despierta humedal dormido
apaga tus flores,
recoge tus abejas y tus libélulas,
cierra las orillas de tu soledad.

Despierta humedal dormido
que una sílaba de otoño está emergiendo del potrero anegado.
Viene con ojos húmedos a encender las noches de marzo.
Viene con su voz desnuda a contar secretos de lluvias antiguas.

Despierta humedal dormido
acompañale su canción
con tu guitarra de troncos mojados.

Despierta humedal dormido
que viene un cometa de barro cruzando el musgo.
Viene con hojarasca,
viene obstinada,
viene con corazón de sur
viene enmascarada.

¡Despierta humedal dormido!
¡Que viene la *Batrachyla*!

El monte del monito

Escribía el hombre un poema que tituló
“El monte del monito”
y luego de acabado, pensó en sustituir
la palabra vida, por la palabra inversión
y luego tachó la palabra bosque y la sustituyó por inversión
y tachó la palabra mundo y la sustituyó por inversión
y tachó la palabra futuro y la sustituyó por inversión.

Y ese hombre, que nunca supo distinguir
entre la oficina y el manicomio,
vio saltar del poema semillas
que gritaban la ausencia de un lugar donde caer.
Chillidos de corazones diminutos
escapando entre las líneas como pacientes de una clínica,
sangrando como pequeños cristos crucificados
sobre la obscena rima de una estrofa
que terminaba en “casi amenazados”

Escribía el hombre un poema
Y veía que al monte del monito ya no le quedaban metáforas
Ya no eran santos desahuciados en una iglesia vacía,
solo hechos, solo hectáreas arrasadas, donde el verde retrocedía
como un ejército derrotado por la inversión y la estadística.

Y reescribía el hombre un poema que decía
El monte del monito se ha vuelto un archipiélago
El monte del monito se ha vuelto una isla
El monte del monito se ha vuelto un punto
El monte del monito se ha vuelto una última línea al final de esta página.

Holobionte

Duelo íntimo entre dos cuerpos,
dos lenguajes extraños,
dos muertes que se fascinan y se confunden.
Dos desvelos que se acuestan juntos
uno aferrado al otro
para no perderse en el silencio.

No es un pacto armónico, sino un rescate.
Dos heridas que sangran en el mismo vaso
Una canción que perdura en la mente cuando todo lo demás calla.
Una voz que desde lejos que de tan lejos, se hace adentro.

Somos simbiosis,
yo te alimento con lo que pierdo.
Y tú, con tus raíces invisibles,
buscas agua en el naufragio de mis miedos.

Somos simbiosis
una historia de alianzas en plural
un crimen contra la soledad
antiguas bacterias en pacto secreto
contra el dogma de la ferocidad.

Bidones de culpa reciclable

Tomas una semilla y la conviertes en logo
ves un lago y lo conviertes en consigna
quieres salvar al mundo sin mancharte las manos
quieres salvar al bosque sin dejar de ser ciudad.
Hablas del planeta como de una mascota triste
como del perro que ves en los documentales del domingo.
Llevas tus bidones de culpa reciclable
marcados con la palabra “humanidad” para la *selfie* final.
El fin de semana haces sanación, retiro, experiencia inmersiva,
pero reclamas en la administración si un “bicho” es coincidente con tu visita.
Evitas pisar con tus zapatillas blancas el cadáver húmedo de la lluvia
tomas fotografías con tu manzana de plástico
que nunca aprenderá a podrirse.
Le pones *hashtags* al río enfermo
mientras la rana arrastra su pata quebrada por el pavimento
sin saber que está sola.

Crónica de un martes por la mañana

Como un ángel caído
lo hallaron junto al borde.
Cayó como la tarde sobre el cerro
sin mirada,
sin parpadeo.
Solo un sueño vencido.
Como constelación rota
sus huesos inertes,
unos pocos pelos
pegados al pavimento
y en el centro del camino
el silencio se queda muy quieto
como si fuera él
el verdadero muerto.

Alguien dice
que esto es un problema grave de conservación
pero la carretera no sabe pronunciar conservación
ni sabe de miedos
la carretera solo sabe lamer
los cuerpos que dejaron de moverse.

Un reportero anota en un cuaderno
zorro 3, pudú 4, gato guiña 1, puma 2... +1
y escribe la fecha
como si pudiera encerrar el horror en una jaula de números
como si ese cuerpo inerte fuera un apellido, una forma triste
de pertenecer al país de las cosas rotas.

A orillas del olvido

A orillas de la playa una niña recoge pedazos del mundo,
una tapa de plástico, un hilo azul,
mide la lluvia en milímetros de indolencia.
Cuenta basura como quien cuenta heridos de guerra
y un erizo sin púas parece mirarle con sus propios ojos.
La lluvia cae, tiene un sabor oscuro, como a tranquilizante
quizás porque el cielo también se oxida y también la oración del mar se queda sin
palabras.

La niña escribe en un caracol la palabra resistencia
y su corazón lo golpea como si todavía creyera.
Pero el mar lo lee al revés, y dice: morir
porque el mar sabe que es un loco atado a la cama
un grito que nadie escucha, una estatua que nadie visita.
Al mar solo le gustaría saber cuánto tarda el dolor
en volverse parte del coral,
en dormirse como una piedra en el fondo de un mal sueño.

Allá afuera giran los radares,
Y el oriente sin rostro abre sus ojos de sal,
apagando las sombras de los peces que ya no regresarán.
Y desde la orilla, la niña le pregunta en secreto al cormorán
si acaso habrá todavía perdón para tanto olvido
si acaso habrá todavía una palabra, una sola,
que no esté hecha de olvido.

Mural de garza en el cielo

Catalina Barrios Benavente

Periodista de la Universidad Diego Portales, licenciada en Comunicación Social, especializada en Comunicación de la Ciencia, periodista del Programa Austral Patagonia - UACH, integrado en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Esa extraña sensación de visitar un humedal. Siempre hay algo nuevo que ver o sentir. Como cuando Amaranta observó a lo lejos una garza, que en realidad era un mural en una estructura de cemento que delimita el fin de ese ojo de agua. Así son las cosas cuando visitas un humedal en medio de la ciudad.

¿Decepción? El huillín dice que Amaranta no tiene que rendirse cuando explora. Hacer nuevos amigos o amigas que viven en este ecosistema, nunca ha sido tarea fácil. Podría tener un gran lente de cámara o unos súper binoculares, y no ver nada en un día, o ver muchas especies, incluso muy cerca.

¡Quién eres tú! - exclamó la joven exploradora - Nunca había visto un animal así.
¡Pareces un gato de agua!

Me lo han dicho varias veces - respondió risueño el huillín - vengo a descansar aquí, como también en otros humedales aledaños al río por el que navego. Soy el huillín y yo sí te había visto antes.

Volvamos al principio. ¿Amaranta conoce todos los humedales del territorio que habita? El huillín nos contó que la ha visto en tres de los que están en la ciudad. Pero agrega que no importa la cantidad, ya que cada humedal tiene importantes elementos que aportar. La joven aprendió gracias a sus amigas de la universidad que relacionarse con ecosistemas como estos permite identificar importantes

aspectos de la biodiversidad, y una respetuosa manera de hacerlo es siempre intentar pasar desapercibida.

Después de varias visitas al mismo humedal, Amaranta ha logrado ver muchas más especies. Es su espacio de reflexión y recreación favorito de la semana. Es tanto, que tuvo la iniciativa junto a sus amigas de hacer caminatas guiadas para invitar a la comunidad humana que habita en los alrededores.

¿Ustedes sabían que este humedal nos ayuda a tener agua en nuestras casas? - preguntó una de ellas a las personas que llegaron - y que, además, aporta en el control de inundaciones, en la regulación del clima y captura gases de efecto invernadero?

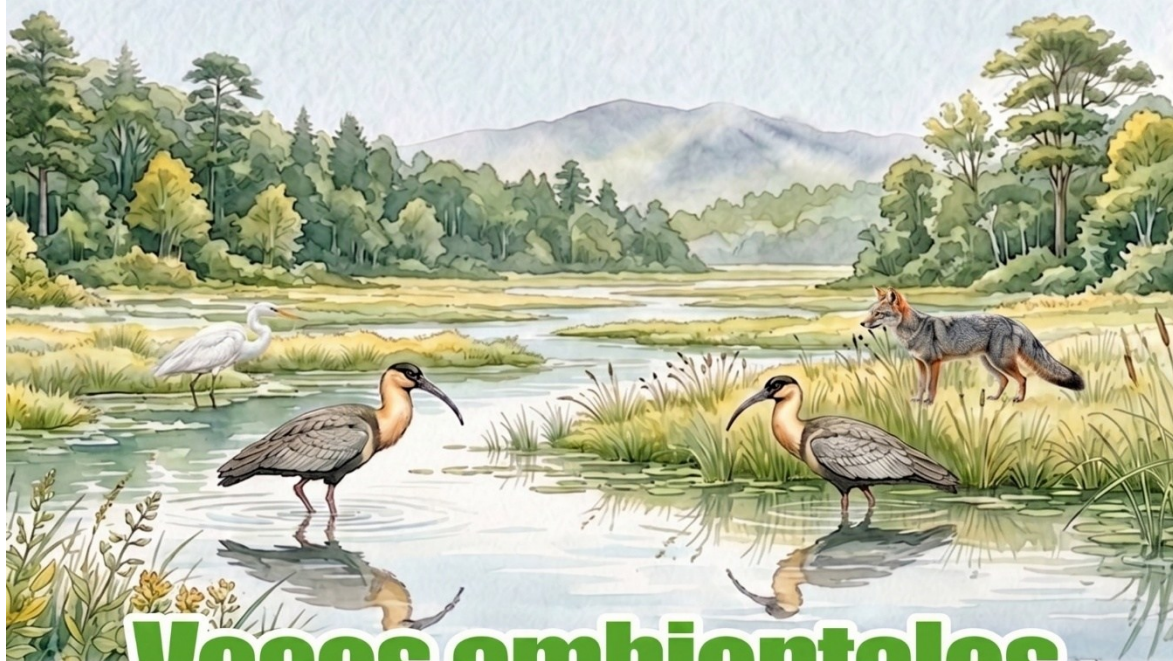
En la salida lograron ver ranas, de las que vieron al menos dos distintas y que intentaban mimetizarse con su entorno; y también aves, de diferentes tamaños y colores. Todas son especies que ahí logran encontrar alimentos para sobrevivir.

¡Mira el cielo, Amaranta! - gritó el huillín, que estaba entre medio de unos juncos.

Era la garza. Volaba de norte a sur. Tenía un movimiento elegante, firme y pacífico; con alas que parecían abanicos color nieve, era posible escuchar su roce con el viento mientras todas las personas permanecían en silencio.

Desde ese momento, la garza sobrevuela el humedal cada vez que Amaranta y la comunidad deciden visitarlo. Este maravilloso ecosistema resultó ser un lugar protegido por personas, aves, huillines, ranas y, probablemente, otros seres que no hemos conocido aún.

Universidad
Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



Voces ambientales de la UACH

Comité editor:

Gabriela Navarro Manzanal
María Angélica Hidalgo Gómez
Mauricio González Chang
Jean Pierre Doussoulin Bustos
Lara Cristina Pereira de Araújo
Leonel Leonardo Delgado-Morales
Mónica Alacid Jaramillo

Edición Septiembre 2026