

RAFE SAGARIN y ANÍBAL PAUCHARD

Ecología y observación

*Ampliando el enfoque de la ciencia
para entender un mundo complejo*

EDITORIAL UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Serie CIENCIA

Título original: *Observation and Ecology: Broadening the Scope of Science to Understand a Complex World*,

Rafe Sagarin and Aníbal Pauchard, Island Press, Washington, USA, 2012

Ecología y observación. Ampliando el enfoque de la ciencia para entender un mundo complejo
Rafe Sagarin y Aníbal Pauchard

Primera edición en español, noviembre de 2018

© Universidad de Concepción

Registro de Propiedad Intelectual N° 296.181

ISBN 978-956-227-443-2

Editorial Universidad de Concepción

Biblioteca Central, Of. 11, Campus Universitario

Concepción - Chile, selloeditorial@udec.cl

Copyright © 2012 Rafe Sagarin and Aníbal Pauchard

Published by arrangement with Island Press,

Washington, USA.

Traducido de la versión original por

Consuelo Quevedo Ballesteros

Imágenes de portada: *Honeycreeper Phylogeny* por H. Douglas Pratt, hdouglaspratt.com; 3D Concept with wall clock © mipan, iStockphoto.com; *Whaling Contract—1723*,” Nicholson Whaling Collection, Providence Public Library Special Collections, <http://pplspcoll.wordpress.com/2009/12/01/early-whaling-contract/>

Diseño de portada: Maureen Gately, Island Press, de la edición original.

Producción editorial

Oscar Lermanda

Corrección de pruebas

José Uribe M.

Impresión

Trama Impresores S.A.

Hualpén, Chile

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra sin la autorización por escrito de los editores.

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

CONTENIDOS

Prólogo a la edición en español / vii

Agradecimientos / xi

Prefacio / xvii

Introducción / 1

PARTE I El rol de la observación en la ciencia ecológica / 15

1 Un enfoque de observación en la ecología / 17

2 Enfoques de observación en un contexto histórico / 33

PARTE II Usando observaciones en ecología / 51

3 Utilizando todos los sentidos en ecología / 53

4 Usando la tecnología para expandir nuestros sentidos observacionales / 69

5 Observadores y observaciones ecológicas locales, tradicionales y accidentales / 81

PARTE III Los desafíos planteados por un enfoque de observación / 93

6 Trabajando con demasiadas o muy pocas observaciones / 95

7 ¿Es científica la ecología basada en la observación? / 117

PARTE IV Más allá de la academia: el poder de los enfoques observacionales / 141

8 La renovada importancia de la ecología en la política / 143

9 Acercando la naturaleza a una nueva generación de ciudadanos y ecólogos / 163

Conclusiones / 181

Referencias / 191

Sobre los autores / 213

Sobre los colaboradores / 215

RECUADROS

- 1.1 Historia Natural: La raíz primaria de la ecología / 23
Thomas L. Fleischner
- 1.2 Ciencia ciudadana: Seguimiento del cambio global con la participación pública en la investigación científica / 28
Jake F. Weltzin
- 3.1 La importancia de la sensación / 54
Geerat J. Vermeij
- 3.2 El arte de la ecología: cómo las notas de campo y los bosquejos entregan conocimiento sobre la naturaleza / 61
Anne Salomon y Kirsten Rowell
- 5.1 Conocimiento ecológico tradicional y ecología basada en la observación / 84
Gary Nabhan
- 6.1 Los registros históricos ayudan a entender las invasiones biológicas / 99
Julie Lockwood
- 6.2 Los ricos se vuelven más ricos en ecología de invasiones / 102
Tom Stohlgren
- 7.1 Cambiar de lentes para observar, conservar y convivir con la biodiversidad: casualidad en el extremo sur de las Américas / 124
Ricardo Rozzi
- 7.2 Modelos de distribución de especies basados en datos observacionales / 129
Erica Fleishman, Bret T. G. Dickson, Steven S. Sesnie, and David S. Dobkin
- 8.1 Observación y política: La importancia de estar ahí / 145
Stuart Pimm
- 9.1 Observando especies invasoras y nuevos ecosistemas en áreas urbanas / 169
Brendon Larson
- 9.2 Akshen en las comunidades y el medio ambiente con tecnologías móviles, sociales y geoespaciales / 173
Kristin D. Wisneski and Barron J. Orr

PRÓLOGO A LA EDICIÓN EN ESPAÑOL

Aníbal Pauchard

Pocas veces en la vida uno tiene la sensación de estar haciendo algo excepcional, algo que puede marcar una diferencia, abriendo la puerta para buenas ideas y acciones, no sólo propias, sino de muchos. Afortunadamente, junto a Rafe Sagarin siento haber tenido esa oportunidad.

En el año 2007, leyendo una de mis revistas favoritas de ecología, *Frontiers in Ecology and Evolution*, me topé con una opinión muy clara y directa, lo que conocemos comúnmente como un reply, sobre un artículo publicado en un tomo anterior de esa revista. El artículo en cuestión (Agrawal et al. 2007) establecía una agenda de investigación en ecología de comunidades basada fundamentalmente y de manera casi excluyente en la experimentación acuciosa y controlada y, por lo tanto, dejando fuera otras aproximaciones para el desarrollo de la ecología. El reply de Rafe Sagarin argumentaba que el artículo de Agrawal et al. sufría de un irremediable sesgo al descartar de plano los enfoques observacionales como métodos objetivos de avanzar en el desarrollo de las ciencias ecológicas. No puedo negar la sorpresa y alegría que tuve cuando leí este reply, que sin duda capturaba fielmente mi visión del tema y en particular mi parecer sobre este artículo. Inmediatamente, sin pensarlo, busqué el email de Rafe y le escribí.

No conocía a Rafe Sagarin, ni menos de su carrera ni intereses científicos, sólo sabía que nos unía una suerte de rebeldía hacia el establishment en ecología. Rafe recibió con entusiasmo mi email y empeza-

mos rápidamente a trabajar en un artículo de síntesis para desarrollar y abogar por nuestras ideas sobre el uso amplio y moderno de los enfoques observacionales en ecología. ¿Cuáles eran estas ideas? Básicamente, ambos pensábamos que nos enfrentábamos a un renacimiento de los enfoques observacionales en ecología, y que estos nos permitirían entender mejor los procesos ecológicos a múltiples escalas, especialmente en una era de grave crisis ambiental y bajo la urgencia de responder con rapidez a los desafíos de la sociedad.

Rafe como biólogo marino había estudiado las comunidades intermareales y también marinas del sur de EE.UU. y Baja California, México. Yo, por mi lado, había pasado mi carrera desde mis estudios de biólogo e ingeniero forestal observando las comunidades de plantas de Chile y luego de EE.UU. Ambos teníamos una profunda preocupación por la degradación de estos ecosistemas que veíamos destruirse bajo la influencia de una presión antrópica irracional y, lamentablemente, siempre creciente. Entonces, nos preguntábamos, ¿cómo podremos resolver las preguntas críticas sobre ecología de una manera más integral?, ¿habrá una forma de hacer ecología que vaya más allá de la irrestricta visión reduccionista de los experimentos a pequeña escala y que incorpore otras aproximaciones, incluyendo, por ejemplo, el creciente interés por la historia natural, la ciencia ciudadana y el fascinante desarrollo de las tecnologías de sensoramiento remoto? Hay que entender que tanto Rafe como yo habíamos sido educados bajo el reconocido éxito de la ecología de los 1980s, donde la experimentación se veía como la salvación para esta disciplina, muchas veces considerada una disciplina blanda en comparación con otras ciencias más exactas. Sin embargo, con Rafe creíamos, y aún creo, que como ecólogos podemos hacer mucho más para lograr respuestas sobre el funcionamiento de los ecosistemas y como poder manejarlos y conservarlos de manera más efectiva, y que los enfoques observacionales, es decir aquellas observaciones que hacemos sin manipular los sistemas, son claves para tal objetivo.

Así fue que luego de publicar nuestra propia perspectiva en la revista *Frontiers in Ecology and the Environment* (Sagarin & Pauchard

2010), incluso logrando la portada con una hermosa foto de Rafe de sus moluscos de Baja California, era hora de dar otro paso. Inicialmente pensamos en un libro con capítulos autoreados por estudiantes de postgrado, a quienes nosotros pensábamos debía llegar este mensaje y quienes en general se mostraban más abiertos a lo que Rafe llamaba las *revoluciones* en ecología (yo siempre le dije que eran *evoluciones*). Después de aproximarnos a Island Press, los editores nos recomendaron que fuéramos nosotros quienes escribiéramos el libro. Así lo hicimos. Y lo que ustedes hoy van a leer es el resultado de un arduo trabajo durante dos años de múltiples emails y discusiones vía Skype, Rafe poniendo la elocuencia y yo, la prudencia. Rafe aportando ejemplos marinos; yo, terrestres. Rafe hablando de política y filosofía de la ciencia; yo de psicología y educación.

Al final, ambos quedamos muy satisfechos, ya que además de elaborar nuestro mensaje, pudimos incorporar la visión de numerosos destacados investigadores con amplia experiencia en el aporte de la ecología observacional, como así también de algunos investigadores jóvenes que con creatividad estaban explorando el uso de metodologías observacionales. La versión en inglés de este libro publicada en el año 2012, y presentada en la Reunión Anual de la Sociedad de Ecología de América (ESA), fue muy bien recibida entre los colegas, recibiendo muy buenos reviews en revistas de ecología y conservación. Hay que mencionar que hubo a quienes, no muy numerosos, les incomodó nuestro mensaje. De hecho, algunos pensaron que estábamos atacando el núcleo experimental de la ecología de fines del siglo XX. Creo que nunca fue ese nuestro interés, por el contrario, siempre quisimos mostrar que la ecología observacional habría nuevas puertas, complementarias a los aportes más experimentales, pero que era fundamental para el avance de la ecología mantener un balance entre las aproximaciones experimentales, observacionales y de modelamiento.

En mayo del 2015, y en pleno desarrollo y promoción de nuestras ideas, me encontraba sentado en el aeropuerto de Madrid, cuando recibí un correo electrónico que me informaba de la trágica partida de Rafe. Creo que desde ese momento no ha pasado un día en que no

piense como honrar la obra de Rafe, quien, además de ser un hombre inteligente y perspicaz, fue un gran amigo y, más importante aún, una buena persona con todos a quienes conoció, en especial con su hermosa familia, Rebecca y sus dos hijas, Ella y Rosa.

Poder publicar este libro en español, mi lengua materna, es una segunda instancia de hacer algo extraordinario. Por ello debo agradecer tremendamente a Consuelo Quevedo, quien en su afán inquisidor y también “re-evolucionario” vio en este libro una oportunidad para todos los jóvenes de habla hispana en Latinoamérica y el mundo. Sin su implacable insistencia y su admirable uso de la lengua española, no habiéramos llegado nunca a este producto.

Para esta edición, hemos querido mantener la forma y el fondo del libro lo más fiel a su versión original en inglés. Por lo tanto, es posible que el lector note algunos anglicismos en la redacción, los cuales hemos intentado minimizar. Sin duda, invitamos a aquellos lectores bilingües a que se atrevan también a revisar la versión original de manera de poder captar esas diferencias sutiles entre ambos idiomas. También, hemos querido mantener el diseño de la portada que fue fruto de un arduo proceso entre Island Press, sus diseñadores y nosotros como autores y que refleja fielmente el espíritu del libro. Por todo ello, agradecemos profundamente que Island Press haya accedido a facilitar la obra completa para su adaptación al español.

Espero que este libro les sirva a todos, jóvenes y no tan jóvenes, de inspiración para mejorar la manera que entendemos y nos relacionamos con el mundo natural, y como seguimos avanzando en el desarrollo de las ciencias ecológicas, siempre teniendo en cuenta que este es el único planeta que, por lo menos por ahora, puede sostener la vida como la conocemos.

AGRADECIMIENTOS

Rafe Sagarin y Aníbal Pauchard están extremadamente agradecidos por las contribuciones reflexivas hechas por todos los autores de los recuadros en cada capítulo. Agradecemos a nuestra editora de Island Press, Barbara Dean, quien mostró una aguda percepción, una cuidadosa atención y una inmensa paciencia durante cada etapa de la producción de este libro. Paul Alaback, Martin Núñez, Brendon Larson, Christoph Kueffer y miembros del Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) discutieron ideas sobre el libro con nosotros y nos proporcionaron una retroalimentación crítica. Retta Breugger, Benjamin DeGain, Ami Kidder, Laura Marsh, Kristin Wisneski, estudiantes del curso de Rafe sobre ciencia observacional en la Universidad de Arizona, brindaron excelentes ejemplos y comentarios críticos sobre muchas de las ideas que aparecen en este libro.

Rafe agradece el apoyo de una beca de la Fundación John Simon Guggenheim Memorial, que fue fundamental durante la redacción del libro. El Instituto del Medio Ambiente y la Oficina del Vicepresidente de Investigación de la Universidad de Arizona también apoyaron la investigación y redacción de este libro. El Departamento de Colecciones Especiales de las Bibliotecas de la Universidad de Stanford otorgó acceso a los documentos de Edward Ricketts, que se citan en este libro. Las ideas de Rafe sobre el valor de los enfoques de observación han sido moldeadas por dos mentores científicos, Chuck Baxter, profesor emérito en la Estación Marina Hopkins de la Universidad de Stanford,

y Steven Gaines, Decano de la Escuela Bren en la Universidad de California, Santa Bárbara. Chuck ayudó a Rafe a aprender cómo ver el mundo natural de una manera científica y filosófica, y, como consejero de posgrado, Steve le enseñó a Rafe que las buenas preguntas y análisis críticos pueden hacer que la ciencia aflore de todo tipo de observaciones. Finalmente, Rafe desea agradecer a su esposa Rebecca Crocker y a sus hijas, Ella y Rosa, por su paciencia, buen humor y gran ánimo durante la escritura de este libro y en su carrera serpenteante, a veces frustrante y con frecuencia aventurera como ecólogo observador.

A Aníbal le gustaría agradecer a Paula Díaz por su paciencia infinita durante la redacción de este libro y para compartir ideas sobre la conexión entre la psicología y la ecología. A Aníbal le gustaría dedicar este libro a su hijo Benjamín, quien ha sido una fuente de inspiración sin límites y siempre sorprendente al pensar sobre ecología y sociedad. A Aníbal le gustaría agradecer también a Paul Alaback, quien le brindó un excelente ejemplo de naturalista, ecólogo y científico. Aníbal fue parcialmente financiado por el Instituto de Ecología y Biodiversidad a través de las subvenciones CONICYT Basal Funding grant PFB-23 e Iniciativa Científica Milenio del Ministerio de Economía de Chile, una subvención P05-002. Un agradecimiento especial a la beca MECESUP y la Universidad de Concepción, que financió la estadía de Aníbal en la Universidad de Arizona.

Agradecimientos de la edición en español

Aníbal Pauchard quiere agradecer la colaboración de diversas personas en el logro de esta edición al español. A la Editorial Island Press por facilitar la transferencia de los derechos de autor, además de los archivos originales que incluyen el diseño gráfico de la portada y las figuras del libro. A Consuelo Quevedo por una eficiente y acuciosa labor de traducción. A Rebecca Crocker por siempre mostrarse optimista con la idea de honrar la memoria de Rafe con esta versión en español. A Óscar Lermenda y a la Editorial de la Universidad de Concepción por acoger y respaldar esta idea, y realizar la diagramación. A Paulina Sán-

chez por ayudar en la edición final de esta edición. A los integrantes del Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB); a CONICYT PIA APOYO CCTE AFB170008 del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), y a Julia Cortés por revisar y comentar los borradores de la traducción de la versión al español. Al Proyecto CONICYT PFB-23 del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), que financió parcialmente el trabajo de traducción de Consuelo Quevedo.

Ecología y observación

P R E F A C I O

Paul K. Dayton

Lo mejor de la ciencia no consiste en modelos matemáticos y experimentos, como los libros de texto lo hacen ver. Esos vienen más tarde. Surgen a partir de un modo de pensamiento más primitivo, en el que la mente del cazador entreteje ideas de hechos antiguos, metáforas frescas y las locas imágenes revueltas de cosas recientemente vistas. Avanzar es inventar nuevos patrones de pensamiento, que a su vez dictan el diseño de los modelos y experimentos. Fácil de decir, difícil de lograr.

E. O. Wilson, *The Diversity of Life* (1992)

Las observaciones hábiles son la base de la ciencia ecológica. Los ecosistemas son complejos y confusos. Están compuestos por un gran número de especies y un gran número de interacciones en las que las relaciones no son lineales y se caracterizan por muchos umbrales. Debido a que los mejores enfoques no siempre son obvios, nos basamos en técnicas analíticas clásicas de simplificación, análisis y síntesis. Cada paso depende absolutamente de buenas observaciones de la historia natural. El proceso de simplificación de la naturaleza es difícil pero esencial. El principal objetivo de la ciencia es hacer generalizaciones interesantes y precisas sobre la naturaleza, basándose en los pocos parámetros relevantes que sean necesarios: toda la naturaleza está relacionada de algún modo, y los parámetros marginalmente importantes deben eliminarse para centrarse en los parámetros esenciales para la generalización. Descubrir la simplificación adecuada es un componente crítico del proceso científico.

Nuestro objetivo es comprender los procesos, no solo los patrones que estudiamos mediante el uso de observaciones. Uno se basa en las agudas observaciones de expertos naturalistas para definir hipótesis sobre los procesos que parecen ser particularmente importantes, y estas hipótesis se prueban de muchas formas legítimas que dependen

de la comprensión correcta de la naturaleza. Idealmente, los modelos se crean para generalizar los procesos que han surgido de las pruebas. Cada paso depende de las observaciones de la naturaleza, y un buen ecólogo debe tener una mente sintética amplia, habilidad para practicar inferencia fuerte y sentido de pertenencia o sentimientos por la naturaleza (es decir, debe ser respetuoso, alerta, observador e intuitivo).

Estos procedimientos se entienden bien, pero muchos han lamentado el hecho de que poderosas herramientas moleculares y analíticas se han unido a modelos teóricos generales que en realidad no están basados en la naturaleza. Si bien estos enfoques teóricos pueden ser muy poderosos, la comprensión real y las soluciones a los problemas ambientales deben basarse en la biología de la historia de vida, una profunda comprensión de la taxonomía, la identificación de interacciones fuertes y una apreciación intuitiva de la compleja dinámica de los ecosistemas. Lamentablemente, esta última experiencia ha caído en desgracia en el mundo académico. Un problema común es que las hipótesis se basan y se prueban con simplificaciones y suposiciones inapropiadas, debido a la falta de historia natural sólida. El peligro es que las suposiciones erróneas pueden ser medibles y precisas, estéticamente agradables y aparentemente útiles, pero las hipótesis pueden ser irrelevantes para el mundo natural y/o hacer las predicciones correctas por las razones equivocadas.

El progreso real en la comprensión de la naturaleza debe basarse, en primer lugar, en una profunda sensibilidad a los patrones y procesos naturales en amplias escalas en el espacio y el tiempo, además, en una comprensión profunda de la literatura y las poderosas herramientas necesarias para probar y generalizar los resultados de investigaciones científicas. Nuestro éxito como científicos depende de la integración exitosa de la teoría general y la historia natural. Este libro está dedicado al objetivo de recuperar el respeto por las excelentes observaciones de la naturaleza. Tales observaciones son fundamentales para cada componente del proceso que conlleva hacer una investigación ecológica significativa. Este libro debe ser leído y apreciado particularmente por ecólogos y por todos los docentes de biología.

Un tiempo de cambio y adaptación en ecología

Todos nosotros vivimos en un momento de transformación: los cambios económicos, sociales, políticos y ambientales nos desafían constantemente y en todas partes. Parece obvio, entonces, que la ciencia de la ecología, que se ocupa de la compleja red de relaciones entre los organismos y el mundo biogeoquímico en el que vivimos, también debería estar en un período de transformación. Los métodos, objetivos, participantes e incluso la filosofía de la ecología están cambiando. Los cambios que estamos viendo ahora provienen de una convergencia de desafíos ambientales sin precedentes y nuevas oportunidades notables para estudiar los sistemas ecológicos. Tanto la señal de este cambio en la ciencia ecológica como el vehículo para la transformación continua es cómo utilizamos la *observación* para descubrir nuevos fenómenos, lograr la comprensión ecológica y compartir ideas ecológicas.

Este libro trata de aprovechar el poder de la observación para participar en este momento único del estudio de la ecología. En esencia, toda la ecología se trata principalmente de la observación de la naturaleza, pero en la realidad de la ecología académica, las observaciones se transforman rápidamente en teorías que se prueban en una computadora o en tratamientos experimentales de campo o en un laboratorio donde se manipulan para probar hipótesis bien definidas. Estas son formas importantes de lograr la comprensión ecológica, métodos que han dominado la ecología durante más o menos el último medio siglo, pero

tienen limitaciones que se hacen evidentes a medida que van cambiando los sistemas ecológicos.

Aquí nos centramos en la “ecología basada en la observación”, que definimos como la ecología que se basa en observaciones de sistemas que no han sido manipulados con fines científicos. Esta es una definición amplia que abarca una variada gama de poderosas formas de observar y dar sentido a los sistemas ecológicos. Descubrir estos enfoques, sus fortalezas y sus debilidades, es de lo que trata este libro.

¿Cómo se ven este tipo de observaciones? Pueden ser las notas de campo de los naturalistas sobre el momento de las floraciones de primavera, los registros de antiguos barcos balleneros que documentan la extensión de campos de hielo o imágenes de satélite de muy alta resolución que recopilan datos sobre la productividad primaria. Pueden referirse a las preguntas ecológicas más básicas como “¿Por qué las estrellas de mar presentan diferentes colores?”. O las preocupaciones socioecológicas más apremiantes, como “¿Qué tan rápido se propagará la gripe aviaria?”. Pueden centrarse intensamente en una proteína en particular y lo que dice sobre el entorno de un animal, o pueden abordar la interacción de una población, los nutrientes y los ciclos de temperatura a lo largo de décadas y continentes enteros. Estas observaciones pueden ser producto de programas de monitoreo a largo plazo patrocinados por el gobierno, los esfuerzos colectivos de los ciudadanos que cuentan aves en su vecindario cada Navidad, o las historias de viejos pescadores que han documentado meticulosamente cambios en sus bancos de pesca durante décadas. En otras palabras, las observaciones que se están volviendo críticas para la comprensión ecológica de hoy en día pueden provenir de cualquier parte y de cualquier persona, incluso si se han tomado con un propósito completamente diferente, a menudo no científico. Además pueden incluir desde las escalas más pequeñas hasta las más amplias, siendo un registro instantáneo de momentos únicos en la historia de la Tierra o largas series de observaciones realizadas durante décadas, siglos o milenios.

¿Cómo utilizamos estas observaciones? Algunos enfoques observacionales simplemente proporcionan nuevos descubrimientos sobre los sistemas ecológicos y, por lo tanto, no son muy diferentes del enfoque

de los primeros exploradores y naturalistas. A menudo, sin embargo, estamos construyendo una comprensión de la dinámica ecológica al correlacionar un conjunto de datos observados con otros, como observar la relación a largo plazo entre los aumentos de la temperatura y el avance de los eventos primaverales, como la gemación y la migración. A veces estamos verificando las observaciones contra un patrón esperado, como por ejemplo, cuando observamos los rangos geográficos de las mariposas a través del tiempo para ver si cumplen con la expectativa de que a medida que el clima se calienta, los rangos de especies se desplazarán hacia los polos más fríos. Y dado que vivimos en un planeta cambiante, las observaciones son valiosas por su capacidad para documentar estos cambios, especialmente en las últimas décadas, a medida que las huellas de los humanos en la Tierra se vuelven cada vez más difíciles de ignorar. Las concentraciones variables de ozono en la atmósfera superior sobre el polo sur, los patrones de oscilaciones de El Niño y la propagación de una plaga agrícola invasora a través de un paisaje son todos ejemplos de transformaciones incontrolables que pueden estudiarse observacionalmente.

¿Son los tipos de observaciones de las que estamos hablando, “científicas”? Usualmente, las observaciones tomadas como parte de un experimento no reciben este escrutinio, porque tendemos a pensar que la experimentación y la manipulación de los datos están en el centro de lo que es la ciencia y el quehacer científico. Tal observación sólo existe porque un científico ideó una forma de probar una hipótesis y luego registró lo que resultó. Pero el tipo de observaciones que estamos discutiendo en este libro se puede poner en un contexto científico antes o después, incluso a veces mucho tiempo después.

Debido al carácter, a menudo no planificado, de cómo se hacen estas observaciones, se debe tener mucho cuidado en su interpretación. Por lo general, ningún científico prepara o planifica de antemano exactamente qué observaciones hacer. Incluso en el caso de los datos a largo plazo de un programa de monitoreo diseñado por científicos, las observaciones suelen usarse de forma inesperada.

En muchos casos los tipos de observaciones que discutimos aquí también son incontrolables: muchas variables, como la depredación,

los factores climáticos, el tamaño de la población y quizás los impactos humanos interactúan en grandes escalas de tiempo y espacio en conjuntos de datos de observación. A menudo no pudimos elegir cuáles de estas variables formaron parte del conjunto de datos y cuáles fueron controladas. Sin embargo, en algunos casos, existen controles “naturales” que se pueden usar para evaluar los efectos de una variable de interés (Diamond y Robinson 2010). Por ejemplo, el área ahora restringida alrededor de la planta nuclear de Chernobyl en Ucrania, que explotó en 1986, es un tipo de control sobre los impactos de los humanos en la vida silvestre. Sin humanos presentes durante 25 años, ahora podemos observar una proliferación de vida silvestre e incluso la evolución selectiva de organismos sin impactos humanos (Mycio 2006).

Sin embargo, en la mayoría de los casos, cuando las comparaciones controladas no son inherentes a los datos, corresponde al ecólogo realizar controles después del hecho dividiendo los datos de manera que se aislen los diferentes factores. Por ejemplo, cuando Rafe estudió los cambios en las comunidades de las pozas intermareales de la Bahía de Monterrey entre 1930 y 1993, obviamente no pudo controlar factores como la calidad del agua durante las seis décadas intermedias, pero pudo observar cómo se desempeñaron los organismos filtradores (que serían más afectados por cambios en la calidad del agua que otros animales) en relación con carroñeros o depredadores.

A pesar de las opciones para lidiar con variables no controladas ni manipuladas, la ecología basada en la observación aún plantea la pregunta: “¿Qué es la ciencia?” —y debajo de esa pregunta se encuentran otras incertidumbres que ponen nerviosos a algunos científicos. ¿Cómo se puede confiar en las reflexiones de un viejo naturalista muerto? ¿Cómo se pueden replicar las observaciones de una flota ballenera retirada? ¿Qué pueden decirnos las imágenes tomadas a millas de distancia de la Tierra sobre los mecanismos de las interacciones ecológicas en el suelo? Estos tipos específicos de preguntas reflejan una crítica más general de los enfoques observacionales. Esta línea de crítica enfatiza que no podemos acceder a los mecanismos que subyacen a los fenómenos ecológicos simplemente observándolos. O que las observaciones de naturalistas y pescadores son solo anecdóticas “historias de así fue” que

pueden sonar interesantes, pero que no equivalen a pruebas contundentes, confunde en lugar de resolver cuestiones ecológicas. Según este punto de vista, las observaciones equivalen a “coleccionar estampillas”, un pasatiempo sin un propósito mayor. Y siempre existe la advertencia, escuchada muchas veces en las críticas de nuestro propio trabajo, de que “la correlación no implica causalidad”. Todos estos argumentos tienen raíces legítimas, y ninguno de ellos puede descartarse con una sola defensa general, en otras palabras, se deben aplicar a cada estudio de observación. Al mismo tiempo, ninguno de estos argumentos es fatal para la premisa de que los enfoques de observación, incluso sin manipulaciones experimentales, pueden ser una fuente legítima de conocimiento científico ecológico.

En muchos casos, los enfoques observacionales pueden ser la única forma de entender algunos fenómenos ecológicos, especialmente a medida que esos fenómenos crecen en escala o se vuelven más inseparables, en sus causas y efectos, de la actividad humana. Argumentamos en este libro que nuestras habilidades de observación innatas son enormemente poderosas y subutilizadas. Creemos que estas habilidades se pueden entrenar para ser mejores, e incluso cuando nuestras habilidades de observación agudamente entrenadas alcanzan sus límites, podemos extenderlas aún más, expandiendo la escala y resolución de nuestras observaciones, fusionando nuestros sentidos innatos con las nuevas tecnologías. También rechazamos la noción de que nuestras habilidades de observación son demasiado propensas a los prejuicios como para ser confiables. De hecho, argumentamos lo contrario: a través del proceso de convertirnos en observadores más astutos del cambio ambiental a múltiples escalas de espacio y tiempo, nos volvemos más conscientes de nuestros posibles sesgos y, por lo tanto, somos más capaces de dar cuenta de ellos.

En las últimas décadas ha habido una creciente cantidad de investigación ecológica basada principalmente en datos de observación. El cambio en la ecología hacia la adopción de métodos de observación no es especulativo ni una tendencia pasajera, tanto cuantitativa como cualitativamente es muy real. Ya hay tendencias discernibles en las publicaciones científicas que indican este cambio; por ejemplo, tres revistas

líderes revisadas por pares actualmente publican un mayor porcentaje de estudios basados en la observación que hace 20 años, tal como discutimos en el Capítulo 2. A pesar de las malas condiciones económicas, surgen nuevos conjuntos de datos observacionales y esquemas de monitoreo a largo plazo.

Pero gran parte del cambio en la ecología no se cuantifica fácilmente. Esto se debe en parte a lo que sucede en el nivel de los estudiantes que desean tener una visión amplia de los métodos y los resultados de su investigación, pero cuyas contribuciones están subrepresentadas en el “fenotipo” general o apariencia exterior de la ciencia ecológica. Los estudiantes a veces se interesan en los métodos de observación arrasando a sus asesores hacia sus “nuevas” formas de hacer ecología. Pero estos estudiantes no están solos. Incluso los ecólogos que han construido carreras enteras con enfoques experimentales ingeniosamente diseñados están redescubriendo y defendiendo el poder de la observación. Además, la necesidad de abordar rápidamente los problemas mundiales está forzando a los ecólogos a saltar a las aguas impredecibles de la ecología basada en la observación.

En conjunto, todo esto significa que hay un impulso detrás de la expansión de los enfoques observacionales en ecología, y predecimos que continuarán desempeñando un papel más importante en la ecología. Pero hay dos características inusuales de este crecimiento. Primero, no creemos que este crecimiento deba hacerse a expensas de otros enfoques en ecología. Una mayor apreciación del poder de los estudios observacionales no significa que suplantarán los enfoques experimentales o teóricos. De hecho, ocurrirá todo lo contrario: abrazar la observación hace que los métodos experimentales sean más valiosos y eficientes porque en vez de tratar de responder preguntas que se abordan mejor mediante observaciones no manipuladas, los experimentos pueden usarse estratégicamente para llenar los vacíos que quedan una vez que se han realizado muchas observaciones en torno a un problema. Los enfoques observacionales también hacen que la teoría sea más valiosa porque proporcionan una vía de validación a partir de datos reales. Vemos este crecimiento de la observación como algo que estará completamente integrado dentro de la ecología. No hay necesidad de

declarar un nuevo campo de la ecología en la forma en que “biología de la conservación” o “ecología molecular” tienen sus propios cursos, revistas y sociedades lingüísticas y profesionales especializados. Más bien, el poder más importante de los enfoques observacionales es su potencial para crear una mejor integración dentro de la ciencia ecológica y entre la ciencia ecológica y el mundo en general.

El otro aspecto radica en que la ecología basada en la observación atraerá a más personas e ideas al mundo de la ecología, tanto por su simplicidad como por su complejidad. La simplicidad de salir a la naturaleza para contar, medir, observar y registrar abre la ecología a un mundo no elitista, no profesional, donde las personas que no se pasan la vida como ecólogos pueden, no obstante, contribuir a la ciencia ecológica como colectores de datos y consumidores de ideas ecológicas que luego pueden difundir e inculcar en otras disciplinas, como la política y el arte. El lado complejo de la ecología basada en la observación es un desafío que ya está siendo abordado por todo tipo de científicos que pueden no considerarse ecólogos, desde matemáticos con nuevos enfoques para el manejo de datos, biólogos moleculares con nuevas técnicas para observar relaciones ecológicas a escalas inferiores, hasta científicos del espacio que están diseñando nuevas misiones a los asteroides para estudiar la ecología de la Tierra primitiva.

Lo que encontrarás en este libro

En este libro abordamos cuatro desafíos principales. Primero, queremos dar una idea clara de cuáles son los enfoques observacionales de la ecología y dónde encajan en el contexto de la naturaleza cambiante de la ciencia ecológica. En segundo lugar, queremos considerar toda la gama de capacidades de observación que tenemos a nuestra disposición, desde nuestras capacidades de observación innatas (que van más allá de lo que podemos ver) hasta nuestras tecnologías y los muchos observadores entusiastas del mundo que ni siquiera se consideran científicos o ecólogos. En tercer lugar, queremos analizar los desafíos y las dificultades prácticas de utilizar un enfoque principalmente observa-

cional para lograr una comprensión científica del mundo ecológico. Finalmente, queremos mostrar cómo las observaciones pueden ser un puente entre la ciencia ecológica y la educación, la política ambiental y la gestión de los recursos naturales. El libro está dividido en cuatro partes que reflejan estos desafíos.

La Parte I establece el marco para comprender el papel de la ecología basada en la observación como parte de una iniciativa científica y social. En el Capítulo 1 establecemos cómo es la ecología basada en la observación, cómo se relaciona con su ascendencia en la historia natural y por qué es diferente del modo experimental dominante en la forma de hacer ecología. Ilustramos el alcance de los enfoques de observación, utilizando ejemplos de nuestro propio trabajo y otros para demostrar que los enfoques de observación se pueden utilizar en una amplia gama de actividades relacionadas con la ciencia ecológica. Vamos a delinear el (a veces sorprendente) rango de fuentes de datos, desde concursos de apuestas en Alaska hasta los registros eclesiásticos centenarios, que ya han contribuido a nuestra comprensión moderna del cambio ecológico. En el Capítulo 2 rastreamos la historia cíclica que han tenido los enfoques observacionales dentro de la ciencia ecológica formal, desde finales del siglo XIX cuando, por ejemplo, el naturalista Teddy Roosevelt se quejó de sus estudios en Harvard que “la tendencia era tratar como no serio, ni científico, cualquier tipo de trabajo que no se llevase a cabo con minuciosidad en el laboratorio” (Millard 2006), a la reciente reactivación del interés en la historia natural como un modo válido de investigación científica (por ejemplo, Greene 2005, Dayton 2003). Este capítulo nos llevará a la confluencia actual, donde tanto la historia natural tradicional como los nuevos enfoques observacionales que hubieran sido ajenos a los primeros historiadores naturales, están asumiendo un papel más respetable dentro de las ciencias ecológicas actuales.

La Parte II aborda el “cómo” de la ecología basada en la observación. Comenzamos en el Capítulo 3 ilustrando la importancia de utilizar múltiples sentidos de observación para lograr la comprensión ecológica. Usando ejemplos como las notables habilidades de observación del paleontólogo Geerat Vermeij a pesar de su ceguera permanente, demostramos que existe abundante información ecológica más allá de

nuestro campo visual. En el Capítulo 4 discutimos cómo ampliar nuestras capacidades de observación mediante la revisión de nuevas tecnologías que nos permiten expandir nuestros sentidos de observación innatos en las dimensiones del espacio, tiempo y espectros sensoriales. Los sensores remotos, por ejemplo, nos permiten ver cambios fenológicos y el avance de especies invasoras en regiones enteras y a diferentes escalas espaciales (Pauchard y Shea 2006). La biología molecular, que en el siglo XX causó una profunda brecha entre naturalistas y biólogos supuestamente más “rigurosos” (Wilson 1994), se presta a enfoques de observación que ahora se integran completamente con estudios ecológicos (p. Ej., Kozak, Graham y Wiens 2008; Alter, Rynes y Palumbi 2007; Sagarin y Somero 2006). Los sensores transportados por animales están convirtiendo esencialmente a los animales en observadores del mundo natural y en el proceso derrumbando suposiciones históricas sobre la ecología básica incluso de organismos altamente estudiados (Moll et al. 2007; Block 2005). Aquí consideramos a la metáfora del ecólogo Carlos Martínez del Río como el “cyborg ecológico” (Martínez del Río 2009), un organismo que combina las habilidades de observación de un científico, la pasión de un naturalista y la perspicacia técnica de un robot. En el Capítulo 5 argumentamos que el resurgimiento de los enfoques observacionales presenta una oportunidad sin precedentes para crear una ciencia ecológica más inclusiva, una tendencia que se hace evidente en la gran consideración actual a las formas locales y tradicionales de conocimiento ecológico, en el surgimiento de programas de ciencia ciudadana que son a la vez una herramienta educativa y una fuente de datos importante, y críticamente, en una aceptación de las metodologías de las ciencias sociales.

Este libro está destinado a ser un manual sobre las promesas y las trampas del creciente papel de la observación en la ecología. Por lo tanto, en la Parte III nos esforzaremos por abordar las deficiencias conocidas y potencialmente desconocidas de los enfoques observacionales. En el Capítulo 6 tratamos con las preguntas prácticas que surgen: ¿cómo podemos lidiar con la avalancha de datos que a menudo viene con los enfoques de observación? O, por otro lado, ¿cómo podemos lidiar con conjuntos de datos irregulares, a menudo recopilados por

observadores hace mucho tiempo? ¿Cómo podemos hacer ecología basada en la observación en circunstancias adversas, especialmente en el mundo en desarrollo, donde la ecología es a la vez pobre en recursos y en datos? Tales preguntas surgen en cierto grado en toda la ciencia, pero son especialmente agudas cuando existen restricciones significativas a la escala de los estudios ecológicos o al tipo de generalizaciones que se puede extraer de ellos. Argumentaremos en este libro que ya no podemos contar con poder manipular todas las variables que deseáramos si vamos a avanzar en ecología, pero hacer ciencia sin manipulación revive muchas preguntas que condujeron inicialmente a la ecología hacia el experimentalismo. En el Capítulo 7 abordaremos estos desafíos de la misma forma en que los experimentamos como ecólogos observacionales, como preguntas difíciles que surgieron durante el curso de la planificación de nuestra investigación, luego de largas horas llenas de dudas en terreno, o como las críticas que recibimos cuando comenzamos a compartir nuestro trabajo (y en nuestras primeras presentaciones fueron abordados por asesores, miembros del comité de graduados y profesores despiadados). ¿Cuándo las correlaciones entre los datos son lo suficientemente fuertes como para ser científicamente defendibles? ¿Podemos hacer ciencia sin hipótesis claras? ¿Y cómo podemos descubrir los mecanismos subyacentes de las interacciones ecológicas cuando todo lo que tenemos es lo que se ha observado?

La Parte IV se enfoca en lo que se puede hacer con todas estas observaciones y cómo pueden tener un impacto real en nuestra sociedad, yendo más allá de las vías tradicionales de publicación académica y presentaciones en conferencias. Una vez más, volvemos al poder potencial de los estudios basados en la observación para afectar la educación, las políticas y la gestión relacionadas con los recursos naturales y el cambio ambiental. En el Capítulo 8 argumentamos que los enfoques de observación pueden ser especialmente influyentes e informativos para los debates sobre políticas ambientales. Consideramos que los enfoques de observación no solo transmiten la información técnica necesaria para tomar decisiones políticas sólidas y claras, sino que también influyen en los aspectos emocionales y sociológicos de la formulación de políticas de una manera que otros pocos tipos de ciencia pueden. En el Capí-

tulo 9 argumentamos que las mismas reacciones viscerales que pueden ubicar los estudios observacionales en el centro de los debates sobre políticas también hacen que los estudios basados en la observación sean adecuados para la educación pública mejorando nuestras capacidades para relacionarnos con la naturaleza, sus problemas ambientales y de conservación. Tanto en la recopilación y el análisis de datos de la naturaleza como en la presentación de estudios ecológicos basados en la observación, los enfoques observacionales se traducen naturalmente en narrativas y metáforas convincentes que pueden comunicarse en una variedad de medios. Esto incluye la educación formal e informal en ciencias, desde revitalizar los sencillos cursos de campo basados en la historia natural hasta películas de naturaleza que usan sensores transportados por animales para revelar la ecología de organismos a los que pocos han tenido acceso previamente.

Concluimos considerando algunas de las propiedades emergentes de un enfoque observacional de la ecología. ¿Cómo podemos adoptar enfoques de observación para alejarnos de nuestros laboratorios y computadoras y volver a la apreciación de la naturaleza que impulsó la mayoría de nuestras carreras en la ciencia? Y, asimismo, ¿cómo puede la sociedad acercarse a la naturaleza al adoptar algunos principios básicos de la ecología basada en la observación?

A diferencia de un libro de texto, este libro combinará el análisis bastante serio de cuestiones como la filosofía de la ciencia con reflexiones muy personales de nuestro entusiasmo por los estudios observacionales y las dificultades que hemos tenido trabajando de una manera que aún no es parte de la corriente principal de la ecología científica. Además, aunque usamos análisis cuantitativos cuando es posible, muchos de los mensajes que esperamos transmitir serán contados a través de historias, que argumentamos (en el Capítulo 7) son medios válidos para expresar pensamientos científicos. Algunas de estas historias vendrán de algunos de los ecólogos más creativos que conocemos, quienes han escrito cuadros de textos complementarios en cada uno de los capítulos del libro. Esperamos, entonces, que leer este libro sea una experiencia amena y cautivadora.

El espíritu de este libro es que están surgiendo grandes e importan-

tes preguntas en vastos periodos de tiempo y espacio en nuestro planeta en constante cambio y que una creciente dependencia de la ecología basada en la observación —una tendencia que ya está ocurriendo— puede permitirnos finalmente responder estas preguntas. Esperamos que nuestra aproximación hacia ciertos temas a veces controvertidos rompa las viejas barreras entre los enfoques experimentales y de observación. Reconocemos que las manipulaciones experimentales han jugado y siempre seguirán desempeñando un papel vital en la ecología. Así como hay preguntas que los experimentos no pueden responder, también existen preguntas que las observaciones simples nunca podrán responder. De hecho, sostenemos que los estudios ecológicos más sólidos combinarán enfoques observacionales y experimentales en un intercambio iterativo entre las formas de lograr la comprensión ecológica.

Esperamos que la lección más importante de este libro sea que estamos ante un momento increíblemente emocionante para participar en la ciencia de la ecología. Estamos en medio de una nueva era de descubrimiento. Los avances en tecnologías de observación han documentado nuevas especies e incluso filos completos de organismos (Bourlat et al. 2006) y han revelado nuevos descubrimientos sorprendentes sobre especies tan familiares como las ardillas (Rundus et al. 2007), tan valoradas como el atún rojo (Block et al. 2005), y tan veneradas como las enormes ballenas (Alter, Rynes y Palumbi 2007). Los descubrimientos que se están realizando son asombrosos y aterradores. Además, la participación creciente de los no científicos en la observación ecológica (véase el Capítulo 5) está borrando la frontera entre científicos y no científicos. Y los enfoques observacionales permiten una transición más directa entre la ciencia en la práctica y la ciencia a la vista del público, disolviendo el límite percibido entre la comunicación científica y la comunicación pública. La ecología basada en la observación se construye a partir de historias que surgen directamente de las observaciones; cuando reporteros de periódicos, escolares, cineastas y funcionarios públicos nos preguntan “¿qué está pasando con este sistema?”, podemos comenzar a responder directamente, no con una explicación técnica y altamente calificada que depende de un escalamiento dudoso de los resultados de un metro cuadrado a miles de kilómetros cuadra-

dos, pero con una llamada directa para simplemente mirar los datos. Y finalmente, los límites que definen lo que se puede estudiar en ecología científica también están desapareciendo. Incluso los departamentos de ecología de las universidades más tradicionales y serias, ahora se encuentran llenas de estudiantes y profesores jóvenes interesados en temas como economía, derecho, política pública, historia y antropología para guiar sus investigaciones. Un efecto secundario inesperado de esto es que los ecólogos de hoy, especialmente los estudiantes, se liberan de la presión de “encontrar resultados publicables” a partir de experimentos que tienen un alcance bastante limitado. Por el contrario, a medida que un conjunto de variables cada vez mayor se vuelve disponible para su examen, las oportunidades para el descubrimiento fortuito de algo completamente inesperado son tan grandes como lo fueron cuando Darwin navegó alrededor del mundo en el *Beagle*.

Al igual que en los primeros días del descubrimiento ecológico, ahora hay razones profundamente apremiantes para abrazar la ecología basada en la observación. El planeta está cambiando, en muchos casos como resultado de nuestra incapacidad para administrar los sistemas naturales, pero ahora tenemos una mejor capacidad para comprender los patrones, la magnitud de esos cambios y compartir ese conocimiento con personas de todo el mundo.

SOBRE LOS AUTORES

RAFE SAGARIN (1971 – 2015), ecólogo marino y analista de políticas ambientales, hizo su pregrado en la Universidad de Stanford y su doctorado en la Universidad de California, Santa Bárbara. Utilizó observaciones de la historia natural y datos históricos de escritores, naturalistas, artistas e incluso de aficionados para evaluar los patrones históricos del cambio de los ecosistemas. Rafe era un profundo estudioso y amante de los ecosistemas marinos del Mar de Cortés en el Golfo de California y admirador incondicional de la expedición de 1940 de John Steinbeck y Ed “Doc” Ricketts. Rafe utilizó observaciones básicas de la naturaleza, siguiendo un enfoque inspirado en la filosofía ecológica de Ricketts, para entender cuestiones de amplio interés social, incluida la biología de la conservación, la protección de los recursos naturales e incluso temas políticos y socioeconómicos, como nuestra respuesta al terrorismo y otras amenazas a la seguridad. Fue por este último tema que fue ampliamente conocido más allá del mundo de los ecólogos, dictando charlas y liderando talleres para organismos de seguridad, políticos y empresarios.

Rafe fue beneficiario de una beca Guggenheim y miembro de la Sociedad Geológica de América. Trabajó en la Oficina de la Representante de los Estados Unidos, Hilda Solís, y más tarde en la Secretaría de Trabajo de los EE.UU. Fue profesor de ecología y política ambiental en la Universidad de Arizona, la Universidad de Duke, la Universidad Estatal de California - Bahía de Monterrey, la Universidad de Stanford y la Universidad de California - Los Ángeles. Su investigación apareció en *Science*, *Nature*, *Conservation Biology*, *Ecological Monographs*, *Trends in Ecology and Evolution*, *Foreign Policy*, *Homeland Security Affairs*, entre otras revistas líderes y periódicos. Con Terence Taylor, fue el editor del volumen *Natural Security: A Darwinian Approach to a Dangerous World* (University of California Press, 2008) y el autor de *Learning from the Octopus: How Secrets from Nature Can Help Us Fight Terrorist Attacks, Natural Disasters, and Disease* (Basic Books, 2012). Su último trabajo fue para el Biosphere 2, en el Estado de Arizona, un experimento a mesoescala donde esperaba poder replicar el Mar de Cortés. Rafe murió arrollado por un conductor ebrio mientras iba a su trabajo en bicicleta, lo sobreviven sus talentosas y valientes esposa Rebecca y sus dos hijas, Ella y Rosa.

ANÍBAL PAUCHARD nació en Santiago de Chile en 1974. Es ingeniero forestal de la Universidad de Concepción (1998) y doctor del College of Forestry and Conservation de la Universidad de Montana, EE.UU. (2002). Desde 2003 trabaja en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, donde actualmente es profesor titular y director del Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB). También es investigador del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB, Chile). Además, es profesor adjunto de la Universidad de Montana. Ha recibido numerosas distinciones por su trabajo científico, nacionales e internacionales. En el año 2012 fue reconocido como “Científico Joven más Destacado” por la Sociedad de Biología de Chile. Recientemente recibió el Premio W.S. Cooper de la Sociedad de Ecología Americana (ESA) al mejor paper en el área de la ecología de plantas.

Su investigación se centra principalmente en la ecología y la biogeografía de las invasiones biológicas y sus impactos en la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas. Aníbal ha estudiado la invasión de plantas en áreas naturales y seminaturales a través de gradientes altitudinales utilizando enfoques de múltiples escalas. Junto con investigadores de varios países, fue cofundador de Mountain Invasion Research Network (MIREN), que busca entender las causas y los impactos de los procesos de invasión en ecosistemas de montaña. Además, ha desarrollado investigación comparando las invasiones de plantas en distintas regiones del mundo. Aníbal ha publicado más de 100 artículos en revistas nacionales, internacionales y capítulos de libros editados, todas relacionadas con ecología y conservación.

Aníbal también está cada vez más interesado en temas más amplios de la ecología y la gestión de los recursos naturales, como la educación ambiental, la psicología de la conservación y las diferencias en la forma en que se manejan los problemas de conservación ente distintos países. Desde 2015 ha actuado como Autor Líder del capítulo de Las Américas del informe de IPBES (Intergovernmental Panel of Biodiversity and Ecosystem Services).

SOBRE LOS COLABORADORES

PAUL DAYTON es profesor emérito distinguido del Instituto de Oceanografía Scripps. Es ecólogo y naturalista marino, y ha recibido numerosos premios entre ellos de la Sociedad de Ecología Americana (ESA) y el premio Lifetime Achievement Award de la Western Society of Naturalists.

BRETT DICKSON es presidente e investigador jefe de Conservation Science Partners y profesor asociado de la Universidad del Norte de Arizona. Su investigación incorpora herramientas de la ecología del paisaje y la vida silvestre para resolver problemas de conservación en toda América del Norte.

DAVID DOBKIN es director ejecutivo emérito del Greater Hart-Sheldon Conservation Fund y del High Desert Ecological Research Institute en Bend, Oregon. Ha realizado investigaciones sobre una amplia variedad de taxones en paisajes áridos del oeste de América del Norte, centrándose en particular en la ecología de los paisajes de arbustos y estepas, con énfasis en las comunidades de aves ribereñas.

THOMAS L. FLEISCHNER es director ejecutivo del Instituto de Historia Natural, y profesor emérito del Prescott College. Su trabajo siempre está enraizado en la historia natural, la ecología y la biología de la conservación. Es editor de *Nature, Love, Medicine: Essays On Wildness and Wellness, and The Way of Natural History*, y autor de numerosos artículos y libros en historia natural y conservación.

ERICA FLEISHMAN es profesora y directora del Centro para el Manejo Ambiental de Military Lands, Colorado State University. Su investigación se centra en la integración de la ciencia de la conservación con la gestión de territorio público y privado en el oeste de los Estados Unidos.

BRENDON LARSON es profesor en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad de Waterloo. Es un científico social interdisciplinario que integra su experiencia de toda una vida como naturalista y biólogo con la investigación actual sobre las dimensiones sociales de la conservación de la biodiversidad.

JULIE LOCKWOOD es profesora en el Departamento de Ecología, Evolución y Recursos Naturales de la Universidad de Rutgers. Su investigación es transversal entre conservación biológica, biogeografía y ecología de invasiones. Tiene un laboratorio muy activo y diverso, y ha coescrito varios libros sobre conservación e invasiones biológicas.

GARY NABHAN posee la asignatura W. K. Kellogg en Southwest Borderlands Food and Water Security en el Southwest Center de la Universidad de Arizona. Es un célebre escritor de naturaleza, etnobotánico, biólogo de la conservación y activista de agricultura sostenible internacionalmente reconocido por *Utne Reader* y *Mother Earth News* como “el padre del movimiento de comida local”.

BARRON ORR es investigador líder de la Convención para el Combate de la Desertificación de la Naciones Unidas (UNCCD). Es además, Profesor Emeritus de la Universidad de Arizona en EE.UU., donde ejerce como especialista para NASA Geospatial Extension. Su investigación se focaliza en el acoplamiento entre sistemas naturales y humanos y la neutralidad para la degradación de la tierra.

STUART L. PIMM es el Profesor Doris Duke de Ecología de la Conservación en la Escuela Nicholas del Medio Ambiente en la Universidad de Duke. Sus intereses incluyen las ciencias ambientales, la política y la conservación. La experiencia de Pimm radica en la extinción de especies y lo que se puede hacer para prevenirlas, así como la pérdida de bosques tropicales y sus consecuencias para la biodiversidad.

KIRSTEN ROWELL es curadora de malacología en el Museo de Historia Natural y Cultura de Burke y profesora asistente en el Departamento de Biología de la Universidad de Washington. Su investigación abarca diversas disciplinas (geología, ecología y biología de la conservación) y utiliza remanentes óseos antiguos para revelar las historias nunca contadas de peces y almejas que han vivido a lo largo de alteraciones humanas de gran escala en sus hábitats.

RICARDO ROZZI es el director del Programa de Conservación Biocultural Subantártica coordinado por la Universidad de Magallanes (UMAG) y el Instituto de Ecología y Biodiversidad en Chile, y la Universidad del Norte de Texas (UNT) en los Estados Unidos. Es profesor en UNT, y su investiga-

ción integra ciencias ecológicas y la filosofía ambiental en la conservación biocultural.

ANNE SALOMON es ecóloga marina, Pew Fellow y profesora asociada en la Universidad Simon Fraser. Ella integra ecología comunitaria y ecología de ecosistemas con ciencias sociales para avanzar en el entendimiento de las interacciones y retroalimentaciones que determinan la resiliencia en sistemas socio-ecológicos.

STEVEN SESNIE es ecólogo espacial del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, Región Suroeste, en Albuquerque, Nuevo México. Se especializa en teledetección, caracterización del hábitat de la vida silvestre y ecología forestal.

TOM STOHLGREN es investigador principal del Laboratorio Nacional de Ecología de Recursos en la Universidad Estatal de Colorado. Está interesado en los ecosistemas alterados por el hombre y los efectos locales y globales de plantas invasoras, animales y enfermedades.

GEERAT J. VERMEIJ es un distinguido profesor en el Departamento de la Tierra y Ciencias Planetarias de la Universidad de California - Davis. Es un experto en ecología marina y paleoecología. Ha estudiado la morfología funcional de los moluscos marinos y las reacciones coevolucionarias entre depredadores y presas, y así como sus efectos sobre la morfología, la ecología y la evolución.

JAKE F. WELTZIN es ecólogo del Servicio Geológico de EE.UU. y director ejecutivo de la Red Nacional de Fenología de EE.UU. Sus intereses abarcan cómo la estructura y la función de las comunidades de plantas y los ecosistemas podrían responder al cambio ambiental global, incluida la química atmosférica, el cambio climático y las invasiones biológicas.

KRISTIN WISNESKI tiene una maestría en ecología y manejo de praderas en la Escuela de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidad de Arizona. Su trabajo e investigación se centra en el potencial que tiene la tecnología para ayudar a los jóvenes a aprender sobre ciencia mientras resuelven problemas en sus comunidades y el medio ambiente.