

SUMERGIDOS CON LUPA EN LOS RÍOS DEL CABO DE HORNOS:
VALORACIÓN ÉTICA DE LOS ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS Y SUS CO-HABITANTES

TAMARA CONTADOR^{a,c,d,e,i}, RICARDO ROZZI^{a,b,d,e}, JAMES KENNEDY^{a,b,c,e}, FRANCISCA MASSARDO^{a,d}, JAIME OJEDA^{a,d}, PAULA CABALLERO^{a,d}, YANET MEDINA^f, RODRIGO MOLINA^g, FERNANDO SALDIVIA^{e,h}, FLAVIO BERCHEZ^a, ANDRÉS STAMBUK^a, VERÓNICA MORALES^a, KELLI MOSES^{a,d}, MELISA GAÑAN^e, GONZALO ARRIAGADA^e, JAVIER RENDOLL^{a,d,e}, FRANCISCO OLIVARES^e & SILVIA LAZZARINO^e

RESUMEN

La Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) es la más grande de Chile e integra ecosistemas marinos y terrestres, e incluye tres parques nacionales (PN): PN Cabo de Hornos, PN Alberto de Agostini y PN Yendegaia. Se encuentra inmersa dentro de la ecorregión subantártica de Magallanes, que ha sido identificada como una de últimas áreas prístinas del planeta. Sin embargo, no se encuentra libre de amenazas locales y globales, tales como las especies exóticas invasoras, el cambio climático, el turismo masivo y otras actividades económicas que no valoran su diversidad biológica y cultural. Para contribuir a la valoración de la diversidad biocultural, el Parque Omora (isla Navarino, 55°S), ha desarrollado la Filosofía Ambiental de Campo (FILAC), una aproximación metodológica que integra las ciencias ecológicas, las artes y la ética ambiental a través de cuatro pasos interrelacionados: 1) investigación interdisciplinaria, 2) comunicación poética a través de la composición de metáforas y relatos simples, 3) diseño de actividades de campo guiadas con un sentido ético y ecológico y 4) conservación *in situ*; para contribuir a la conservación biocultural. Presentamos los métodos y resultados de un trabajo multidisciplinario enfocado en los invertebrados y ecosistemas dulceacuícolas de la RBCH, con el fin de: a) contribuir a entender mejor las posibles respuestas al cambio climático por parte de insectos acuáticos en el largo plazo, y b) generar herramientas de investigación y educación que contribuyan a valorar ecológica y éticamente a los invertebrados acuáticos. Las bases conceptuales se fundan en la ética de la tierra de Aldo Leopold y en la ética biocultural de Ricardo Rozzi. A través de la práctica de la FILAC proponemos actividades concretas para la conservación del patrimonio natural y cultural. La valoración ética de los insectos puede contribuir a generar percepciones positivas e incentivar acciones de conservación por parte de la comunidad local, regional, nacional e internacional. Finalmente, exploramos nuevas

^a Programa de Conservación Biocultural Subantártica, Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes, Puerto Williams, Chile. ✉ tamara.contador@gmail.com; tamara.contador@umag.cl

^b Sub-Antarctic Biocultural Conservation Program, Department of Philosophy and Religion & Department of Biological Sciences, University of North Texas, USA

^c Department of Biological Sciences, University of North Texas, USA

^d Instituto de Ecología y Biodiversidad, Chile.

^e Laboratorio Wankara, Universidad de Magallanes.

^f SEREMI de Agricultura - Magallanes.

^g Servicio Agrícola Ganadero - Magallanes.

^h Liceo Donald McIntyre Griffith, Puerto Williams.

ⁱ Núcleo Milenio de Sálmonidos Invasores, INVASAL. Iniciativa Científica Milenio-ICM

metodologías de investigación y observación que contemplan el respeto y valoración de la vida de los invertebrados. La FILAC aporta así una metodología que contribuye a transformar la forma prevaleciente en que la sociedad global comprende, valora y se relaciona con los ecosistemas dulceacuícolas y sus co-habitantes y fomenta hábitos de vida más respetuosos y sustentables en el corto y largo plazo.

PALABRAS CLAVE: insectos, ética biocultural, cambio climático, ecología, Chile.

UNDERWATER WITH A HAND-LENS IN THE RIVERS OF CAPE HORN: ETHICAL VALUING OF FRESHWATER ECOSYSTEMS AND THEIR CO-INHABITANTS

ABSTRACT

The Cape Horn Biosphere Reserve (CHBR), is the largest one in Chile, and the only one that integrates marine and terrestrial ecosystems. It includes three national parks (NP): Cape Horn NP, Alberto de Agostini NP, and Yendegaia NP. The CHBR is immersed within the Magellanic sub-Antarctic ecoregion, which has been identified as one of the last pristine areas left in the world. Nonetheless, it is not free from local and global threats, such as invasive exotic species, climate change, massive tourism and other economic activities that do not value biological and cultural diversity. To contribute towards an appreciation of the values of biocultural diversity, the scientific team at Omora Park (Navarino Island, 55°S), has developed the Field Environmental Philosophy (FEP) methodological approach, which integrates ecological sciences, arts, and environmental ethics through four interrelated steps: 1) interdisciplinary research, 2) poetic communication through the composition of metaphors, 3) design of field activities with an ethical and ecological orientation, and 4) *in situ* conservation, to contribute to biocultural conservation. We present the methods and results of a multidisciplinary work focused on invertebrates and freshwater ecosystems of the CHBR, with the aim to contribute: a) to a better understanding of the possible responses of aquatic insects to climate change in the long-term, and b) generate tools for research and education to ecologically and ethically value freshwater invertebrates and ecosystems. The conceptual foundations are based on the Land Ethics of Aldo Leopold, and the biocultural ethics of Ricardo Rozzi. Through the praxis of the FEP we generate concrete actions for the conservation of the natural and cultural heritage. Finally, we propose new research methodologies that include valuing of the invertebrates' lives. FEP provides a methodology that contributes towards the transformation of the prevalent way in which global society understands, values and relates to freshwater ecosystems and their co-inhabitants, fostering more respectful and sustainable life habits in the short and long term.

KEY WORDS: insects, biocultural ethics, climate change, ecology, Chile.

Solo podemos actuar éticamente en relación con aquello que podemos ver, sentir, comprender, amar, o de "algún modo" tener fe (Aldo Leopold, 1949)

INTRODUCCIÓN

El cambio socio-ambiental global es una de las grandes amenazas para el funcionamiento de los ecosistemas a escalas globales, regionales y locales (IPCC, 2007). Una de sus principales

consecuencias es la pérdida masiva de biodiversidad, hecho que ha sido descrito como la crisis silenciosa de nuestros tiempos (Kellert, 1993). Un aspecto poco apreciado y considerado en esta crisis es su significativo impacto en organismos invertebrados, pese a que éstos representan más del 90% de las especies de animales del planeta (Wilson, 1987) y que se ha estimado que entre 100.000 y 500.000 especies de insectos podrían extinguirse en las próximas décadas (Dunn, 2005). Entre los insectos, las especies acuáticas son especialmente vulnerables

debido a que los ecosistemas dulceacuícolas son muy sensibles al calentamiento global (Woodward *et al.* 2010). Además, la cantidad y calidad de las aguas ha sido drásticamente afectada por la agricultura intensiva y otros cambios de uso de la tierra que han aumentado la erosión, la acumulación de sedimentos y elementos químicos, junto con la degradación y fragmentación de los ecosistemas dulceacuícolas a nivel mundial (Foley *et al.* 2005). En este contexto, las pocas regiones, que igual que Cabo de Hornos en el extremo sur de Chile, han estado libres de un impacto antrópico industrial directo, cobran especial relevancia para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad dulceacuícola (Contador *et al.* 2012). En la era del Antropoceno, estas regiones remotas representan refugios para la biodiversidad dulceacuícola.

El cambio climático global afecta, sin embargo, a la totalidad del planeta incluyendo las regiones remotas. Varios modelos predicen aumentos dramáticos en la temperatura del agua en ríos y lagos a nivel planetario que ocasionarían la pérdida de hábitats para cientos de especies de insectos acuáticos (Spaulding *et al.* 2010; Winterbourn *et al.* 2008). Estas especies componen más del 6% de toda la biodiversidad del planeta (Dudgeon *et al.* 2006) y estamos provocando las mayores tasas de extinción de su historia. Una limitante para revertir este proceso es el desconocimiento que la mayoría de las personas tiene acerca del daño que causamos a los insectos que habitan en casi todos los rincones del planeta (Samways, 2009).

La expansión de las sociedades urbanas ha provocado una desconexión entre la mayoría de los humanos y el resto de la naturaleza (Soga & Gaston, 2016). El rápido crecimiento de la población urbana ha generado una sociedad alienada del espacio natural (Leopold, 2004), provocando no sólo un desconocimiento sino también una distorsión en la percepción de la biodiversidad; en especial de insectos los que son generalmente percibidos en forma negativa (Kellert, 1993). Los insectos generan sentimientos de miedo, aversión e incluso asco (Kellert, 1993), pero se ignora su importancia crucial para el funcionamiento de los ecosistemas que habitan. Muchos insectos cumplen un papel clave en interacciones ecológicas de polinización y protección de herbivoría, transferencia de energía

y nutrientes, mantención de estructuras tróficas y provisión de hábitats para otros organismos (Kellert, 1993; Wilson, 1987).

Las percepciones negativas de los insectos y la falta de conocimiento no sólo existen en el público en general, sino también en la academia. Un caso dramático de falta de conocimiento entomológico se encuentra en el sur de Sudamérica, donde el porcentaje de trabajos científicos sobre ecología y conservación de insectos terrestres y acuáticos es el más bajo del mundo (Contador *et al.* 2012; Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014). Paradójicamente, en este lugar se encuentra la ecorregión subantártica de Magallanes que ha sido identificada como una de las 24 áreas más prístinas del mundo (Mittermeier *et al.* 2003), con las aguas de lluvia más limpias del planeta (Hedin *et al.* 1995; Rozzi *et al.* 2012). Por lo tanto, provee un hábitat crítico para los invertebrados acuáticos y puede ser considerada como un refugio para los ecosistemas y biodiversidad dulceacuícola.

La ecorregión subantártica de Magallanes se extiende desde el Golfo de Penas (47°S) hasta el Cabo de Hornos (56°S), en una zona de archipiélagos que contiene los bosques más australes del planeta, sobrepasando por diez grados de latitud sur a los ecosistemas boscosos de Nueva Zelanda y Australia (Rozzi *et al.* 2012). Marcadas barreras climáticas y geográficas han aislado a esta ecorregión de los bosques subtropicales del hemisferio sur, generando altos niveles de endemismo de vertebrados y plantas vasculares (Armesto *et al.* 1998). Poco se conoce acerca de los grados de endemismo de la fauna de invertebrados, particularmente aquellos que habitan en los ecosistemas dulceacuícolas.

Para contribuir a resolver estos vacíos en el conocimiento científico y en las iniciativas de conservación de los ecosistemas dulceacuícolas del sur de Sudamérica, en el año 2008 iniciamos estudios sobre la diversidad, historias de vida y distribución de insectos acuáticos en cursos de agua de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) (Contador *et al.* 2014a, 2015a). Estos estudios los diseñamos a lo largo de gradientes altitudinales y latitudinales presentes desde la isla Navarino (54°S) hasta la isla Gonzalo (Archipiélago Diego Ramírez, 57°S). Nuestros dos objetivos centrales han combinado investigación ecológica y conservación biocultural para: 1) contribuir a comprender mejor las posibles

respuestas al cambio climático por parte de los insectos acuáticos en el largo plazo, y 2) generar herramientas de investigación y educación que contribuyan a valorar ecológica y éticamente a los invertebrados acuáticos presentes en la ecorregión subantártica de Magallanes y la Antártida marítima. Para abordar este doble objetivo, hemos adaptado la aproximación metodológica de la *Filosofía Ambiental de Campo* (FILAC) (Rozzi *et al.* 2010). Proponemos que la valoración ética de los insectos puede contribuir a generar percepciones positivas acerca de ellos e incentivar acciones de conservación por parte de la comunidad local, regional, nacional e internacional. Este trabajo explora nuevas metodologías de investigación y observación que contemplan el respeto y valoración de la vida de los invertebrados.

APROXIMACIÓN METODOLÓGICA Y ÁREA DE ESTUDIO

Las bases filosóficas de nuestro trabajo multidisciplinario de largo plazo incluyen el análisis y praxis de la *ética de la tierra* de Aldo Leopold y de la *ética biocultural* de Ricardo Rozzi. La *ética de la tierra* extiende la noción y práctica de la ética hacia el conjunto de los seres vivos, los ecosistemas, y la relación de los seres humanos con ellos (Leopold, 1949). La *ética biocultural* demanda un diálogo intercultural que incluye saberes ecológicos tradicionales, además del científico, para contribuir al bienestar social y ecológico (Rozzi, 2012). La *ética biocultural* amplía el espectro de relaciones materiales y valóricas entre seres humanos y sus hábitats, situando a la *ética de la tierra* como un caso particular, occidental. Desde una perspectiva biocultural se valora y ejercita la habilidad de observar, escuchar y practicar actividades relacionadas con nuestras percepciones y conocimientos desde el punto de vista de distintas tradiciones culturales, generando una reconexión con otros seres vivos con quienes co-habitamos (Rozzi *et al.* 2005). Para ello la *ética biocultural* ha propuesto recuperar la comprensión de los vínculos entre el bienestar de los *co-habitantes*, sus *hábitos* de vida y los *hábitats* donde ellos tienen lugar (Rozzi, 2012). Este marco formal de las “3Hs” de la *ética biocultural* es investigado

desde formas de conocimiento ecológico tradicional y científico, y desde distintas disciplinas. Para lograr la integración entre la investigación ecológica y filosófica, enmarcamos nuestro estudio con el enfoque metodológico de la *Filosofía Ambiental de Campo* (FILAC). Esta innovadora metodología ha sido desarrollada por filósofos, investigadores y artistas asociados al Parque Etnobotánico Omora, que funciona como centro de investigaciones de la RBCH (ver Rozzi *et al.* 2010). Con esta aproximación procuramos contribuir a incrementar la visibilidad de grupos taxonómicos “menos percibidos” y, por tanto, menos valorados, como ocurre con los invertebrados dulceacuícolas. Para conocer y apreciar la diversidad de insectos dulceacuícolas y sus ecosistemas, diseñamos experiencias de campo guiadas con una orientación ecológica y ética a lo largo del gradiente altitudinal de la cuenca hidrográfica protegida por el Parque Omora.

La investigación ecológica sobre los patrones de distribución de especies y de fenología de insectos acuáticos se realiza a lo largo del gradiente altitudinal del río Róbalo, que provee agua bebestible a la ciudad de Puerto Williams (isla Navarino, 55°S), capital de la Provincia Antártica Chilena (Fig. 1). El análisis filosófico de los valores asignados a los ecosistemas ribereños y sus especies ha considerado la perspectiva científica de la ética de Aldo Leopold, y la perspectiva de la *ética biocultural*, con especial atención al conocimiento ecológico tradicional yagán. El pueblo yagán y sus ancestros han habitado los ecosistemas terrestres, dulceacuícolas y marinos de la isla Navarino y los archipiélagos de la RBCH desde hace unos 7500 años (Ocampo & Rivas, 2004). Representa el pueblo originario más austral del planeta que ha habitado los archipiélagos y canales con hábitos nomádicos cazadores, pescadores y recolectores, forjando un valioso legado cultural y arqueológico (McEwan *et al.* 1997). La investigación del conocimiento ecológico yagán se realiza con el análisis de registros etnográficos históricos, y con participación observante de miembros de la comunidad yagán que viven actualmente en Puerto Williams, en particular con la artesana Julia González.

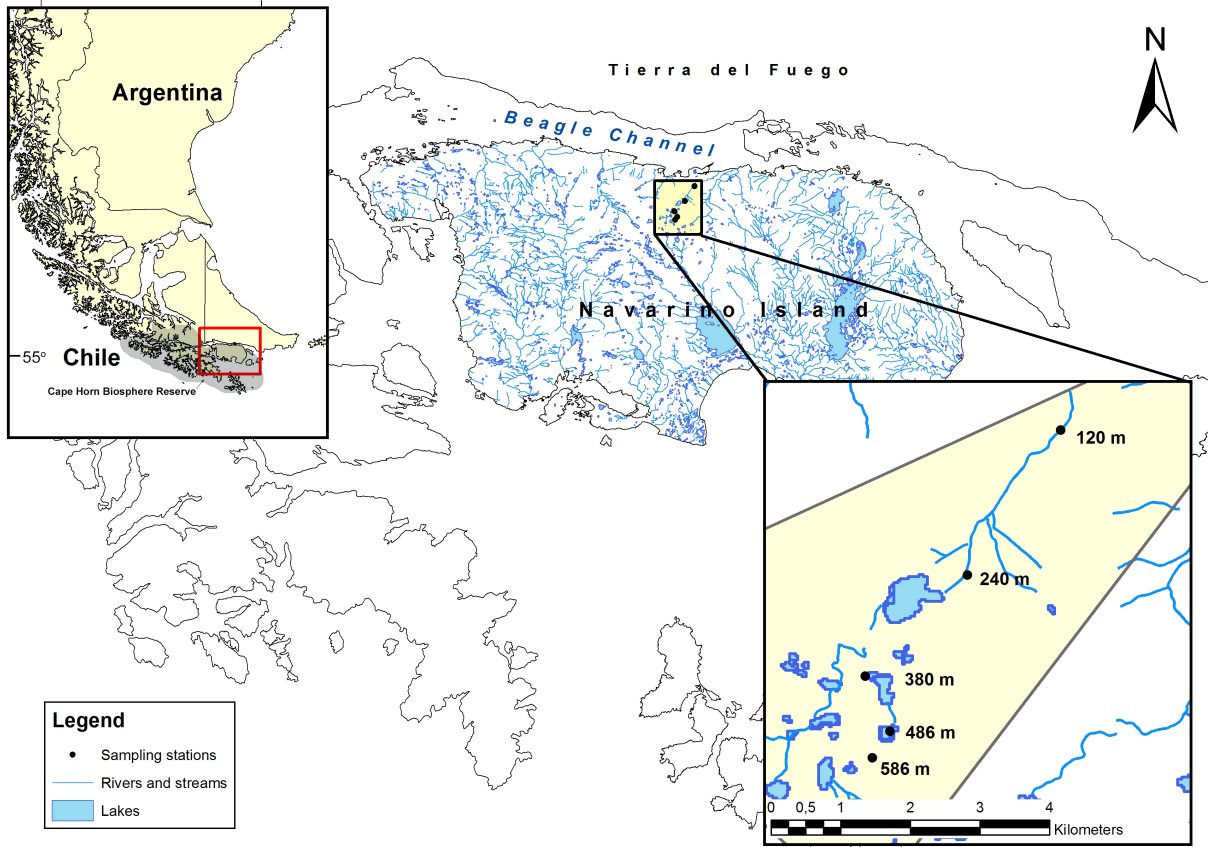


Fig. 1. El río Róbalo, provee de agua bebestible a la ciudad de Puerto Williams, ubicada en la isla Navarino. Se indican los sitios de estudio escogidos para el monitoreo de largo plazo a lo largo de un gradiente altitudinal: desde su nacimiento a 586 metros de altitud hasta 120 metros sobre el nivel del mar.

Invertebrados acuáticos en ecosistemas dulceacuícolas subantárticos: praxis de la filosofía ambiental de campo

La Filosofía Ambiental de Campo es una aproximación metodológica que integra la investigación ecológica con la ética ambiental para contribuir a la conservación biocultural. Esta metodología consta de cuatro pasos interrelacionados entre sí: 1) Investigación interdisciplinaria que genera nuevos conocimientos científicos y filosóficos, 2) Comunicación poética de los conocimientos a través de la composición de relatos simples y metáforas, 3) Diseño de actividades de campo con una orientación ecológica y ética, y 4) Conservación *in situ*, a través de la implementación de espacios físicos para la conservación. A continuación presentamos

la metodología, resultados y conclusiones generadas en la praxis de cada paso, en torno a los invertebrados acuáticos en ecosistemas dulceacuícolas subantárticos.

Paso 1.

Investigación ecológica, filosófica y etno-ecológica de la biodiversidad dulceacuícola

Investigación ecológica. El Parque Etnobotánico Omora protege la cuenca hidrográfica del río Róbalo que desciende por un marcado gradiente altitudinal de aproximadamente 12 kilómetros desde el cordón montañoso Dientes de Navarino hasta su desembocadura en el Canal Beagle (Contador *et al.* 2015a). En enero del año 2008 iniciamos los estudios sobre la diversidad, distribución y fenología de invertebrados acuáticos

a lo largo de la cuenca, con los siguientes objetivos específicos: 1) monitorear las características climáticas de los ecosistemas dulceacuícolas subantárticos de Magallanes, 2) estudiar las respuestas fenológicas de ciertos insectos dulceacuícolas en gradientes térmicos altitudinales e identificar especies centinelas del cambio climático global, y 3) desarrollar metodologías de trabajo éticas para el monitoreo de las respuestas fenológicas de los insectos. Para abordar estos objetivos establecimos cinco estaciones de monitoreo ubicadas a 120, 240, 386, 486 y 586 metros sobre el nivel del mar a lo largo del río Róbalo (Fig. 1).

En esta sección presentamos los principales descubrimientos generados durante los últimos 8 años (véase Contador 2011; Contador *et al.* 2014a,b,c, 2015a,b; Contador & Kennedy 2016; Gañán Mora *et al.* 2015). Es importante destacar un cambio metodológico con implicaciones éticas. Para estudiar la composición de especies de invertebrados dulceacuícolas y su distribución a lo largo del gradiente altitudinal, tomamos muestras de insectos durante el verano austral de 2008, 2009 y 2010, que fueron preservados en alcohol para su identificación en el laboratorio. A partir del año 2011, la metodología no ha incluido colecta de insectos y preservación en alcohol, sino toma de muestras fotográficas de los individuos estudiados.

1) *Características climáticas de los ecosistemas dulceacuícolas subantárticos de Magallanes.* Las cuencas subantárticas de la isla Navarino presentan gradientes altitudinales con pendientes marcadas en un ámbito altitudinal que se extiende entre los 1000 m y el nivel del mar (Contador, 2011). La topografía de las cuencas es heterogénea e incluye mosaicos de turberas, bosques, matorrales y vegetación altoandina (Pisano 1977; Rozzi *et al.* 2006). Los registros térmicos indican que en la ecorregión subantártica de Magallanes el efecto modulador que ejerce el océano es marcado cerca de las desembocaduras de los

ríos, pero declina con la altitud, especialmente por sobre el límite arbóreo (Contador *et al.* 2015a; Méndez *et al.* 2012). La temperatura promedio anual del agua del río Róbalo es 5,7°C a 120 m y de sólo 1,0°C a 586 m. Es decir, la temperatura del agua es casi seis veces más fría en el nacimiento del río y cambia drásticamente a lo largo de un corto gradiente altitudinal. Esta tasa de cambio térmico contrasta marcadamente con ríos del hemisferio norte, donde un cambio térmico de esa magnitud se alcanza en intervalos de distancias mucho mayores (Contador *et al.* 2015a; Hauer *et al.* 1997; Hauer & Lamberti, 2007).

2) *Respuestas fenológicas de insectos dulceacuícolas a gradientes térmicos altitudinales.* Un factor clave en la distribución e historias de vida de insectos acuáticos a lo largo de gradientes de latitud y altitud es la temperatura del agua (Vannote & Sweeney, 1980). Para analizar la influencia de la temperatura sobre la temporalidad de los eventos en el ciclo de vida de los insectos, las medidas de temperatura se convierten a grados-días acumulados (GDA)¹ anualmente. Para el río Róbalo podemos estimar 2050 GDA (5,7°C x 365 días) cerca de la desembocadura a 120 m y 365 GDA (1°C x 365 días) cerca de su nacimiento a 586 m (Contador *et al.* 2015a). Estas diferencias en GDA generan variaciones en la fenología de los insectos.

A lo largo del gradiente altitudinal del río Róbalo hemos estudiado los ciclos de vida de dos insectos acuáticos: *Gigantodax rufescens* (Diptera: Simuliidae) y *Meridialaris chiloeensis* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). Los ciclos de vida de las poblaciones de estas especies varían desde ciclos univoltinos (1 generación anual) en el nacimiento del río, a ciclos multivoltinos (3 generaciones anuales) cercano a la desembocadura en el canal Beagle (Contador & Kennedy, 2016).

A partir del año 2013 incluimos también el estudio de la fenología de cuatro especies con

¹ El grado-día (también conocido como unidad de calor o unidad térmica) es una medida de la temperatura que se acumula para un período de 24 horas por sobre una temperatura base requerida para que tenga lugar el desarrollo

de un insecto que pasa de un estadio de desarrollo a otro (por ejemplo, de larva a pupa). Los grados-días acumulados GDA corresponden a la sumatoria de los grados-días en el período de un año (véase Herms, 2004)

distribuciones restringidas: *Parochlus steinenii* (Diptera: Chironomidae) y *Udamocercia* sp. (Plecoptera: Notonemouridae) que habitan sólo en hábitats altoandinos (400-700 m); y *Edwardsina dispar* (Diptera: Blephariceridae) y *Matigoptila brevicornuta* (Trichoptera: Glossosomatidae), que se encuentran solo en hábitats cercanos a la desembocadura (0-200 m). Las dos especies altoandinas presentan ciclos univoltinos, y las dos especies de los sectores bajos presentan ciclos multivoltinos.

La investigación ecológica ha generado un conocimiento que tiene dos implicaciones filosóficas centrales para la conservación y la *ética biocultural*. Primero, los hábitos de vida de los insectos están íntimamente vinculados con los hábitats donde tienen lugar. Este hallazgo critica el estudio del comportamiento de insectos fuera de sus hábitats, y previene sobre prácticas de conservación que desplazan a las poblaciones de invertebrados (y otros seres vivos) de sus hábitats nativos. En segundo lugar, dado que los insectos son muy sensibles a los cambios térmicos, estos organismos pueden actuar como indicadores y alertar a la sociedad sobre los efectos del calentamiento global. En este sentido, los insectos poseen un valor instrumental como “especies centinela” que nos pueden indicar tempranamente la ocurrencia e impacto del cambio climático y ayudar a generar respuestas sociales para adaptarse y mitigar este cambio, y contribuir a la sustentabilidad de la vida a nivel regional y planetario. Esto es especialmente relevante en regiones polares y subpolares que presentan fuertes evidencias de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas dulceacuícolas (Spaulding et

al. 2010; Sweeney et al. 1992).

Investigación filosófica. En su libro póstumo “Diario de un Condado Arenoso” (*The Sand County Almanac*), Aldo Leopold² hace un llamado urgente a reflexionar sobre la actual crisis ambiental desde una mirada ecológica y ética que culmina con su ensayo *La Ética de la Tierra* (Leopold, 1949). Leopold comienza provocativamente su ensayo con el siguiente pasaje:

Quando el semidiós Odiseo regresó de las guerras de Troya, colgó de una sola cuerda a una docena de jóvenes esclavas de su casa de quienes sospechaba que habían cometido faltas durante su estadía.

Este ahorcamiento no involucró ningún cuestionamiento de si era o no apropiado hacerlo. Las jóvenes eran de su propiedad. Y la disposición de la propiedad era entonces, como lo sigue siendo hasta ahora, un asunto de conveniencia sin considerar si es correcto o incorrecto.

Leopold dirige la atención hacia dos hechos que hoy son repudiables: el asesinato y la esclavitud. Sin embargo, más adelante destaca que *desde ese entonces, los criterios éticos se han extendido hacia muchos campos de conducta, a la vez que han disminuido en aquellos que solo se juzgan por conveniencia.* Leopold propone una *secuencia ética* que describe como un proceso evolutivo-ecológico para llegar a una *ética de la tierra* (Fig. 2).

Desde la propuesta de Leopold en 1949, sin embargo, sus criterios éticos no han sido

Secuencia ética

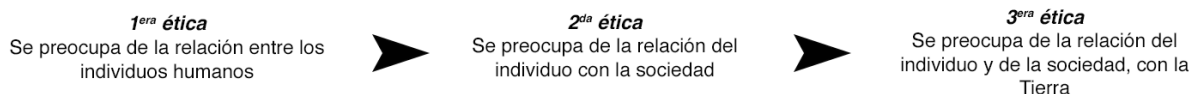


Fig. 2. Secuencia ética de Aldo Leopold (*La Ética de la Tierra*, 1949). Según Leopold, la extensión de la ética desde la 1ª ética hacia la *ética de la tierra* (3ª ética) es una posibilidad evolutiva y una necesidad ecológica.

² Aldo Leopold (1887-1948), ecólogo e ingeniero forestal estadounidense que impulsó el desarrollo de la ética ambiental contemporánea. Escribió ensayos apelando al concepto de la tierra como organismo vivo. Su obra más

conocida es *A Sand County Almanac* (*Diario de un Condado Arenoso*). Para acceder a todas las citas descritas en este trabajo, ver Edición Especial: Ética Ambiental, Revista CIPMA, Vol. XXIII/Nº1 – 2007 (Rozzi et al. eds.).

adoptados significativamente por la sociedad global; aún no hemos asumido globalmente una 3^{era} ética que se preocupe de la relación entre los individuos humanos con la sociedad y con la Tierra. Su hijo, Carl Leopold (2004), ha criticado que desde la academia los esfuerzos para abordar ciertas nociones éticas han sido principalmente antropocéntricos; se han limitado a las relaciones éticas entre los seres humanos, particularmente entre profesionales, sus clientes o colegas. Con el aumento explosivo de la población urbana, las sociedades se han alienado de su entorno natural provocando una extinción de la experiencia en la naturaleza (Miller, 2005; Samways, 2007).

Consideramos que *La Ética de la Tierra* nos plantea una tarea pendiente: un llamado a una evolución ecológica y ética. En términos de Leopold:

Hasta ahora no hay una ética que se ocupe de la relación del hombre con la tierra y con los animales y plantas que crecen sobre ella. La tierra, como las jóvenes esclavas de Odiseo, se considera todavía como propiedad. La relación con la tierra sigue siendo estrictamente económica, conllevando privilegios, pero no obligaciones.

La extensión de la ética a este tercer elemento, es, si interpreto la evidencia correctamente, una posibilidad evolutiva y una necesidad ecológica. ...

En suma, una ética de la tierra cambia el papel del Homo sapiens: de conquistador de la comunidad de la tierra al de simple miembro y ciudadano de ella. Esto implica el respeto por sus compañeros-miembros y también el respeto por la comunidad como tal.

Hoy, tal como en la década de 1940, prevalece una visión de la tierra, sus hábitats y cohabitantes como objetos para ser conquistados y explotados. Por esta razón hoy urge una extensión de la ética hacia una *ética de la tierra*. Esta extensión requiere incorporar imágenes mentales, éticas y ecológicas, acerca de la naturaleza, que complementen y amplíen la imagen puramente mercantil (Rozzi, 2007a).

Para contribuir a la comprensión de una extensión de la ética hacia los seres vivos menos

conocidos (en este caso, hacia los insectos) y sus hábitats (en este caso, los ecosistemas dulceacuícolas), hemos identificado propuestas centrales de Aldo Leopold para alcanzar el bienestar social y la conservación. Las hemos adaptado a la situación actual de la ecorregión subantártica de Magallanes, analizado las dificultades para implementarlas, y propuesto acciones concretas para lograrlas (Tabla 1).

En el *Diario de un Condado Arenoso*, Leopold integra ejemplarmente valores ecológicos, estéticos y éticos en su ensayo dedicado al río Wisconsin. En *La Pradera Verde (The Green Pasture)*, Leopold se refiere al ecosistema ribereño, integrando además los componentes terrestres y acuáticos del río y su valle:

Algunas pinturas se hacen famosas porque, al ser duraderas, son observadas por generaciones sucesivas, y en cada una de ellas, es probable que haya un par de ojos que sepan apreciarlas.

Yo conozco un cuadro tan evanescente, que rara vez es observado, excepto por algún ciervo errante. Es un río quien maneja el pincel, y es el mismo río quien, antes de que pueda llevar a mis amigos a ver su obra, lo borra para siempre de la vista humana. Después de eso, existe solo en el ojo de mi memoria.

Al igual que otros artistas, mi río es temperamental; no es posible predecir cuándo el ánimo para pintar lo llamará, o cuánto tiempo le durará. Pero en la mitad del verano, cuando las grandes flotas blancas navegan por el cielo día tras día, vale la pena pasear por sus orillas arenosas para ver si ha estado trabajando.

El trabajo comienza con una ancha cinta de légamo pintada finamente en sus orillas. A medida que se seca lentamente con el sol, pequeños jilgueros se bañan en sus pozas, y ciervos, garzas, chorlitos, mapaches y tortugas lo cubren con pinceladas de sus huellas. No se puede decir, en esta etapa, si algo más sucederá (Leopold, 1949, p. 54).

Leopold caracteriza la estacionalidad y dinamismo del río Wisconsin en la región de

Tabla 1. Propuestas identificadas en la Ética de la Tierra de Aldo Leopold, y dificultades y acciones para adaptar las propuestas leopoldianas a un marco de la ética biocultural que pueda contribuir con conceptos y prácticas de educación que aporten a la conservación biocultural en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos.

Propuesta de la Ética de la Tierra de Leopold para contribuir a la conservación de la biodiversidad	Dificultades para alcanzar la conservación biocultural derivadas de la cosmovisión que prevalece hoy	Acciones para contribuir a la conservación biocultural a través del marco conceptual de la ética biocultural
<p>Extensión de la ética a una ética de la tierra, que incluya las relaciones entre los seres humanos, la tierra y otros seres vivos que la habitan.</p>	<p>Hoy la relación que prevalece entre los seres humanos y la tierra es estrictamente económica, y aún no se supera la relación <i>amo-esclavo</i> con ella (Rozzi, 2007b). En particular, en la investigación científica, la relación entre algunos investigadores y los seres vivos a los que estudian sigue siendo una relación de <i>amo-esclavo</i>, en donde los seres vivos estudiados son <i>objetos</i> de estudio y son <i>esclavizados</i> por el <i>amo</i> "investigador".</p>	<p>Diseño y adopción de nuevas metodologías para realizar investigación ética de largo plazo en el campo de la <i>ecología dulceacuícola</i>, que incluyan el respeto y valoración intrínseca por los invertebrados acuáticos. En las nuevas metodologías que hemos diseñado los invertebrados dejan de ser concebidos como un "esclavo-objeto" de la investigación científica; son tratados, en cambio, como co-habitantes, sujetos activos, con un valor por sí mismos y como componentes esenciales de sus hábitats y comunidades bióticas. La <i>ética en la investigación</i> demanda una consideración moral por aquellos organismos que son estudiados, con máximo cuidado, y condena el abuso de prácticas que los reduce a "meros objetos de estudio", discriminados, alienados y sacrificados para la obtención de información científica. También demanda un máximo cuidado por sus hábitats o "casas", que son esenciales para mantener la integridad de los ecosistemas.</p>
<p>Identificarnos como animales y como miembros y ciudadanos de la tierra. Leopold propone un cambio de la mirada de conquistador a un miembro-compañero de la tierra. Esto implica un respeto por la Tierra como un todo. También incluye el desarrollo de una conciencia ecológica, a través de la educación y el uso de las ciencias como un puente para explorar y aprender acerca del universo. Además, enfatiza que la conciencia ecológica es el reflejo de "una convicción y responsabilidad individual por la salud de la tierra". En este sentido, la conservación debería entenderse como una aproximación para entender y contribuir a preservar la capacidad de la tierra para auto-renovarse.</p>	<p>La tierra es considerada un recurso y se le asigna un valor económico. El estilo de vida de <i>conquistador</i> de la tierra, aún prevalece en los procesos de toma de decisiones y en la formulación de políticas ciudadanas. La tierra sigue siendo una esclava del <i>Homo sapiens</i>. Como Leopold enfatiza, una debilidad básica en un sistema de conservación basado únicamente en motivos económicos, es que los habitantes de la tierra no tienen un valor monetario.</p>	<p>La filosofía ambiental de campo plantea el desarrollo de actividades de campo con un sentido ético y ecológico que promuevan una reconexión entre la sociedad y la naturaleza, a través de experiencias que conlleven una <i>transformación ética</i> y un <i>cambio de visión</i>.</p>
<p>Entender a la tierra, a través de la metáfora que la concibe como una pirámide biótica. Leopold plantea tres ideas principales:</p>	<p>Hoy la mayoría de los investigadores del campo de la ecología o de las ciencias ambientales, ven a las comunidades bióticas como "recursos naturales" o "servicios ecosistémicos". Estos términos son por lo general, traducidos a valores instrumentales y económicos. No ayudan en el proceso de la incorporación de los valores intrínsecos de la naturaleza en la toma de decisiones y en las políticas a nivel local, regional, nacional y global.</p>	<p>La filosofía ambiental de campo propone la construcción de puentes de comunicación a través de la composición de metáforas y relatos simples. En la investigación de los invertebrados dulceacuícolas, hemos compuesto la metáfora <i>El río como comunidad de vida</i>. A través de esta metáfora, dejamos de ver al río como solo agua y rocas. La comprensión de la metáfora es potenciada por experiencias directas y encuentros cara-a-cara, que nos permiten comenzar a entender al río como una comunidad de seres con los que co-habítamos y nos interrelacionamos día a día.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. La tierra no es solamente suelo; 2. Las especies que habitan la tierra mantienen circuitos de energía; 3. Los cambios provocados por el hombre son de un orden diferente al de los cambios evolutivos, y tienen efectos más amplios que los visualizados por la sociedad. 		

los bosques templados de Estados Unidos de Norteamérica. Análogamente, en el río Róbaló en la ecorregión subantártica de Magallanes, hemos podido observar nítidamente la estacionalidad y el dinamismo a lo largo del gradiente altitudinal. Leopold incorpora su mirada de la *Ética de la tierra* en su observación del río Wisconsin, y podemos distinguir tres niveles en su apreciación ético-ecológica-estética.

1. *Sujeto-individuo.* Leopold utiliza la metáfora de un artista para referirse al río Wisconsin. El río deja de ser sólo agua y se convierte en un *sujeto personificado*, es un artista temperamental. De esta manera, contribuye a la reflexión en torno al valor intrínseco del río como un *sujeto* y evoca, a través de su hermosa descripción, un encuentro *cara-a-cara* entre el lector y el lejano río Wisconsin.

2. *Comunidad.* El río-artista no actúa solo. Pasa a ser una comunidad de artistas: *a medida que se seca lentamente con el sol, pequeños jilgueros se bañan en sus piscinas, y ciervos, garzas, mapaches y tortugas lo cubren con pinceladas de sus huellas.* Así, el río, además de ser un *sujeto*, es parte de una *comunidad de vida* en donde los seres humanos somos co-habitantes con los otros seres no-humanos. En este contexto, dejamos de ser un *conquistador* y establecemos una relación de *compañero-miembro* de la comunidad del río.

3. *Ecosistema.* La comunidad de vida del río Wisconsin es parte de un ecosistema. En *La Ética de la Tierra*, Leopold desarrolla la conocida imagen de la pirámide trófica, y la ilustra con la analogía entre la

figura de un árbol y de los flujos de energía y materia (Rozzi, 2007b). En *The Green Pasture* desarrolla esta idea con el río como figura principal en los procesos ecológicos a escalas temporales y espaciales. Ofrece una mirada holística del ecosistema ribereño, de su vida, sus comunidades y sus habitantes.

A través de esta caracterización del río Wisconsin como *sujeto-individuo, comunidad y ecosistema*, Leopold expresa poéticamente su mirada desde la ecología³ y la expande para incluir dimensiones estéticas y éticas, utilizando metáforas para referirse al río como un sujeto que posee un valor en sí mismo. Estos conceptos identificados en la investigación filosófica han motivado una propuesta de cambios en la metodología de estudio de los invertebrados acuáticos.

Desarrollo de una nueva metodología ética para la investigación en torno a los invertebrados y ecosistemas dulceacuícolas

Como una consecuencia de nuestra consideración ética por el río Róbaló y sus co-habitantes, en especial los insectos, desde el año 2012 los muestreos de insectos y otros invertebrados se han realizado con una nueva metodología *no invasiva*. Esta metodología respeta y valora a los co-habitantes invertebrados, sus hábitats y hábitos de vida. Esta nueva metodología contrasta con la práctica habitual en estudios de ecología de invertebrados dulceacuícolas basada en la colecta y preservación en alcohol. Estas prácticas de muestreo provocan la muerte de cientos o miles de individuos, afectando también la integridad de los ecosistemas muestreados. Esta práctica habitual

³ La palabra *ecología* fue acuñada por Ernst Haeckel en 1869 para describir el estudio de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente. “Ecología”, deriva de la palabra griega *oikos* que significa *casa*, por lo tanto, puede pensarse como “el estudio de la casa de los seres vivos”. Bajo el marco conceptual de la *ética biocultural* podríamos re-frasear esta definición como “el estudio de los cohabitantes y sus hábitos de vida que influyen sobre y son influidos por los hábitats que comparten” (Rozzi, 2012). El concepto de un *oikos* o hábitat compartido por una comunidad de co-habitantes de la cual los seres humanos formamos parte quedó menos explícito en la definición de ecología acuñada por Charles Krebs en 1972, como *el*

estudio científico de las interacciones que determinan las distribuciones y abundancias de los organismos. Por otro lado, la noción de formar parte de un hábitat compartido y de los ecosistemas es subrayada por la perspectiva de organización jerárquica de los ecosistemas y la biosfera en niveles de organización anidados que comienzan con partículas subatómicas, atómicas, moleculares, celulares, tejidos, órganos y organismos que constituyen poblaciones, comunidades bióticas y ecosistemas (véase Wu, 2013). A escala biosférica, la *ética biocultural* se ocupa tanto con relaciones inter-específicas como interculturales, poniendo acento en la heterogeneidad entre las diversas regiones del planeta (Rozzi, 2012).

en entomología considera a cada insecto individual, a las comunidades bióticas y los ecosistemas como meros *objetos* de estudio. En cambio, desde el punto de vista de la *ética biocultural*, los insectos son considerados *sujetos*; esto es, seres con un interés propio y capacidad de sentir dolor y placer (véase Rozzi, 2015). La *ética biocultural* va un paso más allá al proponer la noción de co-habitantes; esto es, los insectos son afectados por y afectan a la integridad de los hábitats de los que forman parte (Rozzi, 2015). Por esta razón, diseñamos y adoptamos una nueva metodología de trabajo que excluye la muerte de los insectos (y otros invertebrados), *investigando y respetando* a los co-habitantes delicados.

Con esta *investigación cuidadosa y respetuosa de los invertebrados*, los estudiantes e investigadores que llevan a cabo estudios en ecología dulceacuícola deben pasar por un proceso riguroso de entrenamiento, en el cual se utiliza una colección y lista de referencia para aprender a identificar a cada especie de interés en su hábitat con el fin de minimizar el impacto sobre las comunidades dulceacuícolas. Los investigadores toman muestras utilizando métodos convencionales de muestreo (ej., *red surber*, *d-frame*, etc.), lo cual asegura la rigurosidad cuantitativa del muestreo, pero la identificación y cuantificación se realiza *in situ* en el hábitat de cada especie. Si la identificación se dificulta⁴, los invertebrados son transportados vivos al laboratorio, donde son mantenidos en acuarios oxigenados para ser fotografiados y observados a través de lupas estereoscópicas⁵ para ser identificados con la ayuda de claves taxonómicas. Finalmente, los individuos son cuidadosamente regresados a su hábitat de origen, siendo transportados en contenedores aclimatados y oxigenados para disminuir el estrés térmico que pueda ocasionarse.

Investigación etnoecológica: En los registros etnográficos del conocimiento ecológico yagán, capturó nuestra atención la historia del picaflor *Omora*. De hecho, el Parque Etnobotánico Omora tomó su nombre de esta historia sobre el

picaflor chico (*Sephanoides sephanioides*), quien, de acuerdo al relato yagán, ayudó a crear los ríos y lagos de la región de Cabo de Hornos. Los colibríes son admirados por las culturas amerindias y fueron particularmente importantes para la etnia yagán, para quienes *Omora* era un visitante ocasional considerado un ser humano al mismo tiempo que un espíritu que ayudaba a mantener el orden ecológico:

En tiempos ancestrales, cuando los pájaros todavía eran humanos, ocurrió una gran sequía en el Cabo de Hornos y sus habitantes estaban muriendo de sed. El astuto zorro o cilawaia encontró una laguna, y sin contarle a nadie, construyó a su alrededor un cerco con ramas para que nadie pudiera entrar. Al cabo de un tiempo, las demás personas descubrieron esta laguna y fueron a pedirle un poco de agua al zorro. Sin embargo, cilawaia, no los escuchó y los expulsó de su laguna. Entonces, desesperados, acudieron a Omora. Este pequeño colibrí siempre estaba dispuesto a ayudar y muy pronto confrontó a cilawaia, indicándole que debía compartir el agua con los demás habitantes. Cilawaia se negó, incluso ante las reiteraciones de Omora quien finalmente enfadado lo mató con su arpón. Las personas felices entraron a la laguna y bebieron toda su agua. Fue entonces cuando la sabia lechuza blanca o sirra, abuela de Omora, aconsejó recoger barro del fondo de la laguna que se había secado y arrojarlo sobre la cima de las montañas. Las bolas de barro originaron cursos de agua que bajaron de las montañas, formando grandes ríos y esteros. Desde ese día, todos los habitantes se encuentran a salvo y nadie muere de sed. (Historia Yagán, extraída y editada de Rozzi et al. (2011, pp. 168-169).

La historia yagán del colibrí *Omora* expresa un conocimiento ecológico tradicional que comprende y valora la importancia de la diversidad

⁴ La identificación de los invertebrados podría dificultarse dependiendo de la estación del año y por tanto los estadios de desarrollo de las especies de interés. Por ejemplo, insectos en estadios de desarrollo temprano no pueden ser identificados a simple vista, por lo que deben ser observados

con lupas estereoscópicas.

⁵ Se utiliza una lupa estereoscópica Leica 4x y un microscopio Leica 100x, cada uno con cámaras fotográficas incorporadas.

biológica para la sustentabilidad en el largo plazo de los ecosistemas dulceacuícolas como fuente de agua bebestible para los seres humanos y otros animales (Rozzi *et al.* 2011). Además, esta historia converge con la comprensión científica actual sobre la necesidad de conservar las comunidades de aves para mantener la integridad de los ecosistemas y los procesos hidrológicos en la región de Cabo de Hornos (Rozzi *et al.* 2006).

Los imperativos éticos implícitos en la historia yagán de *Omora* convergen también con valores centrales de la ética ambiental contemporánea. La conservación de las aves y el conjunto de aves sirve para el mantenimiento de un servicio ecosistémico tal como la provisión de agua, y posee por tanto, un *valor instrumental*. La afirmación inicial que “en tiempos ancestrales cuando los pájaros todavía eran humanos” implica un parentesco genealógico entre la especie humana y las especies de aves (Rozzi, 2004). Este sentido de parentesco está implícito en la teoría evolutiva contemporánea y justifica la *valoración intrínseca* de las aves como co-habitantes (Rozzi, 2004) y compañeras evolutivas (Leopold, 1949).

La historia yagán converge con la ética biocultural respecto a la comprensión y valoración de los vínculos entre el bienestar de los co-habitantes y la conservación de sus hábitos de vida y hábitats donde tienen lugar. El hábitat es concebido como una comunidad de co-habitantes; el río no es solo agua, y su integridad depende de los cohabitantes y sus hábitos de vida. Viceversa, el bienestar de los cohabitantes depende de la integridad del río. De acuerdo a los relatos proporcionados por la artesana Julia González, el río es *el lugar en dónde la gente vive cuando se muere*. Julia nos ha indicado que los espíritus de los antepasados yaganos viven entre las rocas de los ríos, y que *cuando una persona duerme por primera vez cerca del lecho de un río, puede escucharlos hablar e incluso bromear*. De esta manera, el río es un hogar para muchas formas de vida donde la vida humana trasciende y se mantiene en el tiempo, formando parte del ecosistema ribereño. El río puede ser concebido como “una comunidad de vida” que aloja también a los antepasados y seres queridos que han fallecido.

Paso 2.

Composición de las metáforas: El Río como Comunidad de Vida

La ética biocultural enfatiza que para alcanzar igualdad y sustentabilidad necesitamos dar un paso más allá de la ética de la tierra. Junto con superar el antropocentrismo es necesario ejercer un giro de-colonial. Esta superación del eurocentrismo conduce a recuperar la comprensión y valoración de los vínculos indisolubles entre los hábitos de vida y los hábitats donde éstos tienen lugar, incluidas las interrelaciones con las comunidades de co-habitantes (humanos y no-humanos) (Rozzi & Schüttler, 2015). La valoración de estos vínculos permite contrarrestar la *homogeneización biocultural* que resulta de la imposición de los mismos hábitos de vida, los mismos tipos de hábitats favoreciendo a unas pocas especies de co-habitantes en todas las regiones del planeta. Para favorecer, en cambio, la conservación biocultural de las singularidades y diversidad propia de cada región, la *ética biocultural* ofrece un paradigma eco-filosófico que transforma la ética prevaleciente.

En contraste con la ética antropocéntrica utilitarista dominante, la *ética biocultural* conecta la vida humana con la de otros seres vivos, considerándolos co-habitantes y reconociendo sus interrelaciones. Para considerar a la comunidad de diversas formas de vida como co-habitantes, es necesario superar la visión dualista entre *sujetos* humanos y *objetos* no-humanos (que incluyen insectos, ríos, etc.). Esta visión dualista fue paradigmáticamente inoculada en la modernidad por René Descartes y ha permeado el pensamiento occidental hasta hoy, enmarcado en una variedad de dualismos entrelazados, tales como: *actividad* (de los *sujetos* humanos) versus *pasividad* (de los *objetos* no-humanos), y más ampliamente la dicotomía entre *cultura* versus *naturaleza* (Klaver, 2014). Bajo esta visión dualista, la *naturaleza* es comprendida “como si” estuviera a disposición de la especie *Homo sapiens*, esperando “pasivamente” ser utilizada (como un *objeto*) por los seres humanos. La superación de esta visión dualista se logra a través de la valoración de distintos saberes ecológicos, tales como el conocimiento contenido en la historia yagán de *Omora* o el conocimiento científico ecológico y evolutivo. La integración

entre estos saberes y la ética conduce a una ética biocultural que cambia la dualidad *sujeto-objeto*, y a través de la aproximación metodológica de la filosofía ambiental de campo genera *puentes comunicacionales interculturales* que favorecen la conservación biocultural.

La composición de *metáforas* o *puentes comunicacionales* entre los diversos grupos socioeconómicos y culturales, incorpora narrativas e imágenes mentales que diversifican las formas en que percibimos los seres vivos, sus hábitats y sus hábitos de vida. La raíz griega de la palabra “metáfora” quiere decir “para transferir o llevar” e implica una comunicación entre dos dominios biofísicos o culturales para facilitar la significación de algo (Larson, 2005, 2006). Las metáforas ayudan a entender problemáticas complejas como las *especies invasoras* (Larson, 2005), conceptos académicos como la *biología evolutiva* o interdisciplinarios como la ética ambiental (Rozzi *et al.* 2006), y han sido propuestas como herramientas conceptuales efectivas para vincular diferentes disciplinas (Oelschlaeger & Rozzi, 1998). Bajo esta perspectiva, las metáforas son consideradas *mensajeros culturales* que no sólo constituyen una expresión puramente lingüística, sino que también son parte fundamental de la estructura cognitiva de los seres humanos e influyen sobre sus hábitos de vida (Rozzi, 1999).

Para apreciar el valor de la biodiversidad y ecosistemas dulceacuícolas, Tamara Contador compuso dos metáforas: *El Río como Comunidad de Vida* y *Tricópteros: Constructores Sumergidos*. Estas metáforas fueron compuestas colectivamente como parte de su trabajo de tesis doctoral en talleres con estudiantes y guías de turismo que dirigió entre los años 2010 y 2013⁶, incluyendo la participación de apoderados, profesores, artistas, científicos y antropólogos asociados al Parque

Omora. El trabajo fue organizado en cinco fases (Fig. 3)⁷.

(i) *Encuentros cara a cara* con los hábitats, sus habitantes y hábitos. En terreno, introducimos a los participantes al marco conceptual de la ética biocultural distinguiendo los hábitats (lugar en donde vivimos), los hábitos (como vivimos), y los habitantes (quienes somos), y cómo constituimos unidades ecosistémicas (Rozzi *et al.* 2008a). Durante los talleres, los participantes exploran y se encuentran *cara a cara* con los invertebrados de los ríos de la RBCH para comprender experiencialmente las metáforas presentadas. Los encuentros *cara a cara* se realizan a través de visitas guiadas a lo largo de un río u otro cuerpo de agua dulce. Los participantes observan, sienten y perciben el hábitat de los invertebrados, buscándolos en los diferentes lugares en donde pueden encontrarse (ej. rocas, piedras, hojarasca o troncos sumergidos). Para conducir a encuentros donde los participantes puedan reconocer a los invertebrados como *sujetos*, desarrollamos un trabajo de macrofotografía profesional donde “los invertebrados fueron retratados en sus micro-hábitats”. Los retratos son utilizados durante las actividades en terreno. A través de una guía de campo, las personas pueden identificar a los habitantes, conocer sus hábitats y hábitos (Fig. 4, Contador *et al.* 2014a).

(ii) *Reflexión*. Los participantes de todas las edades reflexionan en torno a las vivencias y percepciones generadas durante el encuentro *cara a cara*. Los encuentros directos estimulan reflexiones en torno a los diversos valores que le asignamos a los seres vivos no-humanos con los que co-habítamos. Los participantes

⁶ Desde el año 2000 el Programa de Educación del Parque Etnobotánico Omora realiza el “Taller del Medioambiente Omora” en el Liceo Donald McIntyre Griffiths de Puerto Williams. Este taller ha sido formalizado como parte permanente del *currículum* académico. Este taller se ha inspirado en las metodologías de *La Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE)* de Peter Feinsinger y colaboradores (1997) y la *Filosofía Ambiental de Campo* (Rozzi *et al.* 2010). Estas aproximaciones procuran balancear el exceso de información mediatizada que prevalece en la educación formal e informal en Chile. Por más de una década el taller se enfocó en estudiantes

del segundo ciclo de enseñanza básica, quienes indagaron la gran diversidad de musgos, líquenes y aves de la ecorregión sub-Antártica de Magallanes. Durante el año 2010, ampliamos la temática del taller enfocándonos en la diversidad de los insectos y otros invertebrados asociados a los ríos de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. En los años siguientes los talleres incluyeron también guías de turismo.

⁷ La metodología presentada continúa siendo implementada en los talleres, visitas guiadas y actividades que se realizan en el Parque Etnobotánico Omora en el contexto de la valoración ética de los invertebrados dulceacuícolas.

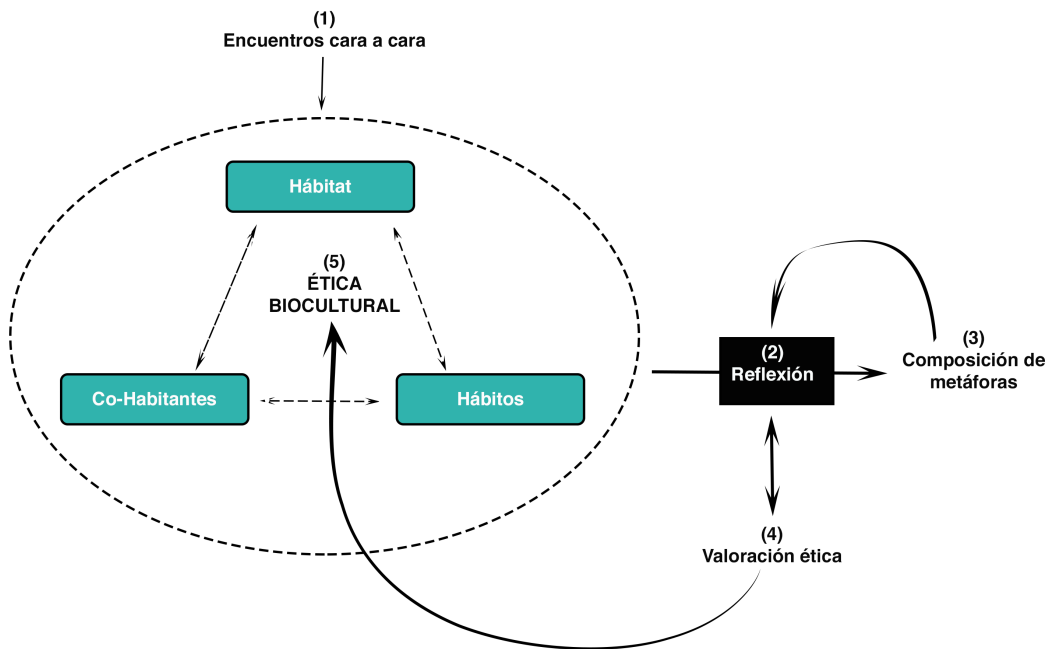


Fig. 3. Secuencia metodológica de cinco fases para contribuir a la conservación biocultural a través de la composición e implementación de metáforas en los procesos comunicacionales acerca de los diversos valores de los seres vivos. Figura adaptada a partir de Rozzi (2013).

aprecian los vínculos indisolubles que existen entre los seres humanos, los ríos y otros ecosistemas en los que co-habitamos. El uso de metáforas como herramientas de comunicación permite comprender conceptos ecológicos como *ciclos de nutrientes* y *fenología*. Por ejemplo, a través de su hábito constructor, los tricópteros son fundamentales para los ciclos de nutrientes en ríos y lagos (Cummins & Klug, 1979; Vannote & Sweeney, 1980): cuando los tricópteros construyen sus “casas” a partir de los materiales que se encuentran en su hábitat, ayudan a descomponer materia orgánica, la cual es utilizada como alimento por otros habitantes en la “comunidad de vida” del río.

(iii) *Composición de metáforas*. Los estudiantes del “Taller Omora del Medio Ambiente (2010)” describieron a las comunidades de insectos acuáticos como “pueblos de insectos” y descubrieron que estos “pueblos” se parecían a las comunidades en las que ellos vivían y que el río no era “solo agua y piedras”, sino un “lugar que está lleno de vida”, muy parecido a una ciudad como Puerto Williams. A través de este pensamiento analógico nació la

metáfora de *El Río como Comunidad de Vida*. Observaron que algunos insectos, tales como las “polillas de agua” o “tricópteros”, tienen el hábito de construir sus propias casas a partir de los materiales disponibles en sus hábitats (ej., hojarasca y piedrecillas depositadas en el fondo del río). A través de un pensamiento analógico los estudiantes identificaron a los tricópteros como ingenieros, constructores y arquitectos sumergidos, y compusimos la metáfora de los *Tricópteros: Constructores Sumergidos*.

(iv) *Valoración ética* - A través de las metáforas y los encuentros *cara a cara* con el río Róbalo y sus co-habitantes, los participantes reconocieron la existencia del río Róbalo y de los invertebrados como sujetos vivos. Los tricópteros y su “hábito constructor” evocan una analogía con nuestro propio hábito de construir nuestros hogares. Cuando vivenciamos una experiencia *cara-a-cara* con estos pequeños “constructores”, tenemos una oportunidad para vivir una *transformación ética*: dejamos de ver a los otros seres vivos como *objetos* y comenzamos a apreciarlos y aceptarlos como otros *sujetos*, con quienes compartimos



Fig. 4. Retratos de insectos acuáticos del río Róbalo y encuentros cara a cara con ellos, sus hábitats y hábitos (Parque Etnobotánico Omora). A) Ninfa de *Meridialaris chilensis* (Ephemeroptera), B) Larva de *Edwardsina dispar* (Diptera), C) Turistas en el río Róbalo, identificando invertebrados con ayuda de la guía de campo *Habitantes Sumergidos bajo los ríos del Cabo de Hornos* (Contador *et al.* 2014a). Fotografía por Gonzalo Arriagada.

hábitats y hábitos. De esta manera, la “utilidad” del insecto como, por ejemplo, un indicador de calidad del agua o “centinela” del cambio climático, deja de ser el único valor de estos organismos y los participantes comenzamos a reconocer su valor intrínseco y dignidad.

(v) *Ética Biocultural*- El marco conceptual de las 3H's (hábitat, co-habitantes y hábitos) orienta a los participantes hacia una comprensión transversal entre los distintos participantes acerca del ecosistema ribereño. La metáfora de *El río como Comunidad de Vida* implica una comprensión acerca del ecosistema de la cuenca hidrográfica como un todo. Los participantes aprecian las dinámicas ecológicas del río y sus procesos, a través de los encuentros cara a cara con sus diversos habitantes invertebrados. La diversidad temporal y espacial es captada a través de los cambios de hábitos de vida de los insectos durante su desarrollo desde larva hacia adulto y las variaciones de esta fenología a lo largo del gradiente altitudinal del río Róbalo. La metáfora de los *Tricópteros: pequeños*

constructores sumergidos, evoca una similitud con nuestros propios hábitos constructores, pero la observación de las metamorfosis y ciclos de vida de los tricópteros evita que esta analogía se reduzca a un mero antropomorfismo. El marco conceptual de las “3Hs” orienta una *transformación ética* que valora las similitudes y las diferencias, y las interdependencias de la vida de los diversos co-habitantes (humanos y no humanos).

Paso 3.

Diseño de actividades de campo con una orientación ecológica y ética “Sumergidos con Lupa en los ríos del Cabo de Hornos”

En contraste con las éticas modernas eurocéntricas que se enfocan en los hábitos humanos “como si” fueran universales y que, por lo tanto, no fuera necesario considerar los hábitats donde tienen lugar, la *ética biocultural* contextualiza los hábitos humanos dentro de los hábitats y sus comunidades de co-habitantes (Rozzi, 2013). La *ética biocultural* demanda también un diálogo entre culturas contrastantes y complementarias, como pueblos originarios, pueblos budistas y otras comunidades que habitan heterogéneas regiones del planeta. Una *ética biocultural* no puede ser sólo concebida como un cuerpo normativo elaborado por expertos; sino que es esencial el trabajo colectivo en una dinámica de diálogo intercultural que se despliega en el contexto de los hábitats y hábitos de vida de cada cultura. Por lo tanto, esta práctica requiere superar la *extinción de la experiencia* que ha resultado de la concentración de la población humana en hábitats urbanos y con hábitos de educación y culturales que mediatizan la relación con la naturaleza y diversas culturas. En consecuencia, es necesario recuperar las prácticas de campo en la educación y el aprendizaje experiencial y emocional para comprender el valor de la diversidad biocultural y co-habitar en ella. Estas experiencias y el paradigma filosófico de la *ética biocultural* reintegran el aprecio por el valor intrínseco de los co-habitantes no-humanos, de sus hábitos y hábitats. Esta reorientación en los programas educativos favorecería, a su vez, la reorientación de políticas de desarrollo uniforme que con frecuencia provocan grandes pérdidas de

diversidad biológica y cultural, conllevando graves injusticias socio-ambientales.

Para contribuir a 1) valorar éticamente a los invertebrados dulceacuícolas en sus hábitats, 2) contrarrestar el fenómeno de la *extinción de la experiencia*, y 3) compartir los nuevos conocimientos y descubrimientos generados por la investigación sobre los invertebrados en los ecosistemas dulceacuícolas subantárticos, diseñamos la actividad *sumergidos con lupa en los ríos del Cabo de Hornos*. Esta actividad fue diseñada con los estudiantes del “Taller Omora del Medio Ambiente” a lo largo del año 2009, en que realizamos estudios y otras experiencias de campo semanalmente en los ríos Róbalo y Ukika en Puerto Williams. Los estudiantes aprendieron a identificar a los insectos y otros invertebrados dulceacuícolas, sus hábitats y hábitos de vida orientados por las metáforas del *Río como Comunidad de Vida y Tricópteros: Pequeños Constructores*.

Sumergidos con lupa fue luego implementada en las actividades de investigación, educación y turismo científico del Parque Omora el año 2010. La actividad ha sido organizada en tres fases que ayudan a los visitantes a descubrir, apreciar y valorar éticamente a los habitantes sumergidos, sus hábitos y hábitats (Fig.5):

(i) *Observación de Hábitats*: Los participantes observan e identifican macro y micro hábitats dentro y fuera del río⁸, aprendiendo a reconocer sus vínculos con el bosque ribereño. Por medio de la observación comprenden cómo los ecosistemas terrestres y acuáticos interactúan entre ellos, notando cómo las hojas y ramas de los árboles caen al río para luego convertirse en alimento para los insectos y otros invertebrados. La familiarización con los micro y macro hábitats es fundamental para comprender el papel que desempeñan los distintos co-habitantes que forman la “comunidad de vida”. Por ejemplo, los “habitantes invertebrados” viven entre el agua y el bosque, desplazándose de un hábitat

a otro durante las distintas etapas de sus ciclos de vida.

(ii) *Encuentros cara a cara con los co-habitantes sumergidos*: Con la ayuda de un guía, los participantes se acercan a la orilla del río y recogen una roca sumergida, recordando el lugar exacto en dónde fue encontrada. La roca se coloca en un recipiente con agua del río. Los visitantes observan cómo los invertebrados, o “habitantes sumergidos” comienzan a nadar dentro del contenedor. Con la ayuda de una lupa, observan cuidadosamente la diversidad de morfologías de los habitantes y sus hábitos alimenticios y de movimientos, relacionándolos con los micro y macro hábitats identificados en el paso anterior.

(iii) *Respetando a los hábitats, hábitos y co-habitantes de los ríos*: Después de observar a los invertebrados, los participantes dejan la roca en el lugar exacto donde la encontraron y con ella, a todos sus habitantes. Este paso no es trivial. Durante las experiencias de campo, los estudiantes del Liceo Donald McIntyre Griffith, descubrieron que la riqueza y abundancia de invertebrados variaba de acuerdo al tipo de hábitat disponible dentro y fuera del río, y que existía una mayor riqueza y abundancia de invertebrados en los fondos rocosos de los ríos Róbalo y Ukika. De esta manera, los estudiantes concluyeron que la roca es el hogar de los invertebrados. En consecuencia, propusieron valorar y respetar su casa, devolviendo la roca exactamente al mismo lugar donde fue encontrada. Esto representa una acción concreta hacia una *transformación ética*, buscando transformar profundamente las apreciaciones de los participantes hacia el río y sus habitantes. La roca deja de ser *solo una roca* y se transforma en la casa del otro habitante no-humano, la que es respetada y valorada como tal. Los participantes dejan de ver a los habitantes invertebrados como meros *objetos* y comienzan a apreciarlos como otro *sujeto*, que tiene sus propios hábitos dentro los hábitats en los que co-habitamos.

⁸ Macro-hábitat se refiere a hábitats a escala de paisaje (ej., hábitats altoandinos, ribereños, lagunas, etc.). Micro-hábitat se refiere a aquellos, de menor escala, que se encuentran

dentro de un componente del paisaje observado (ej., rocas sumergidas dentro de un sector particular del río Róbalo)



Fig. 5. Sumergidos con Lupa en los ríos del Cabo de Hornos. Las personas que participan de la actividad, realizan tres acciones principales: 1) observan y reconocen los macro y micro hábitats de agua dulce; 2) eligen un micro-hábitat para observar A), utilizan una red para obtener una porción del hábitat, recordando exactamente el lugar en dónde fue obtenido B), y respetuosamente observan a los invertebrados, momento en el cual viven su primer *encuentro cara a cara* C); 3) el micro-hábitat escogido y sus habitantes son devueltos al mismo lugar donde fueron encontrados D), para así generar una valoración y respeto por los hábitats de los pequeños invertebrados sumergidos y nuestros propios hábitos humanos dentro de sus hábitats. Fotografías por Gonzalo Arriagada. Diseño y composición de ilustraciones por Felipe Portilla y Silvia Lazzarino.

Paso 4.
 Conservación in situ: creación del *Circuito interpretativo de los co-habitantes sumergidos en los ríos del Cabo de Hornos*”

La ecorregión subantártica de Magallanes es una de las últimas áreas prístinas del planeta, pero

hoy se encuentra bajo presiones crecientes por el cambio climático, la introducción de especies invasoras y la homogeneización biocultural. Bien orientado, el turismo puede contribuir positivamente al bienestar socio-económico y la conservación biocultural. Con el fin de aportar a esta opción, el equipo del Parque Omora ha

desarrollado innovadoras formas de ecoturismo, tales como *Turismo con lupa y el circuito de los bosques en miniatura* (Rozzi *et al.* 2014), enfocados sobre la valoración y conservación de los musgos y hepáticas de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos⁹.

El plan de desarrollo de zonas extremas para la Región de Magallanes y Antártica Chilena, ha identificado el turismo como una de las cinco áreas prioritarias para el desarrollo económico de la región (ver ERD, 2012). Para ofrecer un abanico amplio de opciones de implementación del turismo sustentable diseñamos, construimos e implementamos el circuito *Habitantes Sumergidos en los ríos del Cabo de Hornos* en el Parque Omora (Fig. 7).

Este circuito provee un espacio de conservación *in situ* que sirve de plataforma para compartir los resultados de la investigación a través de las metáforas *El río como comunidad de vida* y *Tricópteros: pequeños constructores*, y la actividad *Sumergidos con Lupa*. El conocimiento ecológico yagán de los ecosistemas dulceacuícolas ha aportado la historia de *Omora* como una parte esencial de la narrativa expuesta en el circuito. La ética biocultural aporta un enfoque para valorar integralmente a los *habitantes sumergidos*, sus *hábitats* y *hábitos*. Los objetivos centrales del circuito son promover la apreciación de (a) los pequeños y grandes patrones del paisaje (el hábitat), (b) los diversos co-habitantes de la cuenca del río Róbalo, y (c) los hábitos de vida asociados a procesos ecológicos que vinculan a los ecosistemas terrestres con los acuáticos. Los visitantes son guiados a lo largo de cinco estaciones interpretativas, enfocadas en el río Róbalo y su cuenca (Fig. 6).

Estación 1 Bosques Ribereños: Los bosques ribereños cumplen un papel fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas de agua dulce. Son fuente de energía para los pequeños habitantes sumergidos: sus hojas caen al río, donde son degradadas por microorganismos y posteriormente por numerosos invertebrados acuáticos. Además, facilitan el transporte de nutrientes desde y hacia el río, y proveen un hogar para numerosos co-habitantes sub-antárticos, incluidos los seres humanos.

Estación 2 El puente y las especies exóticas: El circuito incluye la experiencia de cruzar el río Róbalo a través de un puente que fue creado gracias a la colaboración de biólogos, artistas, filósofos e ingenieros asociados al Parque Omora. Su diseño fue una experiencia de integración interdisciplinaria en la cual trabajamos para construir un puente que “nunca tocara” el fondo del río, para así proteger y respetar los diversos hábitats de los co-habitantes sumergidos. Este puente nos ha permitido no solo cruzar físicamente el río, sino también cruzar los límites de las disciplinas, para unirnos en una tarea común: respetar, valorar y proteger la biodiversidad de la cuenca del río Róbalo.

Estación 3 Habitantes vertebrados: El río y el bosque se vinculan a través de la diversidad de plantas y animales que comparten sus hábitats. Al caminar por el bosque ribereño los visitantes descubren a las aves, como el diucón (*Xolmis pyrope pyrope*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*) y el rayadito (*Aphrastura spinicauda*). Estas aves pueden avistarse alimentándose de larvas o adultos de insectos que emergen del río como adultos alados.

Estación 4 Co-habitantes sumergidos del Cabo de Hornos: Aquí, los visitantes se encuentran *cara a cara* con los co-habitantes sumergidos, practicando la actividad *Sumergidos con lupa en los ríos del Cabo de Hornos*. Los participantes se sumergen en el mundo del río Róbalo, comprendiendo las metáforas *El río como comunidad de vida* y *Tricópteros: Pequeños constructores*. Al practicar esta actividad constatan la importancia del agua como componente fundamental para la sobrevivencia de todos los seres vivos que habitan en nuestro planeta. Los visitantes descubren también que los insectos en los ríos del Cabo de Hornos encuentran un refugio, puesto que contienen las aguas más limpias del planeta (Mach *et al.* 2016).

Estación 5 Morrena glaciar: La historia del río Róbalo se comprende desde una perspectiva diferente. Los visitantes se despiden del río al observar la morrena glaciar que dejó la huella del Último Máximo Glaciar (LGM), hace 19.000 años. Los visitantes reflexionan en torno a las

⁹ La Reserva de Biosfera Cabo de Hornos representa un “hotspot” de biodiversidad de musgos y hepáticas, ya que

alberga más del 5% de toda la biodiversidad global en menos de 0.01% de la masa terrestre (ver Rozzi *et al.* 2008b).

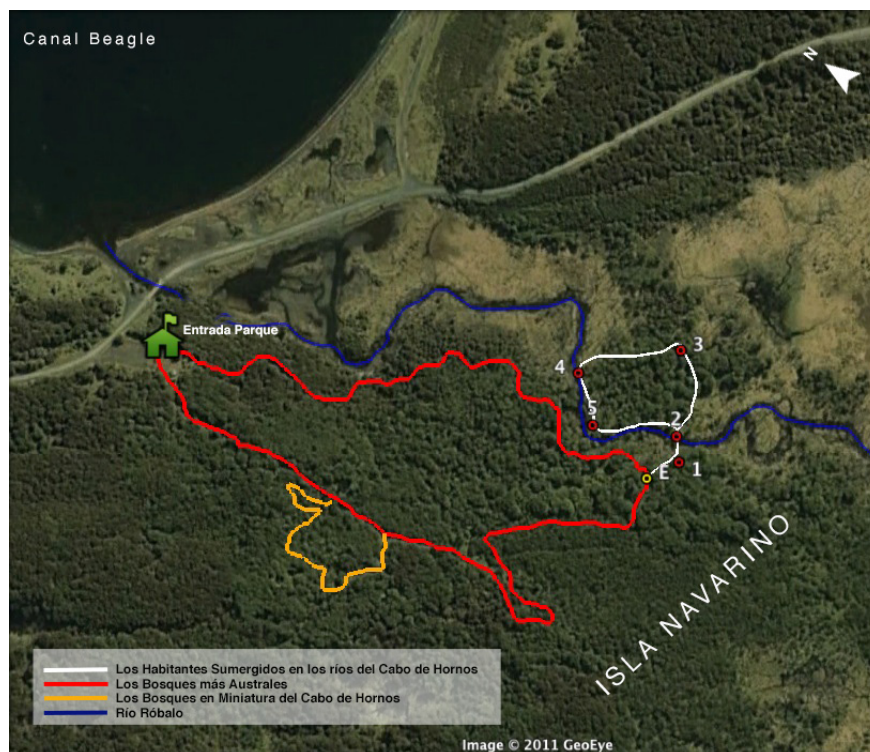


Fig. 6. Mapa del circuito de *Los Habitantes Sumergidos en los ríos del Cabo de Hornos* (indicado con una línea blanca), dentro del Parque Etnobotánico Omora (Isla Navarino, Chile). El circuito consta de cinco estaciones interpretativas (números 1-5 en el mapa), las cuales se enfocan en la cuenca del río Róbalo. La entrada al circuito se indica con una letra "E".

diversas escalas temporales y espaciales en que se han desarrollado los hábitats y sus diversos co-habitantes (humanos y otros-que-humanos) y cómo se interrelacionan entre sí.

CONSIDERACIONES FINALES

Desde los años 2010-2016, la investigación interdisciplinaria y las metáforas descritas fueron compartidas con un total de 1596 personas, quienes han participado de diversas actividades en el Parque Omora¹⁰ (Fig. 7). En tales eventos buscamos otorgar un espacio que permita reflexionar acerca de nuestra relación con los ecosistemas dulceacuícolas, particularmente enfocándonos en *encuentros cara a cara* con los insectos acuáticos y sus

hábitats para lograr una *transformación ética* en los participantes. Por otro lado, para contribuir a la valoración de los invertebrados acuáticos desde la escala local (Parque Omora, Puerto Williams) hacia la escala regional, nacional, e internacional, hemos preparado publicaciones (libros, postales, guías de campo, etc.) que son distribuidas y que se encuentran para ser descargadas desde el internet gratuitamente (ver Contador *et al.* 2014a; 2014c; 2015b). Desde el año 2006 hasta 2015 hemos completado 82 publicaciones (Fig. 8) y, junto con la preparación de material de divulgación, hemos mantenido una presencia en redes sociales y prensa local, regional y nacional.

La práctica de la Filosofía Ambiental de Campo ha permitido compartir en el nivel local,

¹⁰ El número de personas alcanzadas fue calculado utilizando la lista de registros de visitas y actividades realizadas en el Parque Etnobotánico Omora. Se realizó un filtro de todos los datos obtenidos desde el año 2010-2016, enfocándose en

actividades que tuvieran que ver con el circuito *Sumergidos con Lupa en los ríos del Cabo de Hornos*, con talleres realizados en torno al tema, investigaciones en curso y visitas guiadas.

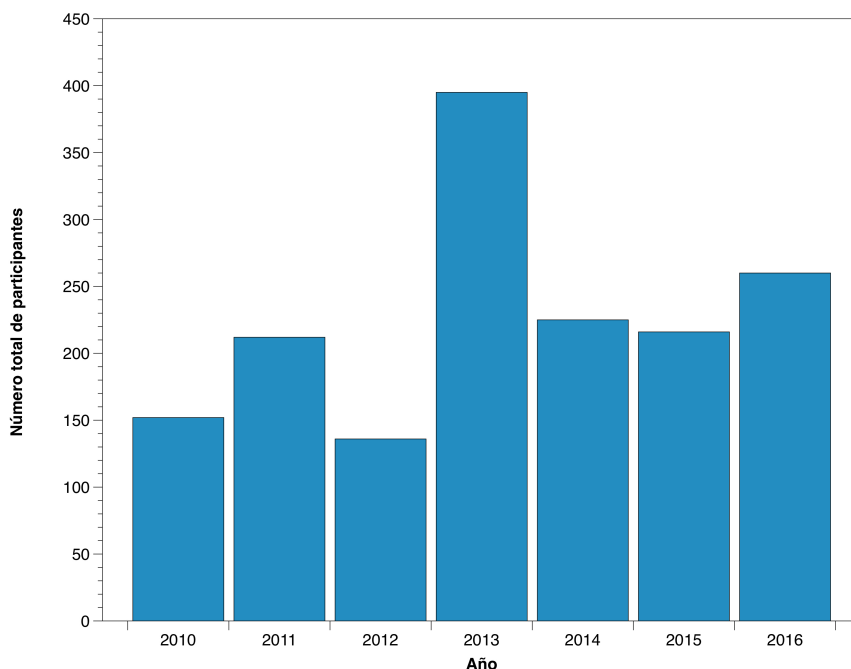


Fig. 7. Número total de personas que han participado en las actividades relacionadas a la valoración ética de los invertebrados acuáticos del Cabo de Hornos, desde el año 2010-2016. Los participantes cuantificados corresponden a las personas con visitas registradas en el Parque Etnobotánico Omora y corresponden a estudiantes de todas las edades (pre-escolares-postgrado), turistas, personas de la comunidad de Puerto Williams, tomadores de decisiones, científicos, artistas, filósofos, etc.

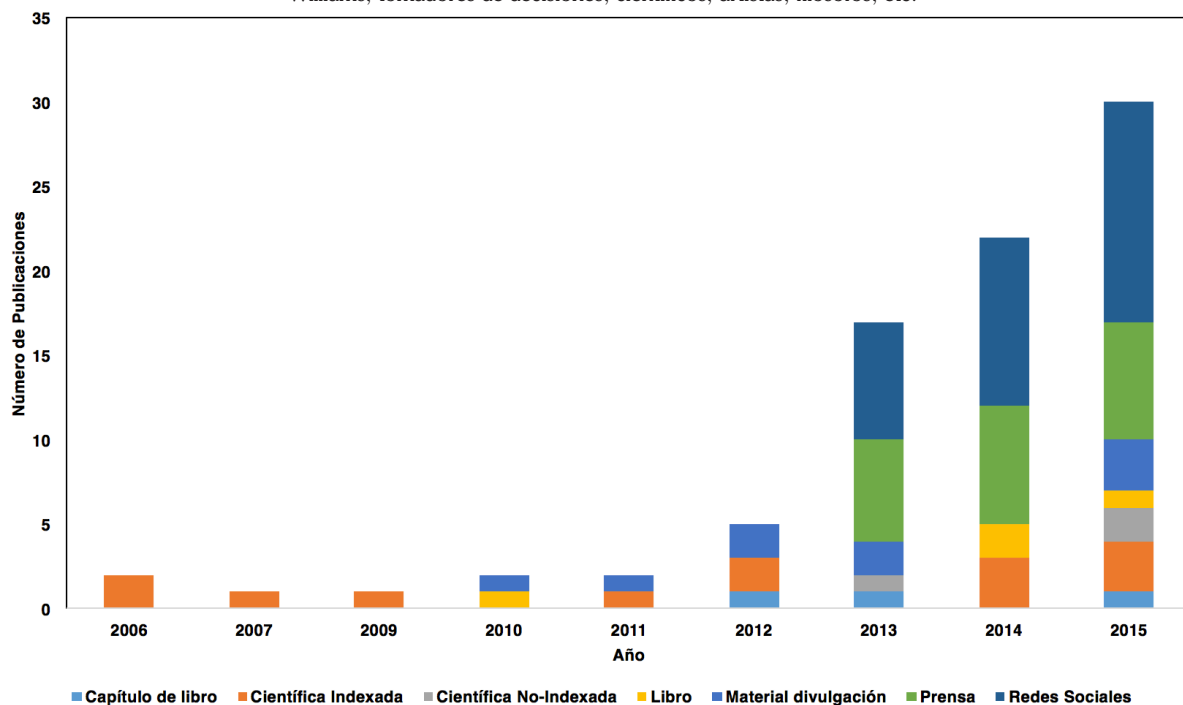


Fig. 8. Tipos de trabajos publicados desde el año 2006-2015 con respecto a los ecosistemas dulceacuícolas, sus habitantes y hábitos en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos.

regional, nacional, e internacional, los resultados de nuestra investigación ecológica, filosófica y etnoecológica. Durante la última década hemos promovido la valoración y el respeto por los insectos, sus hábitos y hábitats. Las experiencias descritas en este trabajo nos han permitido contribuir a mejorar la percepción de los pequeños habitantes sumergidos, ayudando a que los participantes puedan comprender mejor los valores intrínsecos e instrumentales de estos pequeños seres vivos. A través del trabajo *in situ*, la Filosofía Ambiental de Campo demuestra cómo las transformaciones de las relaciones socio-ecológicas se impulsan con cambios en el lenguaje y en las acciones de la vida diaria. Estos cambios provocan un “cambio de lentes” simbólico-lingüístico en la sociedad que, a su vez, transforma los modos de comprender y valorar la realidad biofísica de los ecosistemas (Rozzi *et al.* 2014).

Actualmente prevalece un lenguaje utilitarista para referirnos a la naturaleza. La tierra y sus habitantes son reducidos a objetos de producción, considerados como meros recursos naturales. Este lenguaje, con sus formas de nombrar y valorar la biodiversidad, influye en los hábitos de vida de la sociedad global y mercantiliza a los seres vivos y los ecosistemas donde co-habitamos (Rozzi *et al.* 2010; 2014). La integración entre las ciencias ecológicas y la ética ambiental genera una escuela que reorienta la escala de valores: desde una cultura centrada en el valor del capital y los indicadores económicos hacia una cultura que re-posiciona al valor de la vida en el centro (Rozzi *et al.* 2014).

Las experiencias de campo orientadas ecológica y éticamente conducen a encuentros directos o “cara a cara” con la diversidad de co-habitantes y permiten una re-conexión con la naturaleza (Rozzi *et al.* 2006). Los participantes vuelven a *sentirla* y *amarla*. El lenguaje de la filosofía transforma y amplía el lenguaje reduccionista de las ciencias y permite expresar articuladamente la apreciación integral por la biodiversidad. Esta escuela representa una esperanza para un renacimiento de reconexión basado en la experiencia directa (Miller, 2005), y la re-comprensión de los valores ecológicos, económicos, estéticos y éticos, tal como lo planteaba Aldo Leopold en nuestra cita inicial:

Solo podemos actuar éticamente en relación con aquello que podemos ver, sentir, comprender, amar, o de “algún modo” tener fe.
(Leopold, 1949)

AGRADECIMIENTOS

La preparación de este artículo ha contado con el apoyo de los proyectos CONICYT PFB- 23 y Apoyo a Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia con Financiamiento Basal CONICYT AFB170008.

BIBLIOGRAFÍA

- Armesto, J. J., Rozzi, R., Smith-Ramírez, C., & Arroyo, M. K. (1998). Effective conservation targets in American temperate forests. *Science*, 282, 1271-1272.
- Contador, T. A. (2011). Benthic macroinvertebrates of temperate, sub-Antarctic streams: the effects of altitudinal zoning and temperature on the phenology of aquatic insects associated to the Róbal river, Navarino Island (55°S), Chile. Tesis Doctoral. University of North Texas.
- Contador, T. A., Kennedy, J. H., & Rozzi, R. (2012). The conservation status of southern South American aquatic insects in the literature. *Biodiversity and Conservation* 21(8), 2095-2107.
- Contador, T., Kennedy, J., & Arriagada, G. (2014a). *Habitantes sumergidos bajo los ríos de Cabo de Hornos* (1ª ed). Punta Arenas: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Contador, T., Kennedy, J., Ojeda, J., Feinsinger, P., & Rozzi, R. (2014b). Ciclos de vida de insectos dulceacuícolas y cambio climático global en la ecorregión subantártica de Magallanes: investigaciones ecológicas a largo plazo en el Parque Etnobotánico Omora, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (55° S). *Bosque (Valdivia)*, 35, 429-437.
- Contador, T., Méndez, M., Medina, Y., Ojeda, J., Barroso, O., Crego, R., González, J., Van de Maele, M., & Arriagada, G. (2014c). *Río Róbal: Comunidad de Vida*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Contador, T., Kennedy, J. H., Rozzi, R., & Villarroel, J.O. (2015a). Sharp altitudinal gradients in Magellanic Sub-Antarctic streams: patterns along a fluvial system in the Cape Horn Biosphere Reserve (55°S). *Polar Biology*, 38(11), 1853-1866.
- Contador, T., Rosenfeld, S., Ojeda, J., & Kennedy, J. (2015b).

- Historia natural de los invertebrados acuáticos del Cabo de Hornos*. Punta Arenas: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Contador, T., & Kennedy, J. (2016). The life histories of *Meridialaris chiloeensis* (Demoulin, 1955) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) and *Gigantodax rufescens* (Edwards, 1931) (Diptera: Simuliidae) on a Magellanic sub-Antarctic island (55°S). *Aquatic Insects*, 424, 1-14.
- Cummins, K. W., & Klug, M. J. (1979). Feeding Ecology of Stream Invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10, 147-172.
- Dudgeon, A., Gessner, M., Kawabata, Z., Knowler, D. J., Laveque, C., Naiman, R., Prieur-Richard, A., Soto, D., Stiassny, M., & Sullivan, C. (2006). Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81, 163-182.
- Dunn, R. R. (2005). Modern Insect Extinctions, the Neglected Majority. *Conservation Biology*, 19, 1030-1036.
- ERD. (2012). *Estrategia Regional de Desarrollo de Magallanes y Antártica Chilena 2012-2020*. Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena, Punta Arenas.
- Feinsinger, P., Margutti, L., & Dolores, R. (1997). School yards and nature trails: ecology education outside the university. *Trends in Ecology & Evolution*, 12, 115-120.
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, C. R., Chapin, F. S., Coe, M. T... , Snyder, P. K. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, 309, 570-575.
- Gañán Mora, M., Contador, T. A., & Kennedy, J. H. (2015). La vida en los extremos: el uso de SIG para estudiar la distribución de la mosca antártica alada, *Parochlus steinenii* (Diptera: Chironomidae), en las Islas Shetland del Sur (Antártica Marítima). En *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, (pp. 1599-1608). España: Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio Universidad de Zaragoza y AGE.
- Hauer, F. R., Baron, J. S., Campbell, D. H., Fausch, K. D., Hostetler, S. W., Leavesley, G. H., Leavitt, P. R., Mcknight, D. M., & Stanford, J. A. (1997). Assessment of climate change and freshwater ecosystems of the Rocky Mountains, USA and Canada. *Hydrological Processes*, 11, 903-924.
- Hauer, R., & Lamberti, G. (2007). *Methods in Stream Ecology* (2nd ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Hedin, L. O., Armesto, J. J., & Johnson, A. H. (1995). Patterns of nutrient loss from unpolluted, old-growth temperate forests: Evaluation of biogeochemical theory. *Ecology*, 76, 493-509.
- Hermes, D. A. (2004). Using degree-days and plant phenology to predict pest activity, pp. 49-59. In V. Krischick and J. Davidson (eds.), *IPM (Integrated Pest Management) of midwest landscapes: tactics and tools for IPM*. University of Minnesota, Minnesota Agriculture Experiment Station, Journal of Economic Entomology, 2017, Vol. 0, No. 07 Publication SB-07645, St. Paul, MN. (<http://cues.cfans.umn.edu/old/Web/049DegreeDays.pdf>)
- IPCC, (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds.. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kellert, S. (1993). Values and Perceptions of Invertebrates. *Conservation Biology*, 7, 845-855.
- Klaver, I. (2014). Environment imagination situation. In R. Rozzi, S. Pickett, C. Palmer, J. Armesto, & J. Callicott (Eds.), *Linking ecology and ethics for a changing world: values, philosophy, and action* (pp. 85-107). Dordrecht Heidelberg, New York, London: Springer.
- Larson, B. M. H. (2005). The war of the roses: demilitarizing invasion biology. *Frontiers in Ecology*, 3, 495-900.
- Larson, B. M. H. (2006). The Social Resonance of Competitive and Progressive Evolutionary Metaphors. *BioScience*, 56, 997-1004.
- Leopold, A. (1949). La ética de la Tierra. In R. Rozzi, P. Villaruel, F. Massardo, & P. González. (Eds.), *Edición especial ética ambiental, Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA* (pp. 29-52). Santiago de Chile: Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA).
- Leopold, A. C. (2004). Living with the Land Ethic. *BioScience*, 54, 149-154.
- Mach, P. M., Winfield, J. L., Aguilar, R. A., Wright, K. C., & Verbeck, G. F. (2016). A portable mass spectrometer study targeting anthropogenic contaminants in Sub-Antarctic Puerto Williams, Chile. *International Journal of Mass Spectrometry*, 8-13.
- McEwan, C., Borrero L. A., & Prieto A. (Eds.) 1997. *Patagonia. Natural history, prehistory and ethnography at the Uttermost End of the Earth*. Londres: British Museum Press.
- Méndez, M., Rozzi R., Cavieres L. (2012). Mosses and lichens of the high Andean sub-Antarctic gardens (Musgos y líquenes en los jardines subantárticos altoandinos).

- In B. Goffinet, R. Rozzi, L. Lewis, W. Buck & F. Massardo (Eds.), *The Miniature Forests of Cape Horn: Eco-Tourism with a Hand-lens* ("Los Bosques en Miniatura del Cabo de Hornos: Ecoturismo con Lupa") (pp. 172-176). Denton TX and Punta Arenas: UNT Press-Ediciones Universidad de Magallanes.
- Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 430-434.
- Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Brooks, T. M., Pilgrim, J. D., Konstant, W. R., Da Fonseca, G. A. B., & Kormos, C. (2003). Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(18), 10309-10313.
- Ocampo, C., & Rivas, P. (2004). Poblamiento temprano de los extremos geográficos de los canales patagónicos: Chiloé e Isla Navarino 1. Chungara, *Revista de Antropología Chilena*, 36, 317-331.
- Oelschlaeger, M., & Rozzi, R. (1998). El nudo gordiano de la interdisciplinariedad: Un desafío para las ciencias ambientales y la sustentabilidad. *Ambiente y Desarrollo XIV*, 52-62.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56°S. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 8, 121-250.
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Studies on Latin American freshwater macroinvertebrates: recent advances and future directions. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 62, 9-20.
- Rozzi, R. (1999). The reciprocal links between evolutionary-ecological sciences and environmental ethics. *BioScience*, 49(11), 911-921.
- Rozzi, R. (2004). Implicaciones éticas de narrativas yaganes y mapuches sobre las aves de los bosques templados de Sudamérica austral. *Ornitología Neotropical*, 15, 435-444.
- Rozzi, R. (2007a). De las ciencias ecológicas a la ética ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80, 521-534.
- Rozzi, R. (2007b). La Ética de la Tierra: La tierra no nos pertenece, sino que pertenecemos a la Tierra. Edición especial ética ambiental. *Revista Ambiente y Desarrollo XXIII*, (1), 41-42.
- Rozzi, R. (2012). Biocultural ethics: the vital links between the inhabitants, their habits and regional habitats. *Environmental Ethics*, 34, 27-50.
- Rozzi, R. (2013). Biocultural ethics: From biocultural homogenization toward biocultural conservation. In R. Rozzi, S. T. A. Pickett, C. Palmer, J. J. Armesto & J. B. Callicott (Eds.), *Linking Ecology and Ethics for a Changing World: Values, Philosophy, and Action* (pp. 9-32). Dordrecht: Springer.
- Rozzi, R. (2015). Implications of the biocultural ethic for Earth stewardship. In R. Rozzi, S. T. A. Pickett, C. Palmer, J. J. Armesto & J. B. Callicott (Eds.), *Linking Ecology and Ethics for a Changing World: Values, Philosophy, and Action* (pp. 113-136). Dordrecht: Springer.
- Rozzi, R., Draguicevic, J. M., Arango, X., Sherriffs, M. F., Ippi, S., Anderson, C. B., Acevedo, M.,... & Massardo, F. (2005). Desde la ciencia hacia la conservación: el programa de educación y ética ambiental del Parque Etnobotánico Omora. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 21, 20-29.
- Rozzi, R., Massardo, F., Anderson, C. B., Heidinger, K., & Silander, J. A. (2006). Ten Principles for Biocultural Conservation at the Southern Tip of the Americas: the Approach of the Omora Ethnobotanical Park. *Ecology and Society*, 11(1), 43.
- Rozzi, R., Arango, X., Massardo, F., Anderson, C., Heidinger, K., & Moses, K. (2008a). Field environmental philosophy and biocultural conservation: The Omora Ethnobotanical Park educational program. *Environmental Ethics*, 30, 325-336.
- Rozzi, R., Armesto, J., Goffinet, B., Buck, W., Massardo, F., Silander, J., ... Callicott, J. (2008b). Changing lenses to assess biodiversity: patterns of species richness in sub-Antarctic plants and implications for global conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(3), 131-137.
- Rozzi, R., Anderson, C., Pizarro, C., Massardo, F., Medina, Y., Mansilla, A., Kennedy, J.,... & Kalin, M. (2010). Filosofía ambiental de campo y conservación biocultural en el Parque Etnobotánico Omora: Aproximaciones metodológicas para ampliar los modos de integrar el componente social ("S") en Sitios de Estudios Socio-Ecológicos a Largo Plazo (SESELP). *Revista Chilena de Historia Natural*, 83, 27-68.
- Rozzi, R., F. Massardo, C. Anderson, S. McGehee, G. Clark, G. Egli, E. Ramilo, U.,... & C. Zárraga. (2011). *Guía Multi-Étnica de Aves de los Bosques Subantárticos de Sudamérica*. Punta Arenas, Chile and Denton TX: Ediciones Universidad de Magallanes - UNT Press.
- Rozzi, R., Armesto, J., Gutiérrez, J., Massardo, F., Likens, G. E., Anderson, C. B., Poole, A.,... & Arroyo, M. T. K. (2012). Integrating Ecology and Environmental Ethics: Earth Stewardship in the Southern End of the Americas. *BioScience*, 62, 226-236.
- Rozzi, R., Massardo, F., Contador, T., Crego, R. D., Méndez,

- M., Rijal, R., Cavieres, L. A., & Jiménez, J. (2014). Filosofía ambiental de campo: ecología y ética en las redes LTER-Chile e ILTER. *Bosque*, 35(3), 439-447.
- Rozzi, R., & Schüttler, E. (2015). Primera década de investigación y educación en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos: el enfoque biocultural del Parque Etnobotánico Omora. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 43, 19-43.
- Samways, M. J. (2007). Rescuing the extinction of experience. *Biodiversity and Conservation*, 16, 1995-1997.
- Samways, M. J. (2009). Reconciling ethical and scientific issues for insect conservation. In R. G. Foottit & P. H. Adler. (Eds.), *Insect Biodiversity Science and Society* (1st ed.) (pp. 547-559). Oxford:Wiley-Blackwell
- Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: the loss of human - nature interactions. *Frontiers in Ecology*, 14, 94-101.
- Spaulding, S. A., Van, B., Vuver, D. E., Hodgson, D. A., Mcknight, D. M., & Verleyen, E. (2010). Diatoms as indicators of environmental change in Antarctic and subantarctic freshwaters. En J. P. Smol & E. F. Stoermer (Eds.), *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*, (pp 267-283). New York: Cambridge University Press.
- Sweeney, B., Jackson, J., Newbold, J., & Funk, D. (1992). Climate Change and the Life Histories and Biogeography of Aquatic Insects in Eastern North America. In P. Firth, & S. G. Fisher. (Eds.), *Global Climate Change and Freshwater Ecosystems* (pp. 143-175). Verlag: Springer.
- Vannote, R., & Sweeney, B. (1980). Geographic Analysis of Thermal Equilibria: A Conceptual Model for Evaluating the Effect of Natural and Modified Thermal Regimes on Aquatic Insect Communities. *The American Naturalist*, 115, 667-695.
- Wilson, E. O. (1987). The Little Things That Run the World (The Importance and Conservation of Invertebrates). *Conservation Biology*, 1, 344-346.
- Winterbourn, M. J., Cadbury, S., Ilg, C., & Milner, A. M. (2008). Mayfly production in a New Zealand glacial stream and the potential effect of climate change. *Hydrobiologia*, 603, 211-219.
- Woodward, G., Perkins, D. M., & Brown, L. E. (2010). Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 365 (1549), 2093-2106.
- Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, 28, 999-1023.