

De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile

Rozzi, Ricardo, Carolina Castro Jorquera, Luis Chavarría, Shaun Russell, Bernard Goffinet, Miguel Garcia, Kelli Moses, Tamara Contador, Francisca Massardo, Bruno Leibundgut, Teresa Paneque Carreño, Alain Smette, Itziar de Gregorio-Monsalvo y Alejandra Tauro

Chile es una tierra dibujada al ritmo de la propia naturaleza. Es un laboratorio natural que nos invita a mirar hacia arriba, al macrocosmos, y hacia abajo, al microcosmos. En ambos extremos de este largo y angosto país, las actividades científicas tienen un gran impacto global. Actualmente, más del 50 % de las observaciones astronómicas del mundo utilizan los telescopios del Observatorio Europeo Austral (ESO por su acrónimo en inglés) y de otras instituciones instaladas en el Desierto de Atacama, en el norte de Chile. Complementariamente, en su extremo sur, Chile estableció el Centro Internacional Cabo de Hornos para Estudios de Cambio Global y Conservación Biocultural (CHIC) para investigar los microcosmos, desde el organismo más grande, el planeta Tierra, hasta los más pequeños. El CHIC explora diversas formas de conocimiento y valores para comprender y proteger la biosfera en el contexto del cambio socio ambiental global. Esta exposición virtual potencia la integración de las ciencias, las artes y las humanidades mediante una novedosa asociación con el Centro Rachel Carson para el Medio Ambiente y la Sociedad, invitando a los visitantes a dejarse encantar a través de las múltiples escalas del cosmos.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta exposición está bajo licencia CC BY 4.0 Internacional, 2023 Ricardo Rozzi et al. Esto se refiere solo al texto y no incluye los derechos de imagen. Para obtener información sobre los derechos de autor de las imágenes anteriores, haga clic [aquí](#).

Cómo citar:

Rozzi, Ricardo, Carolina Castro Jorquera, Luis Chavarría, Shaun Russell, Bernard Goffinet, Miguel García, Kelli Moses, Tamara Contador, Francisca Massardo, Bruno Leibundgut, Teresa Paneque Carreño, Alain Smette, Itziar de Gregorio-Monsalvo y Alejandra Tauro. "From Hand Lenses to Telescopes: Exploring the Microcosm and Macrocosm in Chile's Biocultural Laboratories." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9506.

ISSN 2198-7696

Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions*

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Índice

[Acerca de la exposición](#)

[Introducción: Visibilizar lo invisible en los laboratorios naturales de las zonas extremas de Chile](#)

[Historia Historia de la exploración de la exploración](#)

[Diversidad y belleza](#)

[Haciendo visible el carbono y el cambio climático](#)

[Laboratorios naturales](#)

[El ecoturismo con lupas y el astroturismo con telescopios](#)

[Lecturas complementarias](#)

[Cronologías](#)

[Información sobre copyright](#)

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Acerca de la exposición

Desde mediados del siglo XX, se han establecido observatorios astronómicos en el norte de Chile para explorar el espacio exterior. Desde principios del siglo XXI, el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) se ha instaurado en el extremo sur de Chile para estudiar las respuestas de la biodiversidad subantártica al cambio climático. Dirigido por la Universidad de Magallanes en Chile y la Universidad del norte de Texas en Estados Unidos, en colaboración con otras instituciones gubernamentales y de investigación, el CHIC ha desarrollado un programa de investigación biocultural, educación y conservación a largo plazo para comprender, valorar y proteger la diversidad biológica y cultural. Con el apoyo del Gobierno de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, el CHIC inauguró un centro de investigación y educación de vanguardia vanguardia en el año 2022, ubicado en Puerto Williams, capital de la Provincia Antártica Chilena.

Esta exposición virtual presenta por primera vez la complementariedad de las investigaciones astronómicas y bioculturales realizadas en los extremos de Chile. Desde supernovas y constelaciones hasta organismos diminutos, los cielos más despejados del mundo sobre el Desierto de Atacama y las aguas y ecosistemas más limpios del planeta en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) ofrecen oportunidades únicas para explorar el macro y micro cosmos. El examen de las dimensiones biofísicas revela sorprendentes similitudes entre las estructuras y patrones de las galaxias y las rocas, ríos y organismos en la Tierra, incluidos los humanos. Esta investigación nos invita a apreciar la belleza del cosmos y a reflexionar sobre nuestros hábitos vitales para fomentar formas responsables de coexistencia con diversos habitantes humanos y no humanos.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Representación artística de la exploración a escala múltiple del CHIC. (1) La escala local está representada por la pequeña lupa con las nuevas instalaciones de investigación, educación y conservación del CHIC ubicadas en Puerto Williams, Chile, que consolidan dos décadas de colaboraciones internacionales activas, interdisciplinarias y a largo plazo. (2) La escala regional está ilustrada por el globo terráqueo invertido que indica la situación geográfica única del Cabo de Hornos como “cumbre meridional de las Américas”, que ofrece una región ideal (y aún poco estudiada) para investigar y monitorear el cambio climático global. (3) La escala global representada por la gran lupa que simboliza el enfoque de investigación del CHIC, integrando las ciencias naturales y sociales, las humanidades, la educación y la ética para apreciar las múltiples dimensiones del microcosmos y el macrocosmos. La constelación Cruz del Sur es una invitación a incorporar perspectivas de ambos hemisferios, el sur y el norte, para abordar los complejos retos del cambio socio-ambiental.

Imagen de CHIC.



Esta exposición está bajo licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo intelectual e institucional brindado por el Centro Rachel Carson (RCC), el Observatorio Europeo Austral (ESO), el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), la Universidad de Magallanes (UMAG) y la Universidad de North Texas (UNT).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Esta exposición virtual fue concebida por primera vez en agosto de 2021 en el RCC en Múnich, durante el taller “De lupas a telescopios: explorando el microcosmos y el macrocosmos” convocado por el Prof. Dr. Christof Mauch (director del RCC), Matías Undurraga Abott (cónsul general de Chile en Múnich, 2018-2022), el Prof. Dr. Xavier Barcons (director general de ESO, Múnich), y el Dr. Ricardo Rozzi (director del CHIC, y profesor de la Universidad del Norte de Texas, EE.UU., y de la Universidad de Magallanes, Chile).

El taller en el año 2021 en el RCC incluyó presentaciones del Dr. Martín Fonck (graduado del RCC y Ludwig-Maximilians-Universität de Múnich, Alemania), Dr. Kurt Jax (Departamento de Biología de la Conservación, Centro Helmholtz para la Investigación Ambiental-UFZ, Leipzig, Alemania), Teresa Paneque (astrónoma, Universidad de Chile y ESO), Dr. Christian Printzen (jefe de la sección de Criptógamas, Museo de Historia Natural de Senckenberg, Fráncfort, Alemania), y Dra. Laura Sánchez (CHIC y Universidad de Magallanes, Chile).

Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a Pauline Kargruber, Dr. Jonatan Palmblad (“Jonte”), Andreas Jünger, y a todo el equipo del RCC, así como a Mónica Araus, Rolando Martínez, Paulina Llanos, Jennifer Torres, y al equipo de investigación interdisciplinario del Parque Omora en el CHIC. Ricardo Rozzi expresa su agradecimiento por la oportunidad para visitar el RCC y por la valiosa experiencia como becario de Carson entre mayo y agosto de 2021.

Esta exposición ha sido parcialmente financiada por la iniciativa “Líquenes subantárticos, un nuevo centinela del cambio climático global: primer curso internacional y herbario virtual de criptógamas de altas latitudes (ANID-FOVI210059)”, otorgado en 2021 a la Fundación Omora en colaboración con el CHIC, la Universidad de Magallanes (UMAG) y la Universidad de Talca, Chile, y por CHIC-ANID/BASAL (FB210018), Chile.

Los Autores

Ricardo Rozzi es un ecólogo y filósofo chileno. Rozzi es profesor en la Universidad del Norte de Texas en Estados Unidos y en la Universidad de Magallanes en Chile, donde es director del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC). Ha acuñado tres términos interrelacionados: “conservación biocultural”, “homogeneización biocultural” y “ética biocultural”. Este último valora los vínculos vitales entre los modos de vida de los organismos que comparten un hábitat común. Lideró la creación de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (2005) de la UNESCO y del Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso del Drake (2019). También introdujo por primera vez la metodología de “filosofía ambiental de campo” para la educación biocultural, generando innovaciones en temas y actividades de turismo de interés especial, como “Ecoturismo con Lupa”. Puede encontrar más información sobre su trabajo [aquí](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Carolina Castro Jorquera es una historiadora del arte y curadora chilena. Actualmente trabaja como profesora visitante en el programa de maestría “Investigación y Creación de Imágenes” de la Universidad Finis Terrae de Santiago. Su libro *Camino de la conciencia: Mira Schendel, Víctor Grippo y Cecilia Vicuña*, fue publicado por Ediciones Universidad Finis Terrae en 2020. Como curadora, ha organizado numerosas exposiciones en América y Europa. Carolina es magíster en arte contemporáneo y cultura visual del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía y doctora en historia del arte de la Universidad Autónoma de Madrid. Puede encontrar más información sobre su trabajo [aquí](#).

Shaun Russell es un científico medioambiental con 45 años de experiencia como profesor e investigador en conservación de la biodiversidad y gestión de áreas protegidas en todo el mundo. Fue profesor en Gran Bretaña y Sudáfrica y decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Namibia. También trabajó para los programas antárticos británico y sudafricano. En la actualidad, el Dr. Russell es director del Jardín Botánico Treborth de la Universidad de Bangor, en Gales, y en los últimos 20 años ha aplicado sus conocimientos especializados sobre musgos y líquenes a la conservación de hábitats en el extremo sur de Chile.

Bernard Goffinet es profesor de ecología y biología evolutiva en la Universidad de Connecticut (EE.UU.). Sus investigaciones se centran en la diversidad y evolución de musgos y líquenes a partir de trabajos de campo en América, Asia y África. También se dedica a dar a conocer estos organismos menos conocidos mediante paseos, libros y exposiciones. Completó su licenciatura y magíster en la Universidad de Lieja, Bélgica, con una tesis centrada en las epífitas de los bosques antiguos, y obtuvo su doctorado en la Universidad de Alberta, Canadá, por su estudio sobre la evolución de los musgos. Ha editado y escrito varios libros y actualmente es presidente de la Asociación Internacional de Briólogos. Puede obtener más información sobre su trabajo [aquí](#).

Kelli Moses es la coordinadora internacional del Centro Internacional Cabo de Hornos y del Programa de Conservación Biocultural Subantártica de la Universidad de Magallanes. Tiene una licenciatura en biología y un magíster en ciencias ambientales de la Universidad del Norte de Texas. Ha desempeñado diversas funciones en el Programa de Conservación Biocultural Subantártica, tanto en Estados Unidos como en Chile, desde el año 2005, y en el Centro Internacional Cabo de Hornos desde el año 2022. Coordina las visitas internacionales al Parque Etnobotánico Omora, los cursos de campo y las experiencias de investigación de los estudiantes, así como la línea editorial sobre conservación biocultural del programa antes citado.

Tamara Contador es profesora e investigadora de la Universidad de Magallanes en Chile. Es investigadora del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), del Instituto Milenio para la Biodiversidad de los Ecosistemas Antárticos y Subantárticos (BASE) y del Núcleo Milenio de Salmónidos Invasores (INVASAL). Su investigación se centra en las adaptaciones de los

invertebrados terrestres y de agua dulce al cambio climático, especialmente en los ecosistemas antárticos y subantárticos. Trabaja en el Parque Omora de la Isla Navarino, donde trata de promover la integración de la ética medioambiental y las ciencias ecológicas para contribuir a la conservación biocultural en ecosistemas de agua dulce. Puede obtener más información sobre su trabajo [aquí](#).

Francisca Massardo es profesora de la Universidad de Magallanes (UMAG), Chile. Es agrónoma, máster y doctora en fisiología vegetal de la Universidad de Chile, y becaria postdoctoral en conservación biocultural en la Universidad de Connecticut (EE.UU.). Desde el año 2000 ha dirigido iniciativas de conservación: la creación del Parque Etnobotánico Omora, la Fundación Omora y el Centro Subantártico Cabo de Hornos. También es directora del Programa de Conservación Biocultural Subantártica de la UMAG e investigadora principal del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC). Ha integrado las ciencias básicas y aplicadas a la conservación, centrándose en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos de la UNESCO, Chile. Puede obtener más información sobre su trabajo [aquí](#).

Miguel García Corrales es un profesional y académico con más de 20 años de experiencia en el desarrollo de estudios y proyectos relacionados con el paisaje, el patrimonio, la evaluación ambiental de proyectos, y el turismo sostenible, con un enfoque en América Latina. Sus investigaciones y proyectos se han centrado en el estudio del paisaje natural y cultural como activos fundamentales para el desarrollo endógeno del turismo sostenible. Durante 10 años ha sido profesor asociado de la Escuela de Arquitectura del Paisaje de la Universidad Central de Chile, director de proyectos del Instituto del Patrimonio Turístico de la Universidad Central de Chile, y desde el año 2023 es responsable del área de turismo del Centro Internacional Cabo de Hornos (Basal-ANID) liderado por la Universidad de Magallanes.

Alejandra Tauro es una bióloga argentina que trabaja en El Colegio de Puebla, en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, y en el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), Chile. Se licenció como bióloga y profesora de biología en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Obtuvo una maestría y un doctorado en ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México, y una maestría en desarrollo sostenible en la Universidad de Lanús / FLACAM-CEPA, Argentina. Su investigación se centra en la ecología y la biología de la conservación, incorporando una perspectiva biocultural y metodologías inter y transdisciplinarias para abordar la heterogeneidad de los vínculos entre el bienestar humano y la naturaleza. Tauro ha trabajado en la interfaz entre el mundo académico y las organizaciones de la sociedad civil, contribuyendo a prácticas de conservación biocultural que fomentan la colaboración comunitaria y entre actores.

Luis Chavarría es licenciado y doctor en ciencias con mención en Astronomía por la Universidad de Chile. Realizó su tesis doctoral en el Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian y ha realizado

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

estudios postdoctorales en Chile, Francia y España, centrándose en proyectos relacionados con el proceso de formación estelar. En el año 2013, se incorporó a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) como astrónomo de apoyo y coordinador chileno del telescopio APEX (Atacama Pathfinder Experiment). En el año 2016, asumió como director del Programa de Astronomía, coordinando estrategias para fortalecer la colaboración internacional y apoyar la inmensa y creciente infraestructura científica instalada en Chile en beneficio de la comunidad científica local. En 2021 se incorporó al Observatorio Europeo Austral (ESO) y se desempeña como representante de ESO en Chile. Es el primer ciudadano chileno en ocupar este cargo en los 60 años de ESO.

Bruno Leibundgut ha desarrollado su carrera como astrofísico por más de 30 años. Sus contribuciones científicas abarcan desde la nucleosíntesis en explosiones estelares hasta la evolución del universo. Tras doctorarse en la Universidad de Basilea (Suiza), trabajó como investigador junior en la Universidad de Harvard (Cambridge, Massachusetts) y en la Universidad de California (Berkeley). Durante casi 30 años ha sido astrofísico en el Observatorio Europeo Austral (ESO). Ocupó diversos cargos en esta organización intergubernamental, entre ellos el de director para la ciencia. Bruno Leibundgut está profundamente implicado en las operaciones de grandes telescopios y actualmente es científico del programa del Telescopio Muy Grande (Very Large Telescope, VLT). Desde el año 2012 es también profesor honorario de la Universidad Técnica de Múnich.

Teresa Paneque Carreño es magíster en astronomía y doctoranda en el Observatorio Europeo Austral, a través del programa internacional Max Planck Research School, y en la Universidad de Leiden. También es autora de los libros infantiles *El universo según Carlota* (2021-2023) y realiza divulgación astronómica a través de las redes sociales (@terepaneque). Sus intereses científicos giran en torno a los procesos de formación de planetas y la distribución y abundancia de moléculas en discos protoplanetarios.

Alain Smette es astrónomo de operaciones en el Observatorio Europeo Austral desde 2004. Se doctoró en la Universidad de Lieja, Bélgica, en 1994. Tras una estancia postdoctoral en el Instituto Astronómico Kapteyn de Groningen (Países Bajos) trabajó como investigador asociado en el Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA y regresó a Lieja en 2001. Sus intereses de investigación incluyen el estudio de líneas de absorción en los espectros de cuásares y resplandores ópticos de estallidos de rayos gamma, lentes gravitacionales y núcleos galácticos activos. Como miembro del departamento de Operaciones Científicas de Paranal, fue sucesivamente científico de los instrumentos VISIR y CRIRES, y coordinador del equipo de operaciones de instrumentos. Actualmente es científico de sistemas en el grupo de ingeniería de sistemas del Observatorio Paranal.

Itziar de Gregorio-Monsalvo es astrofísica en el Observatorio Europeo Austral (ESO) en Chile, donde ejerce como jefa de la Oficina para la Ciencia y de la Facultad. Anteriormente, fue jefa del

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

grupo de gestión del Programa Atacama Large Millimeter Array. Realizó su doctorado en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial de España, utilizando las antenas de la Red de Espacio Profundo de la NASA para realizar estudios de formación estelar en longitudes de onda centimétricas. Se unió a ESO en 2006 como becaria de ESO ALMA con funciones en el telescopio Atacama Pathfinder Experiment (APEX), la Instalación de Pruebas de Atacama en Socorro, Nuevo México, y las Instalaciones de Apoyo a las Operaciones cerca de San Pedro de Atacama, en Chile. Su investigación se centra en las estrellas enanas marrones y la formación de planetas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Introducción: Visibilizar lo invisible en los laboratorios naturales de las zonas extremas de Chile

Laboratorios naturales de Chile: los ojos del mundo para explorar el microcosmos y el macrocosmos



Figura 1. Esta fotografía fue tomada en el extremo norte del Salar de Atacama, el mayor salar de Chile. El salar está cerca de San Pedro de Atacama, un pueblo del norte de Chile muy popular entre los turistas chilenos y extranjeros. El salar alberga dos lagunas similares de agua dulce muy próximas entre sí: Ojos del Salar. Fotografía de Adhemar Duro, s.f.

Imagen de Adhemar Duro. Cortesía de ESO.

Haga clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está bajo una [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Un laboratorio natural se define como un lugar único a nivel mundial. Para establecerse como tal, además de los aportes al conocimiento y la innovación, se requieren dos particularidades: la

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

definición e implementación de una política pública enfocada en un problema u oportunidad de relevancia nacional y/o global y el desarrollo de una masa crítica en alguna disciplina que haya logrado impacto internacional. En el extremo norte de Chile, el Desierto de Atacama se ha establecido como un laboratorio natural para observaciones astronómicas, mientras que en el extremo sur del país, la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) ofrece un sitio ideal para la investigación sobre el impacto del cambio climático (y el cambio socio-ambiental global más ampliamente) en la diversidad biológica y cultural. En esta sección presentamos, primero, los atributos biofísicos, y luego los conceptuales e institucionales de estos laboratorios: sitios especiales que emergen de Chile como “ojos del mundo” para investigar el macrocosmos y el microcosmos.

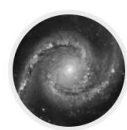
Lee a continuación los fundamentos y motivaciones de nuestra investigación, o sumérgete directamente en el microcosmos y el macrocosmos explorando los distintos capítulos temáticos en tu propio orden.

Los singulares Ubicaciones geográficas de los laboratorios naturales de Chile

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos

En el extremo sur de Chile, la ubicación geográfica del Cabo de Hornos, en la latitud extrema del continente americano, es ideal para investigar las respuestas de la biodiversidad al cambio climático, ya que el relieve se asemeja a una “cumbre” con una pequeña superficie terrestre especialmente sensible a los cambios graduales de temperatura. El suroeste de Sudamérica y otros ecosistemas de

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

latitudes y altitudes elevadas están experimentando algunas de las tasas de calentamiento más rápidas del planeta. Sin embargo, los estudios de seguimiento y experimentación de las respuestas ecológicas de la biota terrestre subpolar y alpina al cambio climático se han concentrado en las zonas subárticas o montañosas del hemisferio norte. En el hemisferio norte, se ha demostrado que el cambio climático está modificando la distribución y composición de las especies, las interacciones ecológicas claves y el funcionamiento de los ecosistemas. En el Cabo de Hornos, los investigadores estudian si se están produciendo cambios similares en el suroeste de Sudamérica mediante métodos experimentales, modelización y seguimiento a largo plazo. A escala global, este trabajo permite comprender mejor las consecuencias del cambio climático mediante el análisis de los sistemas climáticos y las respuestas de la biodiversidad y los ecosistemas a las tendencias de calentamiento en latitudes altas en general. En este sentido, la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) posee al menos diez atributos únicos:

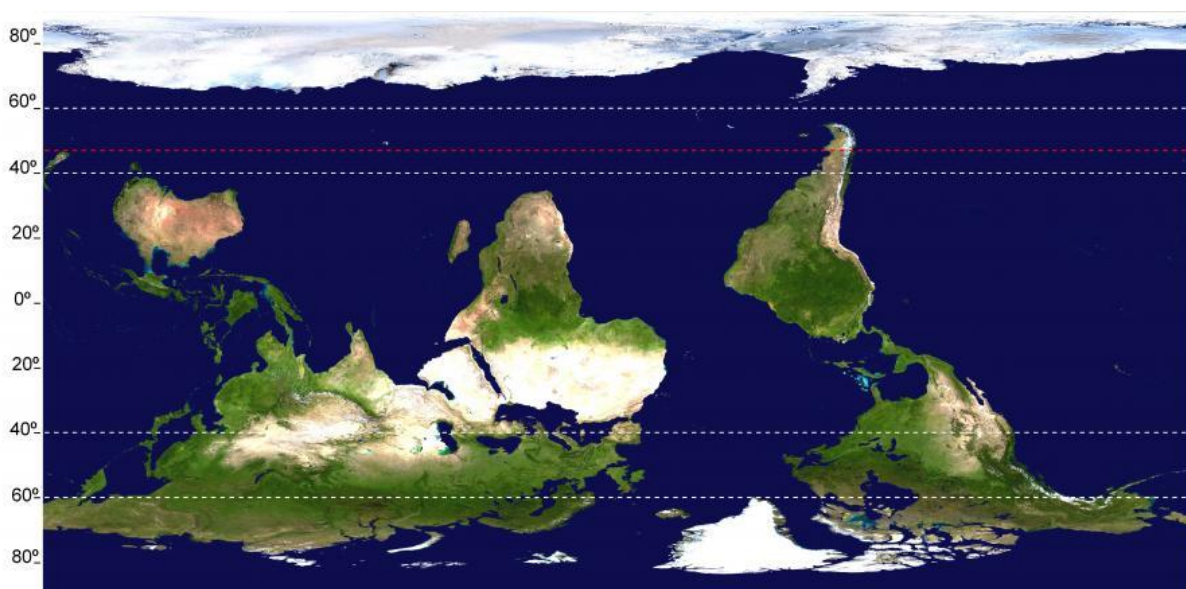


Figura 2. Mapa del mundo con el sur en la parte superior que ilustra cómo el Cabo de Hornos emerge como cumbre de las Américas. La línea roja discontinua marca la latitud 47° S, que corresponde a los bosques más meridionales de Nueva Zelanda. Los bosques del Cabo de Hornos se sitúan a 56° S, casi diez grados de latitud más al sur que los de Nueva Zelanda y representan los bosques más meridionales del mundo. Las líneas blancas discontinuas delimitan los rangos latitudinales entre 40° y 60°, mostrando el marcado contraste entre los hemisferios sur (predominantemente oceánico) y norte (predominantemente continental). Figura modificada a partir de Rozzi (2018).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la ley de derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

(1) *La RBCH no tiene réplica geográfica en el hemisferio sur.* Así como el Monte Everest emerge como la cumbre de mayor altitud del mundo, el Cabo de Hornos emerge como la cumbre más austral del continente americano (Figura 2). El Cabo de Hornos alberga también los bosques de mayor latitud del hemisferio sur. Debido a su posición altitudinal o latitudinal, el Everest y el Cabo de Hornos, están expuestos a condiciones climáticas únicas y extremas, un atributo que adquiere mayor relevancia cuando lo confrontamos con el cambio climático global. El documento presentado ante la UNESCO para crear la RBCH en 2005 inicia con esta declaración.

(2) *Biodiversidad única y altos niveles de endemismo.* Los frondosos bosques y páramos de la RBCH y la ecorregión subantártica de Magallanes albergan más del 5 % de las especies de briófitas (musgos y hepáticas) descritas en todo el mundo, que se encuentran en menos del 0,01 % de la superficie terrestre del planeta. Además, cerca del 60 % de las especies de briófitas son endémicas del bioma de los bosques templados.

(3) *Uno de los últimos espacios naturales del mundo.* En el siglo XXI, el Cabo de Hornos, enclavado en la ecorregión subantártica de Magallanes, ha sido identificado como una de las 24 áreas silvestres que quedan en el planeta, debido a que (i) conserva más del 70 % de su cubierta vegetal original, (ii) abarca un área de más de diez mil kilómetros cuadrados que carece de conectividad terrestre así como de desarrollo industrial y urbano, y (iii) tiene una de las densidades de población humana más bajas en latitudes templadas (0,14 habitantes por kilómetro cuadrado).

(4) *Clima oceánico.* A diferencia del clima continental (inviernos gélidos y veranos calurosos) que caracteriza a los bosques boreales, el clima de los bosques subantárticos del Cabo de Hornos está moderado por una fuerte influencia oceánica que determina sus inviernos suaves y veranos frescos. Las condiciones climáticas isotérmicas registradas en los bosques subantárticos podrían ser un factor determinante de mayor longevidad y de diferentes patrones migratorios de aves en comparación con los bosques subpolares del hemisferio norte.

(5) *Cabo de Hornos: “un embudo geográfico” para las especies de aves migratorias de bosques.* A diferencia de los bosques boreales del hemisferio norte, que ofrecen una vasta extensión de hábitat para las aves migratorias reproductoras que vienen de regreso, el Cabo de Hornos se caracteriza por ser un estrecho extremo donde convergen las aves migratorias de los bosques. Este atributo geográfico presenta ventajas metodológicas para el estudio de la migración y proporciona un laboratorio natural único para estudios comparativos interhemisféricos de la avifauna de los bosques subpolares. Debido a su comportamiento migratorio, las aves de los bosques subpolares del hemisferio norte se estudian, hoy en día, como un indicador biológico sensible del cambio climático global. Las aves de los ecosistemas subpolares del Cabo de Hornos constituyen un valioso indicador de grupo para vigilar el cambio climático global en condiciones ambientales - biológica, geográfica y climáticamente - diferentes a las de los ecosistemas subpolares del hemisferio norte.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

(6) *La mayor superficie de bosques templados y subpolares del hemisferio sur.* El Cabo de Hornos, en la ecorregión subantártica de Magallanes, forma parte del bioma del bosque templado sudamericano, que se extiende a lo largo de 26 grados de latitud (30°S-56°S) y cubre una superficie de unos 15,6 millones de hectáreas en el suroeste de Sudamérica. Esto representa la mayor extensión de bosques templados que queda en el hemisferio sur, más del doble que los 5,9 millones de hectáreas de los bosques templados de Nueva Zelanda (40°S-47°S) y Tasmania (41°S-44°S) juntos. Así pues, el suroeste de Sudamérica representa un laboratorio natural único.

(7) *El agua de lluvia y los arroyos más limpios del mundo.* Debido a que el suroeste de Sudamérica está situado fuera de las corrientes de aire que transportan contaminantes industriales y recibe tormentas de lluvia que se originan sobre el sur del Océano Pacífico, los bosques australes y sus ecosistemas asociados están en gran medida libres de contaminación atmosférica. La química de las precipitaciones en esta región revela una de las concentraciones de nitratos más bajas jamás registradas. Por lo tanto, los suelos y arroyos del Cabo de Hornos proporcionan una base de referencia única para estudiar los vínculos entre la atmósfera y la biosfera en condiciones similares a las que prevalecían antes de la revolución industrial.

(8) *Insectos y ecosistemas muy sensibles al cambio climático.* Las regiones de alta latitud de la Península Antártica y la ecorregión subantártica de Magallanes forman parte de las zonas que más rápidamente se han calentado en el mundo, mostrando un retroceso significativo de los glaciares y una reducción de la capa de nieve y hielo en los ecosistemas terrestres y de agua dulce. Estas regiones están habitadas por organismos, como los insectos, que son muy sensibles a los cambios ambientales, por lo que se consideran como modelos para estudiar los efectos del cambio climático en los ecosistemas y la biota.

(9) *Campos de hielo patagónicos.* El suroeste de Sudamérica contiene vastas áreas de hielo continental: 4.200 kilómetros cuadrados en el Campo de Hielo Patagónico Norte, 13.000 kilómetros cuadrados en el Campo de Hielo Patagónico Sur y 2.300 kilómetros cuadrados en los extensos sistemas glaciares de la Cordillera Darwin en Tierra del Fuego y los archipiélagos vecinos en la RBCH. En conjunto, estos glaciares son (i) las mayores masas de hielo del hemisferio sur, aparte de los de la Antártica; (ii) inmensos depósitos de agua dulce; (iii) depositarios únicos de registros de cambios climáticos pasados en altas latitudes australes; y (iv) más sensibles al cambio climático global que los glaciares de Alaska.

(10) *La mayor superficie de parques y reservas de la biosfera del hemisferio sur templado.* Varias áreas protegidas en la ecorregión subantártica de Magallanes, en Chile, ofrecen oportunidades para la conservación y la investigación científica dentro del bioma del bosque templado austral. La RBCH y el Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake protegen una superficie de 25 millones de hectáreas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

En la actualidad, el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) contribuye a tres innovaciones de relevancia mundial para avanzar en la comprensión de los complejos retos del cambio socioambiental global y para reorientar los procesos que llevan tanto a la pérdida de diversidad biológica y cultural, como a la degradación de los ecosistemas hacia procesos de conservación biocultural que promuevan la sostenibilidad social, económica y medioambiental. En primer lugar, el CHIC proporciona un nuevo Centro de Excelencia Científica y Tecnológica en una zona remota que alberga los ecosistemas forestales más meridionales del mundo a 56° S (es decir, nueve grados de latitud al sur de la isla más meridional de Nueva Zelanda). Por consiguiente, el Cabo de Hornos no tiene equivalente geográfico en el hemisferio sur. Así pues, el CHIC contribuirá a resolver un vacío geográfico en el seguimiento mundial y la investigación ecológica a largo plazo sobre las respuestas al cambio climático por parte de la biodiversidad y los ecosistemas subantárticos (terrestres, de agua dulce y costero-marinos). En segundo lugar, el CHIC está aplicando un novedoso enfoque biocultural que incluye múltiples formas de conocimientos y valores ecológicos e integra las ciencias naturales, las ciencias sociales, la educación y la ética medioambiental. Con este enfoque, el CHIC está investigando la homogeneización biocultural, un nuevo motor indirecto del cambio socioambiental global que conlleva pérdidas entrelazadas de diversidad biológica y cultural a escala local, regional y global. De este modo, el CHIC contribuirá a resolver una laguna conceptual al abordar un nuevo impulsor indirecto del cambio global que combina factores bióticos y culturales. En tercer lugar, el CHIC está innovando al integrar este marco biocultural en la investigación transdisciplinaria para el diseño y la evaluación de (i) políticas socioambientales, (ii) actividades económicas sostenibles, (iii) metodologías educativas vinculadas al patrimonio biocultural, y (iv) planes de gestión de áreas protegidas marinas y terrestres. Este enfoque es coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y con el Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la UNESCO, que proporciona una plataforma internacional para facilitar su aplicabilidad en otras regiones del mundo.



El Desierto de Atacama

En el extremo norte de Chile, se encuentra el Desierto de Atacama, el desierto cálido más árido del mundo, con una superficie de 105.000 kilómetros cuadrados. Por sus características geológicas, geomorfológicas y climáticas, este desierto posee cualidades excepcionales para las observaciones astronómicas. Una media de 330 noches despejadas al año, un clima seco y la Cordillera de los

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Andes, con numerosas montañas de más de 3.000 metros de altitud, hacen del Desierto de Atacama el mejor lugar del planeta para construir radiotelescopios y telescopios ópticos. Uno de los mayores proyectos lo ha emprendido el Observatorio Europeo Austral (ESO), que con sus telescopios ha logrado grandes avances en astronomía. Entre ellos:



Figura 3. El impresionante llano de Chajnantor, en el Desierto de Atacama, a cinco mil metros de altitud en los Andes chilenos, alberga el Atacama Large Millimetre/submillimeter Array (ALMA). Su duro entorno de aire seco, aislamiento y nubosidad casi inexistente lo convierten en uno de los mejores lugares del mundo para las observaciones astronómicas. Fotografía de G. Rojas, s.f.

Cortesía de G. Rojas/ESO.

Haga clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

(1) *Estrellas orbitando el agujero negro de la Vía Láctea*. Los telescopios insignia de ESO revelaron empíricamente, por primera vez, los efectos predichos por la relatividad general de Einstein sobre el movimiento de una estrella que atraviesa el campo gravitatorio extremo cercano al agujero negro supermasivo del centro de la Vía Láctea.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

(2) *Universo en aceleración.* Basándose en observaciones de estrellas en explosión, incluidas las de los telescopios de ESO en La Silla y Paranal, dos equipos de investigación independientes han demostrado que la expansión del universo se está acelerando.

(3) *Planeta encontrado en la zona habitable alrededor de la estrella más cercana, Próxima Centauri.* La plataforma astronómica de ESO en el Desierto de Atacama ha demostrado que este planeta es un mundo rocoso un poco más masivo que la Tierra. Se trata del exoplaneta más cercano a nosotros, y también podría ser la posible morada más cercana para la vida fuera del sistema solar.

(4) *Astrónomos captan la primera imagen de un agujero negro.* ESO, ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) y APEX (Atacama Pathfinder Experiment) contribuyeron a observaciones que llevaron a un cambio de paradigma, basadas en la primera evidencia visual directa de un agujero negro supermasivo y su sombra. La imagen revela un enorme agujero negro en el centro de Messier 87, una galaxia masiva en el cúmulo cercano de galaxias de Virgo.

(5) *Revolucionaria imagen de ALMA revela génesis planetaria.* En 2014, ALMA reveló detalles notables de un sistema solar en formación y mostró cómo los planetas en formación aspiran polvo y gas en un disco protoplanetario.

(6) *Primera imagen de un exoplaneta.* El Proyecto Very Large Telescope (VLT) de ESO en Paranal obtuvo la primera imagen de un planeta fuera de nuestro sistema solar. Este planeta tiene una masa equivalente a 5 veces la de Júpiter y orbita alrededor de una estrella fallida (una enana marrón) a una distancia de 55 veces la distancia media entre la Tierra y el Sol.

(7) *Primera luz de una fuente de ondas gravitacionales.* Los telescopios de ESO en Chile han detectado la primera contrapartida visible de una fuente de ondas gravitacionales. Este objeto único es probablemente el resultado de la fusión de dos estrellas de neutrones, que dispersan elementos pesados como el oro y el platino por todo el universo.

(8) *Mediciones directas de los espectros de exoplanetas y sus atmósferas.* Por primera vez, utilizando el Very Large Telescope (VLT) de ESO, se estudió el planeta GJ 1214b cuando pasaba por delante de su estrella progenitora. Parte de la luz estelar atravesó la atmósfera del planeta, mostrando que, o bien es mayoritariamente agua en forma de vapor, o bien está dominada por gruesas nubes o brumas.

(9) *Medición independiente de la temperatura cósmica.* Se detectaron por primera vez moléculas de monóxido de carbono en una galaxia situada a casi 11.000 millones de años luz gracias al Very Large Telescope de ESO. Esto permitió a los astrónomos obtener la medición más precisa de la temperatura cósmica en una época tan remota.

(10) *Sistema planetario récord.* Utilizando telescopios terrestres y espaciales, incluido el Very Large Telescope de ESO, los astrónomos han descubierto un sistema de siete planetas del tamaño de la Tierra a solo 40 años luz de distancia. Tres de los planetas se encuentran en la zona habitable y podrían albergar océanos de agua en sus superficies, lo que aumenta la posibilidad de que el sistema estelar pueda albergar vida. Este sistema cuenta con el mayor número de planetas del tamaño de la Tierra encontrado hasta la fecha y con el mayor número de mundos que podrían albergar agua líquida en sus superficies.

Según ESO, los próximos años traerán nuevos descubrimientos que revolucionarán nuestra comprensión del universo. La plataforma astronómica ha sido instalada en parte gracias a la logística y tecnología que ofrecen las industrias e infraestructuras asentadas en el Desierto de Atacama, rico en recursos minerales metálicos como el cobre (Chile es el mayor productor mundial y posee el 28 % de las reservas mundiales) y no metálicos como el litio (Chile posee el 39 % de las reservas sudamericanas). Al mismo tiempo, esta condición natural de Chile genera crecientes desafíos para una gestión sostenible que respete la diversidad biológica y cultural singular que coexiste en el Desierto de Atacama.

La exposición virtual original incluye la opción de cambiar entre las perspectivas del microcosmos y el macrocosmos. Haciendo clic en los círculos que se presentan arriba.

Un enfoque biocultural único

Los hechos científicos guían nuestra forma de cohabitar el microcosmos y el macrocosmos. Los telescopios y las lupas nos ayudan a percibir, comprender y valorar la diversidad. Los seres más grandes (como constelaciones, estrellas y planetas) y los más pequeños (como musgos, insectos, bacterias y virus) a menudo pasan desapercibidos en nuestra vida cotidiana (Figuras 4a y 4b). La ciencia y la tecnología nos ayudan a observar e investigar el cosmos, haciendo visible lo invisible; pero esto no es suficiente. No tenemos los ojos libres de sesgos; vemos a través de las “lentes” de nuestros conceptos, nuestros valores, nuestras visiones del mundo, nuestras culturas. Dado que la forma en que percibimos el mundo se nutre de estos diversos aspectos, introducimos el concepto de *laboratorios bioculturales*.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 4a. La observación lenta de los “bosques en miniatura del Cabo de Hornos” a través de una lente de aumento o una lupa nos ayuda a percibir, comprender y valorar el microcosmos formado por una rica biodiversidad subantártica de musgos, líquenes y otros pequeños organismos. Estos pequeños pero complejos ecosistemas poseen valores éticos, ecológicos, estéticos y económicos esenciales que esta exposición pretende dar a conocer. Fotografía de Adam Wilson, Archivo Fotográfico del Parque Omora, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 4b. Normalmente, la Luna es demasiado grande y brillante para ser blanco de los Telescopios Unitarios (UT) de 8,2 metros que componen el Very Large Telescope (VLT) de ESO. La enorme potencia del VLT está reservada para objetos astronómicos mucho más tenues y distantes, como exoplanetas o estrellas en explosión situadas en los confines del universo visible. Pero en 2002, astrónomos e ingenieros tuvieron la oportunidad de observar nuestro satélite natural desde una perspectiva poco habitual. En este caso, la imagen de la Luna se proyectó sobre una placa de vidrio arenado. Fotografía de Gerhard Hüdepohl, s.f.

Cortesía de ESO/G.Hüdepohl (atacamaphoto.com).

Haga clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

El “laboratorio biocultural” es una metamorfosis del concepto de laboratorio natural. El concepto de laboratorio natural se centra en la identificación de los lugares del mundo que poseen atributos únicos para la investigación científica. Al adaptar este concepto al de “laboratorios bioculturales”, pretendemos explicitar que las dimensiones biofísicas y culturales se entrelazan en los modos de observar y cohabitar la biosfera y, más ampliamente, el cosmos en sus múltiples escalas. Esto es especialmente relevante porque nuestras visiones del mundo y nuestros lenguajes a menudo permanecen invisibles. En el siglo XX, el filósofo Ludwig Wittgenstein llamó la atención sobre el papel crucial que desempeñan el lenguaje y los conceptos en nuestra forma de ver el mundo. En esta exposición virtual destacamos la relevancia de la diversidad de lenguas y disciplinas para observar el mundo. Las ciencias, las artes y las humanidades juegan roles complementarios en la apreciación del macrocosmos y el microcosmos (Figura 5).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

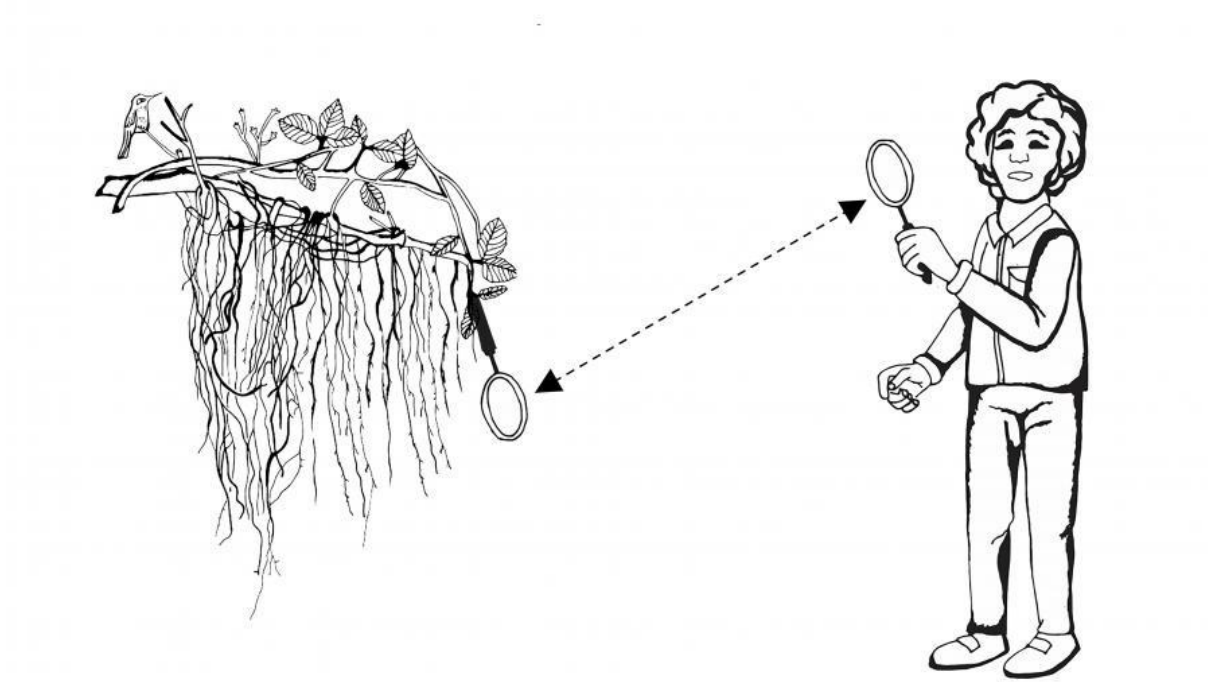


Figura 5. © Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

En sus extremos norte y sur, Chile aspira simultáneamente a forjar sensores tecnológicos aptos y lentes conceptuales para explorar el cosmos. En esta misión, consideramos que la filosofía, la ética, las artes y las humanidades juegan un papel tan relevante como el que asumen la ingeniería y las ciencias. Los telescopios y las lupas contienen lenguajes matemáticos y estéticos, conceptos y valores que conforman nuestras percepciones. Para implementar esta visión biocultural, aprovechamos las grandes plataformas de investigación que Chile ha implementado en sus extremos norte y sur. En este último, entre los remotos fiordos, montañas, glaciares, mar y paisajes naturales intactos protegidos por la RBCH, un grupo de científicos, artistas, filósofos y otros profesionales, tanto chilenos como extranjeros, iniciaron en 1999 un programa de conservación biocultural que llevó a la creación del Parque Etnobotánico Omora en Puerto Williams, la capital de la Provincia Antártica Chilena. El equipo de investigación del Parque Omora ha descubierto que estos archipiélagos albergan una exuberante diversidad de musgos y líquenes, muy sensibles al cambio climático (Figuras 6a, 6b, 6c).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 6a. Glaciar Pía en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Chile, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 6b. Ricardo Rozzi y Leopoldo Sancho observando el *Rhizocarpon geographicum*, una especie de líquen que ayuda a datar los procesos de retroceso glaciar en el Glaciar Pía de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 6c. *Rhizocarpon geographicum*, conocido como “liquen mapa”, se ha utilizado para la liquenometría. Su diámetro aproximadamente circular se ha utilizado ampliamente para determinar la edad relativa de los depósitos glaciares (por ejemplo, los sistemas morrénicos), proporcionando información valiosa sobre los avances y retrocesos glaciares. De ahí que este liquen sea especialmente valioso para evaluar el cambio climático. Se trata de una herramienta biológicamente crucial para los estudios sobre el cambio climático. s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

El Parque Etnobotánico Omora fue creado para proporcionar un espacio biofísico y conceptual para la investigación científica a largo plazo, la educación ambiental interdisciplinaria y las iniciativas de conservación biocultural. Como espacio biofísico, constituye una reserva biológica que protege la cuenca del río Róbalo, fuente de agua potable de la localidad de Puerto Williams. A lo largo de la cuenca, se encuentra un mosaico diverso de hábitats y comunidades bióticas desde la costa hasta las montañas más altas de la Isla Navarino (Figura 7). Este mosaico se distribuye a lo largo de un pronunciado gradiente altitudinal de mil metros donde la temperatura disminuye en 6° Celsius. Esto convierte al Parque Omora en un lugar ideal para estudiar empíricamente el impacto del cambio climático en los ciclos vitales y la distribución de plantas, insectos y otros organismos subantárticos (Figura 8).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Como espacio conceptual, la investigación biocultural y los programas educativos del parque integran las ciencias, la filosofía y las artes. De este modo, el parque funciona como un laboratorio natural, un laboratorio biocultural, un aula al aire libre y centro de formación, y una reserva biocultural, cuyas funciones se incorporan a tres amplios campos de acción: (1) investigación científica transdisciplinaria; (2) educación formal a través de cursos escolares, universitarios y de formación; y (3) conservación biocultural vinculada a la toma de decisiones medioambientales y al desarrollo local sostenible (Figura 9).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

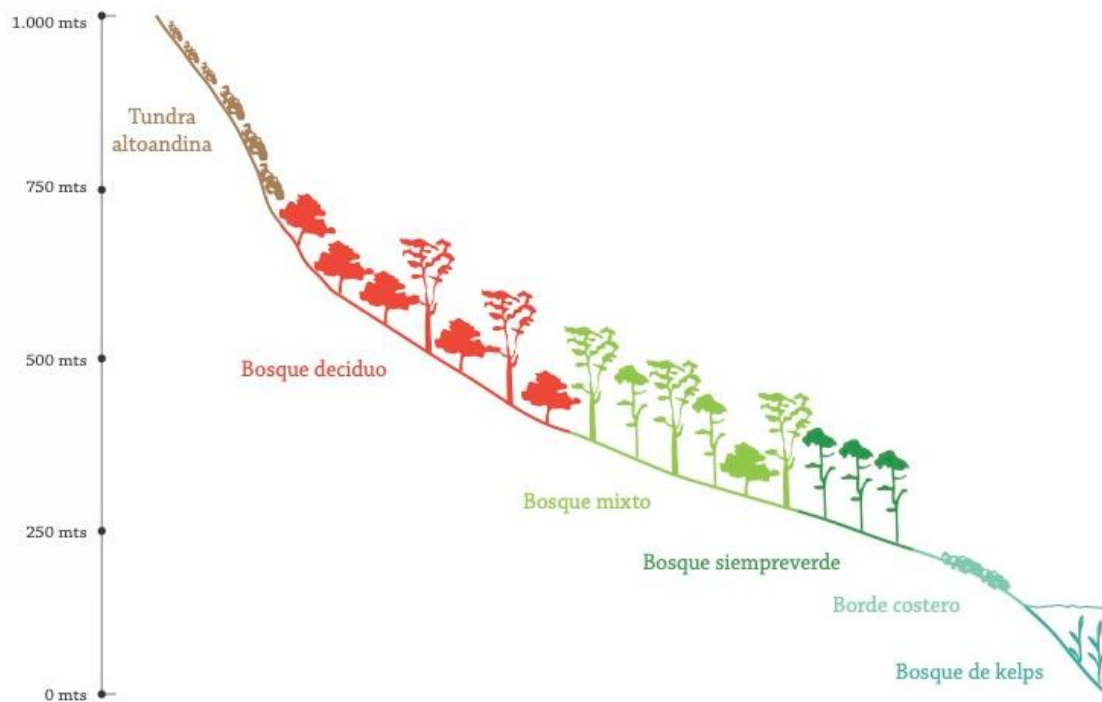


Figura 8. Detalle del gradiente altitudinal y los lugares de muestreo a través de la cuenca del río Róbalo protegida por el Parque Omora. Para investigar empíricamente el impacto del cambio climático sobre los insectos y plantas subantárticas, los lugares de estudio a largo plazo están situados a lo largo del gradiente altitudinal en lugares con diferentes temperaturas y condiciones climáticas. Figura creada por Silvia Lazarino, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

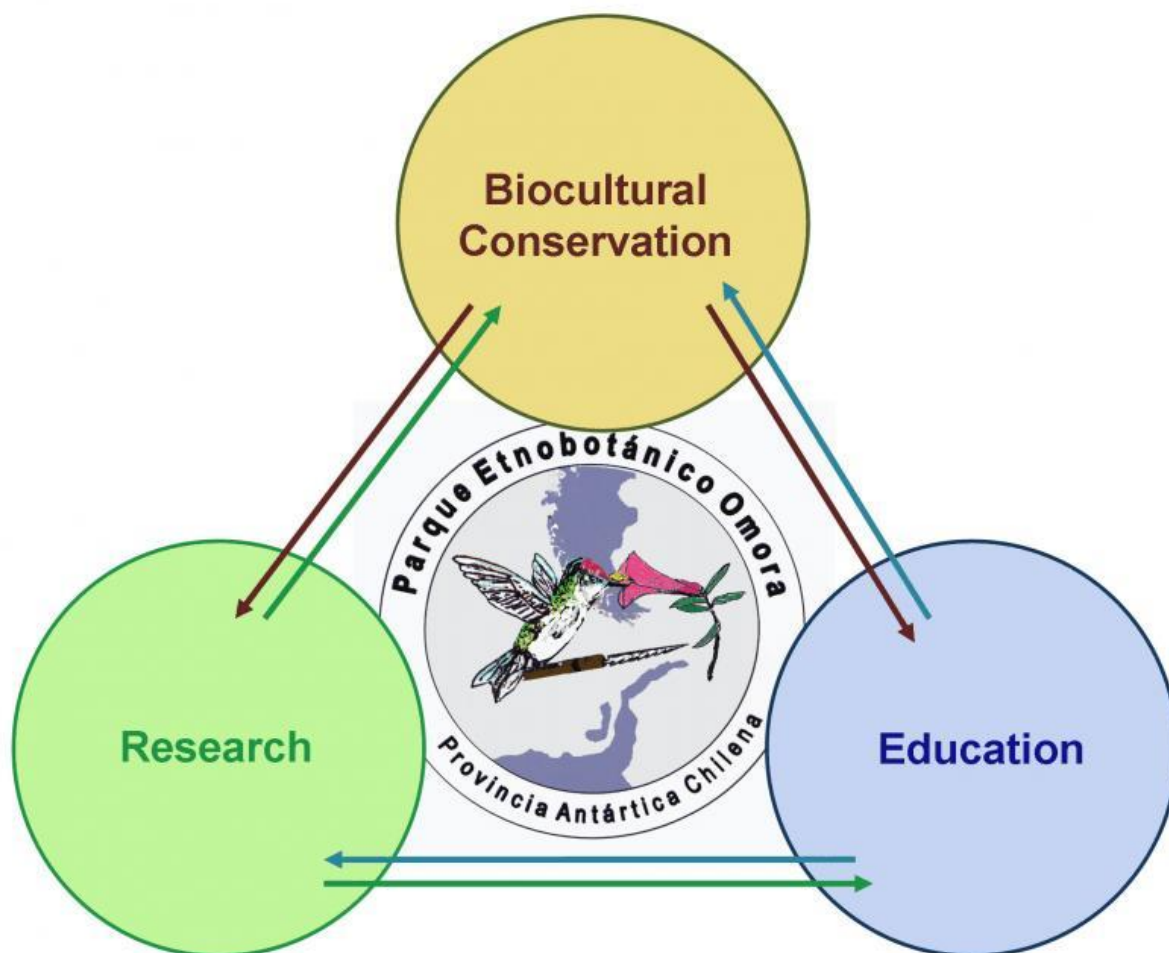


Figura 9. The Omora Ethnobotanical Park's three domains of action are: (i) transdisciplinary research, (ii) formal and informal education, and (iii) biocultural conservation. Omora's logo at the center emphasizes the integration between biological and cultural diversity by depicting the hummingbird *Sephanoides sephanioides*, or *Omora* in Yahgan language, carrying a harpoon used by the Yahgan Indigenous people to fish in the subantarctic archipelago region, while visiting a flower of the Magellanic copihue (*Philesia magellanica*), the primary source of nectar for the hummingbird in the austral ecoregion. In the Yahgan narratives, Omora is seen as a bird, and at the same time a small person, a spirit who maintains social and ecological order. Figure from Rozzi et al. (2010).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Las percepciones y la capacidad de observar el microcosmos y el macrocosmos conforman nuestras realidades y tienen profundas implicaciones éticas. Si solo observáramos las grandes plantas vasculares (como árboles, arbustos, enredaderas), la implicación es clara: solo conservaremos las plantas vasculares. No podríamos ver las plantas no-vasculares (por ejemplo, musgos, hepáticas, líquenes) que dominan las altas latitudes de nuestro planeta y, por tanto, fracasaríamos en nuestros

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

esfuerzos de conservación en las altas latitudes. Pero atenta contra el principio básico de la biología de la conservación: conservar toda la diversidad de especies. Por tanto, no podemos mantener la idea de que la conservación de la flora concierne a las plantas vasculares únicamente. La lógica de este argumento es ineludible. Pero la lógica por sí sola rara vez motiva la acción. Los hechos científicos no garantizan por sí solos la conservación de la diversidad de los seres vivos. Para estimular la apreciación del microcosmos y el macrocosmos, en esta exposición virtual proponemos un “intercambio de lentes” para apreciar la belleza que atesora el cohabitar entre una extraordinaria diversidad de seres gigantes y diminutos (Figura 9).



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Figura 10. El Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) está alojado en la Universidad de Magallanes (UMAG), Chile, e inspirado en la obra *América Invertida* de Joaquín Torres García, para forjar una imagen institucional que exprese una perspectiva biocultural emergente desde el sur geográfico. Imagen adaptada compuesta en 2016 y publicada por primera vez en Rozzi et al. (2020).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Esta exposición virtual también invita a los espectadores y lectores a observar y apreciar el macrocosmos a través de las ventanas abiertas por los telescopios en el Desierto de Atacama, en el norte de Chile, y el microcosmos a través de las lupas físicas y conceptuales situadas en el RBCH, en el sur de Chile. Deseamos animar a los lectores a viajar virtualmente (y eventualmente de manera física) a estas remotas, prístinas y hermosas regiones de nuestro planeta, y que, a través de sus visitas, puedan salir transformados, viendo y valorando las cosas de manera diferente. Esta transformación pretende orientar una convivencia sensible y responsable. Tomamos conciencia de la cohabitación a través de nuestra capacidad de cambiar nuestras lentes, dándonos cuenta de que somos miembros de comunidades de cohabitantes, entrelazados entre una infinidad de seres que han existido antes que nosotros, y seguirán existiendo después de nosotros.

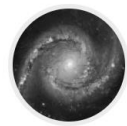
Historia de la exploración

La historia de la exploración del microcosmos y macrocosmos en Chile se fundamenta en dos factores: (1) los atributos especiales de territorios únicos en los extremos sur y norte de Chile (es decir, los archipiélagos subantárticos en la región del Cabo de Hornos, y el Desierto de Atacama), y (2) la visión y determinación de investigadores individuales y sus instituciones para descubrir e implementar laboratorios naturales en estas regiones.

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Serendipia en el origen del “Ecoturismo con Lupa”

En marzo del año 2000, el biólogo conservacionista y filósofo chileno Ricardo Rozzi se embarcó en una expedición a las islas del Cabo de Hornos, en el extremo sur del continente americano. Guió a un grupo de briólogos, dirigidos por Bernard Goffinet, en la búsqueda de *Splachnaceae* o “musgos de fecas”. Goffinet pensaba que estos musgos podrían crecer sobre huesos de ballenas varadas en las costas meridionales de las islas. El equipo sufrió varias tormentas mientras navegaba en el *Maroba*, un minúsculo barco pesquero.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 1. Cuenca del río Róbalo, protegida por el Parque Omora, Puerto Williams, Chile. Fotografía de Ricardo Rozzi, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Los investigadores estaban decididos a encontrar estos musgos de fecas e iniciaron una larga caminata a través de una gran turbera. En su excitación, Ricardo Rozzi se separó del grupo y cayó en uno de los numerosos pozos dispersos. Poco a poco empezó a hundirse y pensó que se iba a morir. Mientras descendía, quedó fascinado por la asombrosa diversidad de musgos que rodeaban la laguna del pantano. Rozzi pensó: “Si como biólogo yo no había prestado la debida atención a la magnitud de la diversidad de estas diminutas plantas hasta este momento, me pregunto si los responsables políticos, o los profesores de Chile apreciarán esta biodiversidad en miniatura.”

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 2. Los bosques subantárticos magallánicos crecen desde el nivel del mar hasta la línea de árboles en las montañas de la Reserva Biosfera del Cabo de Hornos. Fotografía de Paola Vezzani, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Afortunadamente, Bernard Goffinet y su equipo encontraron a Ricardo Rozzi en el pantano al cabo de un par de horas, justo antes de que se hundiera por completo. ¡Sobrevivió! Sin embargo, la imagen de la exuberante diversidad de musgos quedó fija en la mente de Rozzi y, al regresar a su laboratorio, comenzó una revisión bibliográfica sistemática de las briófitas de Chile. Además, junto a Goffinet, William Buck y otros briólogos asociados al Parque Omora, iniciaron una serie de inventarios florísticos en los archipiélagos del Cabo de Hornos (Figuras 1 y 2). Y se asombraron al descubrir que la eco-región subantártica de Magallanes constituye un “hotspot” o “punto crítico” de diversidad de musgos y hepáticas a nivel mundial (briófitas o plantas no-vasculares).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

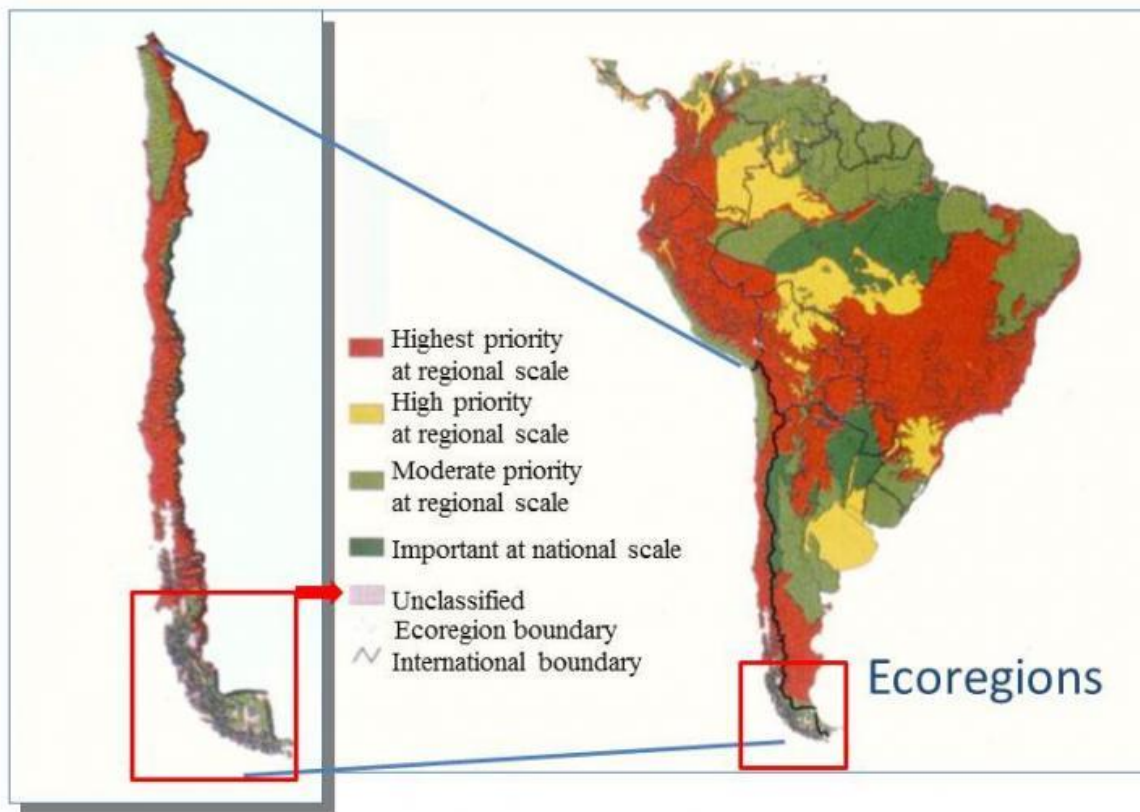


Figura 3. Mapa utilizado en las discusiones con la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), The Nature Conservancy (TNC) y otras organizaciones para definir las prioridades de conservación de la biodiversidad de las ecorregiones de Sudamérica y Chile en particular durante la década de 1990. El cuadrado rojo destaca la ecorregión subantártica de Magallanes, que inicialmente fue categorizada como “sin clasificar”. Este mapa fue publicado con modificaciones en Dinerstein et al. (1995). (Descripción de colores en mapa. En rojo: Altísima prioridad a escala regional, en amarillo: Alta prioridad a escala regional, en verde claro: Moderada prioridad a escala regional, en verde oscuro: Importante a escala nacional, en rosa: no clasificado.)

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Varios años antes, Ricardo Rozzi, actual director del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), había participado en comités encargados de identificar sitios prioritarios para la conservación en Chile y América Latina. Los criterios que se utilizaban entonces y que se siguen utilizando hoy se basan exclusivamente en la diversidad de vertebrados y plantas vasculares. Mirando hacia atrás, Rozzi se dio cuenta de que, siguiendo estos criterios, las plantas no-vasculares habían sido pasadas por alto sistemáticamente en este proceso de toma de decisiones. En

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

consecuencia, a finales de la década de 1990, la eco-región subantártica magallánica fue clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como desconocida y de baja prioridad para la conservación de la biodiversidad (Figura 3a).

Luego de la epifanía que Rozzi experimentó cuando pensó que iba a morir en el pantano, él y otros investigadores trabajaron frenéticamente para cuantificar la diversidad de musgos que había sido pasada por alto. Pronto descubrieron que más del 5 % de las especies de briófitas conocidas por la ciencia crecen en los archipiélagos del Cabo de Hornos, en menos del 0,01 % de la superficie terrestre del planeta. La región austral contiene el mayor número de especies de musgos y hepáticas registradas en Chile (Figura 3b). Además, en el Cabo de Hornos hay más especies de plantas no-vasculares que de plantas vasculares, lo que contrasta fuertemente con las proporciones de plantas vasculares/no-vasculares encontradas en regiones de menor latitud (Figura 3b). Este descubrimiento estimuló su propuesta de “cambiar nuestras lentes” para evaluar la biodiversidad.

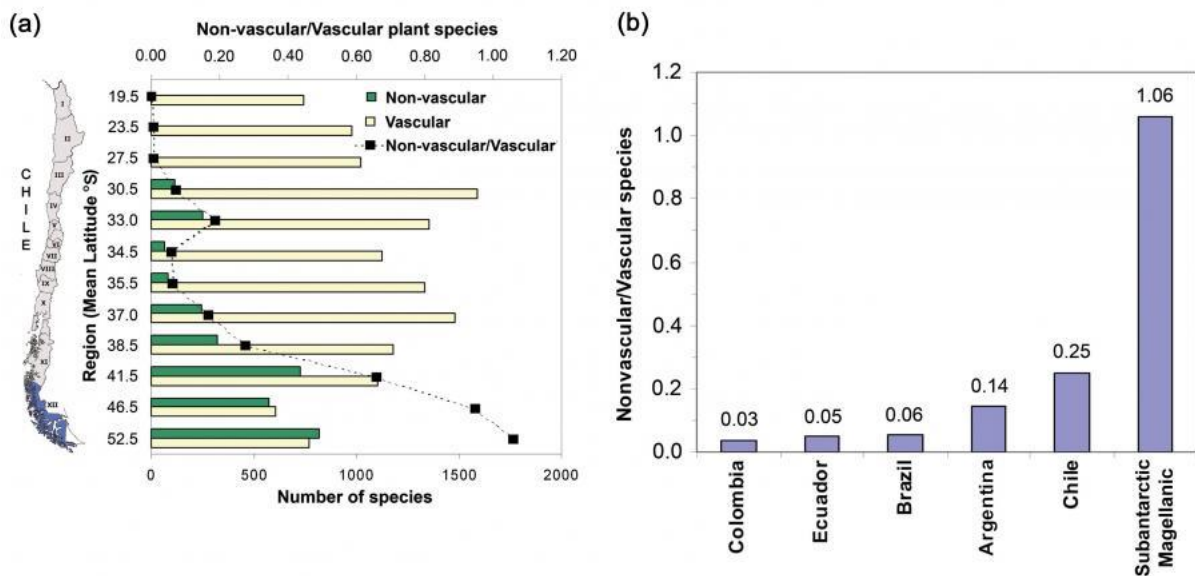


Figura 3a y 3b. En Chile, el número de especies de briófitas aumenta con la latitud, y alcanza un máximo en la ecorregión subantártica magallánica, donde supera en número a las plantas vasculares (a; figura modificada de Rozzi et al. 2008). La riqueza de especies de plantas no-vasculares (briófitas) en la ecorregión subantártica de Magallanes contrasta con las regiones de menor latitud, especialmente en los países tropicales, donde su proporción es mínima en comparación con las plantas vasculares (b).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Los grupos taxonómicos y las ecorregiones conforman las “lentes” a través de las cuales se evalúa y conserva la biodiversidad. Los patrones de riqueza y endemismo de especies utilizados para identificar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad están fuertemente sesgados por nuestro conocimiento diferenciado de los grupos taxonómicos. A finales del siglo XX, las evaluaciones de las prioridades mundiales de conservación se basaban en la concentración de diversidad y endemismo de vertebrados y plantas vasculares. La conservación de las plantas se centraba casi exclusivamente en la flora vascular, mientras que los patrones de diversidad de la flora no-vascular estaban poco documentados y se tenían en cuenta marginalmente. Por ello, Ricardo Rozzi y otros investigadores propusieron “cambiar las lentes” e invitaron a los biólogos de la conservación a tener en cuenta no solo los grandes organismos, sino también los más pequeños, sobre todo en determinados tipos de hábitats. Por ejemplo, si el objetivo es evaluar la riqueza de especies de las zonas inter-mareales de las costas de los archipiélagos australes, habría que buscar algas, y no solo plantas vasculares. Análogamente, si el objetivo es evaluar la diversidad florística de latitudes altas, no sería adecuado basar los inventarios únicamente en las plantas vasculares, sino que es necesario incluir también las no-vasculares. Esta segunda analogía no es tan evidente, pero es esencial para apreciar correctamente la diversidad florística de las regiones subantártica y antártica.



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Figura 3c. Imagen de satélite de la Biosfera del Cabo de Hornos delimitada por la línea de puntos azul claro. Situada al sur de Tierra del Fuego, es el área protegida más meridional de América y la mayor de las zonas subpolares templadas del hemisferio sur. Figura modificada a partir de Rozzi et al. (2006 a, b).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

En el año 2000, el equipo de investigación del Parque Omora inició inventarios florísticos y análisis de los patrones de diversidad de este grupo taxonómico, a menudo ignorado, en una zona geográfica remota y sorprendente de bosques perennes de hoja ancha y tundra, lo que los llevó a plantearse cuestiones teóricas y prácticas novedosas y desafiantes. El equipo demostró que las plantas vasculares y no-vasculares presentan gradientes latitudinales opuestas de riqueza de especies, y argumentó que la conservación debería centrarse en los patrones regionales de los grupos indicadores de biodiversidad específicos de cada bioma, que a menudo quedan fuera de las evaluaciones globales. En el año 2005, el equipo de investigación consiguió conservar la gran diversidad de briófitas de la eco-región subantártica de Magallanes, lo que proporcionó el argumento central para la creación de la Reserva de la Biosfera del Cabo de Hornos de la UNESCO (Figura 3c). Se trata de la mayor reserva de biosfera del sur de Sudamérica. Por primera vez en Chile, y en el mundo, se designó un área protegida basada en la diversidad de musgos y hepáticas, organismos que hasta ahora rara vez habían sido percibidos y valorados en la región, el país y la comunidad conservacionista mundial (Figuras 4a y 4b).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 4a. En la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, los musgos de fecas pertenecen a una familia particular de plantas no-vasculares que crecen en turberas o bosques. Fotografía de Adam Wilson, 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Figura 4b. Los musgos de fecas tienen cápsulas de colores para atraer a las moscas que dispersan las esporas de los musgos. Fotografía de Adam Wilson, 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

El éxito del primer hito inspiró al equipo de investigación del Parque Omora a generar dos aplicaciones más amplias para la conservación de briófitas. En primer lugar, el equipo inventó una nueva actividad educativa y turística que llamaron “Ecoturismo con Lupa” para fomentar la apreciación de la belleza, diversidad y relevancia ecológica de los “bosques en miniatura” de briófitas, líquenes e invertebrados. Desde 2005, con una lupa en mano, niños, profesores, tomadores de decisiones y el público en general han adquirido una nueva perspectiva para observar, valorar y cuidar a los grupos más diversos de organismos con los que cohabitamos en regiones de altas latitudes (Figuras 5a y 5b). En segundo lugar, más allá de la región del Cabo de Hornos, el equipo de investigación ha argumentado que, para diseñar estrategias efectivas de conservación, es esencial ampliar el conjunto de grupos de organismos considerados en las políticas y prácticas de conservación en diferentes regiones del mundo. Con ese fin, desde el extremo sur de Chile, Ricardo Rozzi y un equipo de investigadores proponen un acercamiento con una “lupa metafórica” para investigar, valorar y cuidar mejor la biodiversidad mundial.



Figura 5a. Una familia es guiada por un estudiante de posgrado en el sendero interpretativo de los “bosques en miniatura del Cabo de Hornos” en el Parque Omora. La actividad de “Ecoturismo con Lupa” ayuda a

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

los visitantes a apreciar la diversidad, belleza y relevancia ecológica de los líquenes y musgos. Fotografía de Adam Wilson, enero de 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Figura 5b. Primer plano de una lente macro utilizada por un visitante durante su participación en la actividad de “Ecoturismo con Lupa”. Fotografía de Paola González, Parque Omora, enero de 2016.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Microcosmos



Macrocosmos

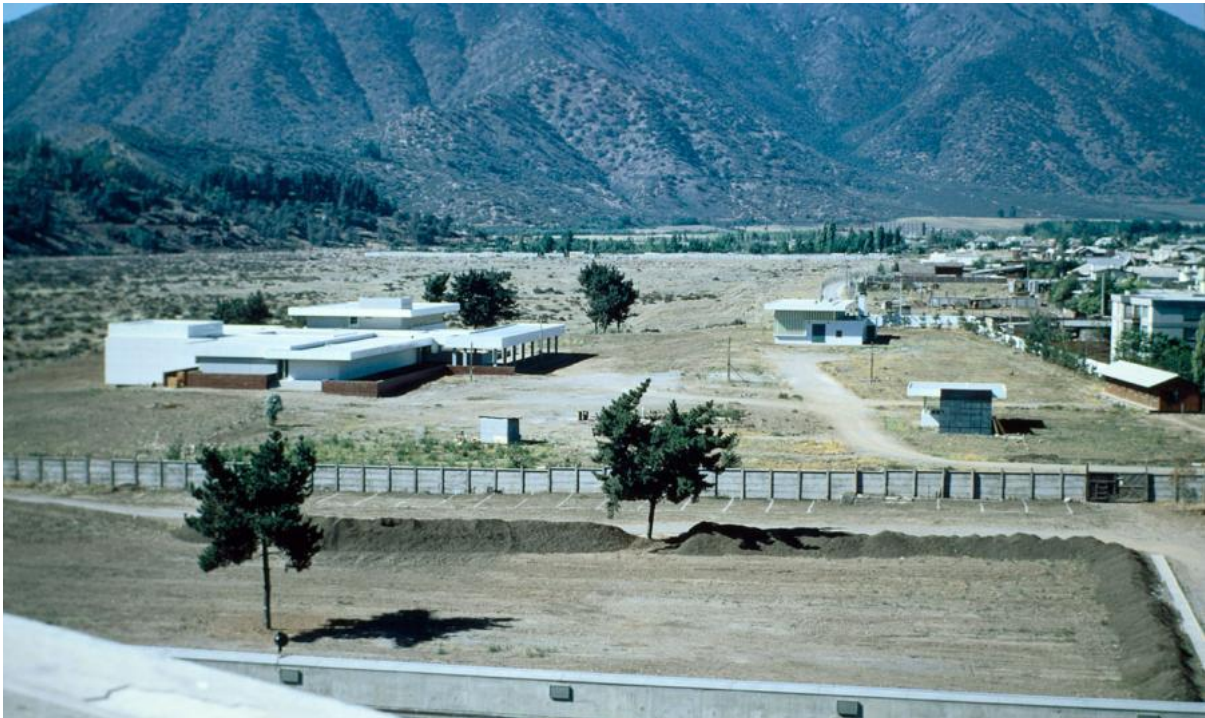
Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Desde los Inicios de la astronomía moderna hasta los principales observatorios terrestres

La astronomía moderna en Chile comenzó con la instalación de dos telescopios en el Cerro Santa Lucía en Santiago a mediados del siglo XIX. Esto se convirtió en la base del Observatorio Nacional de Chile, que posteriormente se integró al Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile. A comienzos del siglo XX, se estableció otro observatorio en el Cerro San Cristóbal. Las primeras exploraciones del norte de Chile para observaciones astronómicas se realizaron a principios del siglo XX, pero los principales observatorios astronómicos se establecieron en la década de 1960. Varias regiones entre Santiago y el Norte Grande, hasta el interior de Iquique, fueron investigadas en busca de sitios adecuados; se encontraron y exploraron ubicaciones prometedoras cerca de La Serena, Copiapó y Calama. Los sitios del norte se caracterizan por condiciones meteorológicas muy favorables, con muchas noches despejadas y una atmósfera estable, lo que resulta en imágenes más nítidas.



Vista de la sede de ESO en la comuna de Vitacura desde el techo del edificio adyacente de las Naciones Unidas: el edificio principal de la sede se encuentra a la izquierda del centro de la fotografía. Fotografía de Eric Maurice, diciembre de 1968.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

En 1963, los representantes del Observatorio Europeo Austral (ESO) fueron invitados por la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA) al norte de Chile. Estaban buscando un lugar para construir un nuevo observatorio. Habían realizado una extensa búsqueda de lugares en Sudáfrica, pero pronto descubrieron que en el sur de Sudamérica había un país con cielos maravillosos para la observación astronómica. Después de la visita y siguiendo la inauguración del Observatorio Interamericano Cerro Tololo (CTIO) operado por AURA, ESO decidió ubicar su primer observatorio en una montaña llamada Cinchado Norte, al norte de La Serena, siguiendo las excelentes ubicaciones descritas por Jürgen Stock. La montaña era conocida localmente como La Silla y el observatorio de ESO en este sitio fue inaugurado en 1969, el mismo año en que se estableció el Observatorio Las Campanas de la Institución Carnegie de Washington en las cercanías. ESO también estableció una pequeña oficina en el suburbio de Vitacura en Santiago.

La Silla se convirtió rápidamente en un gran observatorio con la instalación de muchos telescopios. El telescopio ESO de 3,6 metros se alzaba sobre el lugar, y en la década de 1980 se añadieron otros dos telescopios únicos. El Telescopio Submilimétrico Sueco-ESO (SEST) con una antena de 15 metros fue el primero en su tipo en el hemisferio sur y comenzó sus operaciones en 1987. El SEST podía ver lo que nuestros ojos y los telescopios ópticos no podían. Fue diseñado especialmente para observar lo que llamamos el universo frío: nubes moleculares y polvo, objetos que son oscuros para nuestros ojos pero que se vuelven brillantes en longitudes de onda submilimétricas. El Telescopio de Nuevas Tecnologías de ESO (NTT), que representó un paso hacia el control activo de espejo, fue inaugurado en 1989. El NTT ya incluía muchas características que se volvieron propias de los telescopios de ocho metros del Very Large Telescope (VLT) de ESO.

Varios años de selección de sitio precedieron la construcción del VLT. Finalmente, el Cerro Paranal cerca de la ciudad de Taltal en la cordillera de la costa del Desierto de Atacama fue seleccionado debido a un porcentaje incomparable de noches despejadas por año (más del 90 %). El diseño del VLT permite combinar los cuatro telescopios unitarios en un solo telescopio como interferómetro. Esto significa que la información de los cuatro telescopios de ocho metros se puede combinar como si fuesen un solo telescopio de más de cien metros de diámetro. Dado que en astronomía cuanto más grande es el telescopio, mayor es la resolución de la imagen, el Interferómetro del VLT (VLTI) produce imágenes con un detalle sin precedentes. El primer telescopio unitario comenzó sus operaciones en 1999, y en los años siguientes se añadieron nuevos telescopios hasta su finalización en 2002. Además, se añadieron cuatro telescopios “auxiliares” móviles de 1,8 metros para ser utilizados en el interferómetro. El VLT está entre los telescopios astronómicos más productivos hasta la fecha. Al mismo tiempo, el telescopio Gemini Sur de 8 metros fue construido gracias a una

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

colaboración multinacional en el Cerro Pachón cerca de CTIO en 2000, y dos telescopios de 6,5 metros en Las Campanas comenzaron a operar en 2000 y 2002.

La original exposición virtual presenta una galería interactiva de imágenes.

Vea las imágenes en las páginas siguientes.



Un grupo de astrónomos explorando cerca del actual Cerro Tololo, 1963.

Cortesía de ESO/F. K. Edmondson.

Haz clic aquí para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



La cadena montañosa La Silla vista desde el punto de elevación más alto. Imagen tomada en abril de 1964 por el entonces director general de la ESO Otto Heckmann.

Cortesía de ESO.

Haz clic aquí para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Cresta de La Silla vista desde la cota más alta; misma vista que la imagen anterior de 2010.

Cortesía de ESO.

Haz clic aquí para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



El futuro emplazamiento del ELT: Cerro Armazones visto desde Paranal.

Cortesía de G. Hüdepohl (atacamaphoto.com)/ESO.
Haz clic aquí para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Mientras que los observatorios ópticos e infrarrojos se ubican en lugares con atmósferas estables y muchas noches despejadas, otras observaciones terrestres se benefician de las pequeñas cantidades de vapor de agua en la atmósfera. Un lugar seco como el Desierto de Atacama combinado con una meseta de gran altitud es ideal para observaciones en longitudes de onda submilimétricas. Esta es la razón por la cual el llano de Chajnantor, a una altitud de más de cinco mil metros sobre el nivel del mar, fue elegido para la instalación de dos antenas milimétricas japonesas en 2004. El Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) ocupa ahora la mayor parte del Llano de Chajnantor. El mismo sitio alberga la antena de 12 metros del Atacama Pathfinder Experiment (APEX), que fue construida por el Instituto Max Planck de Radioastronomía en Bonn y el

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Observatorio Espacial de Onsala, y ha sido operada por ESO desde 2005. ALMA, que comenzó a operar en 2011, es una colaboración entre Europa (estados miembros de ESO), América del Norte (Estados Unidos y Canadá) y Asia Oriental (Japón, Taiwán, Corea del Sur) y opera 66 antenas con aperturas de 7 metros y 12 metros. Las oficinas de ALMA están ubicadas en el complejo de oficinas de ESO en Vitacura. ALMA es especialmente sensible a objetos fríos en el espacio y, por lo tanto, observa muchas moléculas y polvo frío. Al igual que el VLTI, ALMA también puede combinar sus 66 antenas como si fueran una sola de 16 kilómetros de diámetro. Las imágenes de alta resolución resultantes han permitido a los científicos identificar los lugares donde se están formando exoplanetas alrededor de estrellas jóvenes. Varios experimentos más pequeños han operado en Chajnantor y sus picos circundantes a lo largo de los años.

La próxima generación de telescopios ya se está construyendo en el Desierto de Atacama. El Telescopio Magallanes Gigante (GMT) observará los cielos del sur desde la montaña Las Campanas con siete espejos de ocho metros montados juntos como un solo telescopio. Se espera que entre en funcionamiento a fines de la década de 2020. El Extremely Large Telescope (ELT) de ESO, cuyo inicio de operaciones está previsto para el año 2027, se está construyendo en el Cerro Armazones cerca del Observatorio Paranal. Tendrá una apertura de 39 metros de diámetro y se convertirá en el telescopio óptico e infrarrojo más grande del mundo.

Se está planificando otro nuevo observatorio entre Paranal y Armazones: la porción sur del Cherenkov Telescope Array (CTA). El observatorio está compuesto por 14 telescopios de 12 metros y 37 telescopios de 4 metros, que se instalarán en los próximos años para observar la radiación creada en la atmósfera de la Tierra por partículas de ultra-alta energía que provienen del espacio. CTA observará los eventos más energéticos y violentos en el universo.

Chile se ha convertido en el lugar principal para observatorios astronómicos debido a su atmósfera clara y estable, la disponibilidad de mesetas de gran altitud y los cielos oscuros. El norte de Chile alberga la mayoría de los principales observatorios terrestres ópticos y submilimétricos en el hemisferio sur.

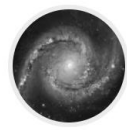
Diversidad y belleza

La diversidad y la belleza se encuentran tanto en el ojo del observador como en el mundo biofísico. A menudo, los humanos pasan por alto objetos muy pequeños y muy grandes. Esta sección guía a los lectores para apreciar la diversidad de los pequeños organismos que forman el microcosmos en la biosfera, y los objetos muy grandes y distantes en el macrocosmos del espacio exterior.

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Lo pequeño es hermoso

En el brazo noroeste del Canal Beagle, encontramos bosques subantárticos dominados principalmente por el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), acompañados por el canelo (*Drimys winteri*) y el ñirre (*Nothofagus antarctica*). Los troncos de estos árboles están cubiertos por gruesas alfombras de hepáticas, musgos y líquenes. El suelo de estos bosques a menudo está cubierto por la frutilla del diablo (*Gunnera magellanica*), una pequeña planta vascular que desempeña un papel ecológico fundamental en la fijación de nitrógeno. Si usamos una lupa para observar más de cerca estas exuberantes alfombras vivas, nos maravillaremos con la variedad de texturas, formas y colores del follaje de los diversos y hermosos musgos, hepáticas y líquenes.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta imagen, tomada en la península sureste de la Isla de Hornos, muestra cómo en el extremo sur de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, los bosques subantárticos crecen solo en laderas o acantilados que están protegidos de los fuertes vientos. Fotografía por Ricardo Rozzi, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Dentro de los bosques, el suelo está cubierto por hepáticas de géneros como *Schistochila* (verde) y *Gackstroemia* (marrón) que tienen un follaje hermoso y estructuras reproductivas únicas, como las copas de gemas en un talo de *Marchantia berteroana*. Fotografía por Kristin Hoelting, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Lo pequeño es esencial

Los líquenes reciben el apodo de “pioneros del ecosistema” debido a su capacidad para colonizar rocas desnudas y producir suelo fértil. Este proceso es fundamental en los glaciares de la Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos (RBCH). Los líquenes que contienen cianobacterias tienen la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera. De esta manera, actúan como fertilizantes naturales para los suelos. Esta colonización de la roca desnuda por parte de algunos musgos y líquenes, que penetran en ellas y forman el primer suelo, promueve la sucesión ecológica, continuando con la colonización de pastos. A su vez, estas pequeñas plantas generan el sustrato necesario para el establecimiento de arbustos y árboles. De esta manera, los pequeños musgos y líquenes han sido ecológicamente esenciales para la formación de los bosques subantárticos en los archipiélagos de Cabo de Hornos posterior al retroceso de los glaciares.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Los procesos de colonización y formación del suelo son extremadamente lentos, requiriendo décadas o incluso siglos. Sin embargo, estos procesos comienzan inmediatamente cuando las rocas quedan al descubierto, incluso cuando todavía están semisumergidas en estanques glaciares. Fotografía de Ricardo Rozzi, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Cuando caminamos hacia afuera desde el frente del glaciar, podemos notar rocas que han estado libres de cobertura de hielo durante un período más largo de tiempo. Estas rocas están cubiertas por más líquenes y musgos y tienen una mayor riqueza de especies. Fotografía de Ricardo Rozzi, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Lo pequeño es diverso

En el Cabo de Hornos, los bosques son muy diferentes al resto del mundo. La diversidad de árboles es muy baja. Encontramos solo seis especies: tres árboles bajos (canelo [*Drimys winteri*], maitén de Magallanes o leñadura [*Maytenus magellanica*] y ciruelillo, fosforito o notro [*Embothrium coccineum*]) y tres especies de árboles altos (coigüe de Magallanes [*Nothofagus betuloides*], lenga [*N. pumilio*] y ñirre [*N. antarctica*]). Sin embargo, si usamos una lupa y observamos la pequeña flora, descubriremos que en un solo árbol podemos encontrar más de cien especies de hepáticas, musgos y líquenes creciendo en su tronco y ramas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Si examinamos el tronco y las ramas del viejo árbol con una lupa, podemos distinguir la exuberante y rica diversidad de los “bosques en miniatura” formados por hepáticas foliosas, musgos suaves y aterciopelados (*Lepyrodon lagurus*), musgos “peludos” (*Dicranoloma* sp.), musgos ramificados (*Acrocladium auriculatum*), líquenes foliosos (*Pseudocyphellaria* spp., *Peltigera* sp.), líquenes fruticosos (*Cladonia* spp.) y líquenes crustáceos (*Calicium* sp., *Chrysothrix* sp.). Fotografía de Oliver Vogel, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



En el sendero interpretativo del Parque Etnobotánico Omora, encontramos esta gran lenga (*Nothofagus pumilio*), que es un árbol centenario con una gran rama lateral. Fotografía de Ricardo Rozzi, s.f.

© Fundación Omora.
Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

El bosque siempreverde en la eco-región subantártica de Magallanes alberga al menos 450 especies de musgos y 368 especies de hepáticas. Por lo tanto, al menos 818 especies de briófitas de las 15.000 especies que eran conocidas por la ciencia hasta 2008 crecen en el extremo sur de América del Sur. Esta eco-región representa menos del 0,01 % de la superficie terrestre del planeta, pero contiene más del 5 % de todas las pequeñas plantas o briófitas del mundo. Por esta razón, la región de Cabo de Hornos ha sido identificada como un “hotspot” o “punto crítico” de biodiversidad mundial.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

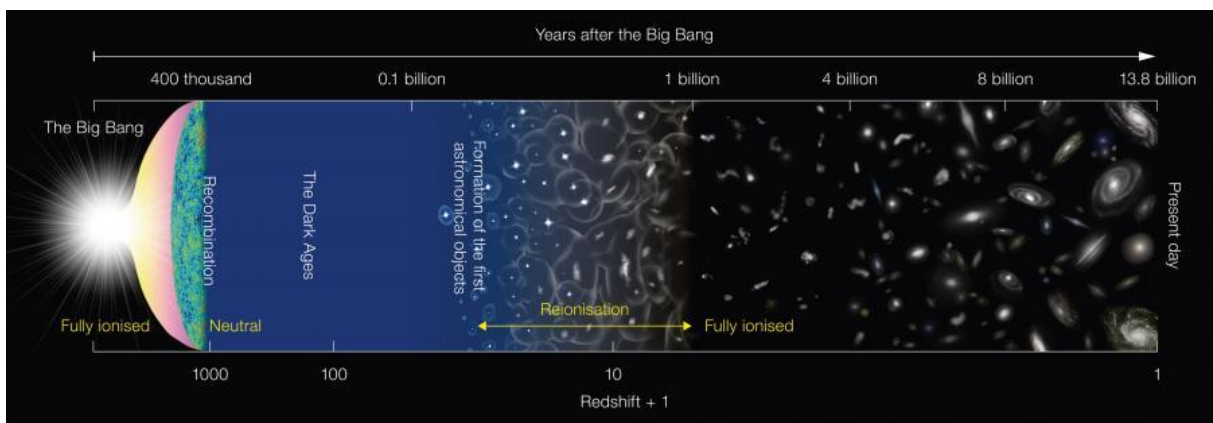
Microcosmos



Macrocosmos

Creando un cosmos diverso

La diversidad no solo se encuentra en la Tierra, sino que es clave para explicar nuestro cosmos tal como lo conocemos. Sin la diversidad de estructuras, temperaturas y química, no tendríamos vida en la Tierra. Sin embargo, la diversidad ha tenido que ser construida a lo largo de nuestra existencia y el cosmos no siempre ha sido igual a como es ahora. Al principio, justo después del Big Bang, el universo primordial era una “sopa” caliente de partículas que poco a poco comenzó a enfriarse a medida que se expandía y se formaban los primeros átomos. Después de 370.000 años, el universo estaba compuesto principalmente de hidrógeno y helio, con restos de litio, y finalmente era lo suficientemente transparente como para permitir la emisión de fotones. La primera imagen que tenemos del universo corresponde a la radiación de estos primeros fotones. Esta radiación electromagnética se llama Fondo Cósmico de Microondas (CMB por su acrónimo en inglés). El CMB no se ve tan diverso o hermoso como las imágenes de galaxias o nebulosas a las que estamos acostumbrados, pero es una prueba de un comienzo complejo para un futuro increíble.



Este diagrama representa los hitos principales en la evolución del universo desde el Big Bang, hace aproximadamente 13.800 millones de años. No está a escala. El universo se encontraba en un estado neutro 400.000 años después del Big Bang y se mantuvo así hasta que la luz de la primera generación de estrellas comenzó a ionizar el hidrógeno. Después de varios cientos de millones de años, el gas en el universo se ionizó por completo.

Cortesía de NAOJ.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Diversidad en las estrellas

Para crear las primeras estrellas y galaxias, el material de nuestro universo tuvo que formar estructuras. Impulsado principalmente por la ubicación de conglomerados de materia oscura, este material comenzó a fusionarse debido a la gravedad y comenzó a enfriarse. El enfriamiento es esencial, ya que permite que el material se desintegre en una variedad de objetos, particularmente estrellas. Desde la Tierra, las estrellas parecen pequeños puntos de luz parpadeantes. Sin embargo, hay una gran variedad entre ellas. Principalmente, se definen por la cantidad de masa que acumulan durante su proceso de formación. Las estrellas más pequeñas son menos masivas, más frías y tienen colores más rojizos. Las estrellas similares al Sol son blancas o amarillas, mientras que las estrellas más masivas muestran colores azules y alcanzan temperaturas muy altas. Cada uno de estos tipos de estrellas tiene una evolución muy diferente y afecta a nuestro universo de maneras distintas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta hermosa imagen, capturada con el Reductor Focal y el Espectrógrafo de Baja Dispersión (FORS) en el Very Large Telescope (VLT) de ESO, muestra un campo de estrellas de todas las edades: algunas se acercan en primer plano y otras se ocultan en la distancia lejana. Los distintos tonos rojos y azules se deben al uso de filtros, que permiten la selección de rangos específicos de longitud de onda de la luz. Las imágenes recopiladas con diferentes filtros se pueden combinar para crear imágenes compuestas en color, asignando un color particular a cada filtro, coloreando las imágenes según el filtro utilizado y luego combinando las imágenes separadas. El resultado es una imagen espectacular que representa brillantemente las diversas longitudes de onda de la luz.

Este fragmento de cielo se encuentra en la constelación de Crux (la Cruz del Sur), una sección extremadamente brillante de la Vía Láctea. Fue capturado como parte del programa Cosmic Gems de ESO, una iniciativa de divulgación para producir imágenes de objetos interesantes, intrigantes o visualmente atractivos, utilizando los telescopios de ESO con fines educativos y de divulgación pública. El programa utiliza tiempo de telescopio que no se puede utilizar para observaciones científicas. Todos los datos

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

recopilados también pueden ser adecuados para fines científicos y se ponen a disposición de los astrónomos a través del Archivo Científico de ESO.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Las Gigantes Azules, las estrellas más grandes, pueden crear condiciones de alta presión en su interior y, a través de la fusión nuclear, formar elementos químicos hasta llegar al hierro. Al final de sus vidas estelares, estas estrellas masivas colapsan en forma de supernovas y el material restante se contrae para formar ya sea una estrella de neutrón o un agujero negro, los objetos más densos del universo. Las supernovas también son oportunidades para que se formen más elementos químicos y para que los elementos creados dentro de la estrella se dispersen en el medio interestelar. Estrellas como el Sol de la Tierra combinan hidrógeno y helio en su interior, formando elementos como oxígeno, nitrógeno y carbono, fundamentales para la vida en la Tierra. Estos elementos se distribuyen en su entorno cuando expulsan sus capas exteriores en lo que se conoce como una nebulosa planetaria. Por último, las estrellas más pequeñas combinan lentamente hidrógeno para formar helio y viven la mayor cantidad de tiempo, lo que nos permite utilizarlas como límites inferiores para determinar la edad de nuestro universo.

Hermeras estructuras galácticas

Las estrellas pueden ser consideradas como los bloques de construcción de las galaxias. Cada galaxia alberga cientos de miles, incluso millones, de estrellas. Cuando observamos los objetos más distantes en el universo, observamos galaxias. Su brillo intenso nos permite identificarlas incluso cuando han sido atenuadas por la distancia y la expansión del universo. Las galaxias son diversas y hermosas: algunas muestran espirales brillantes donde se forman estrellas y otras presentan un resplandor naranja-rojizo, que puede estar relacionado con una población estelar más antigua. Las galaxias también nos han permitido vislumbrar sus procesos de fusión, y tenemos varios ejemplos de la danza cósmica que ocurre cuando estos objetos masivos interactúan y se unen. Quizás lo más hermoso que las galaxias nos han mostrado no son sus formas o colores, sino el conocimiento de que el universo se está expandiendo. A través del estudio de estas estructuras galácticas, podemos determinar la velocidad a la que nuestro cosmos crece y rastrear los momentos iniciales del universo mientras observamos los objetos más tenues. Lo más maravilloso de todas las increíbles imágenes astronómicas son las preguntas que podemos responder al estudiarlas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Anidada en el pecho de la constelación de Virgo (la Virgen) se encuentra una hermosa joya cósmica: la galaxia Messier 61. Esta reluciente galaxia espiral está alineada de frente a la Tierra, lo que nos brinda una vista impresionante de su estructura. El gas y el polvo de los intrincados brazos espirales están salpicados de miles de millones de estrellas. Esta galaxia es un centro bullicioso de actividad con un rápido ritmo de formación estelar, y tanto un cúmulo estelar nuclear masivo como un agujero negro supermasivo están ocultos en su núcleo.

Messier 61 es uno de los miembros más grandes del Cúmulo de Virgo, que está compuesto por más de mil galaxias, y se encuentra en el centro del Supercúmulo de Virgo, al cual también pertenece nuestra Vía Láctea. Esta deslumbrante belleza fue descubierta por primera vez en 1779 y ha capturado el interés de los

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

astrónomos desde entonces. Enmarcada en un cielo oscuro salpicado de galaxias, esta imagen muestra la impresionante M61 en todo su esplendor, incluso a una distancia de más de 50 millones de años luz. Esta imagen fue tomada como parte del programa Cosmic Gems de ESO, una iniciativa de divulgación para producir imágenes de objetos interesantes, intrigantes o visualmente atractivos, utilizando telescopios de ESO con fines educativos y divulgativos. El programa utiliza tiempo de telescopio que no se puede utilizar para observaciones científicas. En caso de que los datos recopilados puedan ser útiles para futuros fines científicos, estas observaciones se guardan y se ponen a disposición de los astrónomos a través del Archivo Científico de ESO.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

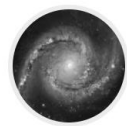
Haciendo visible el carbono y el cambio climático

El cambio climático es causado por gases de efecto invernadero que son “invisibles” a simple vista. Ser conscientes de la acumulación de estos gases en la atmósfera nos ayuda a comprender qué causa el cambio climático. También nos ayuda a comprender la interconexión entre los seres humanos y el mundo biofísico. Hidrógeno, oxígeno, carbono y nitrógeno son los elementos químicos más comunes en los cuerpos de los seres humanos y de todos los demás seres vivos. Estos elementos también son prominentes en la atmósfera. De hecho, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno se combinan para formar los gases de efecto invernadero más conspicuos: dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Esta sección guía a los lectores para aprender cómo se estudian estos gases de efecto invernadero tanto en el microcosmos de las turberas como en el macrocosmos de la atmósfera.

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Turberas y cambio global

En el Parque Omora del sur de Chile, al igual que en otras regiones forestales de latitudes altas, cada otoño el suelo del bosque se cubre con miles de hojas caídas de árboles como la lenga (*Nothofagus pumilio*) y arbustos como la zarzaparrilla (*Ribes magellanicum*). Para la primavera siguiente, gran parte de las hojas habrá desaparecido, consumidas por hongos y bacterias. Estos microorganismos se alimentan de material orgánico muerto para obtener la energía previamente almacenada en la celulosa que forma la pared celular de las plantas. La celulosa se construye a partir

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

del azúcar que las plantas producen durante la fotosíntesis: la energía solar se utiliza para fijar el dióxido de carbono y ensamblar pequeñas moléculas de azúcar en este complejo material de construcción. Gran parte de la vida en la Tierra depende del azúcar producido durante la fotosíntesis para alimentar todos los procesos celulares. De hecho, cuando el azúcar se quema durante la respiración, se libera energía, al igual que cuando se quema la madera y se genera calor. Al talar grandes áreas forestales, no solo eliminamos los árboles que convierten el carbono en azúcar, sino que también liberamos gran parte del carbono y la energía almacenados en los árboles. La deforestación provoca un aumento en el dióxido de carbono atmosférico, un importante gas de efecto invernadero, que absorbe la energía solar y, por lo tanto, calienta la atmósfera.

Otro gran repositorio global de carbono se encuentra en el subsuelo. La materia orgánica que no se descompone puede acumularse a veces durante cientos y miles de años. En las turberas dominadas por el musgo *Sphagnum*, que cubren más de 4,4 millones de hectáreas en la ecorregión subantártica de Magallanes, el crecimiento de bacterias y hongos está en gran medida inhibido (Figuras 1.1 y 1.2). El *Sphagnum* es capaz de acidificar el agua circundante hasta tal punto que muchos otros organismos no pueden sobrevivir. A medida que el musgo crece, las ramas más antiguas y partes de los tallos mueren y, dado que no se descomponen, se acumulan. Año tras año, se agrega una nueva capa. Durante períodos de cientos e incluso miles de años, esta capa de material orgánico muerto (es decir, turba) puede alcanzar dos o tres metros de espesor. Como uno de los ecosistemas más ricos en carbono, las turberas son un reservorio de energía y no es sorprendente que se hayan cosechado para calentar hogares en gran parte del mundo.



Figura 1.1. Los musgos del género *Sphagnum* dominan las turberas subantárticas formando cojines densos y profundos, como los que se encuentran en las tierras bajas del Parque Omora. *Sphagnum magellanicum* (rojizo) y *S. fimbriatum* (verde) son las especies más abundantes de musgos de turba en la Reserva de la Biosfera del Cabo de Hornos. Fotografía de Paola Vezzani, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 1.2. Las turberas no solo incluyen musgos del género *Sphagnum*, sino también una diversidad de otros musgos, hepáticas y pequeñas plantas vasculares. Esta imagen ilustra la hepática *Gackstroemia magellanica* (la hepática de hojas oscuras café-rojizas), el musgo *Sphagnum magellanicum* (el amarillo brillante) y la pequeña planta vascular *Rubus geoides* (las hojas verdes a la derecha). Fotografía de Adam Wilson, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 1.3. En la Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos, los bosques subantárticos están integrados en una matriz de tundra. Incluye vastas turberas dominadas por *Sphagnum magellanicum*. La misma especie también se puede encontrar en las tierras bajas del Parque Omora. El complejo de páramos magallánicos representa la mayor área de turberas en latitudes altas en el hemisferio sur. Fotografía de Adam Wilson, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Las turberas se encuentran en altas latitudes y altitudes, y en algunas áreas la capa de turba puede tener varios metros de espesor, como ocurre en las partes bajas del Parque Omora y otros sitios de la Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos (RBCH) (Figura 1.3). De hecho, las turberas contienen más carbono, y por lo tanto más energía, debajo del suelo (en turba) que los bosques tropicales que se encuentran sobre el suelo (en madera).

La turba se acumula porque el material orgánico no se descompone lo suficientemente rápido. Los microorganismos que reciclan la materia orgánica se ven inhibidos por el agua ácida, pero también por la falta de oxígeno. Además de acidificar el agua, el *Sphagnum* también es capaz de elevar la capa freática, creando así un ambiente sin oxígeno. Todos los organismos necesitan oxígeno para

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

quemar azúcar y recuperar la energía contenida en la celulosa, al igual que una vela necesita oxígeno para consumirse. Si el nivel freático desciende, debido a un aumento en la evaporación provocado por temperaturas globales más altas o por menor precipitación, los microorganismos podrán descomponer la turba, liberando dióxido de carbono y energía a la atmósfera, amplificando el cambio climático global. La cantidad de carbono en las turberas de todo el mundo es tan grande y las consecuencias de su liberación son tan significativas que las turberas se consideran una bomba de tiempo. Las turberas subantárticas forman parte del complejo de páramos magallánicos, que es la mayor área de humedales en latitudes altas en el hemisferio sur, y podemos evitar que la bomba explote preservando las turberas del Parque Omora, la RBCH y otras regiones del planeta.

Microcosmos



Macrococosmos

Medición de la abundancia de gases de efecto invernadero con telescopios del ESO

La atmósfera de la Tierra afecta de múltiples maneras las observaciones realizadas por telescopios terrestres. Una de ellas es la huella compuesta por características distintivas (líneas de absorción) en los espectros de objetos astronómicos causadas por las mismas moléculas que componen la atmósfera de la Tierra, incluyendo oxígeno, nitrógeno, vapor de agua, dióxido de carbono y metano. La forma de estas huellas características depende de la temperatura y presión en las diferentes capas de la atmósfera. Para estudiar objetos astronómicos, los astrónomos deben asegurarse de que los espectros de estos objetos estén libres de las huellas atmosféricas impresas en ellos.

Para lograr esto, los astrónomos han invertido tiempo valioso del telescopio para observar sistemáticamente estrellas “estándar telúricas” cercanas en el tiempo y con coordenadas similares a las de su objetivo científico. Se sabe que estas estrellas no tienen huellas características intrínsecas; por lo tanto, aquellas que se encuentran se identifican como causadas por la atmósfera terrestre.

En los últimos años, los astrónomos del Observatorio Europeo Austral (ESO) han podido utilizar un método diferente para corregir sus observaciones gracias a una herramienta de software de ESO que crea espectros de transmisión sintéticos de la atmósfera utilizando los espectros de sus objetivos astronómicos mismos. Además, este método les permite ahorrar tiempo del telescopio. Sin embargo, este esquema requiere muchos cálculos para determinar las abundancias de cada molécula, y en algunos casos no es un método aplicable.

En una propuesta de progresión, el número de cálculos se puede reducir bastante si, en primer lugar, se observan regularmente estrellas estándar telúricas durante el crepúsculo. Estas

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

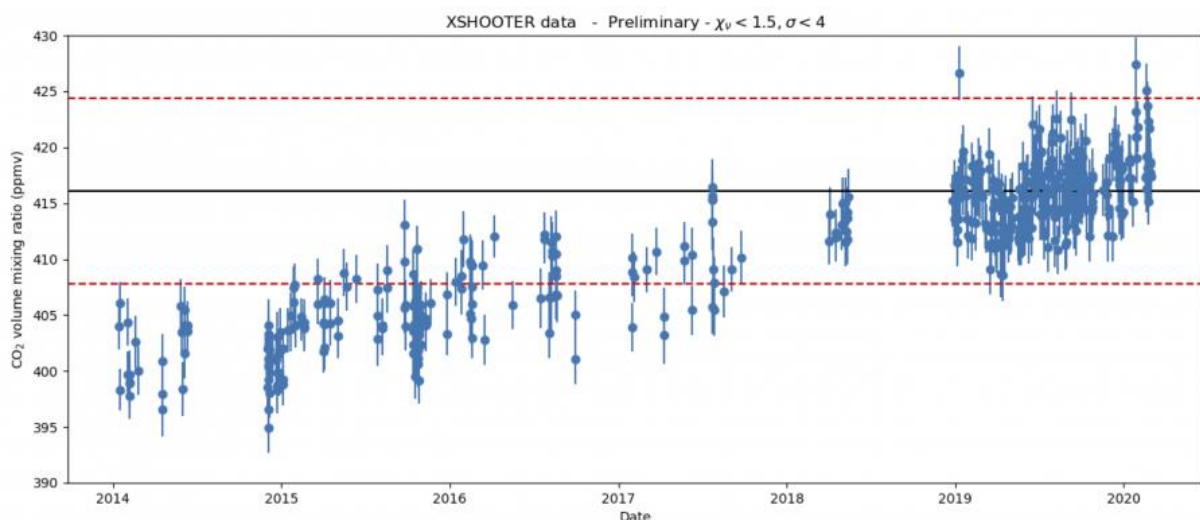
URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

observaciones se procesarían automáticamente mediante la herramienta solo para determinar las abundancias de moléculas que no sean vapor de agua (cuya abundancia puede variar mucho en un corto período de tiempo y, por lo tanto, requiere equipos específicos) y luego se ingresarían a una base de datos específica. Finalmente, el astrónomo utilizaría la herramienta buscando automáticamente las concentraciones de los diferentes gases en la base de datos al momento de sus observaciones, en vez de calcularlas; en otras palabras, la herramienta calcularía automáticamente las transmisiones de la atmósfera bajo las mismas condiciones que las que tuvieron lugar durante la observación del objetivo científico con una precisión de hasta 2 %.

De esta manera, ESO contaría con una base de datos de concentraciones de varios gases de efecto invernadero determinadas en el corazón del Desierto de Atacama, lo que permite a los expertos estudiar el cambio climático desde una localidad única. Se prevee incluir la base de datos en una de las estaciones de la Red para la Detección del Cambio en la Composición Atmosférica, para hacerla disponible a cualquier persona que desee utilizarla.

Como ejemplo, la siguiente figura muestra la evolución de la concentración de CO₂ desde principios de 2014 hasta marzo de 2020, basada en datos obtenidos con el X-shooter, un espectrógrafo de múltiples longitudes de onda (300–2.500 nanómetros) montado dentro de uno de los telescopios VLT en el Observatorio Paranal de ESO. Muestra claramente que la cantidad de este gas de efecto invernadero en la atmósfera sobre Paranal ha aumentado más del 3 % durante este período. Como Paranal se encuentra en un desierto en el hemisferio sur, las mediciones muestran menos variaciones estacionales en comparación con las obtenidas en otros lugares. Una vez en funcionamiento, el esquema propuesto proporcionaría regularmente mediciones de la concentración de varios gases de efecto invernadero basadas en datos obtenidos a partir de más de cinco instrumentos.



Resultados de un estudio preliminar de viabilidad que muestra la evolución del CO₂ sobre el Observatorio Paranal de ESO basado en espectros obtenidos con el instrumento X-shooter en el Very Large Telescope de

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

ESO. La línea negra sólida muestra el valor medio de las mediciones obtenidas en 2019, mientras que las líneas rojas discontinuas corresponden a $\pm 2\%$ relativo a este valor.

Cortesía de ESO/Smette.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

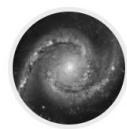
Haciendo visible el origen del agua y las aguas más limpias del planeta

El agua es una molécula simple compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Es un compuesto muy común en el universo y es esencial para todas las formas de vida en la Tierra. Por esta razón, biólogos y astrónomos convergen en sus programas de investigación para estudiar y valorar este preciado elemento. Esta investigación, además de ser fascinante, también es urgente en el contexto del cambio climático. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), la crisis del agua se ha convertido en una crisis ambiental, social, cultural, económica y ética esencial en el siglo XXI. Esta sección guiará a los lectores a aprender sobre los atributos únicos de los ecosistemas de agua dulce y los microcosmos que los habitan en la Reserva de la Biosfera del Cabo de Hornos (RBCH), así como sobre las maravillas de los orígenes del agua reveladas por las recientes exploraciones del macrocosmos realizadas por astrónomos con sede en el Desierto de Atacama en Chile.

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Habitantes subacuáticos en los ríos del Cabo de Hornos

El agua es un componente esencial para la supervivencia de todos los seres que habitan nuestro planeta. La eco-región subantártica de Magallanes contiene el agua de lluvia más limpia del mundo, ya que se encuentra fuera de las corrientes de aire que transportan contaminantes desde el hemisferio norte. Los ríos, lagos y lagunas de esta eco-región albergan una amplia variedad de invertebrados acuáticos o habitantes subacuáticos que ayudan a mantener la pureza de sus aguas. Estos organismos

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

habitan en todos los ríos, arroyos y lagos alrededor del mundo e incluyen artrópodos (insectos, arácnidos, camarones), moluscos (caracoles) y gusanos (gusano de agua dulce y sanguijuelas), entre otros. La gran mayoría vive en hábitats bentónicos, como rocas, arena o restos de madera. Los insectos, los animales más diversos y abundantes del planeta, son uno de los miembros más importantes y menos conocidos de este grupo de organismos. Su adaptabilidad y diversidad de formas de vida les ha permitido habitar casi todos los ecosistemas del planeta, desde los desiertos más secos hasta el continente antártico.



Meridialaris chiloensis (Ephemeroptera), un insecto acuático y habitante subacuático encontrado en la cuenca del río Róbalo. Fotografía por Gonzalo Arriagada Kritzler, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Edwardsina sp. (Diptera), otro de los habitantes únicos encontrados a lo largo de la cuenca del río Róbalo. Fotografía por Gonzalo Arriagada Kritzler, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

La Filosofía Ambiental de Campo (FILAC)

Nos encontramos inmersos en una crisis de la civilización que implica la ruptura de las relaciones interhumanas e interespecies. Para abordar este y otros cambios sociales y ambientales, es necesario reconectar a la sociedad global con la diversidad biológica y la diversidad cultural, así como con sus interrelaciones (en resumen, la diversidad biocultural). Un primer desafío es que hoy, en general, la diversidad biocultural es invisible en los campos de la educación y en los conceptos de bienestar que prevalecen en nuestra sociedad. Por ejemplo, a pesar de su impresionante diversidad y relevancia para los ecosistemas, los insectos son subvalorados y rara vez considerados en los esfuerzos de conservación, excepto aquellos que son de importancia médica o económica. Por lo tanto, necesitamos metodologías que contribuyan a hacer visible la diversidad biocultural y, de esta manera, reconectarla con el mundo globalizado. Para lograr esta reconexión, Ricardo Rozzi y el equipo de investigación del Parque Omora crearon un enfoque metodológico novedoso llamado “Filosofía Ambiental de Campo” (FILAC). Los participantes utilizan métodos de las ciencias

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

exactas, las humanidades y las artes no solo para aprender sobre la diversidad biocultural, sino también para proponer y practicar formas respetuosas y responsables de cohabitación.



Los académicos y estudiantes realizan investigaciones ecológicas centradas en la biodiversidad de insectos de agua dulce y terrestres, y en sus adaptaciones al cambio ambiental global a lo largo de la cuenca del río Róbalo. Fotografía por Gonzalo Arriagada Kritzler, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



“Bajo el agua con una lupa” en el Parque Omora. Fotografía por Gonzalo Arriagada Kritzler, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

En este contexto, durante los últimos 20 años en el Parque Omora los investigadores han integrado las ciencias ecológicas, la educación y la ética ambiental a través de la praxis de la FILAC para contribuir a la valoración y conservación de los insectos de agua dulce, sus hábitats y sus hábitos de vida en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH). Su trabajo ecológico se ha centrado en las adaptaciones y la biodiversidad de los insectos de agua dulce y terrestres frente al cambio ambiental global a lo largo de la cuenca del río Róbalo, que proporciona agua potable a la ciudad de Puerto Williams en la Isla Navarino. Se ha descubierto, por ejemplo, que estos organismos pueden considerarse centinelas del cambio climático, proporcionando señales tempranas de sus impactos dentro de estos ecosistemas australes. Al mismo tiempo, su trabajo filosófico se ha centrado en contribuir a superar la omisión conceptual del valor intrínseco de los invertebrados de agua dulce, sus hábitos y hábitats, y en reconocer y valorar éticamente a estos organismos. En este contexto, los investigadores han diseñado e implementado un sendero interpretativo dentro del Parque Omora, donde se practica la actividad “Sumergidos con una lupa”. Los visitantes son guiados a través de cinco estaciones interpretativas, donde pueden experimentar encuentros directos cara a cara con los

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

habitantes subacuáticos, sus hábitats y hábitos. La praxis de la FILAC, tal como se aplica a los insectos de agua dulce en la RBCH, ha permitido llegar a un grupo de personas amplio y transversal, y de este modo aumentar la conciencia y el valor de estos organismos a menudo pasados por alto. Estas experiencias de encuentros directos “cara a cara” han sido esenciales para promover la valoración, el respeto y el trato ético de estos pequeños, hermosos y cruciales cohabitantes. Generando estas acciones concretas, se busca contribuir a la transformación de las formas hegemónicas en las que la sociedad global entiende, valora y se relaciona con los ecosistemas de agua dulce y sus cohabitantes, fomentando hábitos de vida más respetuosos y sostenibles a corto y largo plazo.

Microcosmos



Macrocosmos

Haciendo visible el origen del agua

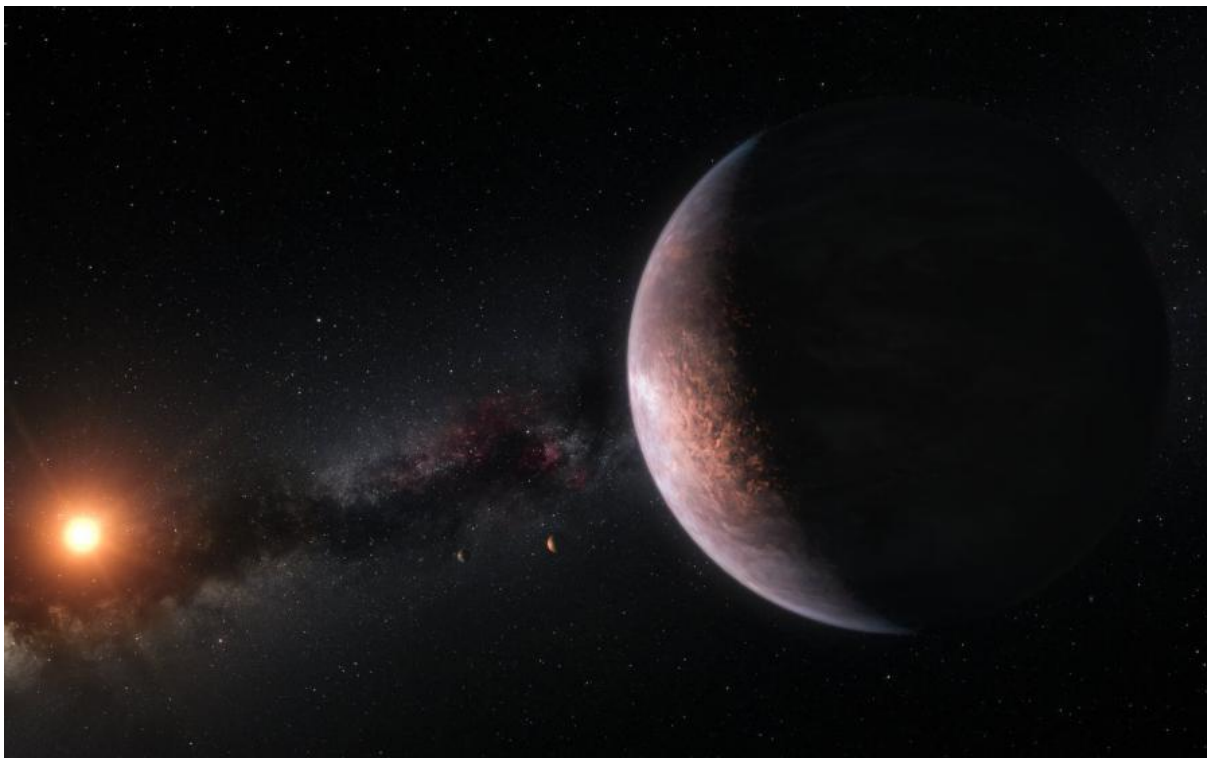
El agua es una molécula simple compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es un compuesto muy común en el universo y es esencial para todas las formas de vida en la Tierra, ya que desempeña un papel clave en muchos procesos bioquímicos como la fotosíntesis o la respiración celular. Por esta razón, los astrónomos se están enfocando en la búsqueda de agua en el sistema solar de la Tierra, en otros sistemas planetarios y en el vasto y distante universo.

La presencia de agua líquida en la superficie de los planetas se considera fundamental para el desarrollo de vida tal como la conocemos. Esto ha motivado a la comunidad astronómica a invertir sus esfuerzos en la caracterización de planetas extrasolares en la zona habitable, que es la región cálida cerca de la estrella donde el agua podría estar en estado líquido.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Representación artística del sistema planetario TRAPPIST-1. Los astrónomos creen que algunos de los planetas en este sistema son ricos en agua.

Cortesía de ESO/M. Kornmesser.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

El agua se encuentra en forma gaseosa y de hielo en muchos cuerpos del sistema solar como planetas, lunas, cometas y asteroides. En particular, la evidencia de la posible presencia de agua líquida debajo de las superficies congeladas de varias lunas que orbitan los planetas gigantes del sistema solar de la Tierra está inspirando futuras misiones espaciales en el sistema solar. Europa y Encélado, lunas que orbitan Júpiter y Saturno respectivamente, han mostrado evidencia de océanos de agua líquida en su subsuelo. Aunque están lejos del Sol y de la zona habitable, estas lunas experimentan calentamiento interno debido a la tensión y flexión que experimentan en sus órbitas excéntricas alrededor de su planeta gigante, lo que resulta en la existencia de agua líquida debajo de su superficie.

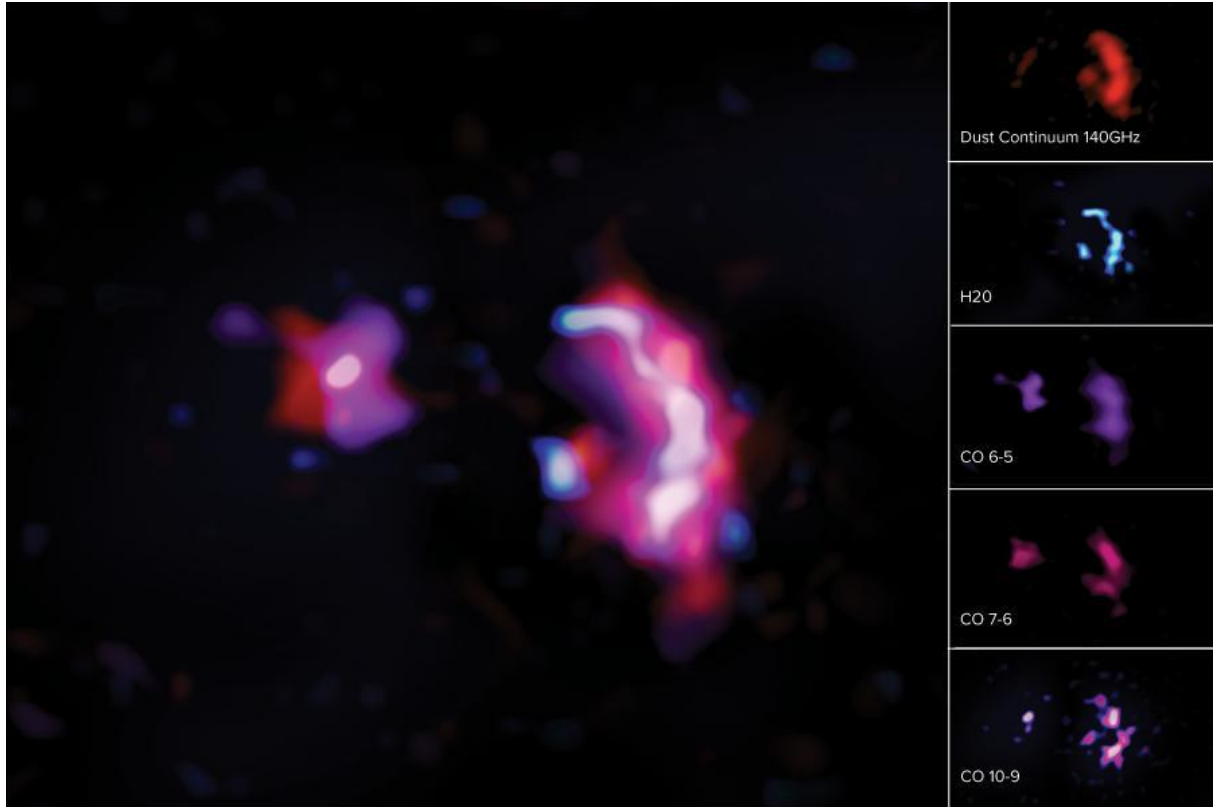
El origen del agua en la Tierra es una de las preguntas no resueltas en astronomía. Los cometas y asteroides helados podrían ser uno de los principales proveedores de agua, mientras que parte del agua en la Tierra puede haberse formado in situ durante el proceso de formación de la Tierra.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Estudios recientes sobre la composición isotópica del agua revelaron que la relación deuterio/hidrógeno en los cometas es mayor que en la Tierra, lo que sugiere que los asteroides podrían ser los principales proveedores de agua en nuestro planeta.



Estas imágenes científicas muestran las líneas moleculares y el continuo de polvo vistos en las observaciones de ALMA del par de galaxias masivas tempranas conocidas como SPT0311-58.

Cortesía de ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S. Dagnello (NRAO)

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

El agua no solo se encuentra en lunas y planetas, sino que también está presente en las regiones donde se forman nuevas estrellas y planetas, alrededor de viejas estrellas moribundas en evolución, y en otras galaxias, algunas de ellas en el universo distante y temprano. La evidencia más antigua y distante de agua en el universo se encontró en la galaxia en formación SPT0311-58, a 12,88 mil millones de años luz de la Tierra. El descubrimiento se realizó desde Chile utilizando el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), operado por el Observatorio Europeo Austral (ESO) junto con colaboradores internacionales. ALMA está equipado con un conjunto de receptores que pueden detectar transiciones moleculares de agua que se desprenden en diferentes

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

longitudes de onda de la región milimétrica y submilimétrica del espectro electromagnético, y desde los objetos más débiles y fríos del universo.

Los telescopios terrestres más potentes de la Tierra albergados en Chile, como ALMA, el Very Large Telescope de ESO y, en el futuro, el Extremely Large Telescope de ESO, desempeñarán un papel clave en el estudio del agua en el universo y en la caracterización de la atmósfera de planetas alrededor de estrellas aparte del Sol de la Tierra.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

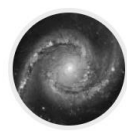
Laboratorios naturales

Ser una ubicación única en todo el mundo es el primer atributo que define un laboratorio natural. Sin embargo, para convertirse en uno, también se requiere la visión de los investigadores y políticas públicas que permitan su implementación. Esta confluencia de atributos biofísicos, culturales y políticos se ha unido para crear los laboratorios naturales del Cabo de Hornos en la ecorregión subantártica de Magallanes y en el Desierto de Atacama en Chile. En su dimensión biofísica, la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) no tiene una réplica biogeográfica a nivel planetario y proporciona un punto de referencia desde el cual es posible investigar algunos ecosistemas en condiciones preindustriales para permitir una mejor comprensión del cambio climático. En su dimensión cultural, los investigadores han generado un enfoque metodológico llamado “filosofía ambiental de campo” para integrar las ciencias naturales, las humanidades, las artes y la ética a la conservación, educación e investigación biocultural. En el Desierto de Atacama, el lugar con los cielos más despejados del planeta, se ha establecido la plataforma más grande del mundo para el desarrollo de observaciones astronómicas. Esta sección guía a los lectores para que conozcan las plataformas de investigación en estos dos laboratorios naturales únicos.

La exposición virtual original incluye la opción de alternar entre el microcosmos y el macrocosmos dentro de cada capítulo (véase la siguiente captura de pantalla).

Aquí presentamos los subcapítulos uno tras otro.

Microcosmos



Macrocosmos

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

La plataforma de investigación, educación y conservación de Cabo de Hornos

En el año 2000, se creó el Parque Etnobotánico Omora en la Isla Navarino como un laboratorio natural, un aula al aire libre y un sitio de investigación ecológica a largo plazo (LTER, por sus siglas en inglés) para la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH). También funciona como un “centinela para el cambio climático” porque el Parque Omora protege una cuenca hidrográfica que incluye tipos de hábitats característicos de la RBCH en un gradiente altitudinal con una disminución térmica análoga a la que ocurre con el aumento de la latitud (Figura 1). Esto lo convierte en un sitio ideal para estudios sobre el cambio climático y su impacto en la biota y los ecosistemas subantárticos.

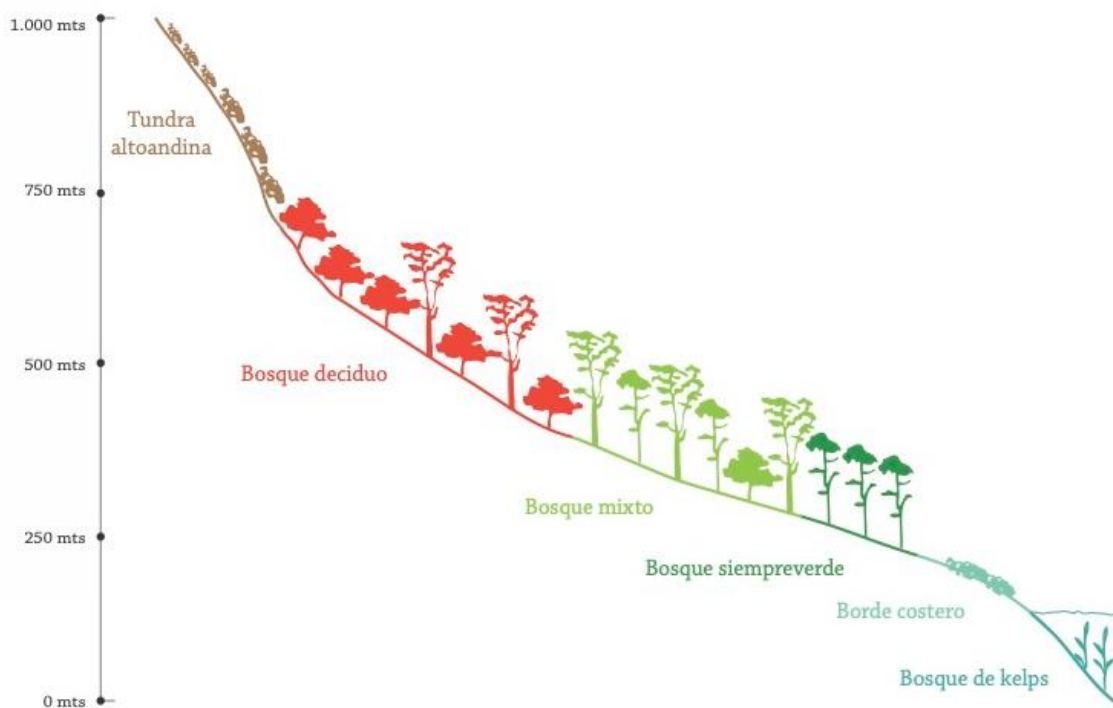


Figura 1. Detalle del gradiente altitudinal y sitios de muestreo a lo largo de la cuenca del Río Róbalo protegidos por el Parque Omora. Para investigar empíricamente el impacto del cambio climático en insectos y plantas subantárticas, se seleccionan lugares con diferentes temperaturas y condiciones climáticas como sitios de estudio a largo plazo a lo largo del gradiente altitudinal. Figura creada por Silvia Lazzarino, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Una de las funciones de las reservas de la biosfera es el apoyo a la investigación científica, la educación, la formación y el monitoreo. En la RBCH, creada en 2005, esta función se ha cumplido con la creación del Parque Etnobotánico Omora en 2000 y con su implementación en 2008 como sitio cofundador de la Red Chilena de Investigación Socioecológica a Largo Plazo (LTSER, por sus siglas en inglés). En 2016, esta red se fortaleció con la adición de la nueva Red de Investigación Socioecológica a Largo Plazo del Cabo de Hornos (LTER-Cabo de Hornos). Esta última incluye al Parque Etnobotánico Omora y tres nuevos sitios agregados al monitoreo de la ecorregión subantártica de Magallanes (Figura 2).

En 2015, la UNESCO aprobó el Informe de la Primera Revisión Periódica de la RBCH que propuso la protección del archipiélago Diego Ramírez y la creación del Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake. La promulgación de este nuevo parque se logró finalmente el 2 de febrero de 2018 y fue oficialmente decretado por el gobierno chileno el 21 de enero de 2019 (Boletín Oficial 2019). En este contexto, la nueva red LTER-Cabo de Hornos ha adquirido relevancia a nivel local y global. A nivel local, abarca una heterogeneidad ambiental representativa de la gran diversidad de paisajes y ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos que caracterizan a la ecorregión subantártica de Magallanes. A nivel global, los ecosistemas terrestres de la red LTER-Cabo de Hornos se destacan por dos razones principales: (1) estos ecosistemas subantárticos carecen de una réplica geográfica en otros continentes del hemisferio sur, y (2) los ecosistemas de alta latitud son especialmente sensibles al cambio climático global. Así, la red LTER-Cabo de Hornos contribuye a superar brechas geográficas críticas en la implementación de la Red Internacional de Investigación Ecológica a Largo Plazo (ILTER, por sus siglas en inglés). La implementación de la red LTER-Cabo de Hornos se basa en una estrecha colaboración con diversas instituciones públicas: el Ministerio de Bienes Nacionales, el Ministerio del Medio Ambiente, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, la Armada de Chile, Carabineros de Chile (policía nacional), la Municipalidad de Cabo de Hornos, la Gobernación de la Provincia Antártica Chilena y el Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. En el futuro, la red LTER-Cabo de Hornos y el Centro Cabo de Hornos fortalecerá la participación de la comunidad local, especialmente la Comunidad Indígena Yagán de Bahía Mejillones, la pesca artesanal, los operadores turísticos y la comunidad educativa, incluyendo actores privados. Ubicado en la “cumbre austral” de las Américas, Puerto Williams, capital de la Provincia Antártica Chilena, se perfila como un centro global para la investigación subantártica transdisciplinaria.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

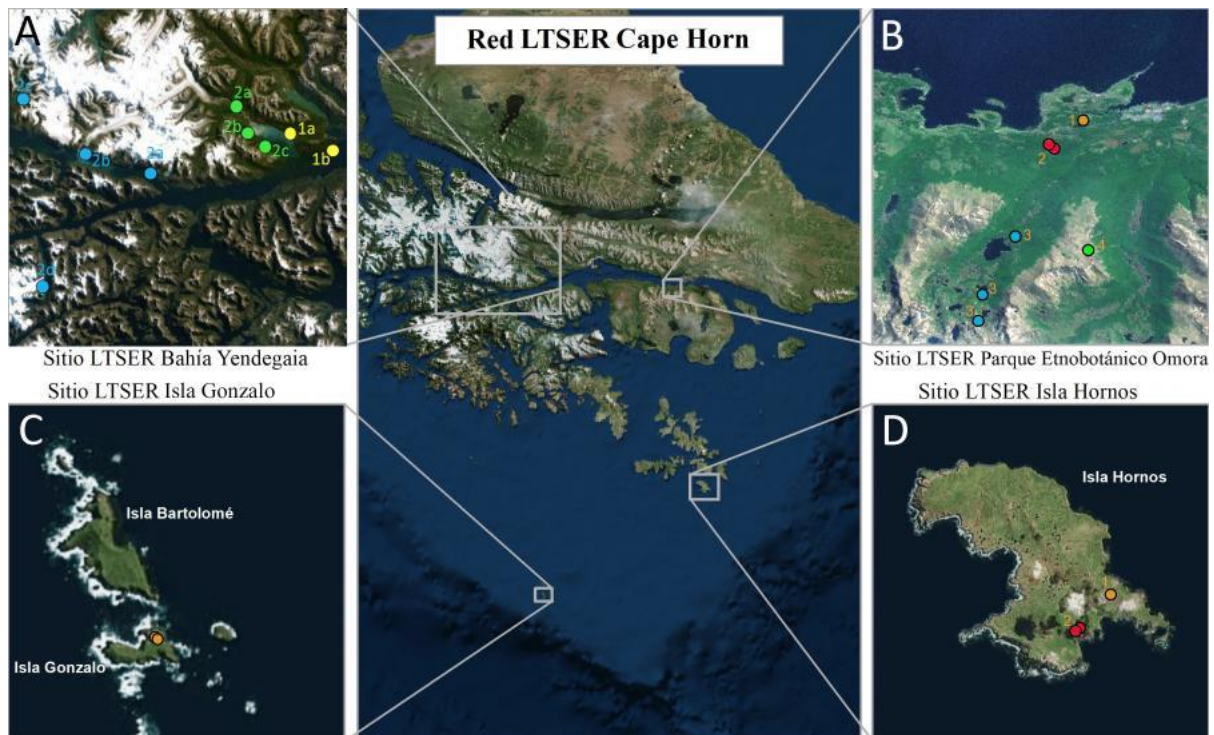


Figura 2. La Red LTER-Cabo de Hornos con sus cuatro sitios principales para estudios ecológicos a largo plazo: (A) Caleta 2 de Mayo ($54^{\circ}52'$ sur, $68^{\circ}41'$ oeste), Bahía Yendegaia, en una zona de ecotono entre bosques perennes y caducifolios (producto del gradiente climático local), en un sitio que será central para la futura conectividad entre el continente de Chile, Tierra del Fuego, Isla Navarino y la RBCH. En el recuadro central, se muestra que las Islas Diego Ramírez están cerca del borde de la plataforma continental; (B) Parque Omora ($54^{\circ}57'$ sur, $67^{\circ}40'$ oeste), Isla Navarino, un sitio ideal para estudios sobre el cambio climático y su impacto en la biota y los ecosistemas subantárticos, ya que protege una cuenca que incluye un mosaico representativo de hábitats característicos de la RBCH en un gradiente altitudinal con una disminución térmica análoga a la que ocurre con el aumento de la latitud; (C) Isla Gonzalo ($56^{\circ}31'$ sur, $68^{\circ}43'$ oeste), en el extremo sur del Archipiélago Diego Ramírez, con vegetación subantártica dominada por pastos y criptógamas, carente de especies leñosas; (D) Isla Hornos ($55^{\circ}58'$ sur, $67^{\circ}13'$ oeste), en el extremo sur del Archipiélago Cabo de Hornos, albergando los ecosistemas forestales más australes del planeta, dominados por el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). En cada uno de los recuadros laterales, los puntos amarillos indican la ubicación de estaciones de monitoreo en ecosistemas terrestres, de agua dulce y costero-marinos. Figura tomada de Rozzi et al. (2020).

© Fundación Omora. Used by permission.

The copyright holder reserves, or holds for their own use, all the rights provided by copyright law, such as distribution, performance, and creation of derivative works.

Finalmente, en 2022 se inauguró el Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) en Puerto Williams. El edificio fue financiado por el Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. Construido en un terreno de 2,2 hectáreas en la ciudad de Puerto Williams, el centro tiene un tamaño de 2.581 m² y cuenta con certificación ambiental LEED (Liderazgo en Diseño

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Energético y Ambiental). Alberga a la Universidad de Magallanes y al CHIC (financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo [ANID], parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile). El centro se organiza en tres módulos: (1) Educación, (2) Conservación Biocultural, (3) Investigación Transdisciplinaria (Figura 3).



Figura 3. Modelos digitales del edificio del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) en Puerto Williams, Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile. Arriba a la izquierda, vista sureste de los frentes del edificio CHIC. Arriba a la derecha, vista general desde el Canal Beagle. Abajo, ubicación de los tres módulos del CHIC en la ubicación final y sus objetivos. S.f. (sin fecha).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

La colaboración con actores regionales, nacionales e internacionales permitirá a la red LTER-Cabo de Hornos y al CHIC (Figura 4) lograr lo siguiente: (i) proporcionar datos críticos que abrirán nuevas oportunidades para monitorear el cambio climático y su impacto en la biodiversidad y los ecosistemas en latitudes subantárticas; (ii) consolidar el monitoreo a largo plazo, que es un

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

componente esencial para diseñar de manera efectiva acciones de mitigación y adaptación; (iii) fortalecer un modelo de desarrollo sostenible local que, en asociación con la RBCH, contribuya desde el sur del mundo a un modelo de conservación biocultural que satisfaga las necesidades de bienestar socioeconómico y sostenibilidad ambiental en múltiples escalas regionales y planetarias.



Figura 4. Fotografía del edificio del Centro Internacional de Cabo de Hornos (CHIC) en Puerto Williams, en la Isla Navarino, Chile. Fotografía de Camilo Quidel, mayo de 2022.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Microcosmos



Macrocosmos

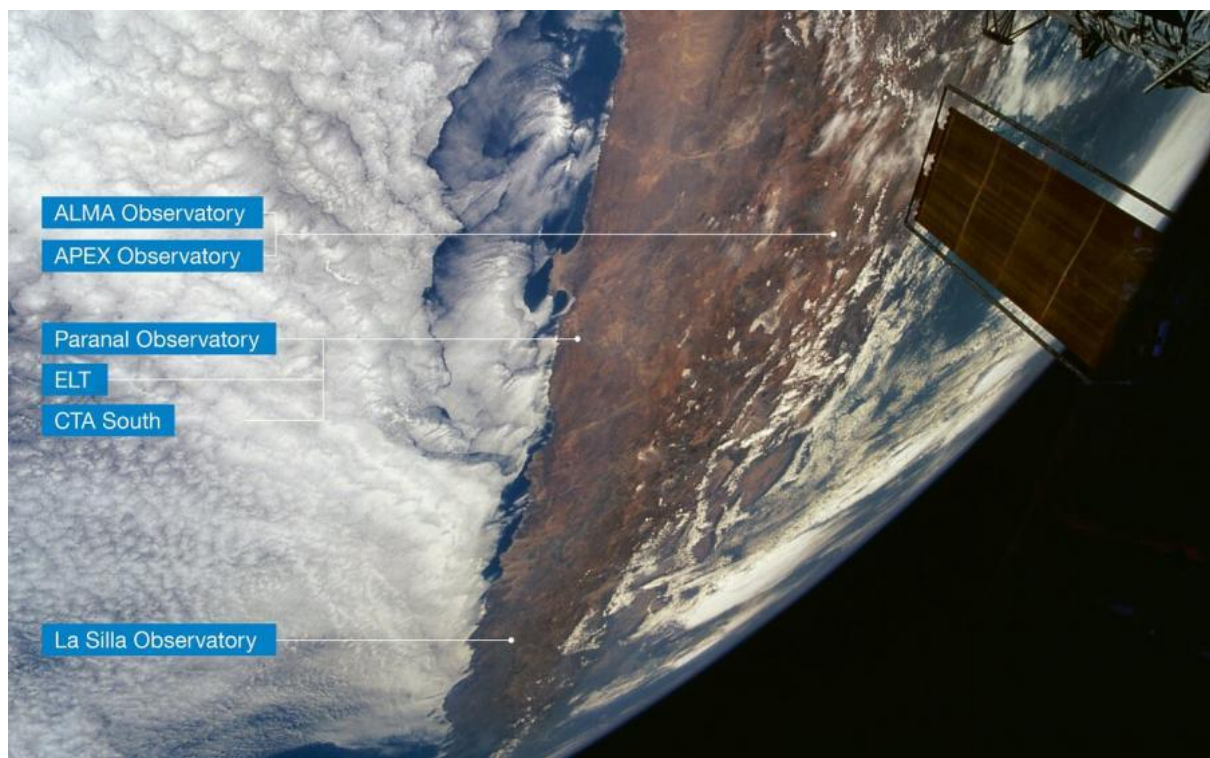
Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Los cielos como laboratorio natural

Podríamos definir un laboratorio natural como un territorio con características naturales únicas que proporciona ventajas comparativas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología de alto impacto a nivel mundial. En esta definición, la palabra “territorio” hace referencia explícita a la importancia del lugar donde se encuentra el laboratorio natural y su ecosistema, que, por supuesto, incluye a los seres humanos y no humanos que lo habitan.



Esta vista del norte de Chile, captada desde el transbordador espacial de la NASA durante una misión de servicio al Telescopio Espacial Hubble (parcialmente visible a la derecha), muestra el Desierto de Atacama, donde se encuentran los observatorios de ESO. En la parte más al norte se encuentra el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) y el Atacama Pathfinder Experiment (APEX), dos observatorios internacionales de los cuales ESO es socio. El Observatorio Paranal de ESO, sede del Very Large Telescope de ESO y donde se ubicarán en el futuro el Extremely Large Telescope (ELT) de ESO y el sitio sur del Cherenkov Telescope Array (CTA), se encuentra a unos cientos de kilómetros al suroeste de ALMA y APEX. El Observatorio La Silla, el primer observatorio de ESO, está aún más al sur. En esta área extremadamente seca se pueden ver pocas nubes, debido a la influencia de la fría Corriente de Humboldt a lo largo de la costa del Pacífico chileno (izquierda) y a las altas montañas de los Andes (derecha) que actúan como barrera. Foto de fondo cortesía del astronauta de la ESA Claude Nicollier, s.f.

Cortesía de ESO/Modificada del original por Claude Nicollier.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Chile es un país privilegiado. Tiene condiciones geográficas únicas debido a su gran extensión en latitud, que combina factores como el clima, la altura de las montañas de los Andes y su costa de más de 4.000 kilómetros, acompañada en toda su extensión por la Corriente de Humboldt y el mar que alcanza grandes profundidades, especialmente en la Fosa de Atacama. Todo esto crea múltiples espacios geográficos o, más bien, territorios que pueden calificarse como laboratorios naturales, con el potencial de convertirse en escenarios para el desarrollo de la ciencia y de la investigación local, abordando temas de interés global.

Entre los laboratorios naturales que se pueden identificar en Chile se encuentran: el mar, los cielos del norte, el desierto, las montañas (y sus minerales) y el territorio subantártico. Acerca de ellos, se podría argumentar que los cielos del norte son uno de los más avanzados en cuanto a la atracción de grandes infraestructuras y contribución a la comunidad científica. Desde la llegada de los primeros observatorios, hace casi 60 años, este laboratorio natural ha atraído inversiones internacionales valoradas en más de ocho mil millones de dólares para la construcción de los telescopios más grandes y potentes del mundo. La llegada de los observatorios también estuvo acompañada de una política pública visionaria, que otorga un porcentaje del tiempo de observación de los telescopios a investigadores asociados a instituciones chilenas. Esta política ha cumplido su propósito y logró establecer, a lo largo de los años, una comunidad científica que creció de unas pocas docenas de personas en 1990 a más de mil en la actualidad, incluyendo estudiantes, profesores e investigadores postdoctorales en más de dos docenas de universidades en todo el país (datos del censo realizado por la Sociedad Chilena de Astronomía [SOCHIAS] en 2021). Esta comunidad, ahora madura, también participa en la construcción de parte de los instrumentos de los observatorios y se integra en colaboraciones internacionales que han realizado descubrimientos de gran relevancia en los últimos años. Además, pueden desempeñar posiciones de liderazgo en la gobernanza científica internacional, tanto en la gestión de los observatorios como representando a instituciones internacionales en Chile, ejecutando así la relación formal y diplomática del país anfitrión, parte importante de lo que definimos como “astropolítica”.

La original exposición virtual presenta una galería interactiva de imágenes.

Vea las imágenes en las páginas siguientes.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



El 2 de julio de 2019, el Observatorio La Silla de ESO fue testigo de un raro evento astronómico, un eclipse total de sol. Inaugurado en 1969, el Observatorio La Silla llevó a ESO a la vanguardia de la ciencia astronómica. El 50° aniversario celebró la continua contribución de La Silla a la ciencia y coincidió fortuitamente con la sombra del eclipse total de sol, o umbra, pasando sobre el sitio.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Capturada en esta imagen se encuentra la impresionante vista del eclipse total del sol, un evento raro que duró menos de dos minutos ese día. Durante un eclipse total del sol, el Sol y la Luna se cruzan en el cielo, superponiéndose perfectamente, un hecho que solo es posible porque el Sol y la Luna están a la distancia correcta de la Tierra para ocupar la misma porción del cielo.

Unas pocas estrellas brillan intensamente por un momento mientras la brillante corona del Sol rodea a la Luna, como hilos brillantes de seda. Una experiencia verdaderamente impresionante, que no se repetirá en La Silla hasta el año 2231.

Fotografía de Mahdi Zamani, s.f.

Cortesía de ESO/M. Zamani.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Un eclipse total de la Luna es un espectáculo impresionante, pero también proporciona otra vista impresionante: un cielo estrellado oscuro y sin luz de la Luna. En el Cerro Paranal en el Desierto de Atacama en Chile, uno de los lugares más remotos del mundo, la distancia de las fuentes de contaminación lumínica hace que el cielo nocturno sea aún más notable durante un eclipse lunar total. Curiosamente, la Luna, que aparece sobre uno de los Telescopios Unitarios (UT2) del VLT, estaba siendo observada por UT1 esa noche. UT1 y UT2 también se conocen como Antu, que significa “el Sol” en Mapudungun, lengua del pueblo mapuche) y Kueyen “la Luna”, respectivamente.

Fotografía de Yuri Beletsky, 2010.

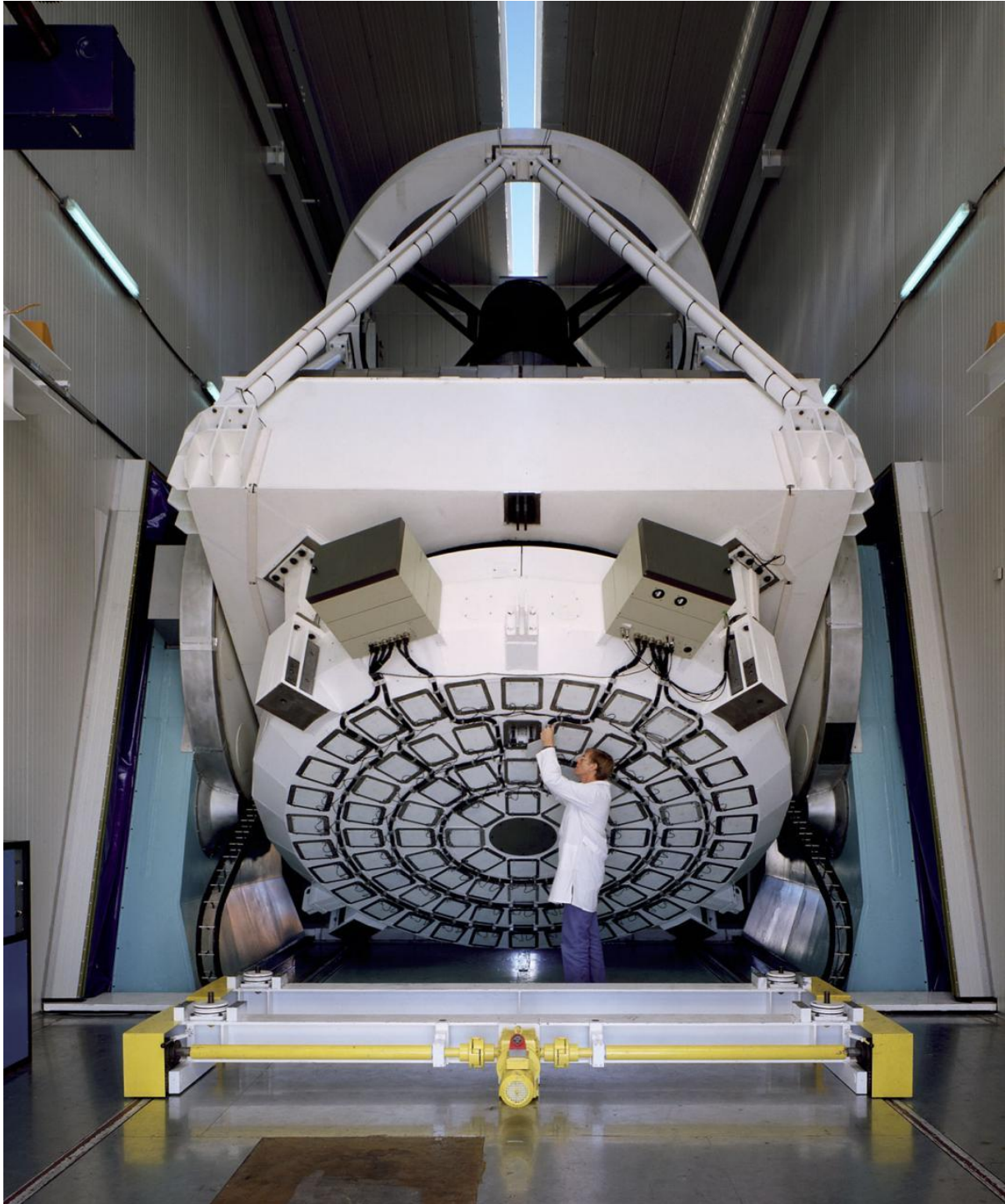
Cortesía de ESO/Y. Beletsky.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



El Telescopio Nuevas Tecnologías (NTT, por sus siglas en inglés) fue pionero en los sistemas de óptica activa: su espejo de 3,56 metros de diámetro es delgado y flexible, y su forma se mantiene perfecta gracias a los actuadores que lo sostienen.

Fotografía de Claus Madsen, n.d.

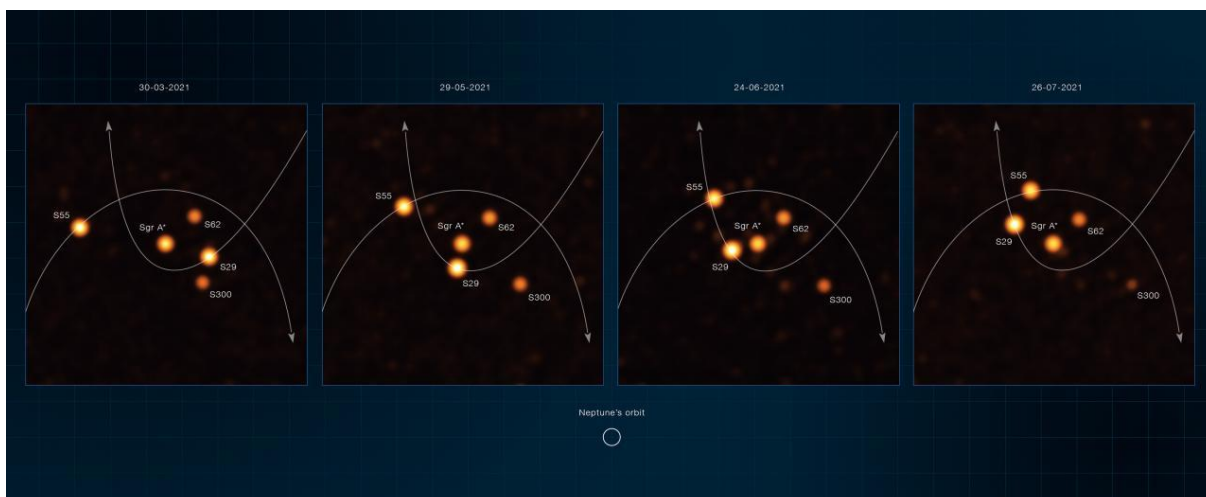
Cortesía de ESO/C. Madsen.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Estas imágenes anotadas, obtenidas con el instrumento GRAVITY en el Interferómetro del Very Large Telescope (VLTI) de ESO entre marzo y julio de 2021, muestran estrellas orbitando muy cerca de Sagitario A*, el agujero negro supermasivo en el centro de la Vía Láctea. Una de estas estrellas, llamada S29, fue observada cuando estaba en su aproximación más cercana al agujero negro a 13 mil millones de kilómetros, solo 90 veces la distancia entre el Sol y la Tierra. Otra estrella, llamada S300, fue detectada por primera vez en las nuevas observaciones del VLTI.

Para obtener las nuevas imágenes, los astrónomos utilizaron una técnica de machine learning llamada Teoría del Campo de Información. Crearon un modelo de cómo podrían verse las fuentes reales, simularon cómo GRAVITY las observaría y compararon esta simulación con las observaciones de GRAVITY. Esto les permitió encontrar y rastrear estrellas alrededor de Sagitario A* con una profundidad y precisión sin precedentes.

2021.

Cortesía de ESO/GRAVITY colaboración.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Sin embargo, el gran potencial del laboratorio natural puede ser desarrollado aún más en lo que podría llegar a ser su área de mayor impacto: el factor social. La ciencia desarrollada en torno a un laboratorio natural está asociada con externalidades, que implican la interacción, los servicios o el desarrollo de otras áreas. Estas incluyen el astroturismo, la generación de energía sostenible, la transferencia y análisis del big data, la innovación tecnológica y la educación, entre otras cosas, que pueden generar polos de desarrollo local, involucrando y beneficiando a las comunidades que habitan el territorio donde se encuentra el laboratorio natural.

El Observatorio Europeo Austral (ESO) llegó a Chile en 1963 debido a las condiciones atmosféricas únicas en el norte del país, que con más del 90 % de noches despejadas al año y baja turbulencia atmosférica, ofrece algunos de los mejores lugares para la observación astronómica en el mundo.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Durante sus 60 años de existencia, ESO ha logrado convertirse en una de las principales instituciones en la construcción y operación de telescopios e investigación astronómica a nivel mundial. ESO ha desarrollado tecnologías que permiten observaciones más precisas en telescopios ópticos e infrarrojos, lo que posibilita investigaciones de vanguardia y descubrimientos de reconocimiento mundial, como los Premios Nobel de Física de 2019 y 2020 (en 2019, Michel Mayor y Didier Queloz por el descubrimiento de un exoplaneta orbitando una estrella similar al Sol; y en 2020, Reinhard Genzel y Andrea Ghez por el descubrimiento de un objeto compacto supermasivo en el centro de nuestra galaxia). Además, ESO está construyendo actualmente el telescopio óptico e infrarrojo más grande del planeta, el Extremely Large Telescope (ELT) en el Cerro Armazones en Chile. Todo lo anterior no sería posible sin la existencia del laboratorio natural del cielo en el norte de Chile. Pero en gran parte, esto se debe a la construcción de una relación sólida y cercana con el país anfitrión, la cual se busca apoyar continuamente, explorando nuevos caminos que brinden beneficios de la astronomía a la sociedad.



Esta foto fue obtenida a mediados de septiembre de 1994 y muestra el trabajo en Cerro Paranal en las bases para los Telescopios Unitarios (UT) del VLT, con el número 1 en el fondo y el número 2 en primer plano. Fotógrafo desconocido, 1994.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



La construcción del telescopio más grande del mundo, el Extremely Large Telescope (ELT) de ESO, está avanzando. Después de una importante desaceleración en las obras debido a la pandemia de COVID-19, que incluyó casi un año de cierre completo del sitio, los trabajos se reanudaron a mediados de 2021. Como muestra esta imagen de enero de 2022, se han colocado los cimientos del gigantesco telescopio de 39 metros, acercándonos un paso más para desentrañar algunos de los misterios más enigmáticos del universo. Fotografía de Gerhard Hüdepohl, 2022.

Cortesía de G. Hüdepohl (atacamaphoto.com)/ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El ecoturismo con lupas y el astroturismo con telescopios



¿Qué queremos decir con “Ecoturismo con Lupa”?

En sus inicios, los seres humanos desafiaron sus límites frente a situaciones desconocidas, viajando a través de continentes y océanos en busca de nuevos territorios y recursos. Hoy en día, estas motivaciones iniciales pueden haber cambiado, y un gran número de personas dedican su tiempo de ocio a viajar en busca de satisfacción personal y nuevas experiencias. De esta manera, el turismo no es un concepto estático; requiere procesos de innovación permanentes teniendo en cuenta los cambios ambientales y culturales. La búsqueda de experiencias novedosas que alimenten la curiosidad humana y permitan el descubrimiento de nuevos paisajes y territorios se convierte en un imperativo en la construcción contemporánea de la oferta turística.

A partir del año 2002, el trabajo liderado por Ricardo Rozzi y el equipo de la Fundación Omora en la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) se propuso consolidar una nueva dimensión en la valorización del paisaje, integrando las ciencias ecológicas con la ética ambiental y revelando la diversidad, funcionalidad y, sin duda, la belleza de los micropaisajes o “bosques en miniatura”. Para la sociedad global del siglo XXI, esta actividad despierta la curiosidad del ser humano para explorar y valorar la microflora y los invertebrados con los que convivimos en diversos ecosistemas, pero que tienden a pasar desapercibidos debido a su tamaño (Figura 1).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 1. “Ecoturismo con Lupa” es una actividad turística de interés especial para apreciar la diversidad, belleza y relevancia ecológica de pequeños organismos como los musgos. Fotografía de Jaime Sepúlveda, Parque Omora, 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 2. Estudiantes de posgrado practicando “Ecoturismo con Lupa”. Fotografía de Adam Wilson, Parque Omora, 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

En el Cabo de Hornos, el uso de una lente de aumento o una lupa permite descubrir estos micropaisajes, generando una experiencia memorable de formas, colores y texturas nunca antes vistas. Según la perspectiva desarrollada por Ricardo Rozzi y el grupo de investigadores que lo acompaña, la idea detrás del concepto de lo que está empezando a llamarse “Turismo con Lupa” o mejor aún “Ecoturismo con Lupa”, es interpretar el paisaje en sus diferentes escalas y a través de una historia biocultural, promoviendo un cambio en la comprensión del entorno que habitamos. Esta actividad ofrece una nueva forma de hacer turismo lento y fue creada en el Parque Omora (Figura 2).

Parque Etnobotánico Omora: un lugar ideal para el “Ecoturismo con Lupa”

Las primeras experiencias formales de “Ecoturismo con Lupa” fueron propuestas a principios de la década de los años 2000 por un grupo interdisciplinario de ecólogos, filósofos y artistas en el Jardín

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

de los Bosques en Miniatura de Cabo de Hornos. Este jardín incluye una red de dos kilómetros de senderos y 20 estaciones interpretativas en el Parque Etnobotánico Omora (Figura 3), situado a lo largo del Canal Beagle, en las cercanías de la ciudad más austral del mundo, Puerto Williams. Durante este período, principalmente científicos, estudiantes, viajeros de cruceros, visitantes institucionales y miembros de la comunidad educativa de Cabo de Hornos llegaron como visitantes al Parque Etnobotánico Omora.



Figura 3a. Estación interpretativa en el sendero de los Bosques en Miniatura de Cabo de Hornos en el Parque Etnobotánico Omora. Fotografía de Adam Wilson, enero de 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 3b. Estación interpretativa en el sendero de los “bosques en miniatura de Cabo de Hornos” en el Parque Etnobotánico Omora. Fotografía de Gonzalo Arteaga, enero de 2010.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

El Parque Omora ofrece una muestra de la alta diversidad de la brioflora subantártica y protege in situ no solo poblaciones de musgos, hepáticas y líquenes, sino también sus interacciones ecológicas con insectos, hongos, bacterias, agua y suelo. Estas interacciones pueden ser observadas por los visitantes en sus hábitats naturales (Figura 4). El Parque Omora es el primer jardín botánico dedicado a la brioflora con criterios de conservación biocultural, educación, ecoturismo y ética ambiental de campo.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Ecoturismo con Lupa: una experiencia única

En sus más de 15 años de existencia, el “Ecoturismo con Lupa” se ha caracterizado por permitir un contacto cercano con la naturaleza, basado en la observación, el descubrimiento y la reflexión.



Figura 4. Un mosquito de la familia Chironomidae dispersando esporas del musgo *Tayloria mirabilis* en el sendero interpretativo de los “bosques en miniatura” del Parque Omora. Fotografía de Adam Wilson, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Estas experiencias turísticas con lupa están diseñadas para educar a los visitantes sobre su condición de cohabitantes del planeta, permitiéndonos apreciar las diversas formas de vida y comprender su papel sistémico en el hábitat que compartimos. En particular, estas experiencias turísticas con lupa consisten en actividades lentas y reflexivas, desarrolladas en grupos pequeños y en terrenos reducidos, generando un impacto ambiental limitado y controlable.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 5. Estudiante de la Universidad de North Texas, Sean Connery, durante un curso de entrenamiento de Filosofía Ambiental de Campo en el Parque Omora en el año 2010. Fotografía por Adam Wilson, s.f.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Además, su escala y definición biocultural lo consolidan como una alternativa al turismo masivo: esta nueva forma de turismo permite la incorporación de comunidades vecinas y favorece el desarrollo local, así como la formación de guías turísticos y proveedores de servicios turísticos especializados en microbosques locales, bajo el enfoque de la Filosofía Ambiental de Campo diseñado en el Parque Omora (Figura 5). Otra característica del turismo con lupa es su facilidad de desarrollo a lo largo de senderos accesibles para personas con discapacidad, lo que implica un esfuerzo de movilidad reducido y la incorporación de un gran grupo de población, donde los adultos mayores y los niños juegan un papel predominante al nombrar las especies.

En el contexto de la Filosofía Ambiental de Campo, la experiencia de “Ecoturismo con Lupa” tiene como objetivo extenderse a diferentes partes del planeta, sin necesidad de agravar la huella de carbono; sin embargo, para aquellos que visitan la Patagonia o planean visitar el continente

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

antártico, es una gran oportunidad para complementar su viaje y vivir la experiencia en el Parque Etnobotánico Omora.

¿Cómo se practica el “Ecoturismo con Lupa”?

Para disfrutar de esta experiencia, los visitantes deben concentrarse y tener tiempo para experimentar las texturas y los tonos de los pigmento del follaje, o los movimientos de pequeños invertebrados que emergen en medio de la atractiva trama del microbosque. Esta actividad, según lo expresado por Ricardo Rozzi en 2005, implica también prestar atención para observarnos a nosotros mismos, nuestra respiración, emociones y curiosidad. De esta manera, se logra una experiencia ética y recreativa de ecoturismo a través de la educación informal, desplegada en tramas de diversidad biológica y cultural.



Figura 6a. El “Ecoturismo con Lupa” es una forma de “turismo lento” que nos permite observarnos a nosotros mismos, con nuestra respiración, emociones y curiosidad, conviviendo con musgos y otros organismos. Fotografía de Cristián Valle tomada de Rozzi et al. (2010).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Figura 6b. El “Ecoturismo con lupa” es una forma de “turismo lento” que nos permite observarnos a nosotros mismos, con nuestra respiración, emociones y curiosidad, conviviendo con musgos y otros organismos. Fotografía de Cristián Valle tomada de Rozzi et al. (2010).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

La propagación del “Ecoturismo con Lupa”

A lo largo de Chile, además del Parque Omora, la Reserva Altos de Cantillana, ubicada al sur de la Cuenca de Santiago, en la zona central de Chile, es una de las áreas protegidas que ha implementado actividades de “Ecoturismo con Lupa”. Esta zona corresponde a un “hotspot” o “punto caliente” de biodiversidad global de flora mediterránea y presenta variados ecosistemas, entre los que destacan el bosque esclerófilo, el bosque caducifolio de robles de Santiago y el relicto de matorral altoandino de la última glaciación. También tanto en la Isla Grande de Chiloé como en la Región de los Lagos de Chile, se han implementado en zonas protegidas privadas, como Los Senderos de Chepu y la Reserva Huilo-Huilo. Recientemente, el Gobierno Regional de Aysén adaptó la metodología del

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Parque Omora en un programa de capacitación llamado “Ecoturismo con Lupa: briófitas, líquenes y macroinvertebrados acuáticos” en el Parque Nacional Queulat.



Figura 7. Una exposición de “Ecoturismo con Lupa” centrada en musgos y arte en el Jardín Botánico del Lago de las Hadas de Shenzhen, Shanghai. Fotografía de Li Zhang en Zhu, 2018.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

A nivel internacional, el turismo con lupa se adaptó en el año 2012 en Bangor, Gales, Reino Unido, así como en una exposición en el Jardín Botánico de las Hadas de Shenzhen, en Shanghai, China, en 2014. Sin embargo, como el jardín botánico en Shenzhen no es una reserva natural, esta experiencia se realiza con musgos cultivados. En Alemania, en el año 2006, se inauguró un “jardín de musgos” en el Jardín Botánico y Museo Botánico de Berlín, que invita a los visitantes a descubrirlos a través de lupas y lentes de aumento. Por último, desde el año 2021, ha habido una colaboración activa entre Ricardo Rozzi y su equipo y el Museo Senckenberg en Fráncfort.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Beneficios del “Ecoturismo con Lupa”

Entender el “Ecoturismo con Lupa” implica valorar la curiosidad del ser humano. Al observar un paisaje magnificado a través de una lupa, los visitantes descubren y aprecian una diversidad exuberante de formas de vida. Por ejemplo, se detienen en las características distintivas desconocidas de la microflora: musgos, hepáticas, antocerotas y líquenes. Una de sus ventajas es que se lleva a cabo en un espacio relativamente pequeño, donde se pueden explorar diversas especies. De esta manera, los micropaisajes se relacionan con los paisajes comúnmente conocidos como jardines y plazas (Figura 8). En particular, la investigación realizada por Ricardo Rozzi y Alejandra Tauro, en el año 2023, nos permite identificar el valor didáctico de esta forma de observación que consiste en reconocer la importancia de los seres pequeños en la naturaleza. El descubrimiento y la observación de estos seres, que antes eran “invisibles” para la mayoría de los visitantes, crea conciencia de lo poco que conocemos nuestro entorno y nos invita a actuar con más precaución. En este contexto, en el año 2010, Rozzi y otros autores indicaron que el “Ecoturismo con Lupa” representa una práctica ética que contribuye a una convivencia respetuosa en la diversidad biocultural en la que estamos inmersos.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

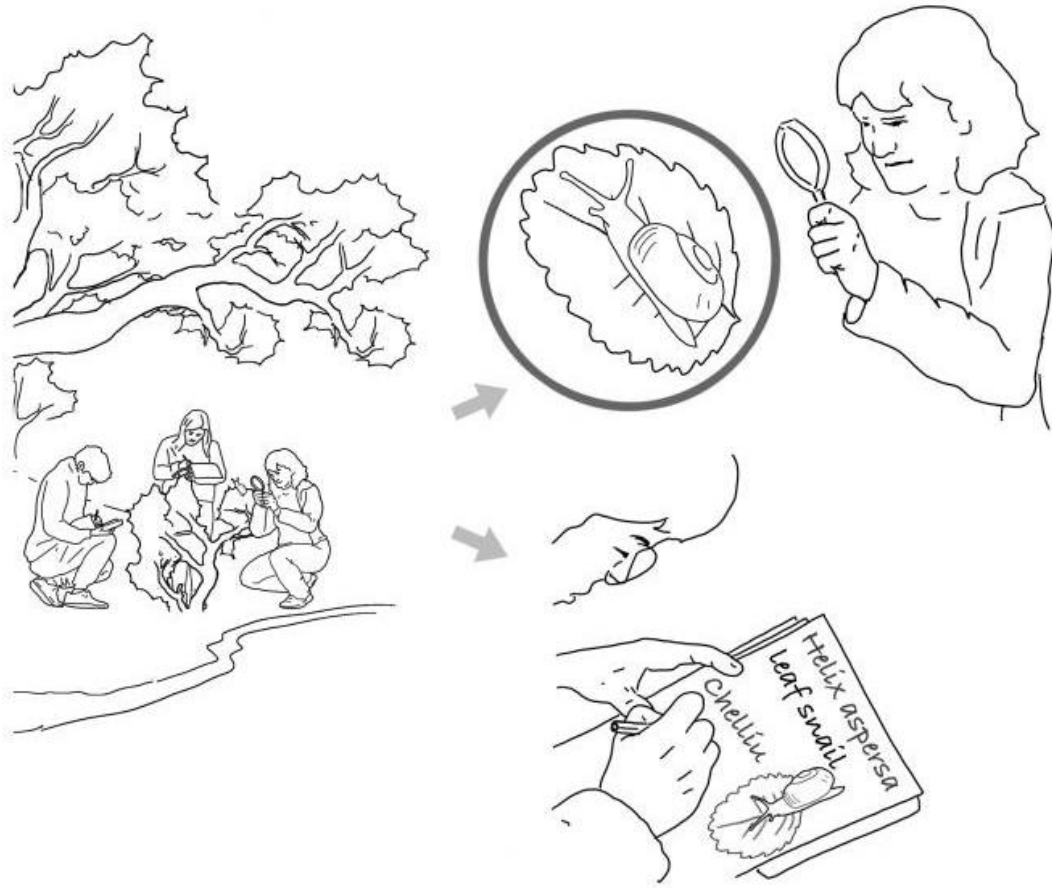


Figura 8. Este esquema ilustrativo explica que la experiencia del “Ecoturismo con Lupa” implica la participación activa de los visitantes, por ejemplo, observando, dibujando y nombrando musgos. Esta actividad se puede practicar en hábitats cotidianos, como jardines, parques o patios escolares. Ilustración por Mauricio Álvarez, adaptada de Rozzi y Tauro (2023).

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Microcosmos



Macrocosmos

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

¿Qué entendemos por astroturismo?

La relación entre viajar y observar el cielo está profundamente arraigada en la esencia curiosa del ser humano. De esta manera, la observación sistemática de las estrellas, junto con el desarrollo tecnológico de instrumentos de navegación, permitió a los primeros viajeros trazar y recorrer nuevas rutas, circunnavegar continentes y viajar por mares y océanos en todo el mundo.



Figura 1. Observación celeste a simple vista como una introducción a la observación astronómica, aprovechando la calidad de los cielos de la Comuna de Combarbalá, Observatorio Cruz del Sur. Fotografía desconocido, s.f.

© Sernatur. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

La curiosidad por lo desconocido es el punto de encuentro entre la astronomía y el turismo, dando forma y sentido a lo que conocemos como astroturismo, una práctica turística asociada a experiencias recreativas y educativas que acercan al viajero a la observación y comprensión de los

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

fenómenos astronómicos y del cosmos. El astroturismo también se conoce como ecoturismo celeste o turismo estelar.

En relación con las motivaciones para el desarrollo de este tipo de turismo, actualmente más del 80 % de la población mundial vive bajo cielos contaminados por luces artificiales, y un tercio no puede ver la Vía Láctea durante la noche. La falta de acceso a las estrellas aleja al habitante urbano de los ritmos de la naturaleza y del universo. Por lo tanto, poder disfrutar de un cielo libre de contaminación lumínica se ha convertido en un deseo para muchas personas, que encuentran a través del astroturismo una forma de redescubrir la emoción de mirar hacia el cielo y observar el verdadero espectáculo que el firmamento nos ofrece (Figura 1).

¿Quién practica el astroturismo?

El creciente conocimiento de la necesidad imperativa de garantizar la preservación de la biodiversidad del planeta a través de un mayor conocimiento y protección ambiental y cultural se conecta con motivaciones profundas basadas en el ocio y la creación de cielos oscuros para disfrutar de noches estrelladas, y con motivaciones relacionadas con cultivar un mayor conocimiento del cielo, los objetos celestiales y todos los aspectos culturales relacionados con ellos. De esta manera, cada vez más viajeros afirman que la observación y comprensión del cosmos son uno de los elementos que motivan la selección de destinos turísticos, actividades y experiencias.

Los interesados en el astroturismo, dependiendo de la disposición que haga el “cielo” como recurso para satisfacer la necesidad de viajar, pueden dividirse básicamente en dos grandes grupos de personas: astrónomos aficionados y el público en general.

El astroturismo en Chile

El norte de Chile en particular es un laboratorio natural único para la observación del cosmos con fines astronómicos. Gracias a la transparencia de sus cielos, el 40 % de las observaciones astronómicas del mundo se realizan en Chile, y según estimaciones, esto podría alcanzar el 70 % en los próximos años. En este sentido, si la actividad turística se caracteriza por ofrecer a los visitantes experiencias nuevas, únicas e inolvidables, la oportunidad de observar el cielo desde Chile se convierte, en sí misma, en una oportunidad imposible de replicar en cualquier otro lugar del planeta.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Figura 2. Las instalaciones astronómicas son una gran atracción para los visitantes. En la imagen se puede ver una visita guiada en el Observatorio Cerro Paranal. Fotógrafo desconocido, s.f.

© Sernatur. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Esta diferenciación aumenta sustancialmente la valoración territorial y permite posicionar a Chile a la vanguardia del turismo astronómico mundial (Figura 2). Por ejemplo, en 2015, la Asociación Internacional del Cielo Oscuro (IDA, por sus siglas en inglés) declaró al sitio astronómico del Observatorio AURA en el Valle de Elqui como el primer Santuario Internacional de Cielo Oscuro en el mundo. De esta manera, el astroturismo en Chile aprovecha las más de 300 noches despejadas al año y la baja contaminación lumínica en el norte del país para contemplar las estrellas a través de algunos de los observatorios científicos más potentes del mundo.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Cómo se desarrollan las experiencias de astroturismo en Chile

En particular, dos estudios que analizan la dinámica del astroturismo en Chile tanto para turistas nacionales como internacionales (CORFO, 2016a, b) identifican las principales actividades que atraen a los turistas vinculados a la observación celeste, como: visitar observatorios científicos y visitar parques o reservas naturales para observar el cielo nocturno, eclipses y otros fenómenos celestiales. Un ejemplo de esto se pudo ver el 2 de julio de 2019, cuando se vivió uno de los eventos astronómicos más importantes del mundo: el eclipse solar total. Este fenómeno hizo que más de trescientas mil personas llegaran a las regiones con las mejores condiciones para su observación, ofreciendo a quienes lo presenciaron desde nuestro país una atracción turística única.



Figura 3. Equipo ideal para que los visitantes puedan realizar fotografías de alta resolución del cielo y sus estrellas a través de la astrofotografía, Observatorio El Pangue, Comuna de Vicuña. Fotógrafo desconocido, s.f.

© Sernatur. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Juárez Alcázar distingue cinco tipos de experiencias de astroturismo: sesiones de interpretación del cielo, visitas a instalaciones de investigación, miradores astronómicos, planetarios y g-astronomía (gastronomía con temática astronómica). Sin embargo, la diversificación de las experiencias en torno al astroturismo va más allá de observar el cielo a través de una lente, telescopio o pantalla.

Desde la observación e interpretación del cielo a simple vista hasta guías locales que explican la comprensión ancestral del cielo, pasando por el turismo virtual que permite a los visitantes acceder de forma remota a un telescopio ubicado en el Desierto de Atacama, el astroturismo ofrece la oportunidad de diseñar productos turísticos innovadores con amplias opciones para incorporar a las comunidades locales capacitadas en la atención al visitante.

Entre estas actividades en Chile se encuentran: la opción de disfrutar de estancias nocturnas bajo cielos estrellados y astrofotografía (Figura 3) en el Valle del Elqui; gastronomía inspirada en el cielo y las tradiciones de los pueblos originarios; arqueoastronomía y astromúsica en San Pedro de Atacama; senderismo y paseos a caballo para la contemplación nocturna, principalmente en noches de luna llena, en los valles de Santiago; termalismo a la luz de las estrellas en la región de Tarapacá; y también innovaciones como la gamificación o las “fiestas estelares”, artesanías inspiradas en el cielo, baños celestiales ancestrales, etc.

Se fomenta que estas experiencias únicas se desarrollen en el marco de la sostenibilidad, motivando a los proveedores de servicios a unirse al sello de sostenibilidad y a los viajeros a programar viajes de larga estancia y compensar su huella de carbono, para mitigar los efectos del turismo en el cambio climático.

Principales destinos y experiencias de astroturismo en Chile

El astroturismo se puede practicar en todo Chile, y en particular entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo, en los destinos turísticos de La Serena, Valle del Elqui, San Pedro de Atacama y Antofagasta. Es posible encontrar agencias encargadas de transportar, proporcionar alojamiento, equipos e interpretación para la observación de estrellas.



Figura 4. Un interesante observatorio construido especialmente para recibir visitantes y estimular el desarrollo del turismo en la localidad de Andacollo. Si ingresas, es posible ver las estrellas a través de un telescopio que emerge de una cúpula. Collowara, Andacollo, Chile. Fotografía desconocido, s.f.

© Sernatur. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

El interés por abrir la actividad astronómica al turismo ha llevado a los municipios, fundaciones y al público general a construir y poner a disposición lo que se denomina “Observatorios Astronómicos Turísticos” (Figura 4). En 2018, el número registrado de observatorios destinados exclusivamente a fines turísticos y educativos en todo Chile ascendió a 35, de los cuales 4 se encuentran en la Región de Antofagasta, 1 en la Región de Atacama, 15 en la Región de Coquimbo, 2 en la Región de Valparaíso, 5 en la Región Metropolitana de Santiago, 2 en la Región de O’Higgins, 1 en la Región del Maule, 4 en la Región del Biobío y 1 en la Región de Los Lagos.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Lecturas complementarias

Aguilar, Maravillas Aguiar. “Los primeros instrumentos de navegación que viajaron a América.” *Mélanges de la Casa de Velázquez* 49 (2019): 223–44. [doi:10.4000/mcv.9915](https://doi.org/10.4000/mcv.9915).

Aguilera, José Miguel. “Laboratorios naturales para una ciencia de clase mundial.” En *Surfeando hacia el futuro: Chile en el horizonte 2025*, editado por Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, 164–69. Santiago: CNID, 2013.

Aguilera, José Miguel y Felipe Larrain. *Laboratorios naturales para Chile: ciencia e innovación con ventaja*. Santiago: Ediciones UC, 2018.

Aguirre, Francisco, Francisco A. Squeo, David López, Ramiro D. Grego, Brian Buma, Danny Carvajal, Ricardo Jaña, Gino Casassa y Ricardo Rozzi. “Gradientes Climáticos y su alta influencia en los ecosistemas terrestres de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, Chile.” *Anales del Instituto de la Patagonia* 49 (2021). [doi:10.22352/AIP202149012](https://doi.org/10.22352/AIP202149012).

Akiyama, Kazunori, Antxon Alberdi, Walter Alef, Keiichi Asada, Rebecca Azulay, Anne-Kathrin Baczko, David Ball et al. “First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole.” *Astrophysical Journal Letters* 875, no. 1 (2019): L4. [doi:10.3847/2041-8213/ab0e85](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0e85).

Aldunate Phillips, Arturo. *Chile mira hacia las estrellas: Pequeña historia astronómica*. Santiago: Editora Nacional Gabriela Mistral, 1975.

Anglada-Escudé, Guillem, Pedro J. Amado, John Barnes, Zaira M. Berdiñas, R. Paul Butler, Gavin A. L. Coleman, Ignacio de la Cueva et al. “A Terrestrial Planet Candidate in a Temperate Orbit around Proxima Centauri.” *Nature* 536, no. 7617 (2016): 437–40. [doi:10.1038/nature19106](https://doi.org/10.1038/nature19106).

Bean, Jacob L., Eliza Miller-Ricci Kempton y Derek Homeier. “A Ground-Based Transmission Spectrum of the Super-Earth Exoplanet GJ 1214b.” *Nature* 468 (2010): 669–72. [doi:10.1038/nature09596](https://doi.org/10.1038/nature09596).

Blaauw, Adriaan. *ESO's Early History. The European Southern Observatory from Concept to Reality*. Garching: European Southern Observatory, 1991.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Brogan, C. L., L. M. Pérez, T. R. Hunter, W. R. F. Dent, A. S. Hales, R. E. Hills, S. Corder et al. “The 2014 ALMA Long Baseline Campaign: First Results from High Angular Resolution Observations Toward the HL Tau Region.” *Astrophysical Journal Letters* 808, no. 1 (2015): L3. [doi:10.1088/2041-8205/808/1/L3](https://doi.org/10.1088/2041-8205/808/1/L3).

Condevaux, Aurélie, Géraldine Djament-Tran y Maria Gravari-Barbas. “El antes y el después del turismo. Evolución de los lugares y papel de los actores del turismo ‘fuera de lo común’: Análisis bibliográfico.” *Via: Tourism Review* 9 (2016). [doi:10.4000/viatourism.414](https://doi.org/10.4000/viatourism.414).

Contador, Tamara, Melisa Gañan, Gustavo Bizama, Guillermo Fuentes-Jaque, Luis Morales, Javier Rendoll, Felipe Simoes, James Kennedy, Ricardo Rozzi y Peter Convey. “Assessing Distribution Shifts and Ecophysiological Characteristics of the Only Antarctic Winged Midge under Climate Change Scenarios.” *Nature Research Scientific Reports* 10 (2020): 9087. [doi:10.1038/s41598-020-65571-3](https://doi.org/10.1038/s41598-020-65571-3).

CORFO. *Astroturismo Chile: Estudio sobre la demanda astroturística en Chile (Proyecto CORFO 14BPC4-28594)*. Santiago: CORFO, 2016. https://www.academia.edu/35903268/ESTUDIO_SOBRE_LA_DEMANDA_ASTROTURISTICA_EN_CHILE.

———. *Astroturismo Chile: Estudio sobre oferta de astroturismo en Chile (Proyecto CORFO 14BPC4-28594)*. Santiago: CORFO, 2016. https://www.academia.edu/35903206/estudio_sobre_oferta_de_astroturismo_en_chile.

Covino, S., K. Wiersema, Y. Z. Fan, K. Toma, A. B. Higgins, A. Melandri, P. D’Avanzo et al. “The Unpolarized Macronova Associated with the Gravitational Wave Event GW170817.” *Nature Astronomy* 1 (2017): 791–94. [doi:10.1038/s41550-017-0285-z](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0285-z).

Duerbeck, Hilmar W. “National and International Astronomical Activities in Chile 1849–2002.” En *Interplay of Periodic, Cyclic and Stochastic Variability in Selected Areas of the H-R Diagram* (ASP Conference Series, vol. 292), editado por C. Sterken, 3–20. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2003. <https://adsabs.harvard.edu/full/2003ASPC..292....3D>.

Duerbeck, Hilmar W., Don Osterbrock, L. H. Barrera y R. Leiva. “Halfway from La Silla to Paranal—in 1909.” *The Messenger* 95 (1999): 34–37. <https://adsabs.harvard.edu/full/1999Msngr..95...34D>.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Etayo, Javier, Leopoldo G. Sancho, Antonio Gómez-Bolea, Ulrik Sochting, Francisco Aguirre y Ricardo Rozzi. "Catalogue of Lichens (and some Related Fungi) of Navarino Island, Cape Horn Biosphere Reserve, Chile." *Anales del Instituto de la Patagonia* 49 (2021): 1–110. [doi:10.22352/AIP202149013](https://doi.org/10.22352/AIP202149013).

Freie Universität Berlin. "The Moss Garden (Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin)." Accessed 6 March 2023. <https://www.bgbm.org/en/map-garden/moss-garden>.

Gillessen, Stefan, F. Eisenhauer, Sascha Trippe, Tal Alexander, R. Genzel, Fred Martins y T. Ott. "Monitoring Stellar Orbits around the Massive Black Hole in the Galactic Center." *Astrophysical Journal* 692, no. 2 (2009): 1075. [doi:10.1088/0004-637X/692/2/1075](https://doi.org/10.1088/0004-637X/692/2/1075).

Gillon, Michaël, Amaury H. M. J. Triaud, Brice-Olivier Demory, Emmanuël Jehin, Eric Agol, Katherine M. Deck, Susan M. Lederer et al. "Seven Temperate Terrestrial Planets around the Nearby Ultracool Dwarf Star TRAPPIST-1." *Nature* 542, no. 7642 (2017): 456–60. <https://doi.org/10.1038/nature21360>.

Goffinet, Bernard, Ricardo Rozzi, Lily Lewis, William Buck y Francisca Massardo. *Miniature Forests of Cape Horn: Ecotourism with a Hand Lens/Los Bosques en Miniatura en Cabo de Hornos: Ecoturismo con Lupa*. Denton: University of North Texas Press, 2012.

Hassan, Rashid, Robert Scholes y Neville Ash. *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Vol 1, *Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, DC: Island Press, 2005.

Hedin, Lars O., Juan J. Armesto y Arthur H. Johnson. "Patterns of Nutrient Loss from Unpolluted, Old-Growth Temperate Forests: Evaluation of Biogeochemical Theory." *Ecology* 76 (1995): 493–509. [doi:10.2307/1941208](https://doi.org/10.2307/1941208).

Jägerbrand, Annika K., Juha M. Alatalo, Dillon Chrimes, and Ulf Molau. "Plant Community Responses to 5 Years of Simulated Climate Change in Meadow and Heath Ecosystems at a Subarctic-Alpine Site." *Oecologia* 161 (2009): 601–10. [doi:10.1007/s00442-009-1392-z](https://doi.org/10.1007/s00442-009-1392-z).

Juárez Alcázar, Emilia. "Astroturismo: una nueva manera de mirar el cielo." *Forum calidad* 28, no. 282 (2017): 42–50.

Körner, Christian. *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Berlin: Springer, 2003.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Lawler, Joshua J., Juliann E. Aukema, Jacqualine B. Grant, Benjamin S. Halpern, Peter Kareiva, Cara R. Nelson, Kris Ohleth et al. "Conservation Science: A 20-Year Report Card." *Frontiers in Ecology and the Environment* 4 (2006): 473–80. [doi:10.1890/1540-9295\(2006\)4](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4).

Lorenzen, Dirk H. *Geheimnisvolles Universum: Europas Astronomen entschleiern das Weltall*. Stuttgart: Kosmos, 2002.

Madsen, Claus. *The Jewel on the Mountain Top: The European Southern Observatory through Fifty Years*. Weinheim: Wiley-VCH, 2012.

Massardo, Francisca. "Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos y Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake." *Anales del Instituto de la Patagonia* 48, no. 3 (2020): 39–44. [doi:10.22352/AIP202149022](https://doi.org/10.22352/AIP202149022).

Mittermeier, R. A., C. G. Mittermeier, T. M. Brooks, J. D. Pilgrim, W. R. Konstant, G. A. B. da Fonseca y C. Kormos. "Wilderness and Biodiversity Conservation." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, no. 18 (2003): 10309–13. [doi:10.1073/pnas.1732458100](https://doi.org/10.1073/pnas.1732458100).

Noterdaeme, P., P. Petitjean, R. Srianand, C. Ledoux y S. López. "The Evolution of the Cosmic Microwave Background Temperature: Measurements of TCMB at High Redshift from Carbon Monoxide Excitation." *Astronomy & Astrophysics* 526 (2006): L7. [doi:10.1051/0004-6361/201016140](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201016140).

Pian, E., P. D'Avanzo, S. Benetti, M. Branchesi, E. Brocato, S. Campana, E. Cappellaro et al. "Spectroscopic Identification of R-Process Nucleosynthesis in a Double Neutron-Star Merger." *Nature* 551 (2017): 67–70. [doi:10.1038/nature24298](https://doi.org/10.1038/nature24298).

Pineda Cáceres, Javiera, Susana Morano Büchner y Osvaldo J. Vidal. "Catálogo de las colecciones de líquenes de la región de Magallanes y Antártica Chilena depositadas en el herbario del Instituto de la Patagonia (HIP)." *Anales del Instituto de la Patagonia* 48, no. 1 (2020): 7–26.

Ponce, Marcela. *Cielos de Chile: De la Tierra al Universo*. Chile: Ministerio del Medio Ambiente, 2018. https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/17213/Cielos_2018_Chilean_Skies.pdf.

Porter, Charles y Ariel Santana. "Rápido retroceso, en el siglo 20, del ventisquero Marinelli en el campo de hielo de la Cordillera Darwin." *Anales del Instituto de la Patagonia* 31 (2003): 17–26.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Prat Forga, José María. “El caso de la Comarca de la Sierra Sur de Jaén.” In *Turismo de interior en España. Productos y dinámicas territoriales* (Primera ed.), editado por Gemma Cànoves Valiente, Asunción Blanco-Romero, José María Prat Forga y Montserrat Villarino Pérez, 187–95. España: Publicacions de la Universitat de València, 2017.

Rignot, Eric, Andrés Rivera y Gino Casassa. “Contribution of the Patagonia Icefields of South America to Sea Level Rise.” *Science* 302 (2003): 434–37. [doi:10.1126/science.1087393](https://doi.org/10.1126/science.1087393).

Rodriguez, Juan Pablo, Sebastián Rosenfeld, Francisco Bahamonde, Ricardo Rozzi y Andrés Mansilla. “Variabilidad espacial de ensambles bentónicos intermareales en Bahía Yendegaia, Canal Beagle, ecorregión subantártica de Magallanes.” *Anales del Instituto de la Patagonia* 49 (2021): 1–24. [doi:10.22352/AIP202149017](https://doi.org/10.22352/AIP202149017).

Rosenfeld, Sebastián, Johanna Marambio, Cristian Aldea, Juan Pablo Rodriguez, Fabio Mendez, Claudio Gonzalez-Wevar, Karin Gerard et al. “Actualización del catastro de ensamble de moluscos costero-marinos del archipiélago Diego Ramírez (56°31’S), Chile: un refugio para la economía sustentable y conservación subantártica.” *Anales del Instituto de la Patagonia* 48, no. 3 (2020): 113–25. [doi:10.4067/S0718-686X2020000300113](https://doi.org/10.4067/S0718-686X2020000300113).

Rozzi, Ricardo. “Biodiversidad en la educación informal: turismo sustentable en Cabo de Hornos.” In *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*, editado por Comisión Nacional del Medio Ambiente, 628–30. Santiago: Ocho Libros Editores, Comisión Nacional del Medioambiente, 2006.

———. “Cabo de Hornos: Un crisol biogeográfico en la cumbre austral de América.” *Magallania* 46, no. 1 (2018): 79–101. [doi:10.4067/S0718-22442018000100079](https://doi.org/10.4067/S0718-22442018000100079).

———. “Biocultural Ethics: Valuing the Vital Links among Coinhabitants, Their Life Habits and Shared Habitats.” Trabajo presentado en el Lunchtime Colloquium, Rachel Carson Center for Environment and Society, Munich, Alemania, el 24 de junio de 2021. https://www.youtube.com/watch?v=Ao_biZD-kpQ&t=4s.

Rozzi, Ricardo, Ximena Arango, Francisca Massardo, Christopher Anderson, Kurt Heidinger y Kelli Moses. “Field Environmental Philosophy and Biocultural Conservation: The Omora Ethnobotanical Park Educational Program.” *Environmental Ethics* 30, no. 3 (2008): 325–36.

Rozzi, Ricardo, J. J. Armesto, Bernard Goffinet, William Buck, Francisca Massardo, John Silander, Mary Kalin et al. “Changing Lenses to Assess Biodiversity: Patterns of Species Richness

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

in Subantarctic Plants and Implications for Global Conservation.” *Frontiers in Ecology and the Environment* 6 (2008): 131–37. [doi:10.1890/070020](https://doi.org/10.1890/070020).

Rozzi, Ricardo, Juan J. Armesto, Julio R. Gutiérrez, Francisca Massardo, Gene E. Likens, Christopher B. Anderson, Alexandria Poole et al. “Integrating Ecology and Environmental Ethics: Earth Stewardship in the Southern End of the Americas.” *BioScience* 62, no. 3 (2012): 226–36. [doi:10.1525/bio.2012.62.3.4](https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.3.4).

Rozzi, Ricardo, Ramiro D. Crego, Tamara Contador, Elke Schüttler, Sebastián Rosenfeld, Roy Mackenzie, Omar Barroso et al. “Un centinela para el monitoreo del cambio climático y su impacto sobre la biodiversidad en la cumbre austral de América: la nueva red de estudios ecológicos a largo plazo Cabo de Hornos.” *Anales del Instituto de la Patagonia* 48, no. 3 (2020): 45–81.

Rozzi, Ricardo y Jaime E. Jiménez, eds. *Magellanic Subantarctic Ornithology: First Decade of Forest Bird Studies at the Omora Ethnobotanical Park, Cape Horn Biosphere Reserve*. Denton: The University of North Texas Press & Ediciones Universidad de Magallanes, 2014.

Rozzi, Ricardo, Francisca Massardo, Christopher B. Anderson, Kurt Heidinger y John A. Silander Jr. “Ten Principles for Biocultural Conservation at the Southern Tip of the Americas: The Approach of the Omora Ethnobotanical Park.” *Ecology and Society* 11, no. 1 (2006): 43. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art43/>.

Rozzi, Ricardo, Francisca Massardo, A. Mansilla, F. A. Squeo, E. Barros, T. Contador, M. Frangopulos et al. *Parque Marino Cabo de Hornos: Diego Ramírez. Informe Técnico para la Propuesta de Creación*. Punta Arenas: Ediciones Universidad de Magallanes, 2017.

Rozzi, Ricardo, Francisca Massardo, Yanet Medina, Kelli Moses, Paula Caballero, Eduardo Camelio, Verónica Morales et al. “Ecoturismo con lupa: integración de las ciencias ecológicas y la ética ambiental.” *Ambiente y Desarrollo* XXIV (2010): 30–37.

Rozzi, Ricardo, Roy H. May Jr., F. Stuart Chapin III, Francisca Massardo, Michael C. Gavin, Irene J. Klaver, Aníbal Pauchard, Martín A. Nuñez y Daniel Simberloff. “From Biocultural Homogenization to Biocultural Conservation: A Conceptual Framework to Reorient Society toward Sustainability of Life.” En *From Biocultural Homogenization to Biocultural Conservation*, editado por Ricardo Rozzi, Roy H. May Jr., F. Stuart Chapin III, Francisca Massardo, Michael

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

C. Gavin, Irene J. Klaver, Aníbal Pauchard, Martín A. Nuñez y Daniel Simberloff, 1–17. Dordrecht: Springer, 2018.

Rozzi, Ricardo y Alexandria Poole. “Biocultural and Linguistic Diversity.” En *Encyclopedia of Environmental Ethics and Philosophy*, Vol. 1, editado por J. Baird Callicott y Robert Frodeman, 100–104. Farmington Hills, MI: Macmillan, 2008.

Rozzi, Ricardo, y Alejandra Tauro. “The Multiple Lenses of Ecotourism with a Hand-Lens: Fundamental Concepts and Practices.” En *Field Environmental Philosophy: Education for Biocultural Conservation*, editado por R. Rozzi, A. Tauro, T. Wright, N. Avriel-Avni y R. H. May Jr. Dordrecht: Springer, 2023.

Schödel, R., T. Ott, R. Genzel, R. Hofmann, M. Lehnert, A. Eckart, N. Mouawad, T. Alexander et al. “A Star in a 15.2-Year Orbit around the Supermassive Black Hole at the Centre of the Milky Way.” *Nature* 419 (2002): 694–96. [doi:10.1038/nature01121](https://doi.org/10.1038/nature01121).

Silva, Bárbara K. “Astronomy and History. What Time Could Tell Us on the Astronomical Facilities in Chile.” Trajajo presentado en La Silla Observatory—From the Inauguration to the Future, La Serena, Chile, 25–29 de marzo de 2019. <https://zenodo.org/record/3245284#.YvQKufHP2JE>.

———. *Astronomy at the Turn of the Twentieth Century in Chile and the United States: Chasing Southern Stars, 1903–1929*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2019.

———. “Stars, Mules, and Interferometers in Early Transnational Astronomy in 1960s Chile.” Environment & Society Portal, *Arcadia* 40 (2020). <https://arc-ojs3test.ub.uni-muenchen.de/arcadia/article/view/288>.

Sobel, Dava. *The Glass Universe: How the Ladies of the Harvard Observatory Took the Measure of the Stars*. New York: Viking Press, 2016.

Sociedad Chilena de Astronomía (SOCHIAS). “Censos de astrónomos/as.” Consultado en el 6 de marzo de 2023. <https://sochias.cl/astronomia-en-chile/censos-de-astronomos/>.

Stock, Jürgen. *Procedures for Location of Astronomical Observatory Sites (Chile Site Survey Technical Report no. 1)*. Tucson, AZ: Kitt Peak National Observatory, 1962. <http://www.eso.org/sci/libraries/historicaldocuments/EHA/Stock-ProcLocationAstronObsSites.pdf>.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.
URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>
PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

———. *Astronomical Observing Conditions in North-Central Chile (Chile Site Survey Technical Report no. 2)*. Tucson, AZ: Kitt Peak National Observatory, 1963.

http://www.eso.org/sci/libraries/historicaldocuments/EHA/Stock-AstronObsCondNorthCentralChile_A1b.pdf.

———. “Site Survey for the Inter-American Observatory in Chile.” *Science* 148 (1965): 1054–59. [doi:10.1126/science.148.3673.1054](https://doi.org/10.1126/science.148.3673.1054).

Torres-Mura, Juan C., y Omar Barroso. “Amelanismo en *Cinclodes maculirostris* (Furnariidae), ave endémica del extremo austral de América.” *Anales del Instituto de la Patagonia* 49 (2021). [doi:10.22352/AIP202149020](https://doi.org/10.22352/AIP202149020).

Turner, John, Robert Bindshadler, Pete Convey, Guido Di Prisco, Eberhard Fahrbach, Julian Gutt, Dominic Hodgson, Paul Mayewski y Colin Summerhayes. *Antarctic Climate Change and the Environment*. Cambridge, UK: SCAR, 2009.

Villagrán C., G. Hässel de Menéndez y F. Barrera. *Hepáticas y Antocerotes del Archipiélago de Chile*. Santiago: Ediciones Museo Nacional de Historia Natural, 2005.

Weaver, David. “Celestial Ecotourism: New Horizons in Nature-Based Tourism.” *Journal of Ecotourism* 10, no. 1 (2011): 38–45. [doi:10.1080/14724040903576116](https://doi.org/10.1080/14724040903576116).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Cronologías

La original exposición virtual presenta una cronología interactiva sobre la evolución del macrocosmos y el microcosmos. Los visitantes pueden navegar por la línea cronológica o por una de las dos perspectivas de la exposición. Lea una versión offline de la cronología en las páginas siguientes o visite la versión en línea aquí (<https://www.environmentandsociety.org/exhibitions/de-lupas-telescopios/timeline/vetelescopioscronologias>)

Environment & Society Portal

Contents Exploration tools Connections

Cronologías

Un grupo de funcionarios de ESO viaja a caballo a lo largo de una montaña rocosa y árida. La fotografía muestra, de izquierda a derecha: Ch. Fehrenbach, O. Heckmann, Sr. Marchetti, J. H. Oort, N. U. Mayall, F. K. Edmondson y A. B. Muller. Fotógrafo desconocido, 1963.

Cortesía de ESO/F.K.Edmondson.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

Macrocosmos

6 NOVEMBER 1963

CHILE ELEGIDO PARA ALBERGAR EL OBSERVATORIO EUROPEO AUSTRAL (ESO)

Después de la fundación de ESO en el año 1962, representantes de la organización buscaron el lugar perfecto para construir telescopios. Después de varios viajes, algunos realizados a caballo, se eligió a Chile como el sitio para albergar las operaciones de ESO. El 6 de noviembre de 1963 se firmó el convenio entre Chile y ESO, conocido como el *Convenio* (también conocido como el *Acuerdo*).

ELECCIÓN DEL SITIO LA SILLA

MACROCOSMOS

MICROCOSMOS

TimelineJS

1950 1951 1953 1955 1957 1959 1960 1962 1964 1966 1968 1970 1971 1973 1975 1977 1979 1980 1982 1984 1986

Captura de pantalla de la línea de tiempo para *De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile*

Chile elegido para albergar el Observatorio Europeo Austral (ESO)

Cronología: Macrocosmos

6 de noviembre de 1963

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Después de la fundación de ESO en el año 1962, representantes de la organización buscaron el lugar perfecto para construir telescopios. Después de varios viajes, algunos realizados a caballo, se eligió a Chile como el sitio para albergar las operaciones de ESO. El 6 de noviembre de 1963 se firmó el convenio entre Chile y ESO, conocido como el *Convenio* (también conocido como el *Acuerdo*).



Un grupo de funcionarios de ESO viaja a caballo a lo largo de una montaña rocosa y árida. La fotografía muestra, de izquierda a derecha: Ch. Fehrenbach, O. Heckmann, Sr. Marchetti, J. H. Oort, N. U. Mayall, F. K. Edmondson y A. B. Muller. Fotógrafo desconocido, 1963.

Cortesía de ESO/F.K.Edmondson.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso0912d/?!lang>

Elección del sitio La Silla

Cronología: Macrocosmos

25 de mayo de 1964

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El Consejo de ESO selecciona la montaña Cinchado, que posteriormente se convertiría en el Observatorio La Silla, como el primer sitio para albergar telescopios de ESO.



Esta fotografía de La Silla fue tomada por Otto Heckmann (1901-1983), el primer director general de ESO, en ocasión de su primera exploración en La Silla en abril de 1964.

Fotografía de Otto Heckmann, 1964.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/la/?lang>

El primer telescopio

Cronología: Macrocosmos

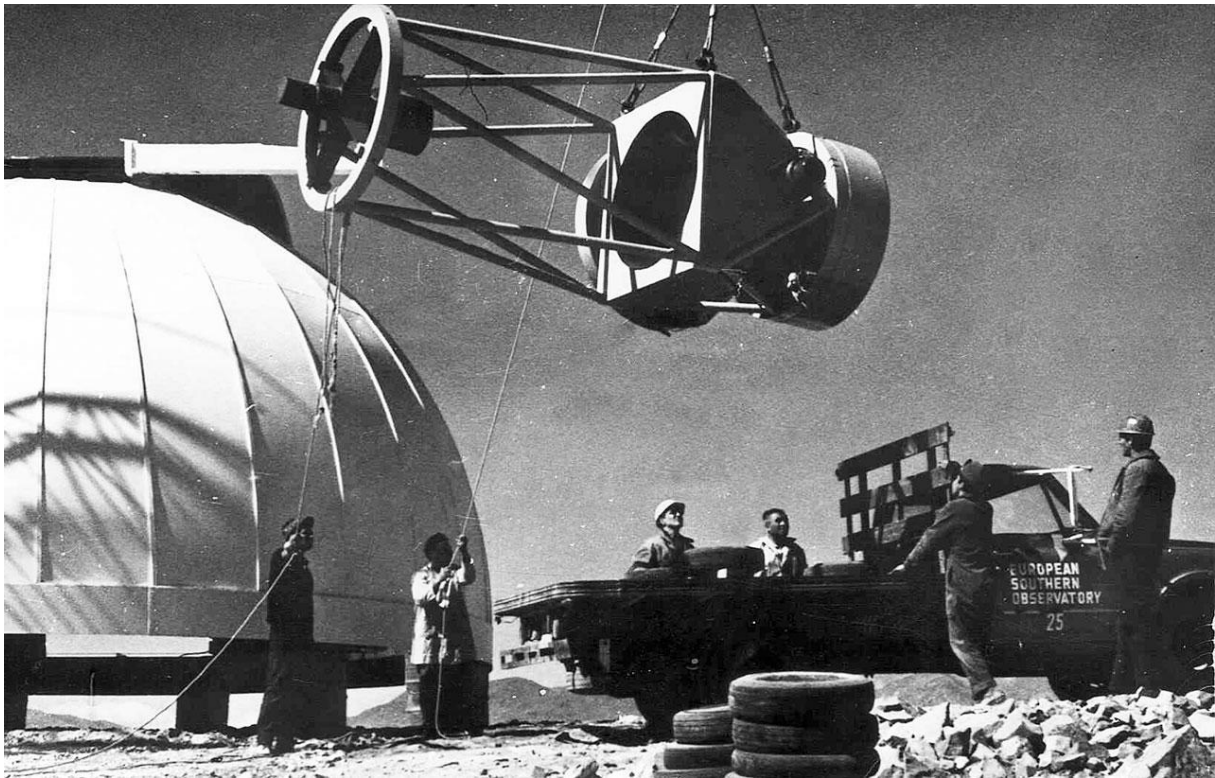
30 de noviembre de 1966

El primer telescopio construido en La Silla en Chile fue el de un metro de ESO, que captó su primera luz a finales de 1966. El telescopio permitió realizar muchos descubrimientos importantes relacionados con estrellas en la Vía Láctea, en cúmulos estelares y en nuestras galaxias vecinas más cercanas, las Nubes de Magallanes.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta foto ilustra la entrega del telescopio de un metro de ESO al nuevo observatorio de La Silla. Fotógrafo desconocido, s.f.

Cortesía de ESO/J.Doornenbal.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/to-perm-build01/?lang>

Inauguración de La Silla

Cronología: Macrocosmos

25 de marzo de 1969

El Observatorio La Silla fue inaugurado el 25 de marzo de 1969 por el presidente de Chile, Eduardo Frei Montalva, en presencia de numerosos representantes de la política y la ciencia. Unos días antes, el 21 de marzo de 1969, la sede chilena de ESO había sido inaugurada en la comuna de Vitacura en Santiago.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta fotografía muestra la fila de invitados durante la ceremonia de inauguración del Observatorio La Silla. De izquierda a derecha: Otto Heckmann (director general de ESO), Gabriel Valdés Subercaseaux (ministro de Relaciones Exteriores de Chile), Olof Palme (ministro de Educación de Suecia), Eduardo Frei Montalva (presidente de la República de Chile) y Jan Hendrik Bannier (presidente del Consejo de ESO). Fotógrafo desconocido, fecha desconocida.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen:

https://www.eso.org/public/chile/images/lso_inauguration_03-69_2/?lang

Primera luz para el telescopio de 3,6 metros de ESO

Cronología: Macrocosmos

7 de noviembre de 1976

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El 7 de noviembre de 1976 se logró captar la primera luz del telescopio de 3,6 metros de ESO en La Silla. Hasta el día de hoy (2023), el telescopio sigue en uso activo, buscando planetas fuera de nuestro sistema solar.



En esta imagen de la década de 1970, se pueden observar las cúpulas del telescopio de un metro (en primer plano) y el telescopio de 3,6 metros (al fondo) de ESO. Fotógrafo desconocido, 1973.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/ehpa-10-1973-lso-view/?lang>

Primera luz para el NTT

Cronología: Macrocosmos

23 de marzo de 1989

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El 23 de marzo de 1989 se logró capturar la primera luz del Telescopio de Nueva Tecnología (NTT) de ESO en La Silla, el que aún está en uso activo. Su espejo es flexible y deformable, lo que le permite ajustarse mediante actuadores durante las observaciones, utilizando una estrella de referencia, para preservar la calidad óptima de la imagen. Esta tecnología se conoce como óptica activa y fue desarrollada por ESO. Marcó un nuevo hito en la ingeniería y el diseño de telescopios y ahora se aplica en todos los telescopios modernos más importantes.



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.
URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>
PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El Telescopio de Nueva Tecnología (NTT) en el Observatorio de La Silla en Chile. Fotógrafo desconocido, fecha desconocida.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/images/eso9704a/>

Cerro Paranal elegido para el VLT

Cronología: Macrocosmos

4 de diciembre de 1990

En diciembre de 1987, el Consejo de ESO tomó la decisión de construir el Very Large Telescope (VLT). Menos de un año después, el gobierno chileno donó a ESO el terreno alrededor del Cerro Paranal, en el Desierto de Atacama chileno. El 4 de diciembre de 1990, se seleccionó este terreno como el hogar del VLT. En septiembre de 1991, comenzó la construcción del Observatorio Paranal con el nivelado de la cima de la montaña de 2.690 metros a 2.650 metros, para adaptarlo a la plataforma de los telescopios que se iban a instalar.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Una vista aérea del Monte Paranal, el sitio propuesto para el Very Large Telescope (VLT). Fotógrafo desconocido, 1994.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso9408b/?lang>

Ampliación del acuerdo

Cronología: Macrocosmos

18 de abril de 1995

En la sede de ESO en Alemania, el profesor Riccardo Giacconi, director general de ESO, y Roberto Cifuentes, embajador que representaba al gobierno de la República de Chile, firmaron un Acuerdo Suplementario, Interpretativo y Modificadorio a la Convención del 6 de noviembre de 1963. Este acuerdo representó una ampliación y fortalecimiento significativo de las relaciones de cooperación

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

entre ESO y la comunidad científica chilena. En ese momento, la construcción del VLT avanzaba en Paranal.



Esta imagen muestra el sitio de construcción del VLT en Paranal desde una altitud de aproximadamente 3.000 metros. Fotografía desconocida, fecha desconocida.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/images/eso9629a/>

Primera luz del VLT

Cronología: Macrocosmos

12 de abril de 1998

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

La primera luz para el primer Telescopio Unitario (UT1) de 8,2 metros del VLT, llamado Antu, se captó el 12 de abril de 1998. Este fue un hito importante y, en ese momento, la sensibilidad del UT1 para fuentes puntuales, tales como estrellas, era superior a la de cualquier otro telescopio existente en la Tierra. Más tarde, en septiembre del mismo año, el instrumento FORS del telescopio obtuvo su primera luz, capturando una espectacular imagen de la galaxia espiral NGC 1232.



Esta imagen de la gran galaxia espiral NGC 1232 fue tomada por el VLT el 21 de septiembre de 1998.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

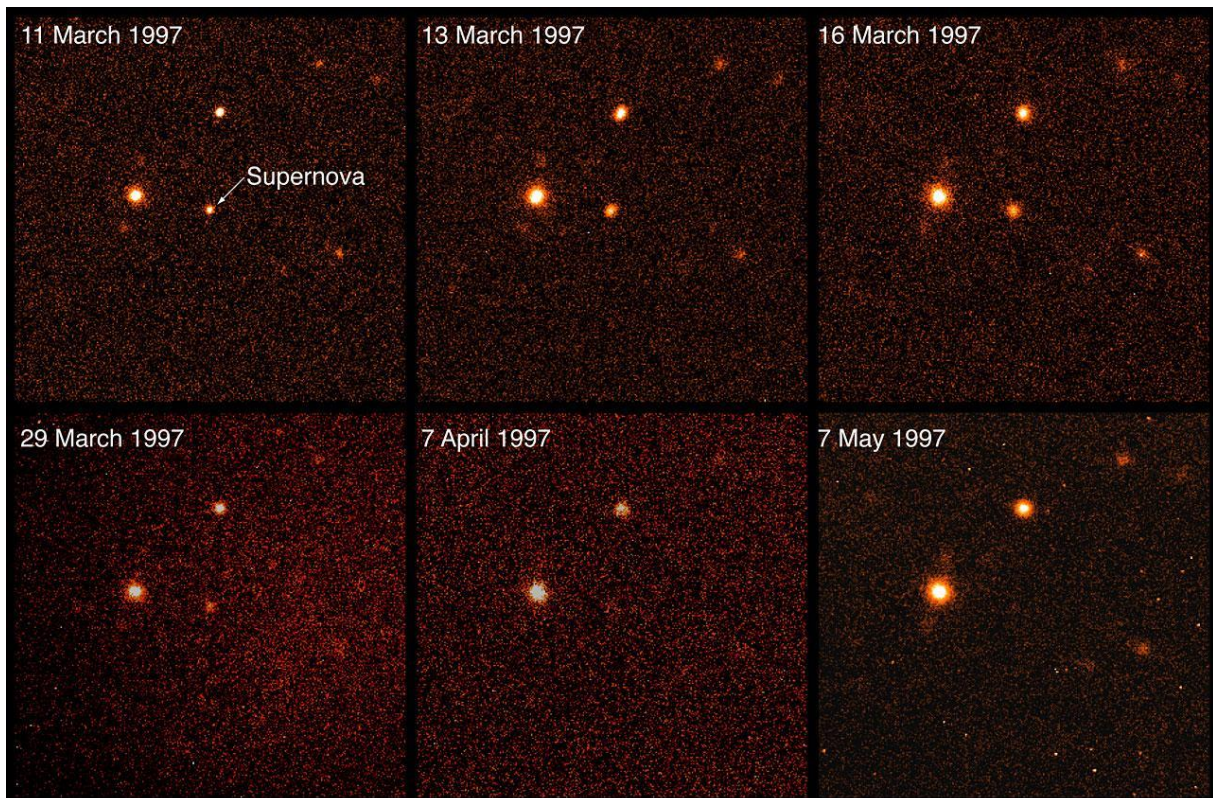
Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso9845d/?lang>

Revelando el universo en aceleración

Cronología: Macrocosmos

15 de diciembre de 1998

Dos equipos de investigación independientes, basados en parte en observaciones de explosiones estelares (supernovas) con telescopios astronómicos en La Silla, demostraron que la expansión del universo se está acelerando. El Premio Nobel de Física de 2011 se otorgó a Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt y Adam G. Riess por este resultado.



En esta imagen, se puede observar que la supernova se está volviendo más tenue y se está alejando de nosotros con aceleración.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso9861b/?lang>

Creación del Parque Etnobotánico Omora

Cronología: Microcosmos

2000

Este laboratorio natural subantártico ha sido concebido como un espacio físico y conceptual para brindar experiencias educativas, realizar investigaciones sobre biodiversidad y proteger la cuenca del río Róbalo a través de una concesión del Ministerio de Bienes Nacionales otorgada a la Universidad de Magallanes y la Fundación Omora.

El Parque Omora tiene tres objetivos principales:

1. Investigación: un laboratorio natural para estudiar la ecología y la diversidad biocultural de los bosques más australes del planeta, así como los impactos del cambio global en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH).
2. Educación: un aula al aire libre abierta a escuelas, estudiantes universitarios, profesores y visitantes interesados.
3. Conservación: un área de protección para la cuenca del río Róbalo y un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad en Chile.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Entrada al Parque Etnobotánico Omora en otoño. Fotografía de Omar Barroso, fecha desconocida.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la ley de derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Primer taller de Filosofía Ambiental de Campo

Cronología: Microcosmos

2000

En el año 2000, un grupo de científicos, artistas, filósofos y otros profesionales, tanto chilenos como extranjeros, crearon un enfoque metodológico educativo novedoso para apreciar la diversidad biocultural local. Esta metodología se llama “Filosofía Ambiental de Campo” (FILAC). La FILAC integra ciencias, humanidades, artes y ética para aprender sobre las dimensiones biológicas, simbólico-lingüísticas y políticas de la diversidad biocultural. La integración de las dimensiones biológicas, conceptuales e institucionales se ha implementado con éxito en los programas de posgrado de la Universidad de Magallanes en Chile y la Universidad del Norte de Texas en los

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Estados Unidos, así como en otras universidades de América Latina y otros continentes. Aunque fue desarrollado en la remota zona del Cabo de Hornos, el enfoque metodológico de la FILAC puede ser practicado en áreas urbanas y rurales de todo el mundo. Para incorporar la FILAC en programas de posgrado, se diseñó un ciclo interrelacionado de cuatro pasos:

Paso 1: Investigación ecológica y filosófica transdisciplinaria.

Paso 2: Comunicación poética a través de la composición de metáforas y narrativas.

Paso 3: Diseño de actividades de campo guiadas con una orientación ecológica y ética.

Paso 4: Implementación de la conservación *in situ*.



Participantes del Taller de Filosofía Ambiental de Campo interactúan tras dibujar el área en laguna Zañartu.

La filosofía ambiental de campo y los desafíos de la educación en las experiencias en la naturaleza

Tomar la lupa y observar pequeños musgos que crecen en medio de troncos de la vegetación de lengas, coigües o firres es uno de los ejercicios realizados al interior del Parque Etnobotánico Omora, en Puerto Williams, por una treintena de participantes entre investigadores y académicos que participaron en el Taller de Filosofía Ambiental de Campo que en los veranos promueve el Programa de Conservación Biocultural Subantártica con el apoyo de la Universidad de Magallanes, y la Universidad de North Texas, además el auspicio de la Embajada de Estados Unidos en Chile, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (Anid), Centro de Tecnología de Excelencia Cape Horn International Center y Fundación Omora.

Filosofía ambiental

Este año la iniciativa se retomó, tras un receso obligado del verano de 2021 por la pandemia, y al respecto el académico de ambas universidades, Ricardo Rozzi, precisa que la filosofía ambiental para el ciudadano común alcanza dos aspectos fundamentales.

“Uno, la educación de los hijos va a ser distinta. La educación no será sólo por medios que el profesor le dice todo y que son por medios puramente computacionales, que se mantienen y son valiosos, pero tendrá la experiencia de salir a la plaza, a la precordillera y tendrá elementos para el propio niño de ir descubriendo como son los componentes de los ecosistemas, cómo se ordenan, cuáles son los proce-

Fotos: Rolando Marañez



Acceso al Parque Omora.



Uno de los grupos participantes del taller en el circuito creado en el Parque Omora.

Educadores e investigadores vivieron la experiencia de la innovadora metodología implementada en Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos

Los ecológicos, cómo son los distintos modos culturales de valorar y comprender la relación sociedad-naturaleza”.

Y agrega que un segundo aspecto es para la sociedad porque esto propone un nuevo turismo, un turismo que es lento, muy acorde al post covid, y ese turismo que es lúdico donde se interactúa con el turista.

“En un espacio pequeño empieza a descubrir las maravillas de Magallanes con los líquenes, los musgos, las aguas más limpias, las hojas de los árboles, disfruta y se queda más tiempo. Es un turismo distinto que metafóricamente lo hemos llamado ecoturismo con lupa que es la expresión hacia esta filosofía ambiental de campo”, señala el ecólogo Rozzi desde el interior del parque Omora que aún no ha podido reabrir sus puertas al público por la pandemia.

Este evento también es apoyado por el programa del Centro Subantártico Internacional Cabo de Hornos que será inaugurado durante el presente año en la comuna de Cabo de Hornos.

CIENCIA, FILOSOFÍA Y ARTES SE UNEN

El ecólogo y filósofo Ricardo Rozzi, principal relator del Taller de Filosofía Ambiental de Campo, explica que ésta es una metodología nueva para integrar la ciencia, la filosofía y las artes y dentro de la filosofía la ética y es en el campo, en el terreno, donde se ha trabajado.

“A diferencia de otros años este año es un taller de maestros, es decir de formadores”, destaca Rozzi, quien detalla que entre los participantes están Lorena Medina, ex decana de la Facultad de Educación de la Universidad Católica y directora alterna del Centro Cabo de Hornos; Andrea Valdivia, directora del Instituto de Comunicación e Imagen de la Universidad de Chile; Laura Luna, antropóloga y profesora asociada del campus Villarrica de la Universidad Católica; Andrea Pino, directora del Centro Transdisciplinario de Estudios Ambientales y Desarrollo Humano Sostenible de la Universidad Austral de Chile; y Jessica Sepúlveda, académica del Centro de Ética Ambiental de la Universidad Católica de Temuco, entre otros para participar en este taller que les entrega nuevas metodologías para replicar.

Durante las primeras dos jornadas los participantes se dividieron en tres grupos para recorrer los senderos del Parque Omora y han dibujado paisajes, han palpado las hojas de especies arbóreas como coigüe, lenga, firre y canelo; han observado diminutos detalles con la lupa y se les ha desafiado a conectarse plenamente con la naturaleza en la que habitan aves, vegetación, pequeños musgos, líquenes e insectos.

También recorrieron el sendero del cerro La Bandera y trabajaron con lupas observando los bosques en miniatura y las especies que habitan bajo el agua en el río Róbalo, en un trabajo dirigido por la investigadora Tamara Contador, encargada de Investigación del programa en Puerto Williams.

Desde enero del año 2000, se han llevado a cabo cursos internacionales de Filosofía Ambiental de Campo anualmente en el Parque Omora. Este artículo en La Prensa Austral de enero de 2022 ilustra el curso ofrecido ese año.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la ley de derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Reconocimiento de la ecorregión magallánica subantártica como un punto caliente global para la diversidad de briófitas (musgos, hepáticas y antocerotas) y líquenes

Cronología: Microcosmos

2001

En 2001, los investigadores del Parque Omora descubrieron la alta riqueza de especies y el endemismo de las briófitas o flora no vascular en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) y, más ampliamente, en la ecorregión Magallánica subantártica. Estos altos niveles de diversidad y endemismo pasaron desapercibidos antes de la iniciativa de investigación del Parque Omora y llamaron la atención a nivel mundial porque, en contraste con otros bosques de América Latina, la riqueza de especies de plantas vasculares es mucho mayor que la de las plantas no-vasculares.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Tendencias

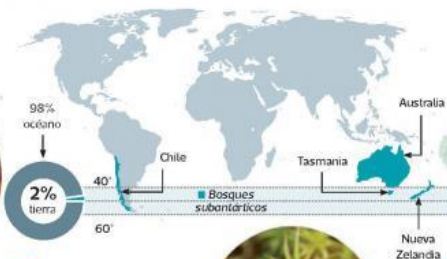
Estudio de la U. de North Texas, el Instituto Cary de EE.UU. y la U. de Magallanes, recién publicado en la revista Bioscience, analiza las características exclusivas de la zona: una gran biodiversidad, la reserva de agua dulce más grande fuera de la Antártica y el área más extensa de humedales templados del hemisferio sur, entre otras.

Por Francisco Rodríguez

Las 10 razones de la ciencia para declarar al sur de Chile como lugar único en el mundo

1 Geografía única

Posee la mayor cantidad de tierra entre la latitud 40° sur (Valdivia) y 60° (Cabo de Hornos) del planeta.



2 Zona prístina

Es una de las 24 últimas zonas prístinas del planeta (según la ONG Conservation International).



Tiene zonas de 10.000 km², que carecen de conectividad terrestre y desarrollo industrial y urbano. Alberga la menor densidad poblacional en latitudes templadas con 0,14 habitante por km².



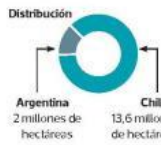
6 Agua limpia

No hay aguas de lluvia ni cursos de agua dulce fuera de la Antártica: los Campos de Hielo Patagónicos y cordillera Darwin. La zona está situada fuera de las corrientes de aire que transportan los contaminantes industriales y recibe las tormentas que se originan en el sur del océano Pacífico. El agua lluvia tiene muy pocos químicos. Un estudio de 2000 reveló que tienen las concentraciones de nitrato más bajas del mundo.

Fuente: U. de North Texas, Gay Institute U. de Magallanes. Fotos: Jordi Planá, Silvina Ippi, Adam Wilson, T. Torres y Ricardo Rozzi

3 Bosques

Es el área más extensa de bosque templado lluvioso del hemisferio sur.



TOTAL 15,6 millones de hectáreas, la extensión más grande de árboles de hoja perenne y bosque templado caducifolio (que pierden su follaje durante una parte del año) del hemisferio sur.



4 Humedales

Es el área más extensa de humedales templados del hemisferio sur. Los bosques subantárticos magallánicos (humedal ácido), pantanos, ciénagas y cojines conocidos como el Complejo de Tundras de Magallanes, que cubren 4,4 millones de hectáreas.



8 Áreas protegidas

Son las áreas protegidas no tropicales más extensas del hemisferio sur. El Parque Nacional Bernardo O'Higgins es el segundo más grande de América Latina (3,5 millones de ha.). Si se suman las reservas y otros parques, se llega a 7,3 millones de ha., el territorio protegido continuado más grande de las latitudes no tropicales del hemisferio sur.



9 Diversidad cultural

Habita una gran diversidad de culturas vivas y lenguajes originarios, como los lakkenches, huilliches, pehuenches y yaganes.



Francisco Soleroto - LA TERCERA

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.
URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>
PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Artículo en el diario *La Tercera* que ilustra los diez atributos únicos identificados para la ecorregión subantártica magallánica.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ecoturismo con Lupa

Cronología: Microcosmos

2001

En 2001, el trabajo de campo botánico a largo plazo en la región reveló que la ecorregión Magallánica subantártica alberga más del 5 % de las especies de plantas no-vasculares del mundo. El equipo de investigación del Parque Omora creó la actividad de “Ecoturismo con Lupa” para ayudar a los ciudadanos y tomadores de decisiones a descubrir la belleza, diversidad e importancia ecológica de una flora que pasa desapercibida regularmente. El “Ecoturismo con Lupa” permite a los responsables de la toma de decisiones, turistas, educadores y al público en general admirar la exuberante diversidad de pequeñas plantas y líquenes. Esta actividad de turismo lento también convoca valores éticos, estéticos y ecológicos que amplían las perspectivas que prevalecen en la relación de la sociedad global con la naturaleza y reconectan a los ciudadanos con las maravillas de la diversidad biocultural.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



El *Nephroma antarcticum* es un líquen muy común en el parque Omora. Se distingue por sus coronas de color café.



La *Marchantia bertextera* es una especie que no posee hojas y puede reconocerse fácilmente por sus lóbulos verdes y aplanados. Es muy abundante en áreas húmedas.



La interacción de las briofitas con los insectos es otro de los atractivos del bosque en miniatura.

Bosques en miniatura:

Ecoturismo con lupa revela impresionante biodiversidad vegetal en isla Navarino

Al sur del canal Beagle se encuentra una de las más diversas poblaciones de líquenes y musgos de todo el planeta. Un nuevo libro y un documental en DVD invitan a descubrirla.

RICHARDO GARCÍA

A simple vista, el conjunto de islas al sur de Tierra del Fuego, que culminan en el cabo de Hornos, puede parecer pobre en materia de vegetación si se compara con la selva valdiviana. Pero la realidad es que presenta un patrimonio único.

"Magallanes tiene sólo seis especies de árboles, pero alrededor de mil especies de musgos y líquenes, conocidos como briofitas", destaca Ricardo Rozzi, biólogo y ecólogo del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB).

El detalle clave, explica, es que en el mundo existe un total de 15 mil especies de briofitas, lo que quiere decir que en un diminuto territorio que equivale a 0,01 de la superficie terrestre se concentra más del 5% de ellas.

"Y, como si fuera poco, al menos 500 sólo viven en la llamada eco-región subantártica de Magallanes. Rozzi se interesó en este tema



El libro

Fue editado por Ediciones de la Universidad de Magallanes e incluye un DVD.



Los visitantes de todas las edades disfrutan el recorrido con lupa, que puede durar hasta tres horas. Muchos de los turistas proceden de los crucesos que navegan por el área. La lupa les ayuda a ver los detalles.

desde una vez que casi murió hundiéndose en uno de los pantanos típicos de esa área.

"Mientras me hundía empecé a nadar alrededor de unos bichitos y empecé a mirar la flora que tenía a mi alrededor. Me di cuenta que durante 10 años había estado trabajando en los sitios prioritarios de Chile, pero estos musgos constituían una verdadera selva en miniatura".

El científico reconoce que el descubrimiento de esta realidad lo condujo a un "cambio de lente" con el cual estaba enfocando el tema de la conservación.

Justamente los hallazgos realiza-

dos allí favorecieron la creación de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, que puso a la zona al mismo nivel que Madagascar o Galápagos, pero con la diferencia de que se trata de bosques en miniatura.

Cambio de mirada

Lo que vino después fue un impulso de turismo responsable a través de la creación de un circuito de más o menos un kilómetro en el parque etnobotánico Omora (en la isla Navarino), que cuenta con el apoyo del programa de Conservación Biocultural Subantártica de la U. de

Magallanes y de la University of North Texas.

El singular recorrido es el tema de las 190 páginas del libro "Ecoturismo con Lupa en el Parque Omora", en cuya redacción participaron Rozzi junto a investigadores de las Universidades de Magallanes, Concepción, North Texas, Connecticut, Yale, Bangor y Complutense de Madrid. El texto es complementado con un documental en DVD de 19 minutos que viene junto con la publicación.

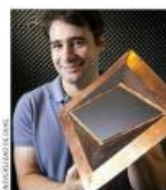
Lo de la lupa, dice Ricardo Rozzi, va más allá de amplificar la visión de las briofitas y otros organismos del

bosque en miniatura, sino que también amplifica nuestra mirada mental, perceptiva y afectiva frente a la naturaleza y la relación con ella.

Es así como cada visitante que accede al circuito recibe una lupa para poder apreciar detalles que escapan a primera vista.

El recorrido se puede prolongar hasta por tres horas.

Los más jóvenes también pueden hacer trayectos más prolongados que contemplan subir los cerros de los alrededores, que a la distancia aparentan estar desiertos, pero, sin embargo, están llenos de una diminuta vida vegetal.



Nathan Landy, líder de la investigación, sostiene el dispositivo que hace invisible los objetos a las microondas.

Sin que se vean distorsiones: Científicos logran hacer invisible un objeto

Investigadores de la U. de Duke lograron por primera vez que un objeto se vuelva invisible sin que se presenten distorsiones. Para ello diseñaron un dispositivo de fibra de vidrio y cobre con la forma de un diamante. El objeto que se volvió invisible fue un cilindro colocado en su interior. El efecto se logró guiando las ondas electromagnéticas alrededor del objeto, las que surgen al otro lado como si hubiesen pasado por el vacío. En intentos anteriores la sensación de invisibilidad era similar a la de estar viendo a través de un vidrio, donde la luz se reflejaba.

Investigación del MIT: Implante auditivo usa la energía del cuerpo

El condado auditivo es una verdadera batería natural, llena de toques que producen electricidad. Investigadores del MIT usaron esa energía para alimentar un dispositivo implantado en el oído de conejillos de Indias. Los animales respondieron bien a las pruebas de audición y el dispositivo, además, envió datos sobre las conexiones químicas al interior del oído.

El estudio abre puertas para implantes coleccionados en personas con problemas auditivos, los que se podrán autoalimentar de energía.

Investigación analizó a más de 1.300 menores:

Estudio demuestra que los niños chilenos son tan felices como los suecos

Aunque hay una gran brecha entre los adultos de ambos países, hasta los 14 años, quienes viven en Chile dicen sentirse incluso más satisfechos con su colegio y hermanos.

ANALÍA TORRES

Los niños que viven en Suecia, el cuarto país más feliz del mundo según datos de la ONU, son igual de felices que los niños chilenos. Esto, a pesar de que los adultos de nuestro país se ubican en el lugar número 43 del mismo ranking.

Así lo demostró un estudio encabezado por la U. de los Andes, en conjunto con investigadores suecos y estadounidenses, quienes evaluaron el nivel de satisfacción vital de 729 niños chilenos de entre 8 y 14 años, de colegios privados, subvencionados y municipales, y los datos de 623 escolares suecos.

Según explica Lisa Clefberg, académica de la Escuela de Psicología de la U. de los Andes, quien encabezó la recolección de datos en el país, los niños fueron evaluados en diez áreas de satisfacción (padres; hermanos; primos; colegio; profesores; amigos; tiempo de juego; salud; autorrespeto y hogar).

Los resultados fueron sorprendentes. Pensábamos que si los adultos de Suecia aparecen como dentro de los con mejor calidad de vida en el mundo, esto se replicaría en los niños. Sin embargo, notamos que hay diferencias. De hecho, aunque los niños de ambos países en general tienen el mismo grado de satisfacción, hay áreas en las que los niños chilenos están más satisfechos".



Los hermanos son una fuente importante de satisfacción y alegría para los niños chilenos.

La escala de medición iba de cero a seis, y según se vio, en los ítems relacionados con hermanos y colegio, los chilenos obtuvieron puntajes más altos. Así, por ejemplo, si le dieron 3,44 puntos a su satisfacción con la escuela, los suecos promediaron 2,69. En la satisfacción en la relación con sus amigos, en cambio, los escolares chilenos promediaron 4,91, mientras que los suecos, 5,19.

"Esto podría ser un reflejo de la orientación a la familia nuclear que parece existir en la sociedad chilena", agrega la investigadora.

Según la especialista, eso sí, aun-

que los niños chilenos tienen puntajes que demuestran estar tan contentos con su vida como los suecos, mientras más crecen, menor es su puntuación, lo que podría demostrar por qué en la adultez, las diferencias son tan grandes.

"El promedio general de satisfacción alcanzado es de 4,27 puntos en nuestro país y los niveles más altos se encuentran en el tramo de edad de 8 y 10 años (4,62 puntos). Sin embargo entre los 11 y 12 años las valoraciones caen a 4,13 puntos y luego, entre los 13 y 14 años, a 3,92 puntos. Esta clara disminución longitudinal

de las puntuaciones estaría relacionado con aspectos del desarrollo psicológico y social del niño, y particularmente con cambios en los grupos de referencia", dice Clefberg.

Es decir, si un niño de cerca de ocho años sólo se compara con su barrio, cuando más grande considera a grupos más extendidos.

"Es posible que disminuya el grado de satisfacción relativa al notar diferencias importantes entre lo que posee y lo que observa en este medio extendido, en cuanto a cualidades o atributos valorados por el niño y su familia", agrega Clefberg.

Artículo en el diario *El Mercurio* que destaca la práctica innovadora de “Ecoturismo con lupa” en el Parque Omora para apreciar la alta diversidad de briófitas y sus múltiples valores ecológicos, estéticos, económicos y éticos.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ecorregión subantártica de Magallanes

Cronología: Microcosmos

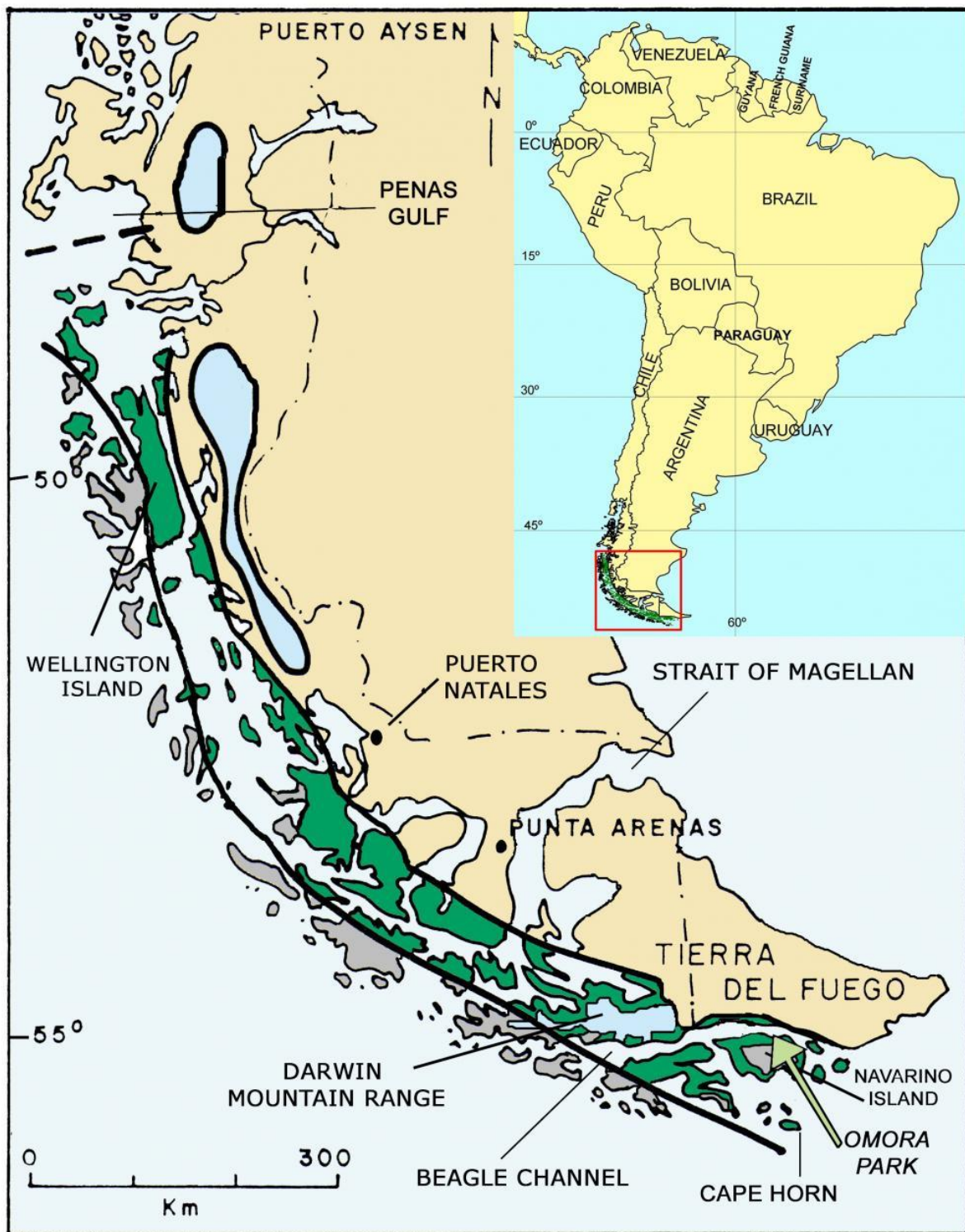
2002

En 2002, el nombre de la región cambió a “ecorregión subantártica de Magallanes”. Este término tiene la ventaja de distinguirla claramente de otras tres regiones relacionadas geográfica o climáticamente. En primer lugar, se distingue esta región montañosa y lluviosa de las estepas secas y llanas de la Patagonia. En segundo lugar, al estar dominada por bosques, la ecorregión subantártica de Magallanes también es diferente de todas las demás regiones insulares subantárticas, que carecen por completo de otras plantas leñosas. En tercer lugar, los bosques de la ecorregión subantártica de Magallanes están dominados por árboles de hoja perenne de hoja ancha, lo que los distingue de la región boreal o subpolar en el hemisferio norte dominada por coníferas y árboles caducifolios de hoja ancha.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



La ecorregión subantártica de Magallanes cuenta con la extensión total de los bosques siempreverdes (verde) y el páramo magallánico (gris) desde el Cabo de Hornos hasta el golfo Penas en Chile. Ubicado en la Isla Navarino, al sur de Tierra del Fuego, el Parque Etnobotánico Omora lanzó un programa de conservación de brioflora con colaboración internacional en 2000. El Parque Omora sirve como sitio de investigación ecológica a largo plazo y como centro de investigación, educación y conservación para la Reserva de Biosfera del Cabo de Hornos (RBCH).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Los mapas publicados en este documento que se refieren o están relacionados con los límites y fronteras de Chile no comprometen al Estado de Chile de ninguna manera, de acuerdo con el Artículo 2, letra g del DFL N° 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile.

© Fundación Omora. Usado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Primera imagen de un exoplaneta

Cronología: Macrocosmos

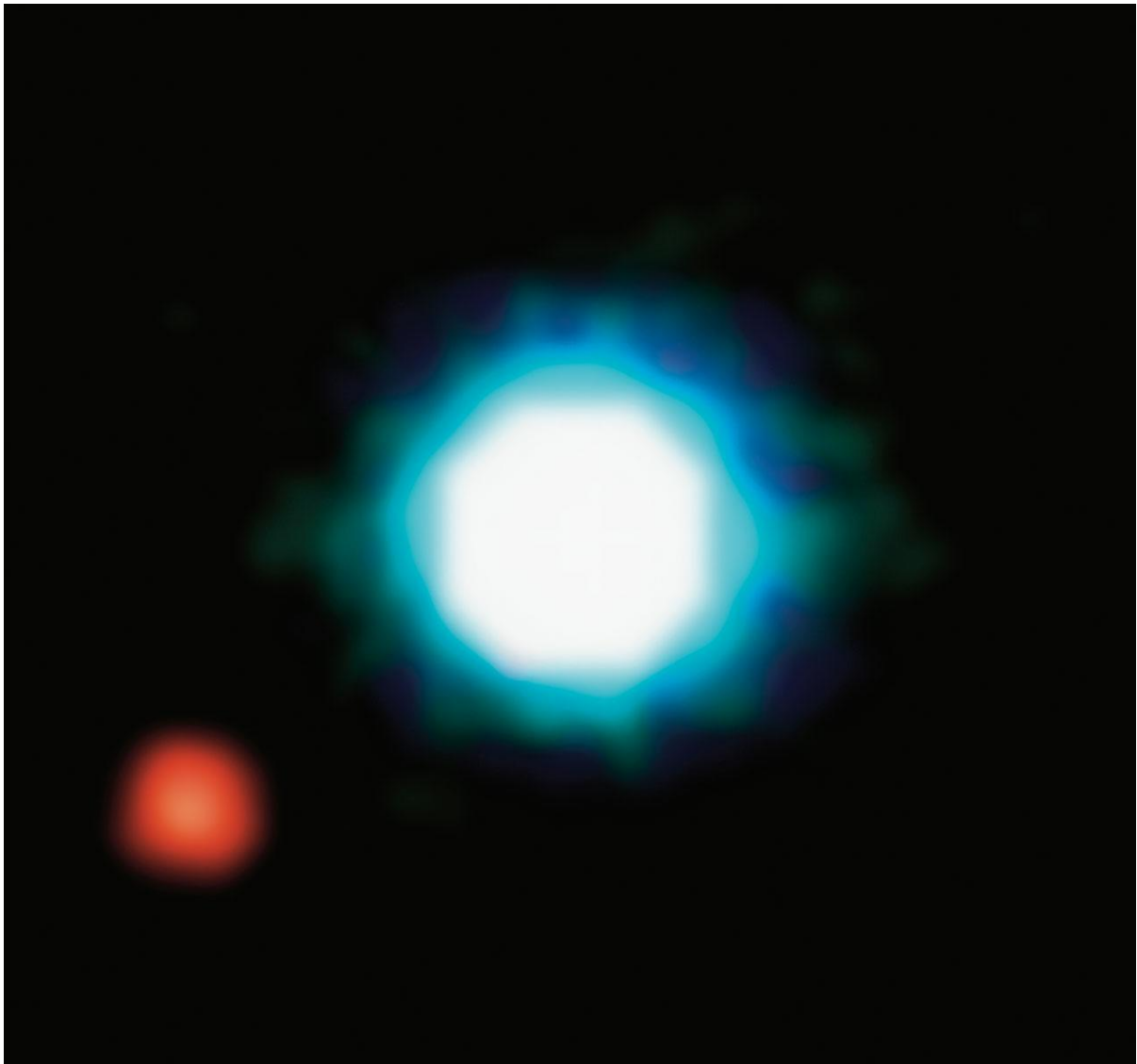
10 de septiembre de 2004

En 2004, el VLT rompió nuevos límites científicos al obtener la primera imagen de un planeta fuera del sistema solar. El planeta, mostrado como una forma roja en la imagen, es más de cien veces más tenue que su estrella anfitriona, 2M1207. Su espectro en el infrarrojo cercano se obtuvo con grandes esfuerzos por el [NACO](#) en el VLT, en el límite técnico de las capacidades de esta poderosa instalación.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta imagen muestra un exoplaneta (el punto rojo en la parte inferior izquierda) orbitando la enana marrón 2M1207 (al centro).

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: https://www.eso.org/public/chile/images/26a_big-vlt/?lang

Reconocimiento de la UNESCO y creación de la Reserva de Biosfera del Cabo de Hornos

Cronología: Microcosmos

2005

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Las investigaciones botánicas a largo plazo en la zona del Cabo de Hornos revelaron una anomalía florística: las plantas no-vasculares tenían una mayor diversidad que las especies de plantas vasculares. Además, la subregión Magallánica subantártica alberga más del 5 % de las especies de plantas no-vasculares del mundo en menos del 0,01 % de la superficie terrestre mundial. Este descubrimiento fue el argumento central para crear la Reserva de Biosfera del Cabo de Hornos de la UNESCO en 2005. Por primera vez, se designó una reserva de biosfera basada en la diversidad de musgos. Estos diminutos organismos rara vez habían sido percibidos y valorados en la comunidad internacional de conservación.

Reserva de Biosfera Cabo de Hornos

Documento de Base para la Incorporación del Territorio Insular del Cabo de Hornos a la Red Mundial de Reservas de Biosfera
Programa MaB – UNESCO

La Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos ubicada en la Provincia Antártica Chilena, postulada por el Gobierno de Chile, fue nominada por la UNESCO en junio, 2005.

La reserva tiene una extensión de 4.884.274 ha y está compuesta de áreas marinas (2.967.036 ha) y terrestres (1.917.238 ha). Las áreas terrestres comprenden dos parques nacionales, Cabo de Hornos (63.426 ha) y Alberto de Agostini (1.283.991 ha), que constituyen zonas núcleo; es decir, de máxima protección ambiental de acuerdo a la ley chilena.

Este libro contribuye a difundir el documento de postulación enviado por el Gobierno Chileno a UNESCO en abril 2005, que constituye un texto de consulta para iniciar el proceso de implementación de la reserva. El objetivo de las reservas de biosfera es favorecer formas de integración armónica entre las comunidades y el medio natural, que contribuyan tanto al bienestar de las sociedades humanas como de los demás seres vivos y componentes de los ecosistemas.

El desafío que implica la reciente nominación de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos es muy alto puesto que, por un lado, corresponde a un área remota que enfrenta las dificultades logísticas y administrativas, y que al mismo tiempo está sujeta a crecientes presiones de desarrollo. Por otro lado, al extremo austral de Chile y de América representa un tesoro de diversidad biológica y cultural. Aquí se encuentran los bosques más australes del planeta (55-56°S), anidados en un mosaico de ecosistemas prístinos de formaciones de tundra, hábitat altoandinos, glaciares y campos de hielo, cumbres ardidas, cursos de agua permanentes e intermitentes, bosques de algas pardas, floridos, canchales, corrientes e intricados fondos marinos. Cabo de Hornos constituye también el territorio más austral del planeta con poblamiento precolombino. El pueblo yagán continúa habitando esta zona, desarrollando actividades de pesca y artesanía. La reserva de la Biosfera procura la conservación de la biodiversidad y la continuidad de estas actividades tradicionales, proponiendo su incorporación a un desarrollo turístico sustentable.

Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes – Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad

Ricardo Rozzi, Francisca Massardo, Augustin Berghöfer, Christopher B. Anderson, Andrés Mansilla, Miguel Mansilla, Jordi Plano, Uta Berghöfer, Pedro Araya & Eduardo Barros

EDICIONES UNIVERSIDAD DE MAGALLANES

El documento de base para la incorporación del territorio insular del Cabo de Hornos a la Red Mundial de Reservas de la biosfera (Programa MAB - UNESCO), publicado por Ediciones Universidad de Magallanes. En la contraportada incluye el certificado de la UNESCO y el mapa de esta reserva de biosfera que abarca 5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres y marinos, siendo la más grande del sur de Sudamérica (es decir, Uruguay, Argentina, Chile). En la parte derecha, un líquen en el centro muestra el papel esencial que desempeñan los líquenes y las briófitas en los ecosistemas del Cabo de Hornos. En la esquina inferior derecha, Julia González, artesana de la comunidad Indígena Yagán, sostiene en sus manos una canoa de corteza artesanal para ilustrar los vínculos íntimos entre estos ecosistemas y su cultura ancestral.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

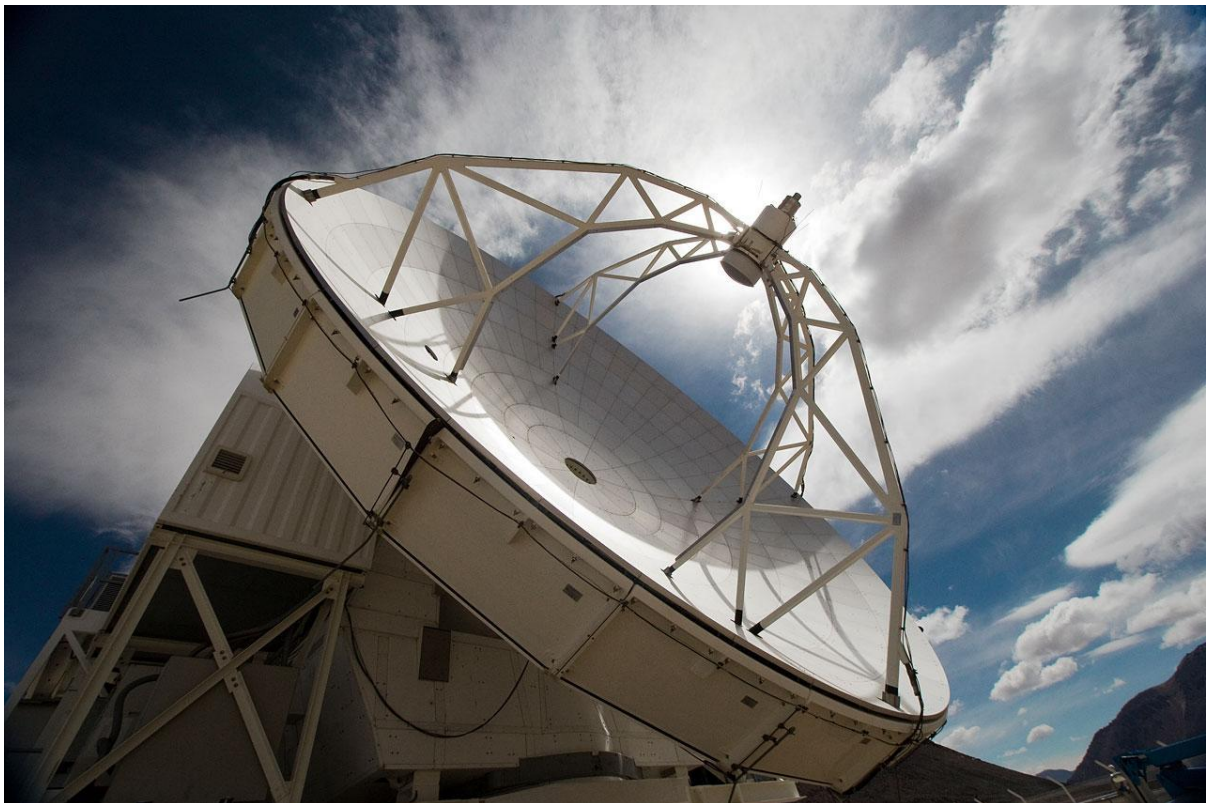
El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Primera luz de APEX

Cronología: Macrocosmos

14 de julio de 2005

El telescopio submilimétrico Atacama Pathfinder Experiment (APEX) captó su primera luz en 2005 en la llanura de Chajnantor en los Andes chilenos. La antena de 12 metros es el sucesor del Telescopio Submilimétrico Sueco-ESO (SEST) y trabaja para abrir nuevos caminos para futuros telescopios submilimétricos. Fue desarrollado en colaboración entre el Instituto Max Planck de Radioastronomía (MPIfR), el Observatorio Espacial Onsala de Suecia (OSO) y ESO.



La antena del Atacama Pathfinder Experiment (APEX) en la llanura de Chajnantor en los Andes chilenos, a 5.000 metros sobre el nivel del mar. Fotografía desconocido, s.f.

Cortesía de Iztok Bončina/ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/ib-alma14/?lang>

ALMA captura su primera luz

Cronología: Macrocosmos

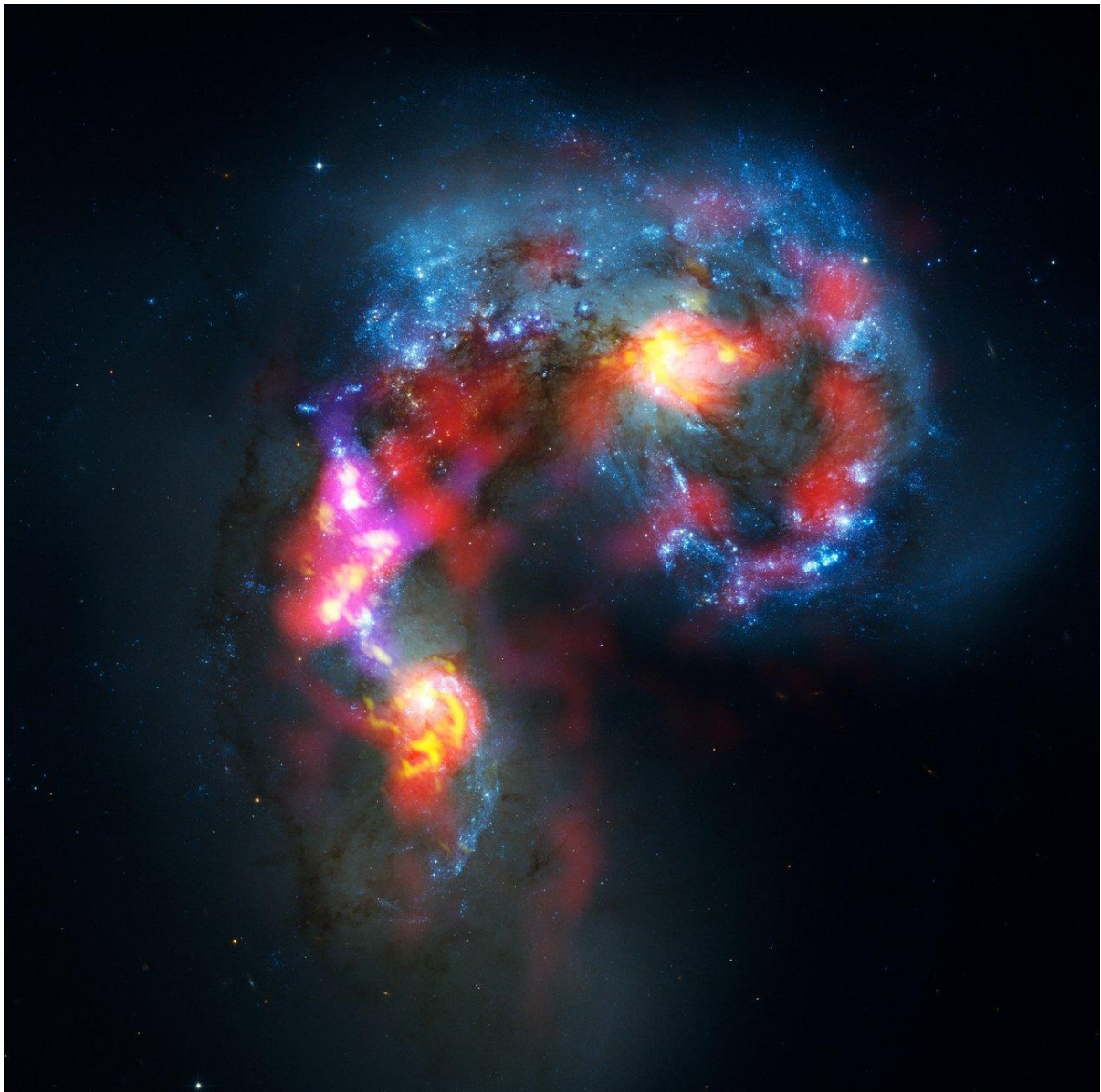
17 de septiembre de 2009

En 1995, comenzaron las pruebas de sitio para el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). En 2003, la República de Chile otorgó una concesión gratuita de tierras en Chajnantor, en el Desierto de Atacama, para albergar la matriz. El 17 de septiembre de 2009, la primera antena de ALMA llegó al sitio de Chajnantor, a una altitud de 5.000 metros. La primera imagen obtenida por ALMA se publicó solo dos años después, mostrando un panorama nunca antes visto de las Galaxias Antennae. ESO es un socio en ALMA, junto con el National Radio Astronomy Observatory (NRAO) y el National Astronomical Observatory of Japan (NAO).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta imagen muestra las galaxias Antennae, ubicadas aproximadamente a 70 millones de años luz de distancia. Combina observaciones de ALMA con observaciones en luz visible del Telescopio Espacial Hubble de la NASA/ESA.

Cortesía de ALMA (ESO/NAOJ/NRAO). Imagen en luz visible: Telescopio Espacial Hubble de la NASA/ESA.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1137a/?lang>

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Primeras observaciones de VISTA

Cronología: Macrocosmos

11 de diciembre de 2009

En 2009, el Telescopio de Rastreo Visible e Infrarrojo para Astronomía (VISTA) realizó sus primeras observaciones. VISTA está ubicado en Paranal, cerca del VLT, y con su espejo de cuatro metros, es uno de los telescopios más grandes del mundo dedicados al mapeo del cielo. Además, es un experto en capturar imágenes impresionantes del universo, como la primera que se dio a conocer públicamente: una vista de la Nebulosa de la Llama.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Esta imagen muestra la espectacular región de formación estelar conocida como la Nebulosa de la Llama.

Cortesía de ESO/J. Emerson/VISTA.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso0949a/?lang>

Infraestructura de Laboratorios Científicos

Cronología: Microcosmos

2010

La Estación de Campo Omora y el Laboratorio de Estudios de Aguas Dulces Wankara fueron creados a través de una asociación entre la Universidad de Magallanes en Chile y la Universidad de North Texas en Estados Unidos. Esta instalación en Puerto Williams, capital de la Provincia Antártica Chilena, proporcionó la primera plataforma importante de infraestructura para la investigación a largo plazo, la educación y la conservación basada en la ciencia en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (CHBR).



La cuenca del río Róbalo ilustra las “aguas dulces más limpias del mundo” que están protegidas por el Parque Omora. Fotografía de Paola Vezzani, s.f.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Inicio de la construcción del ELT

Cronología: Macrocosmos

19 de abril de 2014

Después de ser elegido como el sitio para albergar el telescopio más grande del mundo, el Extremely Large Telescope (ELT), en 2010, la construcción comenzó en el Cerro Armazones en 2014, a solo 20 kilómetros del Observatorio Paranal.



Esta fotografía, tomada desde el Cerro Paranal a unos 20 kilómetros de distancia, muestra cómo se han volado partes de la cumbre del Cerro Armazones, que tiene una altura de 3.000 metros, para prepararla para la construcción del Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT) de ESO. Fotógrafo desconocido, s.f.

Cortesía de ESO/I. Saviane.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

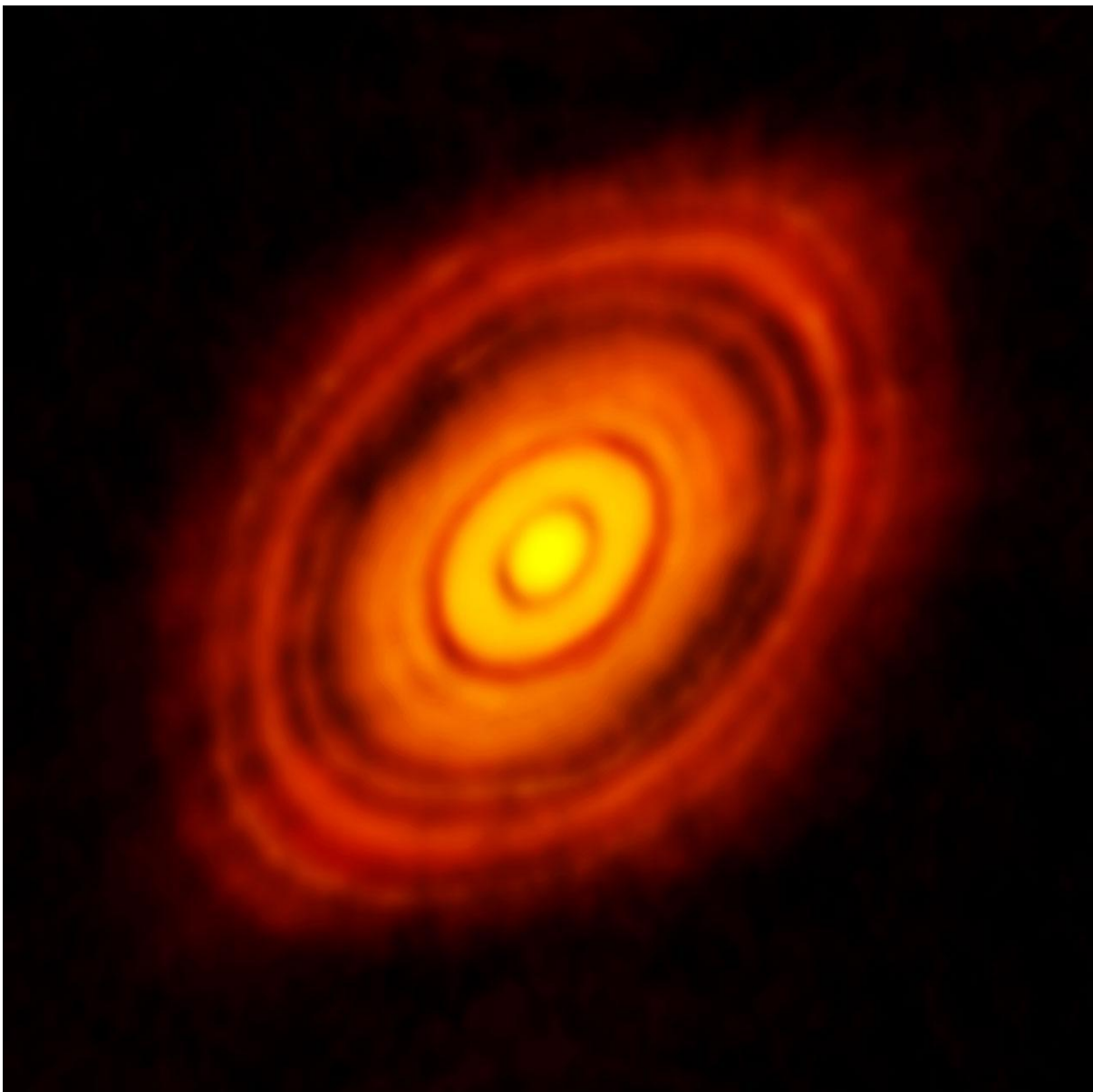
Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1419d/?!lang>

Imágenes de ALMA de un Vivero Planetario

Cronología: Macrocosmos

6 de noviembre de 2014

Gracias a ALMA, se capturaron imágenes extraordinarias y nunca antes vistas de un disco de formación planetaria alrededor de una joven estrella. Estas imágenes representaron un enorme avance en las observaciones de estos discos y en nuestra comprensión de cómo se forman los planetas.



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Esta imagen tomada por ALMA muestra el disco protoplanetario que rodea a la joven estrella HL Tauri.

Cortesía de ALMA (ESO/NAOJ/NRAO).

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1436a/?lang>

El congreso científico más austral de la historia

Cronología: Microcosmos

2015

El equipo de investigación del Parque Omora, en colaboración con la Asociación Internacional de Briólogos, organizó el Congreso Mundial de Briología 2015, que se llevó a cabo en el Parque Omora y en el Liceo Donald McIntyre Griffiths en Puerto Williams. Esta conferencia fue el congreso científico más austral de la historia.



Participantes en el Congreso Mundial de Briología de la Asociación Internacional de Briólogos en enero de 2015 en la entrada del Parque Omora. Los asistentes incluyeron no solo científicos chilenos y extranjeros,

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

sino también miembros de pueblos originarios, autoridades gubernamentales, docentes, estudiantes, artistas, filósofos y la presidenta de Chile, Michelle Bachelet. Fotógrafo desconocido, s.f.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Creación de la Red de Investigación Ecológica a Largo Plazo de Cabo de Hornos (LTER-Cabo de Hornos)

Cronología: Microcosmos

2016

En 2008, el equipo de investigación del Parque Omora cofundó la Red de Investigación Socio-Ecológica a Largo Plazo de Chile (LTSER), y en 2016 amplió esta red con la incorporación de la Red de Investigación Ecológica a Largo Plazo de Cabo de Hornos (LTER-Cabo de Hornos). Esta última incluye cuatro sitios, que de sur a norte son:

- (1) Isla Gonzalo (56°31' S, 68°43' O), en el extremo sur del Archipiélago de Diego Ramírez, con vegetación subantártica dominada por pastos y criptógamas, carente de especies leñosas.
- (2) Isla Hornos (55°58' S, 67°13' O), en el extremo sur del Archipiélago de Cabo de Hornos, que alberga los ecosistemas forestales más australes del planeta, dominados por el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), un árbol siempreverde.
- (3) Parque Omora (54°57' S, 67°40' O), Isla Navarino, un sitio ideal para estudios sobre el cambio climático y su impacto en la biota y los ecosistemas subantárticos, ya que protege una cuenca que incluye un mosaico representativo de hábitats característicos de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (RBCH) en un gradiente altitudinal con una disminución térmica análoga a la que ocurre con el aumento de la latitud.
- (4) Sitio Caleta 2 de Mayo (54°52' S, 68°41' O), Bahía Yendegaia, en una zona ecotonal entre bosques siempreverdes y caducifolios (producto del gradiente climático local), en un sitio que será clave para la futura conectividad entre Chile continental, Tierra del Fuego, Isla Navarino y la RBCH.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



Autoridades e investigadores del Parque Omora, administrado por la Universidad de Magallanes y la Fundación Omora, incluyendo representantes de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Chile y la Universidad de North Texas, EE. UU. Los investigadores del Parque Omora lideraron la propuesta para crear la Red de Investigación Ecológica a Largo Plazo de Cabo de Hornos (LTER-Cabo de Hornos). De izquierda a derecha: Dr. José Maripani (rector, Universidad de Magallanes), Dr. Richard Nader (ex vicepresidente, Universidad de North Texas), Dr. Ignacio Sánchez (rector, Pontificia Universidad Católica de Chile), Dr. David Holdeman (ex decano de la facultad de artes y ciencias de la Universidad de North Texas), Dr. Patricio Arce (director del Laboratorio de Fisiología Vegetal, Pontificia Universidad Católica de Chile), Dr. Ricardo Rozzi (director, Centro Internacional Cabo de Hornos, Universidad de Magallanes/Universidad de North Texas). Fotografía desconocido, octubre de 2015.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

La Reserva de la Biosfera de Cabo de Hornos es reconocida como uno de los 100 mejores destinos sostenibles del 2016

Cronología: Microcosmos

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

2016

La Reserva de Biosfera de Cabo de Hornos fue reconocida como uno de los 100 Destinos Sostenibles de 2016 por Green Destinations y recibió un certificado en la Gala del Día de Green Destinations en la capital eslovena, Liubliana. El premio reconoció la celebración de la naturaleza, la biodiversidad y los valores culturales dentro del destino de la Reserva de Biosfera de Cabo de Hornos.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35



El extremo austral está en la lista "Top 100 Destinos Sustentables 2016": Cabo de Hornos es elegido uno de los destinos ecológicos del planeta

Factores como su biodiversidad y la oferta de un turismo responsable con el medio ambiente caracterizan a esta zona que abarca 5 millones de hectáreas.

de GONZÁLEZ

La Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, en el extremo austral del país, es desde hoy uno de los "Top 100 Destinos Sustentables 2016" del planeta. Un reconocimiento internacional para aquellas regiones del mundo que destacan por su biodiversidad y por llevar a cabo esfuerzos para ofrecer un turismo más respetuoso con el medio ambiente.

Creada en 2005, la reserva considera una superficie de 5 millones de hectáreas, tanto marina como terrestre, en las cuales se incluyen tres parques nacionales, entre ellos el Alberto de Aguirre, al sur de Punta Arenas, y el Cabo de Hornos, vecino a Puerto Williams y el más austral del planeta.

"El extremo sur de Chile tiene una gran historia de relación con los naturalistas y con la ciencia —como el pino en el siglo XIX del alemán Rodolfo Amando Philippi y el inglés Charles Darwin—. Se trata de un patrimonio muy valioso, que ofrece una gran biodiversidad y la posibilidad de investigar diversos aspectos, como el monitoreo del cambio climático global", comenta Ricardo Rozzi, director del Programa de Conservación Biocultural Su-



En el lugar hay una gran variedad de musgos, líquenes, hepáticas y hongos.

benárctica (PCBS).

Fue precisamente el PCBS, que funciona al alero de la Universidad de Magallanes, el Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad, la Fundación Omora y la Universidad de North Texas, el que postuló a la reserva al "Top 100".

Se trata de la segunda versión de esta iniciativa, conjunta de cuatro organizaciones líderes en turismo sustentable —TravelMote, Vision on Sustainable Tourism, Totem Tourism y Green Destinations—, y que reemplaza a la selección realizada hasta 2010 por la National Geographic.

En la versión anterior, de 2014, el lago Llanquihue e Isla de Pascua fueron los únicos sitios chilenos incluidos en la lista de 100 "destinos verdes", junto con la Maraña China, la ciudad de Vancouver en Canadá, el archipiélago portugués de las Azores, y la ciudad de Liubliana, capital de Eslovenia, en donde hoy se realiza la ceremonia de reconocimiento de los 100 nuevos destinos sustentables.

Ecoturismo con lupa

Naturaleza, medio ambiente, aspectos culturales, factores sociales, economía verde y política de turismo verde son las seis categorías que un equipo de 30 expertos internacionales evaluó para escoger la centena finalista.

Factores que la Reserva de la Biosfera



A través del programa "Ecoturismo con lupa", investigadores y visitantes pueden recorrer la reserva y conocer en detalle su biodiversidad.

educativos como turísticos. "Nosotros lo inventamos, y ya en China y Japón están comenzando a hacer algo similar. La idea es integrar la experiencia e investigación con la ética ambiental, conectarse con la naturaleza", precisa Rozzi.

Singularidades como esta, a juicio de la directora ejecutiva de la Fundación Imagen de Chile, Myriam Gómez, están posicionando al país "como un verdadero laboratorio natural para el desarrollo de las ciencias. Actualmente, científicos, biólogos y astrónomos de alto nivel miran a Chile para descubrir, desde sus particularidades, los misterios del universo, al mismo tiempo que las turismo están encontrando aquí una oferta única e innovadora (...) bajo una perspectiva ecológica".

Para Rozzi, el reconocimiento impone un gran desafío en términos de manejar el turismo y el cuidado de la zona. Con ese objetivo, ya se aprobaron fondos a nivel del gobierno regional para la construcción del Centro Subantártico Cabo de Hornos, orientado al trabajo en áreas como la investigación, así como la divulgación y educación a visitantes, y la creación de un centro de formación técnica enfocado al turismo sostenible, en el cual pueda participar la comunidad local y se dé el intercambio con centros de otros países.



Cabo de Hornos cumple a cabalidad. Por ejemplo, el archipiélago cuenta con el 8% de las especies de briofitas (musgos) conocidas en el planeta, así como otra serie de especies de líquenes, hongos, hepáticas e invertebrados, que dan forma a lo que se conoce como "bosques en miniatura" del Cabo de Hornos.

Eso es lo que ha llevado al desarrollo del "ecoturismo con lupa", para apreciar las pequeñas formas de vida presentes en el lugar, tanto con fines de investigación,



La Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos incluye tres parques nacionales, así como el Parque El Estrecho Omora.

Superan el centenar: Aumentan casos de zika autóctono en EE.UU.

El brote de zika de transmisión local detectado en Florida en julio pasado —el único que existe por ahora en el territorio continental de EE.UU.— ha superado el centenar de casos, de acuerdo con el Departamento de Salud. Ya son 105 las personas que se han contagiado con la enfermedad en Florida y otras 689 las que se enfermaron de zika en viajes al extranjero. Las autoridades consideran que en la actualidad, el único foco de transmisión activo por picaduras de mosquito está en Miami Beach.

De 10 a 30 segundos: Snapchat crea lentes que graban minivideos

Spectacles es el nombre de las lentes de Snapchat que permiten grabar videos en fragmentos de 10 hasta 30 segundos. La idea es que los usuarios puedan subirlos de inmediato a la red social. Los videos se pueden conectar directamente con el teléfono o almacenarse en los anteojos, hasta tener el teléfono cerca. El precio de estas lentes, que se espera solgan a la venta a fines de año, será de 130 dólares. Al comienzo será un lanzamiento limitado a pocas unidades.



Spectacles vendrán en tres colores: negro, azul y coral. La carga de su batería dura un día.

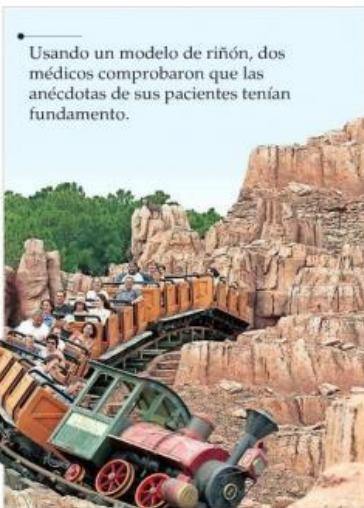
Experimento realizado en el parque de diversiones Disney en Orlando: Una vuelta en montaña rusa puede eliminar pequeños cálculos renales

PABLO LEONETTI

Durante años, el profesor de Urología de la U. de Michigan David Wartinger escuchó a pacientes comentar que sus cálculos renales habían sido eliminados espontáneamente tras subir a una montaña rusa en el parque de diversiones Disney, en Orlando. Intrigado, el médico decidió averiguar si eso realmente podía ocurrir.

Un factor común es que todos los pacientes habían subido a la misma montaña rusa: el Tren de la Gran Montaña del Trueno. En un caso, tres cálculos pequeños fueron expulsados durante tres recorridos consecutivos, mientras que a varios pacientes esto les sucedió horas después de bajar del parque, según reportan Wartinger y el doctor Marc Mitchell en un artículo publicado ayer en la revista de la Asociación Americana de Ortopedistas.

Para resolver el misterio, ambos recorrieron a un modelo de riñón de silicona tridimensional y transparente hecho con una impresora 3D, el que llenaron con orina. El experimento se hizo poniendo alternadamente en tres ubicaciones o cálculos del riñón cálculos verdaderos de tres tamaños distintos: 4,5 mm, 13,5 mm y 64,6 mm.



El Tren de la Gran Montaña del Trueno, en Orlando, no supera los 56 km/h, pero incluye varios viajes bruscos, subidas y bajadas abruptas y balanceo de los carros.

Usando un modelo de riñón, dos médicos comprobaron que las anécdotas de sus pacientes tenían fundamento.

el recorrido de 2,5 minutos lo más despreciable cantidad de 60 veces 20 con cada cálculo dentro del modelo de riñón.

Así, determinaron que, independientemente de la ubicación de los cálculos y su tamaño, el sentarse en los asientos traseros del tren ayudó a eliminar el 63,89% de las piedras, mientras que en los delanteros se expulsó el 16,67%. En los últimos asientos, todos los cálculos ubicados en el polo superior del riñón fueron eliminados, lo que ocurrió en el 40% de las oportunidades cuando el cálculo estaba en la parte inferior.

Los investigadores señalan que si se han tenido cólicos renales, "subir en forma regular a una montaña rusa de intensidad moderada puede facilitar la expulsión de cálculos asintomáticos muy pequeños (del tamaño de un grano de arena)".

El doctor José Antonio Salvadé, jefe del Centro de Estudio y Manejo Integral de la Litiasis Urinaria de la Clínica Santa María, señala que hay reportes de personas que tras hacer ejercicio o correr muestran reportes de cólicos atribuidos a la eliminación de pequeños cálculos (menores a 4 mm de diámetro). "Pero eso no significa que acompañe a pacientes e a familiares", señala. Si, en cambio, se recomienda actividad física y bastante líquido para facilitar la eliminación.

Y si un estudio metabólico lo justifica, "con tratamiento farmacológico y modificaciones en la dieta, lo más probable es que los cálculos se disuelvan o eliminen espontáneamente", concluye.

Artículo del diario *El Mercurio* comunicando que la Reserva de Biosfera del Cabo de Hornos ha sido identificada como uno de los 100 principales destinos verdes para el turismo sostenible.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Forjando un futuro sostenible

Cronología: Macrocosmos

23 de septiembre de 2016

ESO está totalmente comprometido con la lucha contra el cambio climático, reduciendo el impacto ambiental de sus actividades. Como parte de esto, La Silla opera con energía verde proveniente de una planta solar. A partir de 2022, el Observatorio Paranal también se alimenta de energía solar, gracias a una instalación innovadora que proporcionará energía limpia al ELT en Cerro Armazones en el futuro. La energía no utilizada por los observatorios se dirige a la red eléctrica chilena.



Esta imagen ilustra los sistemas fotovoltaicos que proporcionan electricidad durante el día al Observatorio Paranal de ESO y al sitio de construcción del ELT de ESO en el Cerro Armazones. Fotógrafo desconocido, s.f.

Cortesía de ESO.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Haz clic [aquí](#) ver la fuente.

 Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

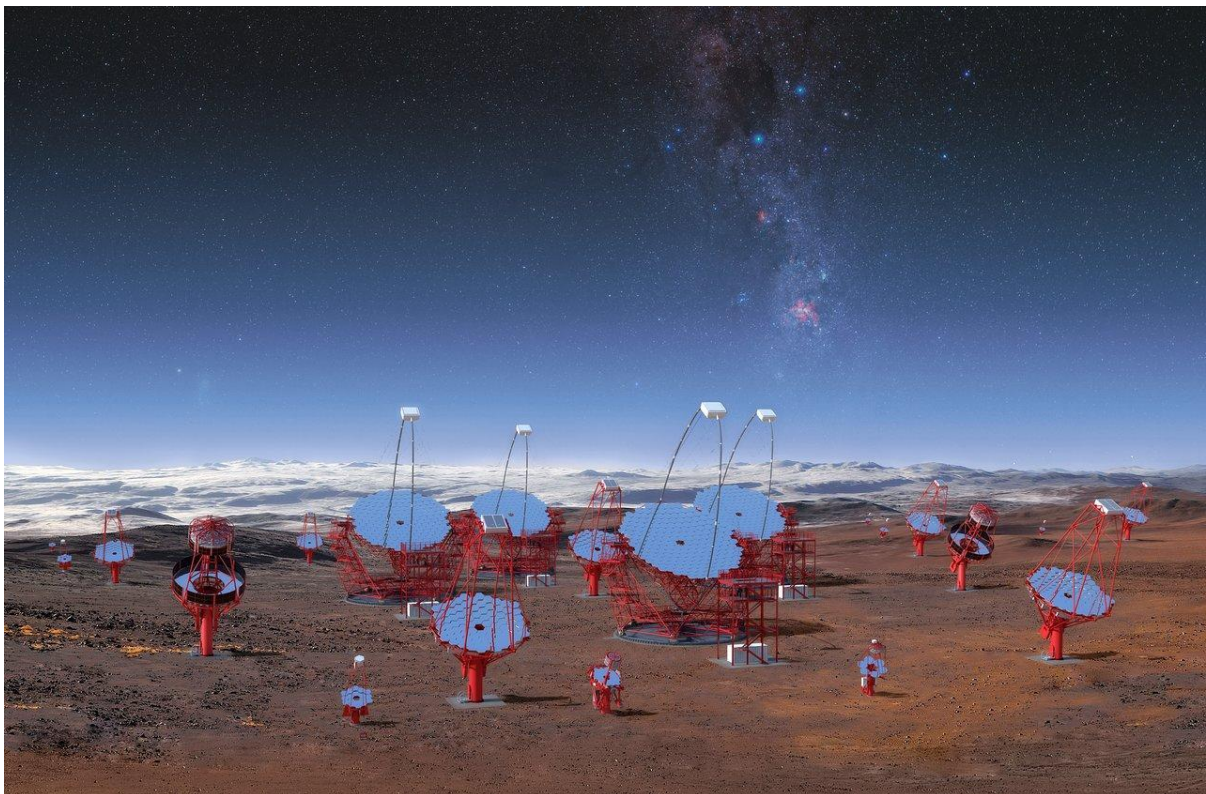
Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/ann22010b/?lang>

Paranal será sede del Conjunto de Telescopios Cherenkov-Sur

Cronología: Macrocosmos

20 de diciembre de 2018

El gobierno de Chile y ESO firmaron un acuerdo que permite que ESO sea la sede del Conjunto de Telescopios Cherenkov-Sur (CTA-S) en el Observatorio Paranal. El CTA-S será el observatorio de rayos gamma más ambicioso del mundo, que aprovechará no solo las condiciones de observación excepcionales de Chile, sino también la infraestructura de vanguardia, la experiencia y las instalaciones de ESO. El CTA-S será fundamental para estudiar objetos extremos en el universo, como agujeros negros supermasivos, supernovas e incluso restos del Big Bang.



Esta representación artística ilustra la enorme escala de los telescopios CTA y el propio conjunto de antenas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Cortesía de CTA/M-A. Besel/IAC (G.P. Diaz)/ESO.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen:

<https://www.eso.org/public/chile/images/eso1841a/?lang>

Creación del Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake

Cronología: Microcosmos

2019

Entre 2015 y 2019, el equipo científico del Parque Omora preparó el informe técnico y lideró, junto con el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Bienes Nacionales, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y la Corporación Nacional Forestal, el proceso de creación del Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake. Su creación fue anunciada oficialmente en 2019, otorgando protección a las islas más australes del continente americano y a 144.390,6 kilómetros cuadrados de los ecosistemas marinos del Mar de Drake. Estos ecosistemas terrestres y marinos son únicos en todo el mundo.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Aprobado el lunes en Consejo de Ministros y abarca una superficie de 140 mil km²: La ciencia tras el proyecto que dio vida al Parque Marino Diego Ramírez-Paso Drake

Conservación y pesca

La propuesta para la creación del parque marino tuvo un enfoque de protección de la biodiversidad y la sustentabilidad económica.



JANINA MARCANO FERMIN

“Con esto, Chile se transforma en un centinela del cambio climático”. Así describe el investigador Ricardo Rozzi la creación del Parque Marino Diego Ramírez-Paso Drake, que se aprobó el pasado lunes en el Consejo de Ministros y que abarca una superficie de 140 mil km².

Rozzi es director del Programa de Conservación Bicultural Subantártica de la Universidad de Magallanes y uno de los impulsores de este parque, que resguardará el archipiélago Diego Ramírez y los montes submarinos del paso Drake.

La aprobación se logró después de 18 años de investigación científica. Según Rozzi, esto fue uno de los pilares fundamentales del éxito del proyecto, pues se logró la identificación de lugares únicos de conservación, lo que permitirá estudiar, entre otras cosas, el impacto del cambio climático en las especies que allí se encuentran.

“Pudimos lograr varias escalas donde nos preocupamos de los ecosistemas marinos, pero también de todas las algas, los pingüinos y el ensamble de aves en general”, dice.

Sebastián Rosenfeld, investigador de la Universidad de Magallanes, estuvo a cargo de levantar información en los últimos cuatro años. “La investigación arrojó muchas sorpresas,



EL PINGÜINO DE PENACHO AMARILLO es una especie vulnerable que habita la zona del nuevo parque.

Los desafíos para la protección

Ruth Alarcón, jefa del departamento de Gestión Ambiental de Sernapesca, advierte que la creación de este nuevo parque supone un desafío particular al tratarse de zonas de difícil acceso, como es el caso del parque Cabo de Hornos. “No solo en términos de un mayor presupuesto, sino también una dotación acorde, la incorporación activa de otros actores interesados, como la comunidad científica y las ONG, y la adopción de nuevas tecnologías que complementen y refuercen la labor que se realiza hasta ahora, en particular tratándose de zonas de tan difícil acceso”, comentó.

como que el archipiélago Ramírez no tiene especies exóticas ni marinas ni terrestres, y eso lo hace un lugar único para estudiar”. El proceso incluyó al menos cinco expediciones grandes en colaboración con la Armada de Chile.

“Ser tan precisos en la investigación fue lo que nos per-

mitió compatibilizar el área protegida con la zona de pesca para impulsar un modelo que supera el conflicto histórico entre desarrollo y conservación”, dice Rozzi. Precisamente, esta compatibilidad ha sido uno de los puntos más destacados desde que se presentó la propuesta de área marina protegida.

Al norte, tiene una delimitación con una zona determinada para la pesca industrial.

De la zona del archipiélago, el parque marino solo tomó 5,1% del área de extracción de merluza y 8,9% de la de bacalao.

Para proyectos futuros, Rozzi destaca la importancia de los procesos participativos, donde se realiza una transferencia de la ciencia, pero también se está dispuesto a escuchar.

“Fue una especie de junta médica. Participamos en los comités de trabajo con los sectores de pesca. Eso generó un proceso donde fuimos adaptando las medidas y llegamos al mapa actual”, asevera.

Un tercer pilar clave del proyecto tiene que ver con el compromiso de las organizaciones involucradas de realizar estudios a largo plazo que les demuestren a otras generaciones que el trabajo conservacionista funciona.

“En dos semanas vamos a adjudicar la construcción del Centro Subantártico Cabo de Hornos, lo que nos permitirá hacer ciencia de alto nivel”, agrega.

Rosenfeld asegura que la creación del parque posibilitará hacer estudios más exactos para evaluar cómo los cambios afectan a las comunidades biológicas, lo que incluye a las de valor comercial. “La idea es recibir apoyo para poder hacer investigación que responda a la esencia de la mirada compartida que tiene este proyecto”, puntualizó.



La principal zona de nidificación del albatros de cabeza gris, especie vulnerable, es el Archipiélago Diego Ramírez.



La meseta isla Gonzalo (en la imagen) es parte del archipiélago Diego Ramírez. En ella se realizan principalmente estudios de insectos.

Artículo del diario *El Mercurio* que comunica la creación del Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake en enero de 2019.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

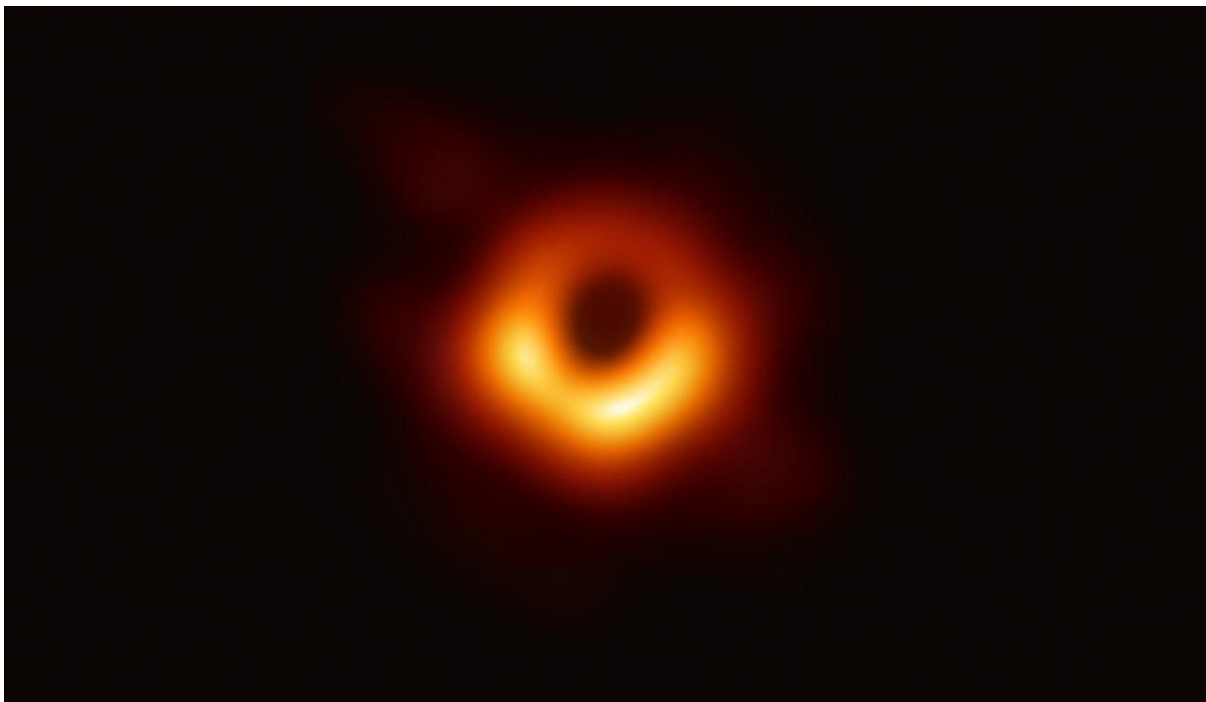
PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Primera imagen de un agujero negro

Cronología: Macrocosmos

20 de abril de 2019

El Telescopio del Horizonte de Sucesos (EHT, por sus siglas en inglés), una red a escala planetaria de ocho radiotelescopios terrestres forjada mediante colaboración internacional, en la cual ESO participa a través de ALMA y APEX, capturó la primera imagen de un agujero negro en 2019: el agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia Messier 87.



Esta es la primera imagen de un agujero negro.

Cortesía de la Colaboración del EHT.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1907a/?lang>

Eclipse total de Sol en La Silla

Cronología: Macrocosmos

2 de julio de 2019

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

El 2 de julio de 2019, un eclipse total de Sol pasó sobre el Observatorio de La Silla. El eclipse duró aproximadamente dos horas y media, con casi dos minutos de totalidad, y fue visible a lo largo de una estrecha franja de Chile y Argentina. Para celebrar este evento tan raro, en el mismo año en que La Silla celebraba su 50 aniversario, ESO invitó a mil personas, incluyendo mandatarios, estudiantes, medios de comunicación, investigadores y público general, a acudir al observatorio para observar el eclipse desde esta ubicación única.



Fotografía del eclipse total de Sol en el Observatorio de La Silla el 2 de julio de 2019.

Cortesía de ESO/R. Lucchesi.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1912a/?lang>

Descubrimiento galardonado de un agujero negro

Cronología: Macrocosmos

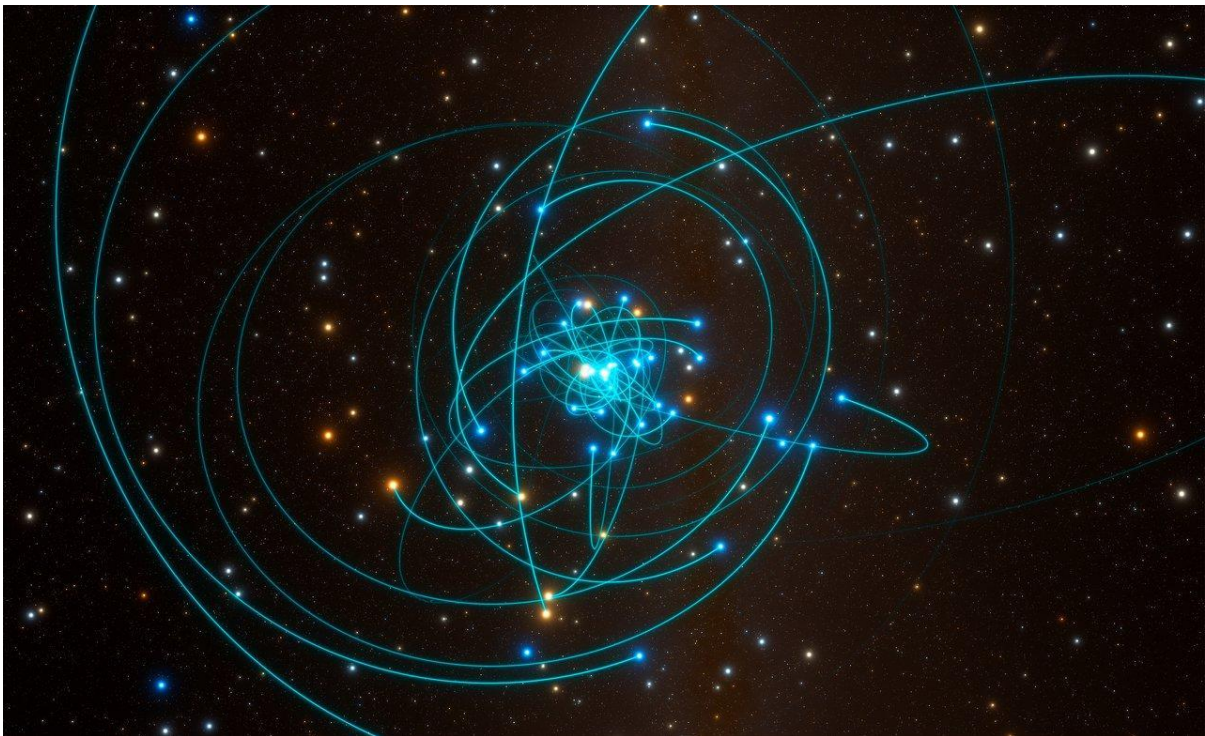
6 de octubre de 2020

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal*, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Después de 30 años de observaciones utilizando una variedad de instrumentos en varios telescopios de ESO, Reinhard Genzel, junto con Andrea Ghez (quien utilizó los telescopios del Observatorio W. M. Keck de Estados Unidos), presentó la mejor evidencia empírica de la existencia de un agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia de la Tierra. Por este logro, recibieron el Premio Nobel de Física (2020). Genzel y su equipo participaron activamente en el desarrollo del instrumento GRAVITY en el Interferómetro del VLT, el cual fue fundamental para muchos de los descubrimientos realizados sobre el agujero negro supermasivo Sagitario A*. Actualmente, también están involucrados en el desarrollo de instrumentos que se instalarán en el ELT, lo que les permitirá investigar aún más de cerca el entorno del agujero negro.



En esta imagen, una ilustración de un artista, se muestran las trayectorias de las estrellas mientras orbitan el agujero negro supermasivo en el corazón de la Vía Láctea.

Cortesía de ESO/L. Calçada/spaceengine.org.
Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).

Sitios web enlazados en los pies de imagen: <https://www.eso.org/public/chile/images/eso1825d/?lang>

Creación del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC)

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

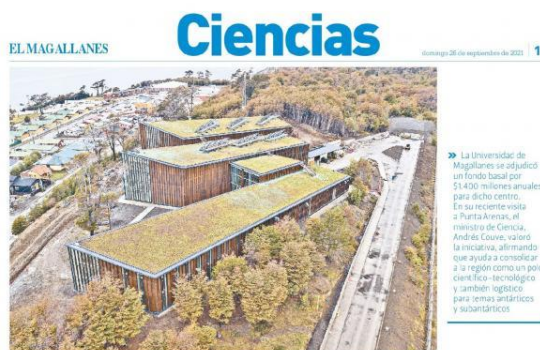
2021

El Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC, Programa de Financiamiento Basal para Centros de Excelencia Científica y Tecnológica, ANID, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación) integra las ciencias naturales y sociales, humanidades, educación y ética ambiental para apreciar y cuidar la biodiversidad desde la escala de los pequeños organismos hasta la escala planetaria.

Las tres principales áreas de investigación de CHIC son:

1. Centinelas del cambio climático: respuestas de la biodiversidad subantártica y altoandina al cambio climático.
2. Centinelas de la homogeneización biocultural: respuestas de la diversidad biocultural al cambio socioambiental global.
3. Conservación biocultural a múltiples escalas.

La sede de CHIC está ubicada en las nuevas instalaciones del Centro Subantártico Cabo de Hornos (un proyecto GORE-FNDR), sitio de la Red de Investigación Ecológica de Largo Plazo (LTER-Cabo de Hornos). CHIC llevará a cabo la mayoría de sus actividades de divulgación, educación e investigación en las nuevas instalaciones, que representan un proyecto de inversión de 20 millones de dólares por parte del Gobierno Regional de Magallanes, Chile. Construido en un terreno de 2,2 hectáreas en la ciudad de Puerto Williams, el edificio tiene una superficie de 2,581 metros cuadrados y cuenta con certificación ambiental LEED. Albergará la sede universitaria más austral del mundo y se organiza en tres módulos: (1) educación técnica, (2) turismo sostenible y conservación biocultural, y (3) investigación transdisciplinaria.



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. “De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile.” Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663. URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663> PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Artículo en el diario *El Magallanes* comunicando la creación del Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC) en noviembre de 2021. CHIC está financiado por el Programa de Financiamiento Basal para Centros de Excelencia Científica y Tecnológica (ANID) del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile. Es una iniciativa transdisciplinaria que integra las ciencias naturales y sociales, humanidades, educación y filosofía ambiental para apreciar y cuidar la biodiversidad desde la escala de los pequeños organismos hasta la escala planetaria. CHIC tiene su sede en un edificio del Centro Cabo de Hornos en Puerto Williams, con tres módulos: uno dedicado a la educación técnica y superior, otro al turismo de intereses especiales y la conservación biocultural, y un tercero a la investigación biocultural.

© Fundación Omora. Utilizada con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al." "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Información sobre copyright

"De lentes de mano a telescopios: Explorando el Microcosmos y el Macrocosmos en los Laboratorios Bioculturales de Chile" fue creado por Ricardo Rozzi et al. en 2023 bajo una licencia [CC BY 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Esto se refiere sólo al texto y no incluye los derechos de imagen.

Las imágenes utilizadas en la exposición tienen licencias individuales (haga clic en una imagen para obtener información). Las miniaturas de las imágenes que se muestran a continuación aparecen en la página de inicio de la exposición.

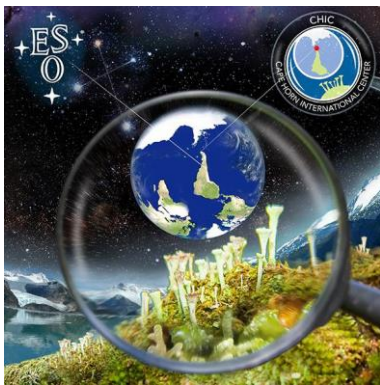


Imagen de CHIC. 2023.

Exploración a escala múltiple de CHIC y ESO.

Imagen de CHIC.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Fotografía de ESO, s.f.

Cortesía de ESO.

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.



Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Fotografía de Adam Wilson, 2011.

Tetraplodon, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Fotografía de IMF Photo/Tamara Merino, 2021.


Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Fotografía de IMF Photo/Tamara Merino, 2021.

Accedido vía Flickr el 9 de marzo de 2023. [Haga clic aquí para ver la fuente.](#)

 Esta obra está sujeta a una licencia [Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.0 Genérica](#).



Fotografía de Paola Vezzani, 2015.

Glaciar Pia, Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Fotografía de ESO/B. Tafreshi, s.f.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." Environment & Society Portal, *Virtual Exhibitions* 2023, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Cortesía de ESO/B. Tafreshi (twanight.org).

Haz clic [aquí](#) para ver la fuente.


 Esta obra está sujeta a una licencia [Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Imagen de Adam Wilson, 2011.

Cladonia y lente de mano.

© Fundación Omora. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Fotografía de Bruno Giliberto, 2014.

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35

Alcances botánicos: libros por Rodrigo Arteaga.

© Rodrigo Arteaga. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.



Ilustración de Ennead Architects, 2015.

Diseño del Centro del Cabo de Hornos.

© 2015 Ennead Architects. Utilizado con permiso.

El titular de los derechos de autor se reserva, o conserva para su propio uso, todos los derechos previstos por la legislación sobre derechos de autor, como la distribución, la ejecución y la creación de obras derivadas.

Sitios web enlazados en los pies de imagen:

- <https://www.eso.org/public/images/ehpa-0-1973-stamp/>
- <https://flickr.com/photos/imfphoto/51309822933/>
- <https://www.eso.org/public/images/ann14045a/>

Ricardo Rozzi, Carolina Castro Jorquera, Shaun Russell et al. "De lupas a telescopios: Explorando el microcosmos y el macrocosmos en los laboratorios bioculturales de Chile." *Environment & Society Portal, Virtual Exhibitions 2023*, no. 2. Rachel Carson Center for Environment and Society. doi.org/10.5282/rcc/9663.

URL de origen: <http://www.environmentandsociety.org/node/9663>

PDF creado en: 19 de agosto de 2024 18:29:35