



CTCI

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

ENERO, 2025

Sustentabilidad Planetaria

Implicancias de Futuro para Chile

Catherine Dougnac
Bárbara Saavedra



DOCUMENTO TÉCNICO



DOCUMENTO TÉCNICO

Sustentabilidad Planetaria. Implicancias de Futuro para Chile

AUTORAS

Catherine Dougnac

Médica Veterinaria y Doctora en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias con enfoque en medicina de la conservación. Directora Científica de Wildlife Conservation Society-Chile. Se desempeña promoviendo y liderando la coexistencia entre actividades humanas y la biodiversidad, fortaleciendo acciones colaborativas y sinérgicas entre actores públicos y privados. Es parte del Comité de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE) del Ministerio del Medio Ambiente, Consejo Directivo Comité Operativo de Colaboración para el Control del Visón, Consejo Zonal de Pesca de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, y del Subcomité Científico del Consejo Local de Gestión del área marina costera protegida múltiples usos Francisco Coloane, entre otros.

Bárbara Saavedra

Bióloga y Doctora en Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Chile. Ha dedicado su carrera a la práctica científica de la conservación de la biodiversidad, liderando desde el 2005 Wildlife Conservation Society en Chile, su proyecto de conservación del Parque Karukinka en Tierra del Fuego, promoviendo el conocimiento y la valoración de la biodiversidad en distintos espacios, y la integración de su conservación y restauración en el modelo de desarrollo nacional. Participa en la Sociedad de Ecología de Chile donde promovió la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas; el Consejo Chile-California, Consejo Consultivo del Ministerio de Medio Ambiente y del Instituto Nacional de Derechos Humanos, así como diversas fundaciones de conservación locales. Impulsó la Red de Constitucionalismo Ecológico. Presidenta del Fondo Naturaleza Chile, y actualmente participa del Comité de Capital Natural, instancia que promovió como consejera del Consejo CTCI.

CONTRAPARTE TÉCNICA

Katherine Villarroel

Isidora González

Los Documentos de Trabajo de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, buscan abrir temas de discusión que permitan avanzar en el diseño consensuado de estrategias de largo plazo en estas materias, para el desarrollo de nuestro país. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución –NoComercial– Compartir Igual 4.0 Internacional.

A continuación, se presenta el análisis de implicancias para Chile para el fenómeno de cambio global asociado a la sustentabilidad planetaria, considerando las especificidades de nuestro país en el contexto latinoamericano y global. Este documento se complementa con un informe similar para cada uno de los seis fenómenos de transformación global identificados por el Consejo CTCI en la edición 2024 del Reporte de Futuros, que fueron: Transición Digital; Seguridad Alimentaria y Salud Integral; Sustentabilidad Planetaria; Democracia y Gobernanza Global; Fragmentación Geopolítica y Económica; Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional. Estos análisis desarrollados por expertos que desarrollan investigación vinculada a cada uno de estos fenómenos son un insumo esencial para el proceso de actualización de la Estrategia Nacional de CTCI para el Desarrollo, en la que se identifican posibles espacios de contribución de la CTCI nacional a las oportunidades y desafíos del país en el contexto global.

Cómo citar este documento:

Dougnac, C. & Saavedra, B. (2025). Sustentabilidad Planetaria. Implicancias de Futuro para Chile. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Consejo CTCI). Santiago, Chile.

Índice

Resumen Ejecutivo	2
Introducción	3
Análisis de Implicancias para Chile	4
Conclusiones	39
Anexo Metodológico	40
Referencias	51

Resumen Ejecutivo

Este documento presenta un análisis encargado por el Consejo Nacional CTCI sobre implicancias para Chile de las tendencias internacionales en sustentabilidad planetaria, en el contexto latinoamericano. Este texto se complementa con un informe similar para cada uno de los seis fenómenos de transformación global identificados por el Consejo CTCI en la edición 2024 del **Reporte de Futuros**, y son: **Transición Digital; Seguridad Alimentaria y Salud Integral; Sustentabilidad Planetaria; Democracia y Gobernanza Global; Fragmentación Geopolítica y Económica; Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional.**

Este informe parte por destacar que la sustentabilidad planetaria ha sido una preocupación temprana y permanente del Consejo CTCI, que lo reconoce como factor definitorio del futuro y como un desafío existencial central. Afirma que la sustentabilidad planetaria no puede ser vista como un fin en sí mismo, sino como un proceso fundamental para asegurar el bienestar humano de manera permanente, que requiere tanto de mantener la integridad de la atmósfera (cambio climático), como la integridad de la biodiversidad.

Las contribuciones de la naturaleza son esenciales para el bienestar humano, porque los seres humanos, la sociedad y la economía estamos embebidos en la naturaleza y biodiversidad. La biodiversidad nos sostiene, dependemos y somos parte de ella. La salud e integridad de la biodiversidad, está intrínsecamente ligada al bienestar, salud humana y salud animal. Este entendimiento ecológico, mandata la integración de consideraciones ambientales en todas las políticas y acciones que desarrolla el ser humano, con especial foco en aquellas más directamente relacionadas con el bienestar humano, apuntando a transformar sociedades, y construir resiliencia.

El informe destaca que Latinoamérica y Chile son una superpotencia en biodiversidad, y para abordar este el desafío de sustentabilidad planetaria desde estos territorios, se requiere el mandato ineludible de la integración de diversos desafíos, actores y acciones, explicitando las interrelaciones que existen entre biodiversidad y cambio climático, provisión y calidad de agua, seguridad alimentaria y salud, entre otras. Avanzar en reconocer y entender estas dependencias es fundamental para generar soluciones de adaptación al impacto negativo del cambio climático, reconociendo que es un fenómeno ineludible en el Chile actual y futuro. Ambas respuestas, al cambio climático y la degradación de la biodiversidad, se articulan de manera sinérgica en las soluciones basadas en la naturaleza, las cuales realzan el valor de la biodiversidad para la captura y almacenamiento de carbono, así como su rol definitorio en la recuperación y mantención de servicios ecosistémicos esenciales para el

bienestar y economías a toda escala. Desde el punto de vista económico resultan ser las más costo-efectivas para abordar estos desafíos complejos. Su implementación en Chile debe focalizarse en la restauración de ecosistemas degradados, los cuales existen a lo largo y ancho del territorio y maritorio nacional, y debe servir para establecer comunidades de aprendizaje que avancen en desplegar acción de conservación en diversidad ecológica, social, cultural propia de nuestro país. Estas comunidades son una oportunidad para responder al mandato global de organismos y científicas globales, de construir trayectorias de transformación que nos permitan llevar a resolver el problema complejo de la sustentabilidad.

La principal respuesta a cómo avanzar hacia la Sustentabilidad Planetaria desde y para Chile, país posicionado en Latinoamérica, es con una mirada integradora y colaborativa como principio. Elementos mínimos necesarios de esta respuesta es la incorporación del enfoque de Una Salud en todos los análisis y propuestas sociales y económicas, y por sobre todo la implementación urgente y efectiva de Soluciones basadas en Naturaleza, reconociendo y promoviendo con énfasis medidas integrales de adaptación al cambio climático que sumen con fuerza a las medidas -ya en curso- de mitigación, y el desarrollo de Comunidades de Aprendizaje para la puesta en práctica, las que instaladas estratégicamente en territorios/preguntas complejas, puedan ir desplegando el proceso de sustentabilidad.

Introducción

El futuro puede ser pensado como un horizonte abierto de posibilidades, pero en la práctica es parte de procesos de transformación continuos, los cuales están conectados con el momento actual, el que a su vez es el resultado de visiones y acciones específicas. La aspiración de canalizar el desarrollo de nuestra sociedad hacia futuros más prósperos puede ejercitarse analizando información pertinente existente, identificando puntos de inflexión que favorezcan transformaciones deseadas, y estableciendo prácticas acordes con dicho entendimiento. Diversos análisis globales se realizan cada año para visualizar las trayectorias futuras de la sociedad y tratar de entender cuáles son los factores que las definen, para luego proponer intervenciones críticas que permitan dirigir dichas trayectorias hacia futuros deseados y más amables.

El Consejo de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) es el espacio para desarrollar estos análisis, con la finalidad de entregar orientaciones estratégicas y propuestas específicas que ayuden a conocer y entender tendencias y los factores globales

que están jugando un rol crítico en los procesos de transformación societaria, y evaluar su impronta a nivel nacional. Ello con el objetivo de desarrollar lineamientos que ayuden a canalizar esfuerzos hacia el desarrollo integral, inclusivo y sostenible de Chile. Este análisis prospectivo se realiza desde el año 2018, momento en el que se identificó tres preocupaciones, las cuales han ido aumentando en ejercicios sucesivos (Tabla 1).

2018	2022	2024
Sustentabilidad planetaria y cambio climático	Sustentabilidad de la vida humana en el planeta	Sustentabilidad Planetaria
Revolución Científico – Tecnológica	Revolución Digital (*se vislumbra el rol geopolítico de desarrollos tecnológicos específicos)	Transición Digital (Revolución Digital)
Extensión de la vida y envejecimiento	Revolución Biológica	Seguridad Alimentaria y Salud Integral (Revolución Biológica)
	Democracia y Gobernanza Global	Democracia y Gobernanza Global
		Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional
		Fragmentación Geopolítica y Económica

Tabla 1. Preocupaciones prioritarias identificadas en análisis prospectivo de Futuro, realizados por el Consejo de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Álvarez 2018, Álvarez 2022, González *et al.* 2024)

La Sustentabilidad Planetaria es una preocupación permanente, la que no sólo ha sido identificada desde el inicio de estos análisis, sino que su intensidad ha ido en aumento, planteándose en la actualidad como un desafío existencial central. Comprender las implicancias de este fenómeno para Chile en el contexto latinoamericano de cambio global requiere primero comprender algunos elementos contextuales clave.

Análisis de Implicancias para Chile

Sustentabilidad Planetaria: reconocimiento y magnitud del desafío en reportes de futuro

El fenómeno de la Sustentabilidad Planetaria está identificado y es resaltado por todas las proyecciones globales que forman parte de la literatura base de este análisis. Aunque evaluadas desde diferentes perspectivas, existe consenso en reconocer este como un factor definitorio del futuro, incluso “existencial” (ESPAS 2024). Un aspecto crucial resulta de considerar la sustentabilidad planetaria no como un fin en sí mismo, sino como un proceso cuyo objetivo fundamental es asegurar el bienestar humano a largo plazo (Dufva & Rekola 2023).

El desarrollo sostenible e inclusivo precisa de abordar la sustentabilidad planetaria, y mandata incorporar consideraciones ambientales en todas las políticas, generando acciones que permitan abordar de manera integrada sus elementos definitorios, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad (OECD 2023). Se reconoce la necesidad del abordaje conjunto de ambos desafíos a través del despliegue de diferentes herramientas, pues esta aproximación permite dar respuesta a múltiples problemas integradamente, fortaleciendo de forma costo-efectiva el bienestar humano actual y futuro. Por ejemplo, se menciona la necesidad de avanzar con tecnologías climáticas naturales que permitan integrar soluciones para agua, alimento y biodiversidad (McKinsey 2023). Respecto de las tecnologías, se reconoce su rol potencial, pero se enfatiza la necesidad de integrar aproximaciones, así como la de transformar sistemas completos como el de alimentación o la gestión integrada de océanos (GESDA 2023). Adicionalmente, se destaca la creciente importancia de la sustentabilidad en futuros mercados laborales (WEF 2023a).

Un aspecto clave en los análisis de futuro es el reconocimiento de que la crisis planetaria es una crisis de “sostenibilidad ecológica” derivada de que las actividades humanas están empujando a la naturaleza más allá de sus capacidades de carga, lo que amenaza la base del bienestar humano y las economías (ESPAS 2023, Dufva & Rekola 2023). Más aún, resulta importante la constatación de que la salud planetaria está intrínsecamente ligada a la salud humana y animal, siendo las enfermedades infecciosas un componente crucial de esta interrelación (GESDA 2023).

Los reportes analizados, junto a una diversidad de literatura técnica y política, son claros en la necesidad de pasar a la acción para enfrentar los dos elementos fundamentales del problema planetario (ESPAS 2023): el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Al mismo tiempo que enfatizan la urgencia de restauración ecológica, base para la transición a una sociedad de mayor bienestar humano (Dufva & Rekola 2023). Cada vez hay más acuerdo en reconocer la existencia de soluciones para abordar de manera concreta el desafío de la sustentabilidad, a la vez que su falta de implementación es reconocida como la mayor brecha por abordar (IPBES 2024), cuya demora de implementación actúa en desmedro del interés de todos en el largo plazo (Dufva & Rekola 2023). La urgencia de la acción va de la mano con la necesidad de un enfoque integral, que apunte a una transformación fundamental de sociedades y economías, pues la crisis de sustentabilidad representa, de hecho, un riesgo sistémico (UNDP 2024).

Las certezas dentro de la incertidumbre

Nunca en la historia de la Humanidad se había evidenciado la acumulación de conocimiento disponible hoy día, constituyendo en este siglo un pilar indispensable para impulsar el progreso de las sociedades (CTCI 2021). Al mismo tiempo, este conocimiento evidencia el avanzado estado de degradación planetaria, nunca antes visto en toda la historia de la Tierra, el que afecta los sistemas esenciales que permiten la existencia y bienestar de las sociedades (Richardson *et al.* 2023). Entre ellos destaca la degradación de bienes comunes como la atmósfera a través de la acumulación de gases de efecto invernadero (IPCC 2023), y la pérdida de biodiversidad (IPBES 2019), el sistema natural en el que se embebe y sostiene la vida humana, define su bienestar y la existencia de cada una de sus actividades, incluida la económica.

El cambio, elemento esencial de los sistemas vivos, se ha transformado en una amenaza para el bienestar y modos de vida de las sociedades en todo el globo, debido a su tasa de ocurrencia y magnitud. En el caso de la atmósfera, la tasa anual de incremento de CO₂ atmosférico de los últimos 60 años es casi 100 veces más rápida que los anteriores aumentos naturales, como los que se produjeron en la última glaciación hace 11.000-17.000 años. Las actividades humanas, especialmente aquellas relacionadas con la quema de combustible fósil, liberan a la atmósfera más dióxido de carbono del que los procesos naturales pueden capturar, lo que provoca un aumento de la cantidad de este compuesto en la atmósfera, el que hoy día es 50% mayor que antes de la Revolución Industrial. Cada año se establece un nuevo récord de concentración de CO₂ atmosférico, con 419,3 partes por millón alcanzados el año 2023 (NOAA 2024). La última vez que la Tierra tuvo una concentración comparable fue hace 3-5 millones de años, cuando la temperatura era 2-3 °C más cálida y el nivel del mar estaba 10-20 metros más alto que ahora (WMO 2023).

Las consecuencias de este cambio acelerado son numerosas, y afectarán de manera ineludible a toda la población humana, pero con especial fuerza a aquellos territorios más vulnerables a los impactos de este aumento en la temperatura, como es Chile (Rojas *et al.* 2019). Los efectos de este fenómeno son una realidad que ya está presente en el país en forma de eventos meteorológicos extremos, desaparición de glaciares, subida del nivel del mar, aumento de marejadas, reducción de precipitaciones, incendios masivos, entre otras (Rojas *et al.* 2019, Salazar *et al.* 2023). El -aparentemente incierto- ejercicio de futuro tiene en este caso un componente significativo de certeza, pues los impactos del cambio climático son inevitables para Chile, con fenómenos que son cada vez más frecuentes y evidentes en nuestro territorio (Rojas *et al.* 2019), lo que conlleva consecuencias ecológicas, económicas y sociales.

La respuesta a este problema global tiene dos componentes esenciales: la mitigación, que intenta desplegar acciones que buscan reducir las emisiones de gases efecto invernadero; y la adaptación, que se focaliza en acciones que ayuden a adecuarse a las nuevas e inevitables condiciones climáticas, aportando a la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos (Figura 1). La mayor parte del financiamiento y acciones de conservación, sin embargo, se concentran en las primeras acciones, reflejado en el escaso 4% de las inversiones que el Banco Mundial asigna a adaptación (Eisenstadt *et al.* 2021), y que la brecha se incrementa año a año, necesitándose ahora 10-18 veces más financiamiento del existente (US\$194-366 billones/año) (UNEP 2023). Considerando la certeza de los impactos del cambio climático es importante fortalecer las acciones de adaptación frente al cambio climático, como un fenómeno ineludible en el Chile actual y futuro.

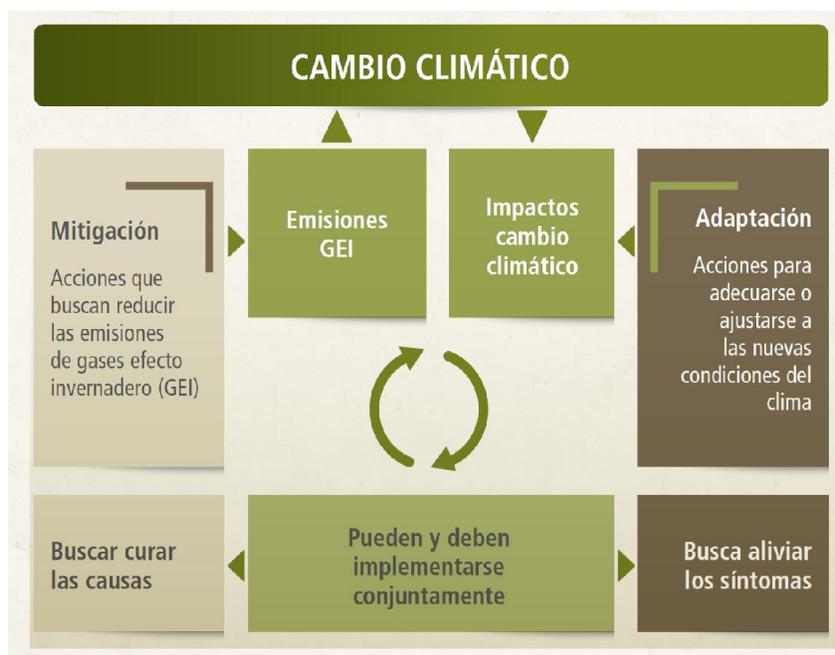


Figura 1. Mitigación y adaptación como respuesta al cambio climático.

La biodiversidad es el sistema de vida del planeta Tierra, el que se presenta en una variedad de formas que existen en una multiescala geográfica y ecológica, desde genes, rasgos, interacciones, tanto de especies como de poblaciones y ecosistemas, las que se caracterizan por una serie de atributos que varían en el espacio y el tiempo, y se definen en torno a estructuras, composición y procesos ecológicos (Noss 1990). Así, la variabilidad es el atributo clave de la biodiversidad, la que surge de las especies y de los complejos ecológicos que conforman, de manera tal que las interacciones ecológicas son a la vez causa y consecuencia de la biodiversidad (Durán *et al.* 2024).

Las sociedades y economías tienen una dependencia vital con la biodiversidad, pues contribuye de manera directa e indirecta con bienes y servicios indispensables e insustituibles para la existencia humana. Estos se denominan *contribuciones de la naturaleza*. Entre estas contribuciones de la biodiversidad destacan la formación de suelo y el ciclaje de nutrientes, los que permiten existencia y mantención de cultivos, siendo responsable final de múltiples bienes como cosechas de cereales, fibra vegetal y producción de carne. Su rol en la seguridad y soberanía alimentaria es vital, por ejemplo. La biodiversidad provee elementos tangibles como alimentos, materiales, agua y medicinas; e intangibles como la regulación de clima (*i.e.* tiene un rol fundamental en el abordaje del cambio climático), el control de enfermedades, polinización, identidad cultural y bienestar psicológico (IPBES 2019), entre muchos otros. Tal como ocurre con la atmósfera, la biodiversidad es un bien común que da cuenta de los bienes y servicios que permiten la existencia y da sostén a las personas, sociedades y economías.

Es importante hacer énfasis en que la biodiversidad no es equivalente a recursos naturales, sino que estos son de hecho provistos o extraídos de ella, pudiendo constituir elementos estructurales (*e.g.* madera, fibras, suelo, individuos que se consumen) o procesuales (*e.g.* polinización, fotosíntesis, paisajes) del entramado ecológico. La pérdida de biodiversidad trae consigo una disminución o la cancelación total de las contribuciones de la naturaleza y recursos naturales necesarios para la existencia y bienestar de todas las sociedades y economías.

Es por todo aquello, y más, que la degradación de la biodiversidad constituye quizá el factor más definitorio de la crisis y la sustentabilidad planetaria. La tasa de pérdida de especies y degradación de ecosistemas es la más rápida registrada en la historia de la Tierra. A escala mundial se estima que al menos 1,2 millones de especies vegetales y animales están amenazadas de extinción, una tasa que se estima entre 10 y 1.000 veces más rápida que el ritmo normal de extinción registrado en toda la historia de nuestro planeta. Todo esto sugiere que hemos entrado en el «sexto evento de extinción masiva», el primero en la historia de la Tierra impulsado principalmente por la actividad humana (Ceballos *et al.* 2015). A nivel global el 47% de los ecosistemas naturales se ha degradado, cerca de un cuarto de las especies están amenazadas de extinción en todos los grupos de animales y plantas estudiados y la biomasa de especies silvestres ha caído un 82% siendo reemplazada por animales de producción (IPBES 2019).

Las causas directas e indirectas de esta degradación están vinculadas a la actividad humana, asociada a destrucción hábitat, introducción de especies invasoras, sobreexplotación de especies, contaminación y cambio climático (IPBES 2019). Estos patrones y sus causas se replican a escala nacional, observándose en Chile que casi el 50% de los ecosistemas están

degradados, con una fracción importante de las especies analizadas (62%) en algún grado de amenaza o en estado crítico (11%) (MMA 2019). Tal como se ha expuesto para escala global, esta degradación tiene efecto directo e indirecto en la provisión de bienes y servicios esenciales para nuestra sociedad, así como nuestras actividades productivas. En países como Chile, con economías dependientes de recursos naturales, la degradación de la biodiversidad conlleva riesgos e impactos directos.

Aunque en teoría el futuro puede parecer impredecible, desde el punto de vista ecológico, las predicciones están claras: la integridad de sistemas naturales comunes –atmósfera y biodiversidad- que son esenciales para la existencia y bienestar humanos, están en crisis. Y ambas crisis están interconectadas. Es importante identificar dichas certezas, visualizar sus interdependencias y construir futuros alternativos en base a las certezas de hoy. Un futuro más sostenible para las personas y el resto de la naturaleza exige un cambio de paradigmas e ideales (Dufva & Rekola 2023). Y mandata la construcción de un derrotero donde podamos identificar sitios seguros, de resguardo, de abastecimiento, de cuidado, para desde allí salir a navegar y avanzar en construir sustentabilidad, reconociendo sobre todo aquello que hoy desconocemos.

Latinoamérica es una superpotencia en biodiversidad

Latinoamérica es una superpotencia global de biodiversidad, la que tiene un valor inmenso no sólo ecológico y vital para las sociedades, sino también económico. El 40% de la diversidad biológica global está en nuestra Región, y contiene seis de los 17 países megadiversos del mundo, incluyendo Brasil, Colombia, México, Ecuador, Perú, Venezuela y Bolivia (CEPAL 2023). Nuestra región contiene la Amazonía, el bosque tropical más grande del mundo, que genera el 20% del oxígeno global y almacena alrededor de 150-200 mil millones de toneladas de carbono. Ostenta geografías clave como Los Andes contenedora de biodiversidad única en ecosistemas altoandinos, o la ecoregión de fiordos y canales, ambos presentes en Chile, incluidos los ricos ecosistemas costeros del norte de Chile/Sur del Perú. Un 57% de los bosques primarios del mundo se encuentra de hecho en Latinoamérica, incluyendo masivos bosques secos del Chaco, la selva amazónica, y los bosques templados del sur de Sudamérica, los que integran aquellos existentes en la zona sur-austral de nuestro país. Nuestra región tiene el humedal tropical más importante del mundo en la cuenca amazónica, masas de hielo continental sin igual en los campos de hielo patagónico, junto a otros humedales críticos como el Pantanal, todos ecosistemas esenciales para la regulación actual y futura del clima, y la provisión de agua. Toda esta extraordinaria riqueza natural al mismo tiempo ha servido de escenario y explica el desarrollo de la diversidad cultural igualmente rica existente en la Región.

Latinoamérica posee vastos ecosistemas críticos para la captura de carbono, producción de alimentos y mitigación ante impactos del cambio climático, como son los humedales de manglares, praderas marinas y terrestres, bosques marinos, así como masivas turberas tropicales y Patagónicas. En nuestra Región existe el 70% de todas las especies identificadas de plantas y animales, y la biodiversidad latina ha servido de centro de diversificación y domesticación de los pilares de alimentación global como papas, maíz, tomate, cucurbitáceas, cacao, porotos, entre muchas otras.

La biodiversidad Latinoamericana no sólo es vital para la integridad de los sistemas de vida terrestre, sino que constituye el capital natural sobre el que se sostienen diversos sectores de la economía regional, y un potencial catalizador para abordar la crisis planetaria a escala y efectividad (WEF 2023b). De hecho, se ha estimado que el valor monetario de las contribuciones de la biodiversidad a la gente en el continente es de al menos \$24.3 trillones/año, equivalente a todo su PIB interno (IPBES 2018). La biodiversidad es *de facto* el activo fundamental de muchos países en la Región, como es el caso de Costa Rica: 12,8-15,7% del PIB, por lo que su conservación no sólo tiene valor económico, sino estratégico. No solo para la región, sino para el mundo (Figura 2).

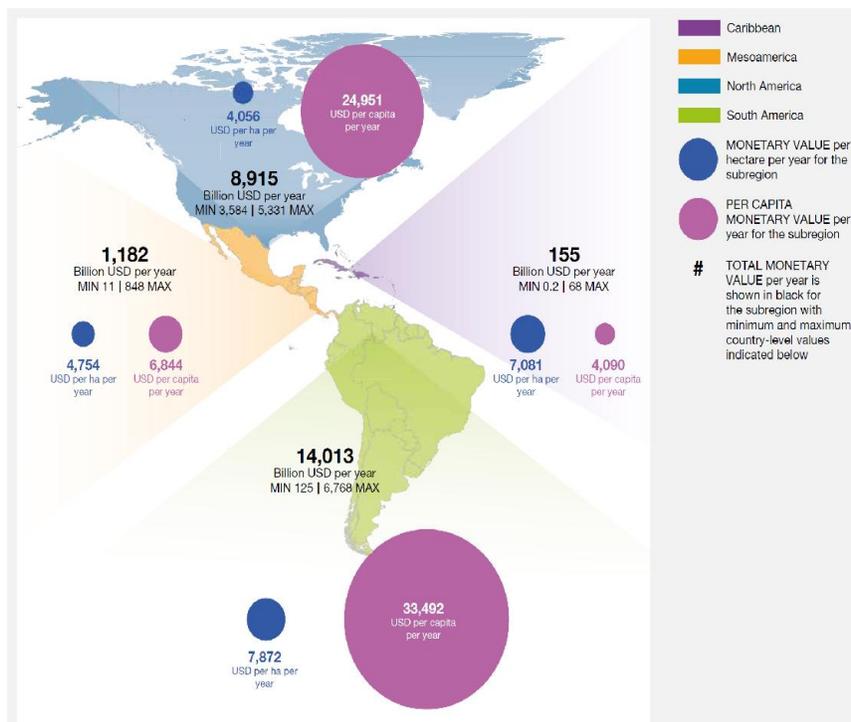


Figura 2. Valor económico estimado de servicios ecosistémicos en América (Imagen de IPBES 2018).

La pérdida de biodiversidad es un tema crítico para América Latina dada la dependencia de la región de su extraordinario patrimonio biocultural para su desarrollo, fenómeno que es

compartido por Chile. La crisis de la biodiversidad se refleja en la pérdida de especies, con el consecuente colapso de estructuras y funciones ecológicas (IPBES 2018, 2019). Pérdida de suelo, tasas insostenibles de extracción de aguas superficiales y subterráneas, junto al cambio climático sumado a desprotección de ecosistemas críticos a nivel de cuencas, desarrollo de actividades productivas ganaderas, forestales, agrícolas y desarrollo urbano sin consideraciones de conservación de biodiversidad subyacen a la mayor amenaza a las sociedades y economías en Latinoamérica. Más de la mitad de la población de la región enfrenta problemas de seguridad hídrica, asociados a distribución desigual de suministro y acceso a calidad del agua. Los desafíos de abastecimiento son comunes en todas las subregiones, pero especialmente en tierras áridas, centros urbanos densamente poblados y zonas de agricultura extensiva e intensiva con falta estacional de lluvia. Chile lidera el ranking de estrés hídrico dentro de Latinoamérica y se ubica en el puesto 18 a nivel global (Gligo *et al.* 2020) con severos desafíos de seguridad hídrica en todo el territorio nacional.

En sí misma, la tarea de conservación abre espacios poco explorados para contribuir al desarrollo integral de la Región. Su activación está asociada a la creación de empleos en diversos ámbitos productivos incluyendo turismo, biotecnología, pesca, agricultura, educación, desarrollo científico, entre muchas otras. Dado el carácter local de la biodiversidad, la acción de conservación ofrece espacio de impulsar y sostener economías locales (WEF 2023b), abriendo oportunidades de generar economía circular con proveedores locales de germoplasma, de restauración de bosques, praderas, humedales. De hecho, existe una oferta específica de inversión sostenible y socialmente responsable, la cual tiene como foco la sustentabilidad la que puede ser atraída de manera coordinada y sinérgica a nuestra región, la que espera por ser explorada de manera activa entre los países de la región.

El mundo científico, la sociedad civil, gobiernos y más recientemente incluso el sector privado, han advertido de esto haciendo un llamado cada vez más urgente de activar mecanismos que ayuden a revertir la pérdida de biodiversidad. Se ha reconocido que la inacción, acción insuficiente o simplemente acción inefectiva, se debe a la dificultad de aplicar respuestas transversales de forma sistémica. Aunque a la fecha existen diversos instrumentos globales (Acuerdos Marco de Biodiversidad, Desertificación, Cambio Climático, Protección de Humedales), junto con esfuerzos locales (Leyes de conservación, Ley de Bosque, Planes de Restauración, Estrategias de Biodiversidad) existe un hiato a plena aplicación de esas políticas en la región (UNEP 2020, CEPAL 2023). Tal como ocurre con las proyecciones de cambio climático, la efectividad y éxito final de estos esfuerzos, depende de la posibilidad de avanzar con una mirada integrada, que sea coherente y catalice procesos de transformación sistémicos, y sobre todo con la implementación efectiva de acciones pertinentes (Figura 3). Más importante aún, es el reconocimiento del Banco Mundial a que

la permanencia en la trayectoria actual de degradación de biodiversidad no permite ganadores (World Bank 2021). A la vez que se reconoce la urgencia de la acción, dado el incremento de los niveles de riesgo crítico de la economía global debidos a la degradación de la biodiversidad (Figura 4).

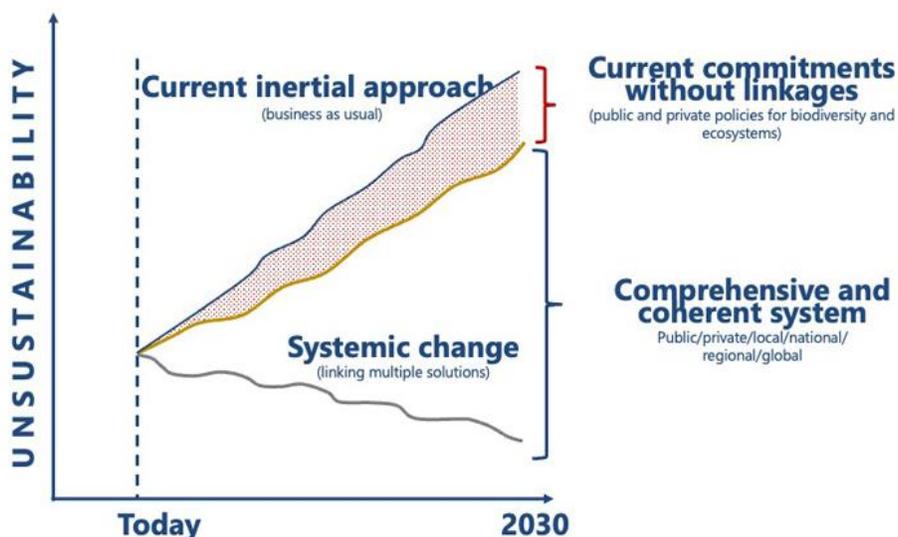


Figura 3. Impacto de un sistema de cambio coherente e interrelacionado con el actual enfoque inercial o de mantenimiento de la situación actual (Imagen de UNEP 2020).

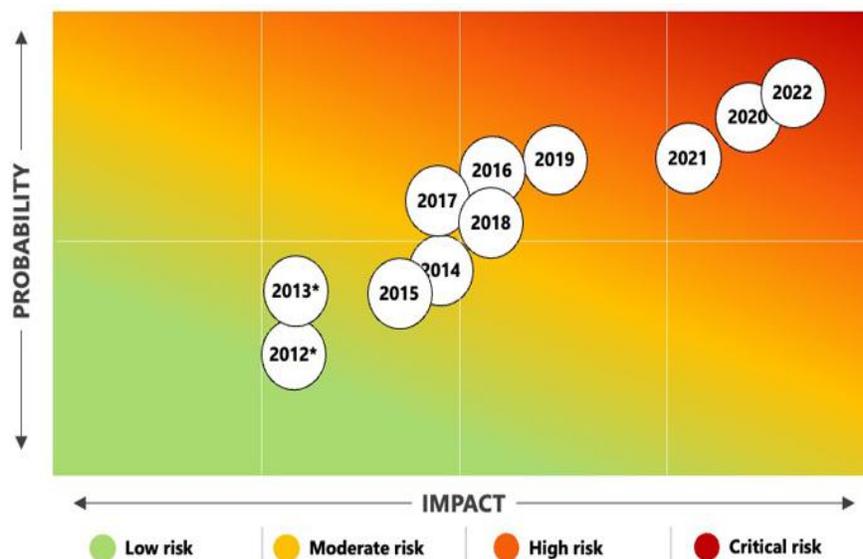


Figura 4. Tendencia de la percepción del riesgo para la economía mundial derivado de la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, 2012-2022 (Imagen de CEPAL 2023).

Respuesta global/local a la crisis planetaria

La respuesta global a la crisis de cambio climático tiene como referente la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que data del año 1992, y su reunión más conocida es el Acuerdo de París (2015). Allí se definió la necesidad de limitar el aumento de la temperatura global a no más de 2 °C por encima de los niveles preindustriales, con esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. A pesar de constituir un hito en la política climática internacional, no ha logrado los resultados deseados, y su efecto en la reducción de emisiones no ha sido efectiva. Más aún, investigaciones acumuladas en miles de páginas de informes y conferencias sobre el clima, muestran que la trayectoria de acumulación de carbono en la atmósfera sigue un mismo camino: en la dirección equivocada (WMO 2023). Entre febrero de 2023 y enero de 2024 se superó por primera vez el promedio anual para la meta de 1,5 °C.

Chile, como país signatario de la CMNUCC, ha respondido a este compromiso aprobando la Ley Marco de cambio climático (MMA 2022a) la que establece el objetivo de que nuestro país sea carbono neutral al año 2050. Primera en su tipo en nuestra Región, esta Ley contempla el desarrollo de planes sectoriales de mitigación y adaptación, los cuales se encuentran en distintas etapas de diseño o implementación. En el marco de estos compromisos se ha establecido un inventario de gases efecto invernadero, normas de emisión de estos gases, y otros elementos. Esta Ley constituye un gran avance, a la vez que no especifica cómo se abordarán los compromisos, pero cuenta con una estrategia financiera, elaborada por el Ministerio de Hacienda (2019), lo que constituye un apoyo significativo.

Uno de los aspectos más destacados y desafiantes de esta Ley Marco es su transversalidad para la gestión Estatal del cambio climático, la que además del Ministerio del Medio Ambiente, involucra ahora diecisiete sectores, gobiernos regionales y municipios. En su conjunto tendrán responsabilidades en esta materia, tanto en el diseño de los instrumentos de política climática, como en la implementación de acciones y medidas de mitigación y adaptación (Moraga 2022). Su implementación efectiva, precisa asimismo de la coordinación con el sector privado y comunidades. El establecimiento de un entendimiento común, del reconocimiento y articulación de estos actores societarios, representa uno de los desafíos más inmediatos y habilitadores para la efectividad de la acción climática. No sólo a escala nacional, sino global.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)¹ es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Nace en la Cumbre de la Tierra de Río (1992) y su objetivo es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible. Dada la naturaleza integrada y común de la biodiversidad es de interés ineludible de toda la humanidad. El CDB aborda la conservación de la biodiversidad de manera integral, considerando todos los niveles y todas las formas de vida existentes en la Tierra, incluidos ecosistemas, animales, plantas, hongos, microorganismos y diversidad genética. El CDB es considerado como el principal instrumento internacional para el desarrollo sostenible. Integra todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación hasta la agricultura, los negocios, la cultura, entre otros. Al alero de esta convención se han establecido diversos marcos y compromisos para detener e idealmente revertir el patrón de pérdida de biodiversidad, pero ninguno ha tenido resultados satisfactorios a la fecha.

El acuerdo más reciente, considerado el símil al Acuerdo de París de cambio climático, es el Marco Global para la Biodiversidad (MGB) de Kunming-Montreal (2022) derivado de la COP15. El MGB establece la visión de Naturaleza Positiva, define metas ambiciosas para detener y revertir la pérdida de biodiversidad mediante objetivos y metas específicas y medibles. A pesar de su ambición, el marco enfrenta varios desafíos en su implementación, donde el más importante es la necesidad de armonizar la conservación con el desarrollo sostenible, integrar el conocimiento indígena y local, y adoptar un enfoque holístico del paisaje. Una de las recomendaciones para esto, incluye focalizar el desarrollo de capacidades institucionales locales e integradas, que permitan activar modelos de gobernanza efectiva, que incidan en la conservación de biodiversidad en territorios de manera integral (Li *et al.* 2023).

El MGB está diseñado para ser complementario con el Acuerdo de París, construyendo sobre la interconexión intrínseca que existe en la integridad de la biodiversidad y la de la atmósfera. Más aún cada uno depende del éxito del otro para ser eficaz, y en especial el MGB tiene el potencial de reforzar la aplicación del Acuerdo de París en el nexo entre la biodiversidad y la acción climática (adaptación y mitigación) (Streck 2023, IPBES 2024). Esto incluye especialmente la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, acciones esenciales para cumplir los compromisos climáticos globales, a la vez que un instrumento

¹ <https://www.cbd.int/>

de conservación que permite la construcción de resiliencia socio-ecológica en los territorios (véase BOX 1, Soluciones basadas en la Naturaleza).

Chile como país signatario del CBD ha venido desplegando diversas políticas relacionadas con la conservación de la biodiversidad, donde destaca la creación del Ministerio de Medio Ambiente (2010) y más recientemente la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (MMA 2022b), agencia que permitió a Chile por primera vez en su historia asumir el mandato específico de la conservación de la diversidad biológica y la protección del patrimonio natural del país, a través de la preservación, restauración y uso sustentable de genes, especies y ecosistemas. Este Servicio se encuentra en su fase inicial de instalación, y se espera que el proceso completo demore algunos años. Tiene diferentes mandatos, entre los que se destaca: la instalación un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que considere áreas públicas y privadas/marinas y terrestres; la gestión de conservación tanto dentro como fuera de las áreas de protección; la planificación ecológica como un instrumento de ordenamiento del territorio, la gestión de paisajes de conservación, la activación de planes de manejo y gestión elaborados con estándares de conservación, entre otras.

El adecuado despliegue de estos mandatos precisa del trabajo coordinado del gobierno central con diferentes actores en los territorios, incluyendo desde municipios, comunidades locales, ONGs, actores privados y otros. Tal como ocurre con los desafíos de implementación de acciones efectivas de cambio climático, la conservación de biodiversidad requiere del desarrollo de capacidades y entendimiento común de diferentes actores societarios. No sólo desde aspectos técnicos directamente asociados a la normativa, sino de capacidades de gestión de conflictos, elaboración de acuerdos, integración en diversidad, acción en condiciones de equidad, entre otras. Levantar estas capacidades a la velocidad, escala y calidad necesaria es un desafío fundacional/habilitante para enfrentar de manera adecuada los desafíos de sustentabilidad planetaria en nuestro país.

BOX 1. Soluciones basadas en la Naturaleza

A pesar de haber sido tratadas por separado, hoy está ampliamente reconocida la interdependencia del cambio climático y la pérdida de biodiversidad, existiendo consenso en que una no puede ser abordada sin la otra. Esto se explica en parte porque la pérdida de biodiversidad y el cambio climático no solo se potencian una a otra, sino que están afectadas por los mismos factores, como ocurre con el cambio de uso del suelo. Allí la deforestación que da paso a la agricultura es una fuente de emisiones de gases efecto invernadero, al mismo tiempo que el

principal factor que explica la pérdida de biodiversidad en ecosistemas terrestres (IPBES 2019, Seddon 2021a). Por ello, la protección y restauración de ecosistemas naturales ayuda a limitar la degradación de la atmósfera, y al mismo tiempo frenar la pérdida de biodiversidad.

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar los ecosistemas naturales y modificados que abordan los desafíos de la sociedad de manera integrada, efectiva y adaptativa, beneficiando simultáneamente a las personas y la naturaleza (Figura A). Las SbN generan beneficios que provienen de las contribuciones a la sociedad que generan los ecosistemas saludables (Díaz et al. 2018). Han sido reconocidas como una herramienta que aborda de manera integral economías, al mismo tiempo que se focalizan en las fundaciones de la sustentabilidad planetaria.

La conservación de la naturaleza y biodiversidad no sólo aportan a la mitigación del cambio climático, sino que juegan un rol fundamental en la adaptación humana a sus efectos. Existen ecosistemas que funcionan como barreras ayudando a reducir la exposición de comunidades humanas, su infraestructura y agricultura a los fenómenos extremos que derivan del cambio climático, incluyendo inundaciones costeras, olas de calor en ciudades, aluviones derivados de lluvias torrenciales, incendios masivos, entre otros². Adecuadamente gestionada, una biodiversidad íntegra ayuda a limitar la sensibilidad al cambio climático de comunidades, por ejemplo, permitiendo diversificar fuentes de ingresos y alimentos en épocas de escasez; y puede aumentar la capacidad para afrontar catástrofes derivadas del cambio climático, proporcionando medios de subsistencia y aumentando la resiliencia local (Chausson et al. 2020). La conservación de naturaleza y biodiversidad es una herramienta crucial para frenar el desarrollo de pandemias, y amortiguar recesiones económicas, restaurando paisajes degradados, apoyando a comunidades desplazadas y reforzando infraestructuras naturales.

A pesar de estos beneficios, la brecha de implementación de SbN es enorme, lo que se refleja en el escaso porcentaje (4%) de inversión en adaptación frente al cambio climático, en comparación a acciones de mitigación (Eisenstadt et al. 2021). Ello a pesar de que se ha demostrado que las SbN tienen impactos económicos positivos, en generación de empleo y crecimiento; entregan beneficios sociales amplios, contribuyendo con múltiples beneficios sociales como resiliencia climática y empoderamiento de comunidades locales.

² IUCN. Soluciones Basadas en la Naturaleza.

Disponible en: <https://iucn.org/es/nuestro-trabajo/soluciones-basadas-en-la-naturaleza>

Sustentabilidad planetaria

Sin embargo, la efectividad de las SbN depende de diferentes factores asociados a financiamiento de largo plazo, condiciones de mercado, entre otras. Dada su complejidad, se destaca la importancia de un diseño informado, adaptativo, una aplicación eficaz y la instalación de capacidades locales con mejores prácticas (Figura B). Algunas recomendaciones para apoyar la instalación y despliegue de SbN incluyen (Chausson et al. 2024): integrar y dar prioridad a las SbN en programas de recuperación económica; focalizar el desarrollo de SbN de alta integridad e impacto, fomentando el desarrollo de capacidades y mejores prácticas (incluida la Norma Mundial de UICN, Figura B) que permitan demostrar beneficios para biodiversidad, sociedad y cambio climático; lo que precisa establecer sistemas de seguimiento y evaluación integrados ecológicos-económicos; promover apropiación local e inclusiva, construida sobre procesos inclusivos y transparentes, que deben estar bien diseñados; focalizar esfuerzos en la generación de capacidades, especialmente dirigida a grupos marginados de manera de promover acceso equitativo a las oportunidades; potenciar la investigación y la colaboración para generar data útil a la toma de decisiones y procesos adaptativos; alinear los objetivos de la SbN con los objetivos más integrales de desarrollo sustentable, contribuyendo a desarrollo equitativo y sostenibilidad a largo plazo.

Las SbN son una oportunidad transformadora para la recuperación económica que incorpora objetivos de desarrollo sostenible y aporta auténticos beneficios a largo plazo. Siendo un elemento crucial en los procesos de transformación social y económica necesarios para mejorar la salud de la biosfera.

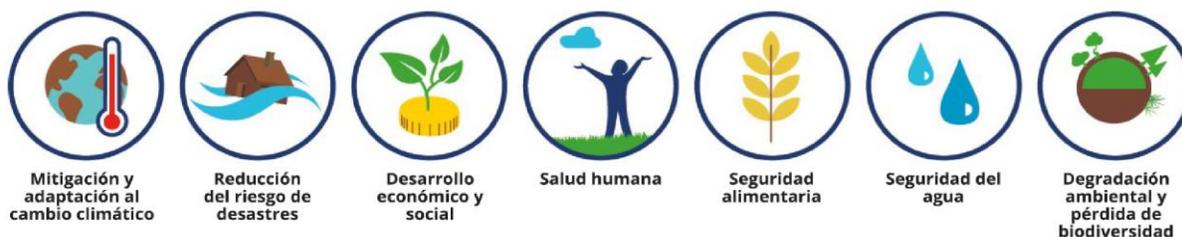
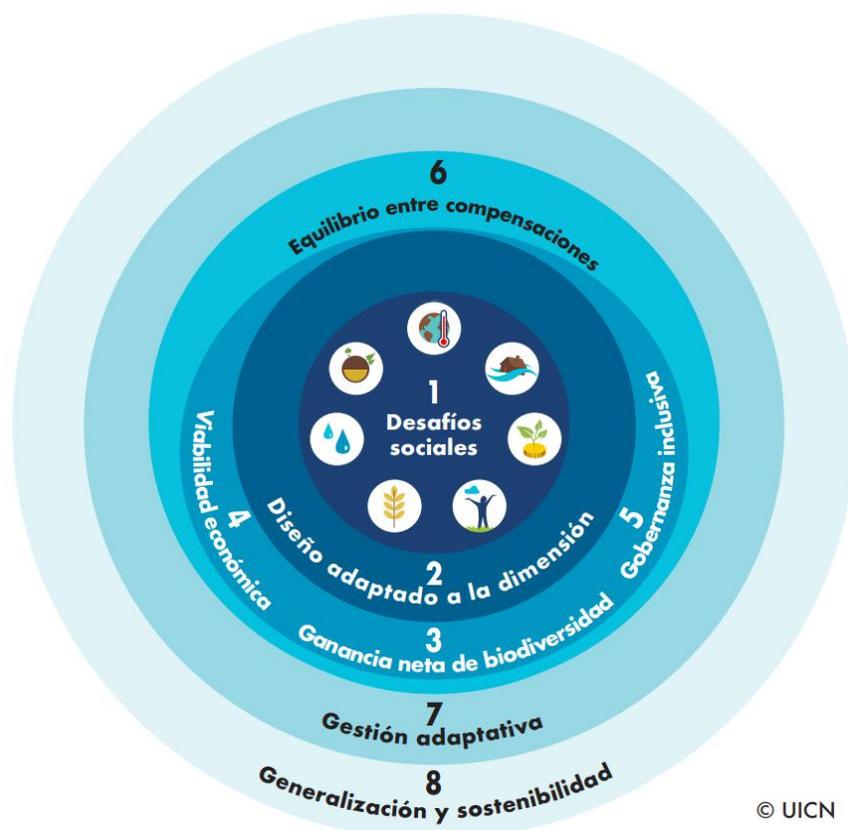


Figura A. Las soluciones basadas en la naturaleza son acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (Imagen de IUCN 2020).



© UICN

Figura B. Los ocho criterios que integran el Estándar Global de Soluciones Basadas en la Naturaleza, de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) están interconectados (Imagen de UICN 2020).

El valor y urgencia de conservar la biodiversidad Latinoamericana para la seguridad alimentaria global

La agricultura es una de las actividades productivas que más directa y rápidamente se verán impactadas con la pérdida de biodiversidad, con consecuencias no solo en la provisión básica de alimentos, sino en mantención de trabajos y economías asociadas (FAO 2019). La biodiversidad es crucial para el funcionamiento de agroecosistemas, la sostenibilidad de la producción de alimentos, la salud y fertilidad del suelo, además de ser esencial para la existencia y estabilidad del ciclo hidrológico. La biodiversidad ofrece opciones para selección de variedades de plantas y animales de mejor rendimiento, mayor calidad nutritiva, generando resiliencia a los agroecosistemas frente a diversos factores, incluido el cambio climático (Jarzebski *et al.* 2023). Estos valores cobran cada vez más valor, dada la abismante erosión de la diversidad genética (75%) de las plantas, reemplazados por cultivos genéticamente uniformes, con alto rendimiento en el corto plazo. Hoy día, 66% de la producción mundial de cultivos se basa en seis especies, incluyendo arroz, trigo y maíz. Esta

falta de diversidad lleva asociada la vulnerabilidad a plagas, enfermedades y baja resiliencia frente a eventos climáticos extremos (Elouafi 2024). La diversidad genética dentro de las especies y entre ellas, actúa como amortiguador natural frente a los cambios medioambientales.

De hecho, el sistema alimentario mundial es el factor principal directo de pérdida de biodiversidad, derivado de los cambios que genera en el uso del suelo y de mares (IPBES 2019). El sistema actual ha profundizado y amplificado sus efectos negativos sobre la biodiversidad, pues pone en foco en generar comida a bajo costo, sin consideración del valor del cuidado de la naturaleza, lo que lleva asociado incrementos en fertilizantes, pesticidas, energía, tierra y agua. Este sistema tiene además impacto en la degradación de la atmósfera, siendo responsable de casi el 30% de las emisiones totales producidas por el ser humano. El desarrollo de sistemas sustentables de alimentación es un componente crítico para detener y revertir la pérdida de biodiversidad provocada por el cambio climático, y aportar a la sustentabilidad planetaria. Y el foco de este esfuerzo debe concentrarse en Latinoamérica, pues ella produce el 14% de los alimentos del mundo.

La paradoja existente entre la conservación de la biodiversidad, factor esencial para la mantención de la productividad alimentaria, es que al mismo tiempo que los sistemas alimentarios convencionales son una de las amenazas más importantes a la biodiversidad. Esta paradoja se puede resolver transformando los sistemas alimentarios para proteger y restaurar biodiversidad (Jarzebski *et al.* 2023). Una herramienta por desplegar en la región son las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) (IUCN 2020) (véase BOX 1, Soluciones Basadas en la Naturaleza), las que se inspiran y apoyan en la naturaleza, son (a menudo) rentables, ofrecen múltiples co-beneficios sociales y económicos, siendo esenciales para adaptación y resiliencia de los territorios. Sin embargo, este enfoque está recién instalándose, recibe escaso financiamiento, por lo que es importante activar y acelerar su desarrollo (Dufva & Rekola 2023). Para ello es esencial aproximarse al diseño de las SbN en contextos locales, con desafíos focalizados, reales, siguiendo el esquema de la metodología científica (*i.e.* experimentación, laboratorio natural, capacidades locales), donde el enfoque de investigación debe ser participativo, integrando múltiples partes interesadas, incorporando diversas formas de conocimiento, que permitan informar de la mejor manera la SbN, definir condiciones y monitoreo para su implementación, con foco en resultados finales -no acciones intermedias- que se alcanzan en procesos transformadores (IUCN 2020).

Interrelaciones entre la biodiversidad, el agua, los alimentos y la salud

La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos (IPBES) reconoce el carácter complejo e interconectado de los

fenómenos que dan cuenta del desafío de sustentabilidad planetaria, incluyendo pérdida de biodiversidad, disponibilidad y calidad del agua, inseguridad alimentaria, riesgos para la salud (véase BOX 2) y cambio climático. En su Plenaria 2019, IPBES determinó la creación de un programa específico -Nexus- con el objetivo de evaluar estas interrelaciones con la biodiversidad, incluyendo los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con alimentación, agua, y salud, con foco en la protección de la biodiversidad marina y terrestre, y la lucha contra el cambio climático (Figura 5). Este enfoque integrado es crucial porque, a pesar de que en la realidad los impulsores y las causas que subyacen a la degradación de la biodiversidad, agua, los alimentos, la salud y el clima están biofísicamente conectados, su análisis y decisiones para abordarlos, se toman e implementan generalmente de manera aislada.

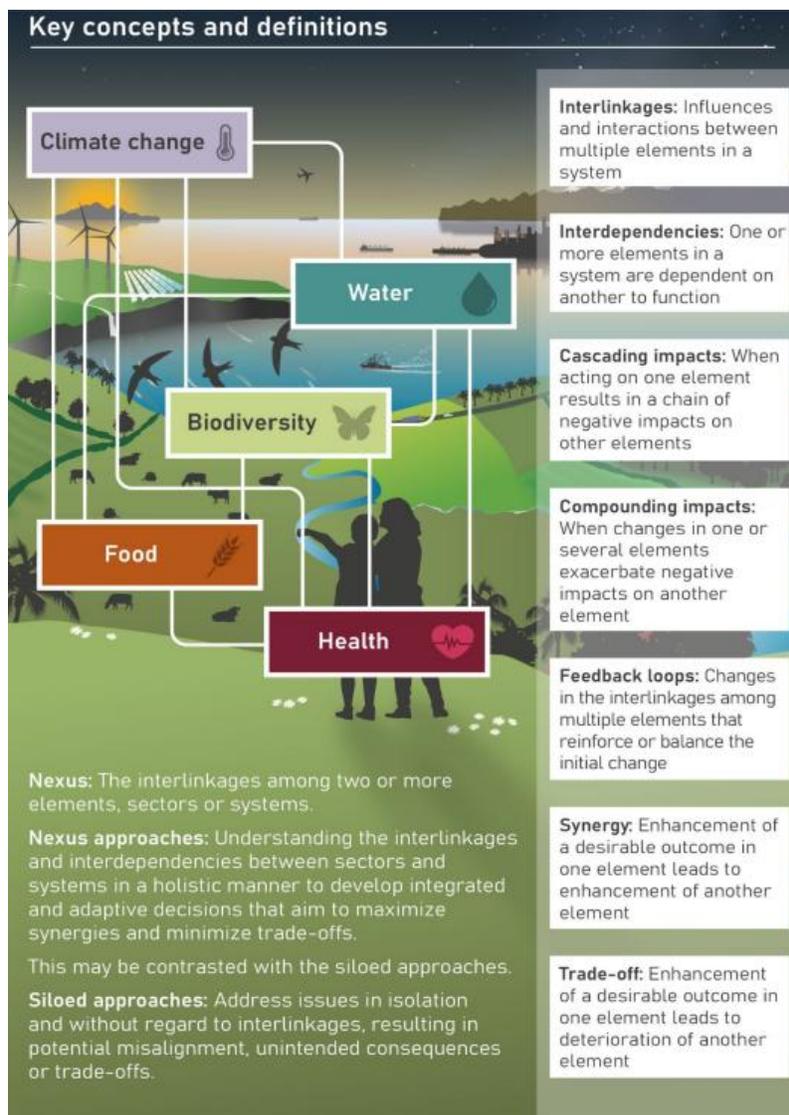


Figura 5. Conceptos y definiciones clave utilizados en la evaluación Nexus-IPBES (Imagen de IPBES 2024).

El enfoque integrado reconoce que dentro de cada elemento existen desafíos específicos, pero que al mismo tiempo están interconectados con otros elementos en múltiples escalas espaciales y temporales (Figura 6). Reconocer, explorar y entender estas interconexiones de manera integral, desde diferentes perspectivas y sectores, a diferentes escalas, permite abrir un espacio todavía no existente, que ayude a visionar herramientas y actores que permitan una gestión y gobernanza sinérgicas y holísticas, necesaria para el abordaje efectivo de la sustentabilidad planetaria. Y que permita avanzar hacia una toma de decisiones coherente y coordinada que supere fragmentaciones de diverso tipo, y apoye la construcción de procesos de cambio transformadores, contruidos en diversidad, para traer de regreso y hacer florecer la biodiversidad de la cual dependemos.

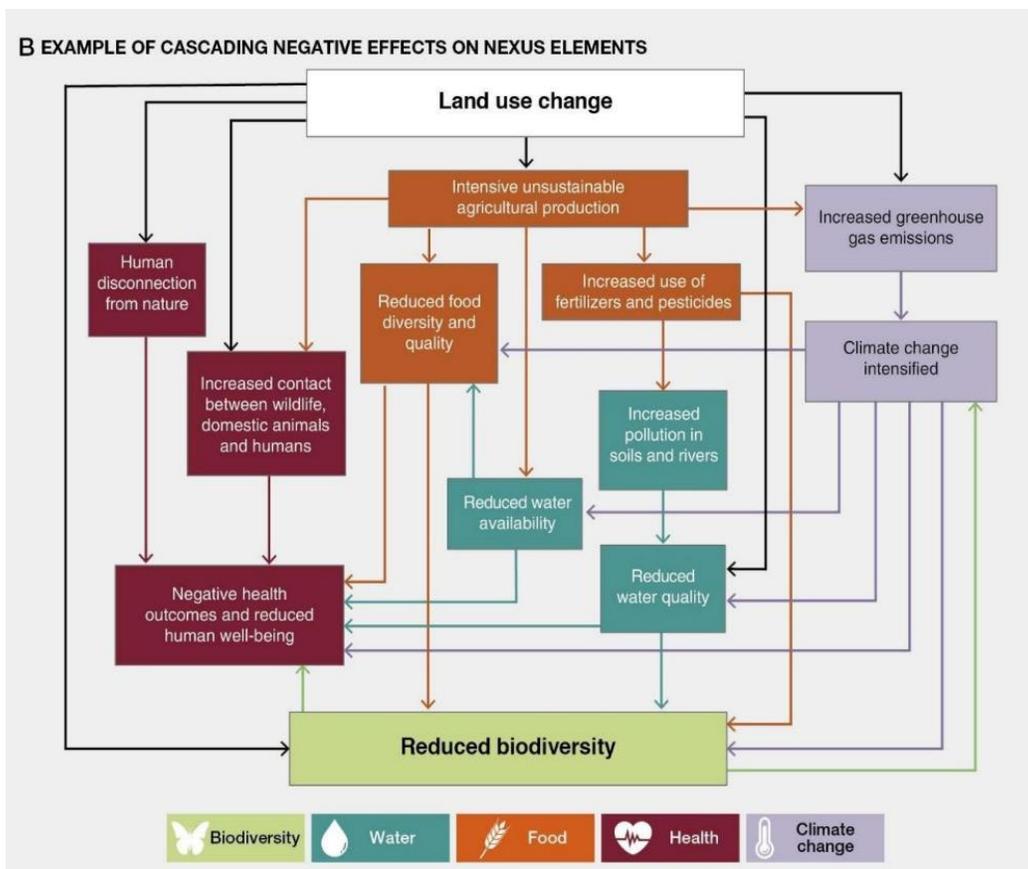


Figura 6. Ejemplo ilustrativo que muestra los efectos negativos en cascada del cambio de uso de la tierra para la agricultura no sustentable sobre los elementos del Nexus (Imagen de IPBES 2024).

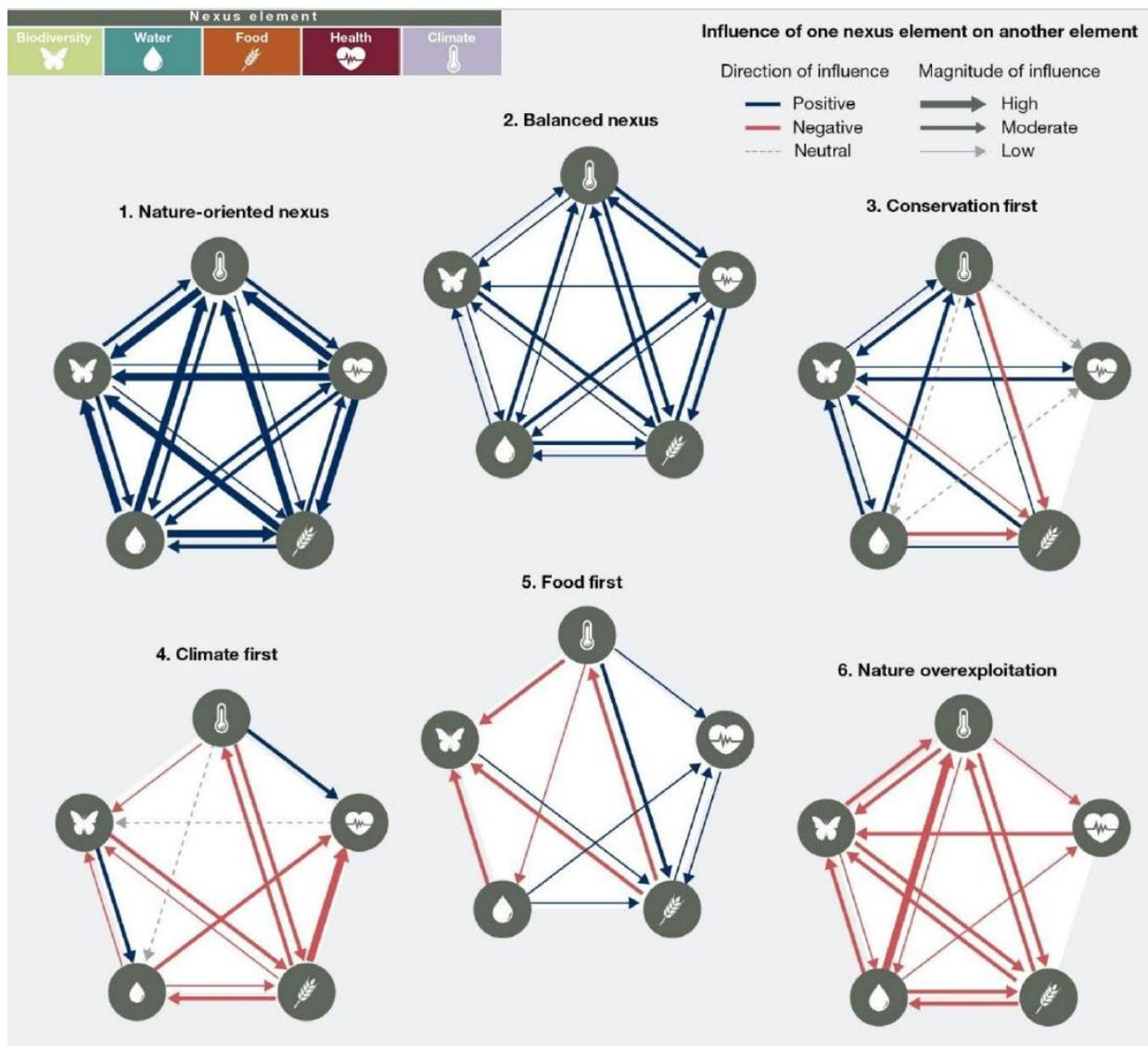


Figura 7. Impactos futuros potenciales sobre los elementos del Nexus (*i.e.* biodiversidad, agua, alimento, salud y clima) bajo diferentes escenarios (arquetipos), y sus interacciones. Las flechas indican el sentido (positivo-azul o negativo-rojo) y la magnitud de impactos (grosor de flecha). Los arquetipos orientados a la naturaleza y equilibrado muestran escenarios de sostenibilidad. Los arquetipos que dan prioridad alimentaria y sobreexplotación de la naturaleza, muestran escenarios de continuidad que suponen la continuación de las tendencias actuales (Imagen de IPBES 2024).

El Programa Nexus evaluó el futuro de la sustentabilidad planetaria, a través de la creación de arquetipos de escenarios futuro, creados a partir de la evaluación de 186 escenarios individuales de 52 estudios que abarcaban múltiples periodos de tiempo (IPBES 2024), integrando evaluaciones sobre factores que afectan biodiversidad, marina y terrestre, con foco global. Los escenarios se agruparon estadísticamente en seis arquetipos de escenarios de Nexus basados en un análisis de los resultados positivos y negativos para la

biodiversidad, el agua, los alimentos y el medio ambiente, pero su análisis se centró exclusivamente en la salud humana. Los arquetipos representan resultados diferentes y plausibles para los elementos del Nexus y sus interrelaciones. Los arquetipos de escenarios 1 y 2 representan escenarios de sostenibilidad; mientras que los arquetipos 3-5 priorizan un elemento nexo específico por sobre los otros, como clima, alimentación, sobrexplotación; el arquetipo 6 representa escenarios con poca o ninguna preocupación por los retos medioambientales. Los arquetipos 5 y 6 representan escenarios sin cambios, y la continuación de las tendencias actuales (Figura 7).

Los dos escenarios que muestran sustentabilidad tienen relación con la promoción de impactos positivos en la naturaleza, los que están centrados en áreas protegidas, especialmente en sistemas marinos, altos niveles de protección efectiva y acción climática ambiciosa. Tienen fuerte regulación medioambiental, prácticas agrícolas sostenibles, tasas más bajas de consumo global per cápita y un fuerte desarrollo de tecnologías verdes. Incluyen también restauración ecológica y uso sostenible de los recursos naturales (Figura 7). Este ejercicio confirma la necesidad de focalizar los esfuerzos de sustentabilidad en la gestión de conservación de la naturaleza y biodiversidad, tal como fue adelantado por Bruntland “Nuestro Futuro Común” hace 37 años atrás, que luego dio origen a la Cumbre de Río en el año 1992. Avanzar en resolver estos desafíos es cada vez más urgente, lo que precisa acción efectiva para transformar las trayectorias de degradación de los territorios a lo largo del Globo, incluido nuestra Región y país.

El mandato ineludible de la integración se materializa en las Soluciones Basadas en la Naturaleza

La degradación de la atmósfera y de la biodiversidad son dos caras de una misma moneda, la que pone en valor la necesidad de cuidar aquello que es común y esencial para el bienestar actual y futuro de manera integrada. La sustentabilidad planetaria es en la práctica un proceso, dado que los fenómenos atmosféricos y de biodiversidad ocurren en escalas temporales diversas, las intervenciones de corto plazo deben estar articuladas de manera informada y *a priori* con sus efectos en el mediano y largo plazo.

El cambio climático es uno de los cinco factores más importantes de degradación de la biodiversidad, pues los cambios en temperatura y patrones de precipitación transforman ecosistemas y afectan especies. Aqueja especialmente especies que no pueden escapar a velocidad suficiente de las nuevas condiciones climáticas, cosa que es frecuente en regiones montañosas o polares, ambas comunes en países andinos como Chile. Eventos extremos de

frío, calor, incendios, o sequías destruyen al mismo tiempo masivas extensiones de ecosistemas. De especial relevancia son las sinergias negativas que se establecen entre biodiversidad y cambio climático, donde pérdida de bosques tropicales, por ejemplo, disminuye la capacidad de capturar carbono y altera los patrones de lluvia, lo que puede llevar a una transición irreversible hacia ecosistemas tipo sabana, liberando más carbono y acelerando el cambio climático. O zonas de tierras degradadas o desertificadas por actividades humanas combinada con el cambio climático reducen no solo su capacidad de almacenar carbono, sino la productividad de ecosistemas, agravando el calentamiento global.

Menos conocido es el rol de la biodiversidad en la mitigación y adaptación al cambio climático. La biodiversidad ha regulado los extremos climáticos en diversas épocas de la Tierra. Esto se debe en parte a la capacidad de ciertos ecosistemas de capturar y almacenar enormes cantidades de carbono, siendo la infraestructura más costo efectiva para mitigar cambio climático (Griscom *et al.* 2017). Bosques tropicales, humedales como turberas, pastizales, humedales costeros, bosques de macroalgas, son algunos de los ecosistemas con mayor capacidad de captura y almacenamiento de carbono (Weiskopf *et al.* 2024). Adicionalmente a este servicio ecosistémico global, la biodiversidad entrega co-beneficios adicionales a escala local que resultan esenciales para la adaptación y resiliencia frente a los efectos inevitables del cambio climático, incluyendo mantención y regulación del ciclo del agua; generación de suelo, producción de alimentos cultivados y silvestres, amortiguación de olas de calor, control de eventos extremos, entre muchos otros (Seddon 2020, 2021b), generando resiliencia frente a sequías, inundaciones o incendios, fenómenos cada vez más frecuentes en países vulnerables al cambio climático, como es el caso de Chile.

Por ello la conservación de la biodiversidad es parte esencial de la solución al cambio climático, mediante enfoques que aprovechen su capacidad de regulación climática, en lo que se conoce como las Soluciones basadas en la naturaleza (véase BOX 1 de Soluciones basadas en la Naturaleza), la que puede incluir desde restauración de ecosistemas degradados de bosques o humedales, agricultura regenerativa con preservación de biodiversidad del suelo, conservación efectiva de áreas protegidas, desarrollo de infraestructura verde, entre muchas otras. Cada una de estas actividades fortalece además la generación de empleos y activación de economías. Las SbN permiten el abordaje integrado de la sustentabilidad planetaria, estimándose que su implementación puede aportar más de un 35% a la mitigación del cambio climático global (Griscom *et al.* 2017) en el corto plazo. Más importante aún para Chile, un país con una contribución marginal de gases efecto invernadero, pero altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, la implementación de SbN resulta una herramienta esencial para adaptación y generación de

resiliencia de sistemas socio-ecológicos nacionales (Turner *et al.* 2022), la cual todavía espera por ser promovida y jerarquizada como respuesta climática.

El entendimiento integral de degradación atmosférica y pérdida de biodiversidad, fenómenos definitorios de la sustentabilidad planetaria, su impacto y capacidad de respuesta a nivel nacional precisa reconocer la relación de dependencia de la sociedad y las economías con la naturaleza, su atmósfera y biodiversidad. Atmósfera y biodiversidad constituyen sistemas, los cuales tienen una naturaleza multi-escalar, anidada, jerárquica, y conectada entre la naturaleza, las sociedades y las economías. Esto mandata aplicar enfoques integrados y colaborativos, los que deben establecerse de manera clara y efectiva integrando una diversidad de actores en territorios igualmente variados.

La sociedad y la naturaleza establecen sistemas complejos, existiendo interacciones a diferentes niveles espaciales y temporales, las que operan a diferentes escalas interconectadas. Se establecen relaciones dinámicas y de retroalimentación, con interdependencia entre diferentes componentes sociales, naturales, económicos. Donde existen procesos de retroalimentación que puede ser positiva o negativa, a la vez que pueden establecerse relaciones no lineales, donde la respuesta de sistemas sociales o naturales no operan de manera proporcional.

El enfoque y acción debe involucrar diversas escalas como la local, donde se establecen relaciones más directas entre comunidades humanas y su contexto ecológico inmediato, activando relaciones socio-ecológicas específicas en torno a actividades económicas diversas (e.g. agricultura, pesca, manejo de bosques). Esta escala debe reconocer y conectar con la escala Regional, que permita dar cuenta del ordenamiento territorial natural que deriva de la biogeografía de los territorios, en donde se deben activar respuestas integradas y coordinadas para la gestión de cuencas hidrográficas, gestión de conservación de biodiversidad, gestión territorial de recursos naturales, entre otras. Estas escalas tributan, a la vez que están influenciadas por la escala Global, en la cual operan los patrones climáticos de escala global, se define el uso de recursos derivados de biodiversidad a través de acuerdos internacionales de comercio, o se abren espacios para la implementación de acuerdos internacionales como el de Cambio Climático o Biodiversidad. El mayor desafío para abordar la crisis de sustentabilidad planetaria es reconocer, entender y actuar conectando de manera coherente estos niveles, con foco en el cuidado y restauración efectivo de la atmósfera y la biodiversidad.

La prospectiva futura de estos fenómenos, junto a su impacto y potencial respuesta nacional constituyen desafíos inmediatos, los cuales deben ser abordados considerando elementos esenciales de la gestión del cambio: foco en el proceso, énfasis en efectividad, acción

informada y monitoreada para su efectividad, co-construida con diversos actores y anclada en contextos específicos.

Conservación de biodiversidad y bienestar humano y económico: un cambio de paradigma

La biodiversidad existe en una multiescala biológica y geográfica, que se despliega de manera anidada desde el nivel local en territorios particulares, hasta un nivel global que es la biosfera. Es en estas tramas ecológicas donde se encuentran las sociedades humanas, formando sistemas socio-ecológicos (Figura 8). Dentro de estos sistemas existen y se desarrollan todas las actividades humanas, incluyendo los hábitats que hemos creado como ciudades, cultivos, plantaciones, parcelas de agrado, entre muchos otros. Cada uno de ellos depende de la biodiversidad y a su vez alberga una parte importante de ella.



Figura 8. La economía está embebida en la naturaleza-biosfera, y no es externa a ella (Imagen de Dasgupta 2021).

La biodiversidad está disminuyendo en todas las regiones del mundo y a todas las escalas espaciales, afectando las estructuras y el funcionamiento de los ecosistemas. Hoy en día, prácticamente la mitad de los ecosistemas tienen problemas de conservación –tanto a nivel global como nacional-, casi un cuarto de las especies está en riesgo de extinción, y más del 80% de biomasa de las especies nativas se ha perdido por el uso de espacios para instalar las especies que consumimos, entre otras cosas (IPBES 2019, MMA 2019). Esta degradación tiene efecto directo e indirecto en la disponibilidad y calidad del agua, seguridad alimentaria y nutrición, salud humana, vegetal y animal, así como la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. La pérdida de biodiversidad y el cambio climático están interrelacionados y generan impactos combinados que amenazan la salud y el bienestar humano (McElwee *et al.* 2024).

La masiva pérdida de biodiversidad trae consigo consecuencias sociales y económicas, y el incremento del riesgo que deriva de esta degradación está siendo reconocido cada vez más frecuentemente por sectores productivos y sociales. De hecho, el World Economic Forum (WEF) reconoce la pérdida de biodiversidad y colapso de ecosistemas, junto con factores asociados como eventos climáticos extremos, contaminación, escasez de recursos naturales y cambio en los sistemas terrestres, entre los diez riesgos más importantes de la economía global, ninguno de los cuales era mencionado hace 14 años atrás (WEF 2024). Esta falta de consideración y cuidado –i.e. inversión– de la biodiversidad se refleja en el nivel de inversión global en conservación, la cual corresponde a menos de 0,007% del PIB mundial, a pesar de que la biodiversidad es responsable de al menos el 50% del mismo PIB. En Chile la brecha de inversión en biodiversidad es igualmente enorme, y lidera los países con menor inversión en el cuidado de la naturaleza a escala global (Waldron *et al.* 2013). Incluso contraviniendo compromisos de cuidado como la declaratoria de áreas de protección marina, donde la brecha de financiamiento para activar conservación efectiva supera el 98% en nuestro país (WCS 2018).

La biodiversidad existe de facto en territorios y maritorios específicos, donde establece relaciones muy directas con comunidades y actores locales. Son estos territorios espacios esenciales para focalizar la acción de sustentabilidad efectiva, y con ello tributar a la sustentabilidad planetaria global. La activación de programas y acciones de conservación constituye una herramienta específica no sólo para proteger y restaurar la base natural de la sociedad, sino para activar y canalizar inversiones que apoyen el desarrollo económico a nivel local.

Siendo Latinoamérica una superpotencia de biodiversidad, se abren puertas todavía no exploradas de integración y colaboración regional, que ayuden no solo a posicionar y

fortalecer nuestra posición a escala global, sino a fortalecer la conservación de la biodiversidad más importante del planeta.

BOX 2. Enfoque Una Salud/One Health

La pandemia por COVID-19 evidenció de golpe la interrelación existente entre salud de la biodiversidad, la salud de las personas y la de los animales, y su impacto sobre el bienestar humano, de las economías, y la sustentabilidad planetaria. A pesar de tener dos décadas de existencia, es a partir de ese momento que se extiende el uso del concepto de "Una Salud" (One Health, en inglés), siendo hoy día considerado como un enfoque ineludible para el análisis de proyecciones de futuro (Dufva & Rekola 2023, ESPAS 2024, GESDA 2023).

Salud es la capacidad de un sistema, sea biológico, social o mecánico, de funcionar de manera normal, es decir, en base a parámetros definidos y una condición de referencia. Más allá de la ausencia de enfermedad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define "salud" de manera integral como el completo estado de bienestar físico, mental y social. Dado que los seres vivos existen y prosperan sólo en relación al sistema de biodiversidad y naturaleza, el concepto de salud se extiende al sistema completo. En este contexto, las enfermedades son un componente de la ecología planetaria, y cualquier elemento que altere ecosistemas tiene el potencial de alterar la ecología de las enfermedades, afectando la salud de diferentes componentes del sistema.

Dado el orden natural de la sustentabilidad, la mantención de ecosistemas sanos permite la existencia de sociedades y economías saludables. Por el contrario, la degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad tiene impactos significativos a múltiples niveles, incluido el global. Se estima que la degradación de la naturaleza causa el 24% de la mortalidad humana a nivel mundial (WHO 2016), donde la contaminación explica una de cada seis muertes prematuras (9 millones al año) (Fuller et al. 2022). Este impacto humano, tiene un correlato económico, pues las inversiones asociadas a estas muertes son enormes, estimándose en \$3600 mil millones (85% del presupuesto público anual mundial para la salud humana)³. El cambio de paradigma que deriva del entendimiento del orden natural de la sustentabilidad reconoce la necesidad de re-dirigir inversiones a la base natural y común sobre la que se sostienen sociedades y economías. Así, por ejemplo, invertir en ecosistemas más saludables podrían directamente prevenir casi un cuarto de las muertes en el mundo (WHO 2016). Así también, desde el enfoque de Una Salud, es evidente entonces que inversiones que subsidian energías fósiles (las que representan ca. \$7 trillones de

³ OECD. Health spending and financial sustainability. Nota en línea: <https://www.oecd.org/en/topics/health-spending-and-financial-sustainability.html>

Sustentabilidad planetaria

dólares anuales, equivalentes al 7,1% PIB Global, Black et al. 2023. 900 mil millones al año en enfermedades, muertes prematuras y daños ambientales (Parry et al. 2014) (equivalentes a 1,2 veces los presupuestos para salud pública de 193 países combinados), deben ser dirigidas, al menos en parte, a procesos de conservación y restauración de la biodiversidad y la atmósfera.

Entre todas las enfermedades contagiosas reconocidas en seres humanos, más de la mitad han tenido su origen en animales (i.e. enfermedades zoonóticas) (Dharmarajan et al. 2022), como el COVID. De hecho, cerca del 60% de los agentes infecciosos (e.g. virus, bacterias, parásitos) que provocan dichas enfermedades, son capaces de afectar a más de dos especies, reflejo del sistema de biodiversidad del que forman parte. En el marco de los desafíos y cambios globales, destaca que casi un tercio de las enfermedades contagiosas en seres humanos han tenido su origen en animales, y de estos, la gran mayoría (71,8%) han sido especies de animales silvestres (Jones et al. 2008). Es importante reconocer que esta es una vía de doble sentido, que comienza con la pérdida de biodiversidad y la degradación de la atmósfera, y, en general, la alteración humana de los sistemas naturales y las interacciones entre especies (e.g. comercio de especies exóticas, desplazamiento de animales de sus hábitats). Estas alteraciones humanas de los sistemas naturales son la causa más frecuente de surgimiento de nuevas enfermedades contagiosas en fauna silvestre (Cunningham et al. 2017, CBD 2020), que, como ya se mencionó, son a su vez, el origen más frecuente de nuevas enfermedades contagiosas en seres humanos. Todo lo cual es un riesgo también para los animales domésticos, y, por lo tanto, la seguridad alimentaria.

Es así como, el abordaje de la Sustentabilidad Planetaria debe considerar el enfoque de Una Salud, incorporando el monitoreo de la salud a otros elementos sistémicos (e.g. ecosistemas) que sostienen o pueden ser sostenidos (e.g. sociales, económicos) (Lindahl & Grace 2015) en un enfoque integrado de sustentabilidad.

El desafío que plantea la Sustentabilidad Planetaria precisa comprender que la salud y bienestar de la población será cada vez más difícil de mantener en un planeta contaminado, que sufre inestabilidad social o política, y que cada vez cuenta con biodiversidad más degradada (Destoumieux-Garzón et al. 2018, Lefrançois et al. 2023). Una respuesta clave es poner en práctica los principios sobre los que se sostiene el enfoque de Una Salud –los Principios de Berlín– tanto a escala global como local. Se debe comenzar reconociendo la interdependencia de los desafíos donde “Ningún país, grupo, disciplina o sector de la sociedad dispone de conocimientos y recursos suficientes para prevenir por sí solo la aparición o diseminación de enfermedades y, al mismo tiempo, mantener y mejorar la salud y el bienestar de todas las especies y ecosistemas en el mundo globalizado de hoy. Ningún país puede revertir la contaminación ambiental, liberación de carbono, degradación marina, los patrones de cambio del uso del suelo, la degradación del suelo, y la sobreexplotación y extinción de especies que, si no se mitigan, continuarán debilitando la salud de las personas, los animales y el ambiente” (Gruetzmake et al. 2021).

En este sentido, la respuesta a la pandemia de COVID de Chile, constituye un ejemplo positivo, que puede marcar un cambio de trayectoria en el abordaje integrado y efectivo de desafíos complejos. El entendimiento cabal, asociado a decisiones estratégicas y su implementación acorde, puede entregar resultados exitosos, integrando disciplinas, actuando a diferentes escalas, articulando distintas esferas de la sociedad, y escalas, tanto local como global (Véase BOX 3 Respuesta de Chile a Pandemia COVID). Esto marca un camino de transformación que bien vale el esfuerzo profundizar y amplificar hacia otros sectores.

BOX 3. Respuesta chilena frente a pandemia global CoViD-19: una ruta que va en la senda de la sustentabilidad

Las consecuencias de la pandemia por COVID-19 son bien conocidas por todos, las que incluyen problemas sociales, económicos y ambientales. Menos conocido es el hecho que la pandemia es el resultado de la degradación de sistemas socio-ecológicos (Lefrançois et al. 2023, Véase BOX 2), porque es justamente la degradación de los sistemas naturales una de las principales causas de la aparición de nuevas enfermedades contagiosas; y sistemas sociales que no son equitativos e inclusivos permiten que dichas enfermedades se propaguen de manera más rápida y tengan mayor alcance tanto en severidad como por número de personas afectadas. En el caso particular del COVID-19 se han identificado al menos 16 factores ecológicos o sociales que están conectados con su surgimiento e impacto, a saber: crecimiento demográfico, cambio climático, intensificación de la agricultura, urbanización, cambio de uso y cobertura del suelo, deforestación, pérdida de biodiversidad, globalización, comercio de fauna silvestre, mercados de fauna silvestre, dieta planetaria no saludable, resistencia a antibióticos, contaminación atmosférica, estrés hídrico, pobreza y gobernanza deficiente (Talukder et al. 2022). Esta complejidad de causas es lo propio de la sustentabilidad planetaria. Ejemplificando lo expuesto de manera muy concreta, la pobreza o la sequía provoca, entre otros, falta de acceso a agua potable, y en el caso del COVID una de las principales acciones para prevenir su propagación era lavarse las manos frecuentemente; de esta manera, un porcentaje de la población global habitando territorios que experimentaban sequía, o no tenían acceso a agua por no contar los medios para obtenerla, no podía cumplir con esta, aparentemente, simple tarea.

El abordaje de la enfermedad en Chile constituye un ejemplo interesante para entender, direccionar y escalar el abordaje de problemas complejos existentes en nuestro país. Con el objetivo de comprender este abordaje, a continuación, se describen algunos de los elementos clave en la cronología de los hechos, según reporte del Ministerio de Salud (2022).

Sustentabilidad planetaria

- *En diciembre de 2019 se detectó el primer caso de COVID-19 en el mundo, en China. La OMS entregó las primeras recomendaciones para detectar contagios en enero del 2020, y sin casos aún en Latinoamérica, Chile responde de manera contundente el mismo mes del anuncio global. El Ministerio de Salud anuncia medidas preventivas, presenta un Plan de Acción, crea un Comité de Crisis, y dispone medidas para el ingreso de viajeros internacionales, a la vez que se activan reuniones con servicios de salud y municipios a lo largo del país.*
- *De manera preventiva, y sin haberse detectados casos aún en Chile, el Ministerio de Salud se coordina con el Director de Sanidad del Ejército, y se inicia la adquisición acelerada de insumos para garantizar el abastecimiento de la red pública de salud. Al mismo tiempo, se focalizan esfuerzos en la generación de capacidades y se desarrollan simulacros en el aeropuerto y hospitales.*
- *Una vez arribada una persona sospechosa, se determina Alerta Sanitaria, se amplían facultades, se instala un sistema de seguridad sanitaria en el aeropuerto internacional, se anuncia la entrega anticipada y reforzada de una red asistencial conformada por cinco hospitales públicos y de las Fuerzas Armadas.*
- *Desde el momento en que se detecta por primera vez el virus en Chile (9 marzo), se activa un Plan de Preparación y Respuesta basado en cinco ejes: vigilancia epidemiológica, reforzamiento de la capacidad diagnóstica, reforzamiento de la red asistencial, vigilancia en puntos de entrada al país y comunicación de riesgo. Al mismo tiempo que se crea el Consejo Asesor COVID, liderado por el Ministerio de Salud en su rol de Coordinador Interministerial del Plan de Coronavirus.*

Con la mejor información disponible en ese momento, destaca la decisión de priorizar inversión pública con foco en equidad, frente a un futuro cuyas consecuencias eran insospechadas; reforzar los puntos críticos y activar coordinación a distintos niveles y entre diferentes sectores. Estas decisiones se ven en la práctica, por ejemplo, en la disponibilidad de camas de cuidados intensivos (UCI) disponibles en el país, las que en un año se incrementaron 3,5 veces (Ministerio de Salud 2022).

Entre las acciones que derivan de esta visión destaca: la instalación de una Red nacional de laboratorios de diverso origen con capacidad diagnóstica (e.g. públicos y universitarios); residencias sanitarias gratuitas; Red Integrada de Urgencia; Plan Paso a Paso con cinco fases; generación de capacidades a personal especializado y sociedad ampliada a través de capacitaciones específicas, campaña comunicacional con énfasis en la prevención y autocuidado; desarrollo de guías específicas de cuidado para diferentes sectores y actores (e.g. niñeces) e inclusive una “Guía de Prevención del Suicidio en tiempos de COVID-19”, entre otros, abordando bajo una visión integrada, diferentes aspectos de la crisis. Destaca la integración de un componente de aprendizaje continuo y manejo adaptativo necesario frente a condiciones

permanentemente cambiantes, aplicado por ejemplo al Plan Paso a Paso, el que era continuamente revisado y modificado.

La materialización del principio de equidad adoptado al inicio de la pandemia tuvo su despliegue más efectivo en la Campaña de Vacunación desarrollada en Chile, la que requirió de un despliegue humano, técnico y logístico inmenso, que precisó de facilitar la llegada a nuestro país de suficientes vacunas⁴, y de una planificación ad-hoc permitir el acceso gratuito y universal a lo largo de todo el territorio nacional. Y requirió de la activación de efectiva colaboración público-privada con fines de bien común. Un ejemplo de esto fue el requerimiento de la vacuna Pfizer-BioNTech de refrigeración a -70 °C, lo que requirió dotar a algunas regiones con ultracongeladores para mantener un proceso de distribución eficiente y rápido. El Ministerio de Salud compró cinco de estos equipos, número que fue amplificado por donaciones en comodato hechos por universidades como la Talca y Antofagasta, y Pfizer-BioNTech Chile (Ministerio de Salud 2022).

Aplicando una visión más amplia e integrada, en paralelo a la respuesta sanitaria vinculadas a la contención del COVID-19 y de salud (e.g. acceso y asequibilidad de diagnóstico, adaptación y fortalecimiento del sistema de salud, desarrollo de vacunas y estrategias de inoculación), Chile abordó desafíos vinculados a cadenas de abastecimiento y suministro de servicios básicos (e.g. evitar el acaparamiento de bienes e insumos de primera necesidad, aumento de la disponibilidad de suministros básicos, prohibición de la suspensión del suministro eléctrico), beneficios laborales (e.g. Ley de protección al empleo, Postnatal de emergencia, bono MYPEs), beneficios sociales (e.g. Bono Clase Media, Fondo Solidario a Municipios, Devolución de la retención de impuestos de enero y febrero 2020), políticas educacionales (e.g. cierre/y luego reapertura de centros educacionales, continuidad de los Procesos de Enseñanza por medios alternativos) y medidas de activación económica (e.g. Subsidio al Empleo, Plan de Obras e Inversiones Sustentables, Agilización de Chile -Compra, Postergación de créditos hipotecarios) (Aguilera et al. 2022).

Toda esta respuesta nacional ejemplifica la capacidad y compromiso que nuestro país puede desplegar en resguardo de un bien común, la salud. Esto, sumado a ejemplos globales en el desarrollo de la vacuna, por ejemplo, demuestran la habilidad de colaboración de todos los sectores de la sociedad. La respuesta frente a la amenaza del COVID-19 en Chile fue en el sentido correcto, entregó lecciones sobre cómo responder a un problema complejo en tiempo récord. A la

⁴ A escala global se activaron procesos colaborativos para acelerar el desarrollo y fabricación de vacunas contra la COVID-19, y garantizar un acceso justo y equitativo a ellas para todos los países del mundo. Destaca entre ellas la Alianza para las Vacunas (GAVI) y la OMS, que permitió ofrecer dosis de vacunas para al menos el 20% de su población, a todos los países participantes. Para agosto del 2020, 172 países se encontraban en conversaciones, de los cuales 92 eran economías de bajos ingresos (OMS, 2021).

vez es un llamado a reconocer y adelantar a crisis similares, construyendo sobre los principios de Sustentabilidad Planetaria (véase sección “Principios y acciones mínimas para abordar sustentabilidad”). Y mostrar así un camino frente a otros desafíos planetarios como la crisis de biodiversidad y emergencia climática, a la vez que una respuesta potente a los planteado por A. Guterres el año 2020 “el COVID-19 no es sólo una llamada de atención, es un ensayo general para el mundo de retos que se acerca [...] La pandemia nos ha enseñado que nuestras decisiones importan. Al mirar hacia el futuro, asegurémonos de elegir sabiamente” (European Environment Agency 2022).

Principios y acciones mínimas para abordar sustentabilidad

La humanidad se encuentra en una trayectoria profundamente insostenible, sobrepasando los límites planetarios, donde los objetivos internacionales de desarrollo sostenible y metas medioambientales globales se hacen difíciles de cumplir. La plataforma intergubernamental IPBES ha puesto el cuidado de la naturaleza y biodiversidad en la base del bienestar humano y económico, a la vez que se ha preguntado cuáles son los elementos más importantes en definir trayectorias hacia la sustentabilidad. Reconociendo que los sistemas humanos forman parte y dependen de los sistemas ecológicos, IPBES ha identificado ocho puntos prioritarios de intervención, los cuales pueden ser considerados puntos de apoyo para apalancar transformación; junto a cinco acciones estratégicas prioritarias – que pueden constituir palancas sobre las cuales jalar la transformación de la sociedad (Chan *et al.* 2020).

Los ocho puntos prioritarios de intervención que sirven de base para el apalancamiento son (Figura 9):

- (1)** Visiones de una buena vida, que vayan más allá de elevados niveles de consumo material, reconociendo circunstancias que favorecen satisfacción vital incluyen aspectos sociales y no materiales (e.g. confianza en vecinos⁵, acceso a cuidados, oportunidades de expresión creativa, reconocimiento). Así como relevar la propiedad relacional de la vida, tanto dentro de lo humano como con lo no-humano, y la necesidad de cuidado mutuo. La educación, infraestructuras y formulación de políticas estratégicas pueden apoyar en este proceso.

⁵ Relacionado con la visión de solidaridad familiar, presentada por María Soledad Herrera en esta prospección, por ejemplo.

- (2) Consumo total y producción de residuos, se refiere a la necesidad de cambios transformadores en los patrones de consumo de alimentos, energía, agua y otros recursos naturales a la luz de las desigualdades dentro y entre países.
- (3) Valores latentes de responsabilidad, precisa de acciones que permitan liberar las capacidades latentes y los valores relacionales (incluidas las virtudes y los principios relativos a las relaciones humanas con la naturaleza, como la responsabilidad, la administración y el cuidado). La instalación de trayectorias sostenibles puede estar facilitada por políticas e iniciativas sociales contexto-específicas que fomenten y faciliten normas sociales conducentes a comportamientos sostenibles.
- (4) Desigualdades, avanzar en su reducción es fundamental para instalar procesos sustentables, pues suele reflejar control y/o uso excesivo de recursos o poder fracciones de la sociedad a expensas de otros. La desigualdad tiene muchas dimensiones (e.g. sociales, distributivas, de reconocimiento, procedimentales, contextuales). Su abordaje facilita la protección de la naturaleza y el logro del desarrollo sostenible.
- (5) Justicia e inclusión en la conservación, pues la diversidad, combinada con un esfuerzo intencional para crear iniciativas y espacios de conservación inclusivos y justos, es esencial para la conservación.
- (6) Externalidades del comercio y otras teleconexiones, la sostenibilidad global requerirá que las personas, organizaciones y jurisdicciones asuman la responsabilidad de los efectos distantes, difusos y retardados, incluso evaluando, evaluando y mitigando los impactos negativos de sus acciones.
- (7) Tecnología, innovación e inversión responsables, donde se espera que innovaciones tecnológicas y sociales proactivas vayan mucho más allá del alcance de las políticas tradicionales de protección ambiental.
- (8) Educación y generación e intercambio de conocimientos, a través de sistemas de aprendizaje y conocimiento para la sostenibilidad (BOX 4, Comunidades de Aprendizaje en prácticas de sustentabilidad).

Las acciones estratégicas que actúan como palancas apoyadas en los puntos de intervención incluyen:

- a) Incentivos y desarrollo de capacidades.
- b) Coordinación entre sectores y jurisdicciones.

- c) Acción preventiva.
- d) Toma de decisiones adaptativa.
- e) Legislación medioambiental y aplicación.

La articulación de palancas con los puntos de apoyo puede dar paso a procesos de cambio transformador hacia procesos sustentables, sirviendo de punto de encuentro donde activar procesos integrados de cambio de sistemas jurídicos, políticos, económicos y otros sistemas sociales. La activación de estos procesos puede y debe ocurrir en diferentes espacios societarios, empujados por líderes diversos provenientes de gobiernos, empresas, sociedad civil, o el mundo académico, contribuyendo de manera no lineal y compleja a cambios transformadores hacia un mundo más justo y sostenible.

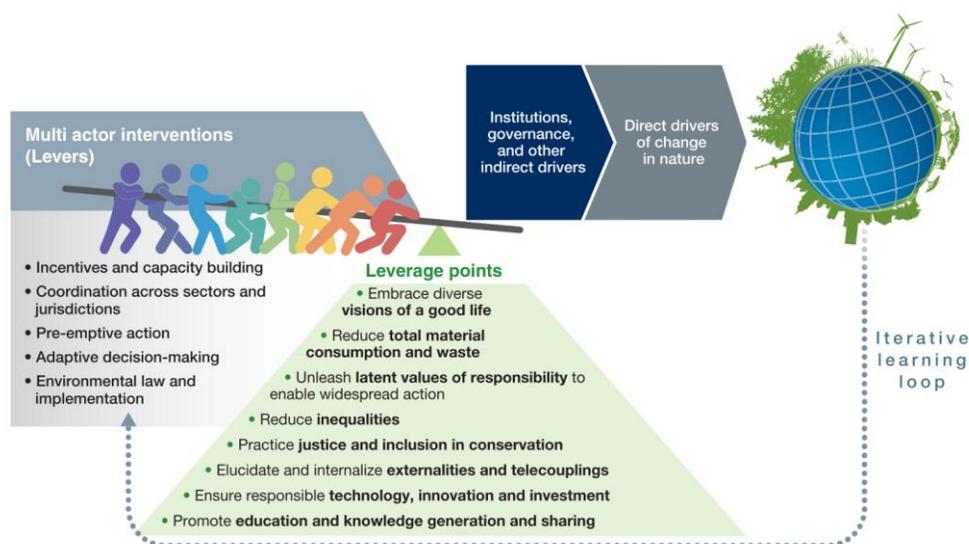


Figura 9. La implementación colaborativa de intervenciones estratégicas (palancas) dirigidas a puntos clave/estratégicos de intervención (puntos de apalancamiento) podría posibilitar un cambio transformador de las tendencias actuales hacia otras más sostenibles. La mayoría de las palancas se pueden aplicar en múltiples puntos de apalancamiento y, de manera más general, por una variedad de actores (como organizaciones intergubernamentales, gobiernos, organizaciones no gubernamentales, grupos ciudadanos y comunitarios, pueblos indígenas y comunidades locales, agencias donantes, organizaciones científicas y educativas y el sector privado), según el contexto. En los puntos de apalancamiento (en negrita), hemos especificado acciones coherentes con el cambio transformador hacia la sostenibilidad (sin negrita) (Imagen de IPBES 2019).

BOX 4. Comunidades de Aprendizaje para la puesta en práctica de la sustentabilidad

A través de toda la discusión de sustentabilidad se evidencia la necesidad de generar capacidades humanas que permitan, promuevan y sostengan las transformaciones necesarias para avanzar

en el cuidado de la biosfera. Esta urgencia de sustentabilidad planetaria desafía la forma tradicional de enseñar y aprender en la sociedad, en gran parte porque los desafíos de sustentabilidad son complejos, no tiene respuestas sencillas de antemano, ni existe un camino establecido hacia el éxito o una solución fija (Andersson et al. 2024). Ello sugiere que la resolución de estos retos requiere un enfoque diferente de la enseñanza y el aprendizaje. Una respuesta amplia y diversa a esto lo constituyen las 'comunidades de aprendizaje', las que desempeñan un papel crucial en el fomento del desarrollo sostenible al promover el aprendizaje colaborativo, los enfoques participativos y la educación posicionada en un contexto específico o lugar (Morgan 2009, Bradbury & Middlemiss 2015). Estas comunidades facilitan el entendimiento y compromiso de diferentes actores relevantes en cuestiones de sostenibilidad a escala local y regional, abriendo la oportunidad de convergencia y coherencia entre ejercicios de planificación, diseño y puesta en marcha de gobernanza y educación (Morgan 2009), a través de procesos de co-aprendizaje. Tal como ocurre con otros aspectos relacionados con la sustentabilidad, los espacios educativos deben generar aprendizajes que sean transformadores, y que estén orientados a la acción efectiva en los territorios.

Aunque no existe un modelo único de comunidad de aprendizaje, existen algunos elementos que sirven para guiar su establecimiento. Entre ellos se incluye la necesidad de establecer comunidades de aprendizaje de puesta en práctica de la sustentabilidad, lo que implica la participación en un sistema de actividades sobre los que participantes comparten sus visiones y conocimientos (Morgan 2009), conectando desde sus diferentes quehaceres para intentar converger a un resultado (futuro) común. Es justamente en el proceso de participación, entendida no sólo como acontecimientos locales de compromiso en determinadas actividades con determinadas personas, sino a un proceso más amplio de participación activa en las prácticas de las comunidades sociales y la construcción de identidades en relación con dichas comunidades, donde la práctica es un aspecto integral e inseparable de la construcción social (Lave & Wenger 1991).

El aprendizaje y la educación como mecanismo de cambio de trayectoria hacia la sustentabilidad planetaria debe considerar un enfoque sistémico, basado en diversidad y multiescala, integrado, debe actuar rápidamente, activar respuestas coordinadas, coherentes que puedan ser efectivas en las realidades territoriales. Para establecerse en una comunidad de práctica existen tres dimensiones importantes, incluyendo un compromiso mutuo, donde la diversidad comprometida permite hacer cosas juntos, relaciones, complejidad social y mantenimiento de la comunidad; una empresa conjunta, que se refiere a un objetivo compartido que se negocia en un proceso colectivo y que se define a medida que la comunidad lo persigue; y un repertorio compartido, que es el conjunto de recursos comunes de que dispone la comunidad para llevar a cabo su empresa, incluyendo, palabras, herramientas, formas de hacer las cosas, historias, gestos, símbolos,

Sustentabilidad planetaria

géneros, acciones o conceptos que la comunidad ha producido o adoptado a lo largo de su existencia y que han pasado a formar parte de su práctica (Wenger 1998).

El desafío de la sustentabilidad planetaria se centra en generar las condiciones y mecanismos, así como a mantener estas comunidades de práctica en el tiempo, conectarlas en torno a problemas críticos/estratégicos de sustentabilidad, y a nutrir las con los actores territoriales necesarios para resolver los desafíos planteados. Esto involucra mirar la comunidad de práctica desde una multiescala, apuntando a una constitución inclusiva que pueda conectar y articular la diversidad de saberes y tomadores de decisión asociados al objetivo común.

En Chile existen experiencias exitosas de comunidades de aprendizaje relacionadas con diferentes aspectos de conservación y sustentabilidad. Es así, por ejemplo, que el Ministerio del Medio Ambiente identificó, propuso y puso en práctica la creación de comunidades de aprendizaje para la gestión efectiva de áreas protegidas, convocando a una serie de gestores de áreas protegidas privadas y áreas de conservación costeras de múltiples usos. Estas comunidades se constituyeron como grupos abiertos de gestores de la conservación, los que interactuaron y relacionaron para intercambiar experiencias, generar confianza, lazos y redes de colaboración y desarrollar sus capacidades en materia de planificación e implementación, gobernanza y estrategias financieras para la conservación. Con un enfoque en manejo efectivo, la característica clave de estas comunidades de aprendizaje es su aproximación relacional, donde se entrelazan de manera indisoluble la realidad del sitio o componente de biodiversidad de cada proyecto (i.e. Objetos de Conservación) y las personas o el “componente humano” que gestiona dicha biodiversidad, y que incluye equipos de personas que intervienen en los procesos de planificación y manejo, su organización y procedimientos o mecanismos para decidir y aplicar Estrategias de conservación, y los mecanismos de apoyo financiero, técnico y colaborativo con el grupo de actores más amplio del proyecto (Saavedra et al. 2020).

Desde la perspectiva privada, destaca el Espacio de Aprendizaje (ESPAP) “Co-conservación de la biodiversidad, aprendizajes del sector privado para el cuidado integral de la naturaleza” (2022)⁶, que buscó ser un espacio cuidado para congregar a representantes del sector público-privado para el aprendizaje recíproco a través del intercambio de experiencias concretas, el reconocimiento de desafíos compartidos y la visualización de soluciones integrales para la conservación de la biodiversidad de nuestro país. Construido en torno a cuatro pilares: naturaleza y biodiversidad como bien común y espacio de encuentro, ética de trabajo que reconoce principios mínimos de operar y cuidado de la naturaleza, la transformación de la industria y la

⁶ Espacio de Aprendizaje ESPAP 2022. Resumen de la experiencia disponible en:
https://chile.wcs.org/Portals/134/Espap%202022_optimizado.pdf
<https://youtu.be/q4iTur4Qgpl?si=mnhLcdbT9EApDqHL>

materialización de sus compromisos. Con desarrollo de seminarios, el fuerte de ESPAP fue el establecimiento de un grupo de participantes provenientes de diferentes empresas, los que en base un programa de capacitaciones técnicas, enmarcadas en visitas diseñadas y guiadas de forma estratégica, se construyó conocimiento colectivo en torno a experiencias concretas de liderazgos diversos, en temas de conservación en el ámbito productivo. El resultado no sólo involucró un conjunto de conocimientos, sino avances en conocimiento y confianza mutua entre participantes.

Finalmente, destacan esfuerzos académicos, los que, reconociendo la necesidad de activar espacios de trabajo conjunto entre políticos, científicos, comunidades locales, pueblos originarios, se proponen metodologías y criterios que puedan facilitar el diseño de proyectos integrados. Anclados en la geografía andina, se reconoce la necesidad de esta integración para avanzar en proyectos que permitan construir resiliencia socio-ecológica (Ibarra et al. 2023). Entre los criterios mínimos para esto se explicita la necesidad de identificar y focalizar un problema, establecer un equipo de trabajo transdisciplinar, construir un lenguaje y entendimiento común, todos los cuales son elementos comunes y necesarios para establecer espacios y comunidades de práctica y aprendizaje para la sustentabilidad.

Constituyen estas comunidades un mecanismo fundamental para activar y sostener procesos de transformación para la sustentabilidad planetaria, deseables de ser establecidos en Chile, a escala local, y conectados con similares a escala regional. Una red de comunidades de personas diversas, conectadas no sólo con sus ecosistemas más valiosos o degradados, sino activa e integradamente, avanzando en el proceso de su cuidado y restauración (Figura A).



Figura A. Esquema de Comunidad de Aprendizaje para la práctica de la sustentabilidad (Imagen modificada de WCS 2015).

Conclusiones

Cambio transformativo, la acción necesaria y urgente para avanzar en sustentabilidad planetaria

El cambio transformador es urgente, necesario y difícil, pero posible. Es necesario para hacer frente a las crisis globales interconectadas relacionadas con la pérdida de biodiversidad, el colapso de funciones clave de los ecosistemas, y la degradación de la atmósfera. Organismos gubernamentales e intergubernamentales, las organizaciones del sector privado y la sociedad civil son cada vez más conscientes esta necesidad (véase Anexos 1 y 2).

El cambio transformador se define como un cambio fundamental y sistémico en las visiones, estructuras y prácticas. El cambio transformador deliberado para un mundo justo y sostenible modifica los puntos de vista, las estructuras y las prácticas de manera que se aborden los problemas subyacentes. Las estructuras se refieren a formas de organizar, regular y gobernar. Las prácticas representan formas de hacer, comportarse y de relacionarse. Es posible promover y acelerar el cambio transformador seleccionando e impulsando estrategias y acciones de conservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad que integren visiones, estructuras y prácticas para abordar específicamente las causas subyacentes (McElwee *et al.* 2024). El cambio transformador es posible y se caracteriza por la calidad y la dirección del cambio.

El CTCI viene, justamente, impulsando cambio transformador desde hace un tiempo, lo que queda de manifiesto cuando reconoce la necesidad de incorporar la sostenibilidad y la inclusión como elementos constitutivos del desarrollo (CTCI 2021, 2022). Recoge los mandatos de cambio transformativo como el imperativo de los organismos científicos globales de cambio climático y biodiversidad, y reconoce un orden natural de la sustentabilidad la que tiene en su base la naturaleza y biodiversidad (*i.e.* capital natural), cuya integridad es esencial para permitir y sostener sociedades y economías sanas (Dasgupta 2021, Comité Capital Natural 2023, CTCI 2024, Durán *et al.* 2024).

Frente al desafío actual de prospectar y anticipar el futuro, y tal como ha sido reconocido en una serie de análisis globales y nacionales (González *et al.* 2024), la primera recomendación es visionar estos factores de manera integrada, reconociendo sus niveles de jerarquía, así como relaciones directas e indirectas de dependencia e impacto. En ese sentido, la Sustentabilidad Planetaria es un factor de orden mayor, cuya existencia determina directa e indirectamente la existencia y operar de los otros factores. Para ello, es recomendable

considerar el orden natural de la sustentabilidad esbozado por diversos autores y recogido por CTCI, como un enfoque que guía y enmarca esta prospectiva.

Las relaciones entre los diferentes factores de cambio global pueden ser evidentes y directas, como es el caso de Seguridad Alimentaria y Salud Integral (Revolución Biológica), dada la dependencia directa de los sistemas de producción de alimentos con la disponibilidad e integridad de la biodiversidad de los territorios, la que provee suelo, agua, condiciones de buffer para enfermedades emergentes. En otros casos, la invitación es a abrir una conversación informada, dentro de este grupo con miras a identificar las relaciones de dependencia más fuertes existentes entre los factores de Transición Digital (Revolución Digital), Democracia y Gobernanza Global, Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional y Fragmentación Geopolítica y Económica.

Bajo este enfoque integrado es que se deben abordar las preguntas de ¿Cuáles son los fenómenos más importantes que marcarán el futuro? ¿Qué tendencias debemos mirar como país para prepararnos? ¿Qué debemos observar para que nuestras políticas públicas y las decisiones del mundo académico y privado se preparen, desde ya?

La principal respuesta a cómo avanzar hacia la Sustentabilidad Planetaria desde y para Chile, país posicionado en Latinoamérica, es con una mirada integradora y colaborativa como principio. Elementos mínimos necesarios de esta respuesta son la incorporación del enfoque de Una Salud en todos los análisis y propuestas sociales y económicas, y por sobre todo la implementación urgente y efectiva de Soluciones basadas en Naturaleza, reconociendo y promoviendo con énfasis medidas integrales de adaptación al cambio climático que sumen con fuerza a las medidas –ya en curso- de mitigación, y el desarrollo de Comunidades de Aprendizaje para la puesta en práctica, las que instaladas estratégicamente en territorios/preguntas complejas, puedan ir desplegando el proceso de sustentabilidad.

Anexo Metodológico

Entrevistas a expertos

Con el fin de recoger visión y experiencia diversa, se entrevistaron tres personas que en conjunto tienen experiencia global, territorial, pública, privada y académica. Las personas entrevistadas para este trabajo fueron son:

- **Carolina Schmidt**, reconocida por su labor en áreas de sostenibilidad, medio ambiente y políticas públicas. Se graduó en Ingeniería Comercial con mención en Economía en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha desempeñado cargos y destacado en el sector privado, donde desarrolló una carrera en empresas como el Grupo Copesa, dirigió revistas de alto impacto, donde su visión y gestión la posicionó como una líder innovadora. Participó activamente en política, donde actuó como Ministra del Servicio Nacional de la Mujer (2010), durante el gobierno de Sebastián Piñera, donde muy activamente promovió iniciativas de equidad de género. Fue Ministra de Medio Ambiente (2018), liderando la organización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25) en 2019. A pesar de dificultades logísticas, como el traslado de la sede de Chile a España debido a protestas sociales, Schmidt jugó un rol clave en las negociaciones internacionales sobre cambio climático. Actualmente es Directora de Empresas y es Presidenta del Fondo Naturaleza Chile. Es valorada por su defensa de la sostenibilidad ambiental y su enfoque en políticas innovadoras para mitigar el impacto del cambio climático, marcando un precedente en el compromiso de Chile con la agenda climática global.
- **Claudia Silva**, es bióloga con mención en Medio Ambiente. Magíster en Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Chile, y Master en Manejo y Conservación de Biodiversidad de la Universidad de Oxford. Con más de 15 años de experiencia en la práctica científica de la conservación, actualmente es la Directora de Estrategias de Conservación de Wildlife Conservation Society en Chile. Su trabajo ha estado enfocado en el diseño e implementación de herramientas que ayuden a posicionar la conservación de biodiversidad en la planificación del desarrollo del país. Trabajando de manera integradora y colaborativa con el sector público, privado empresarial, ONGs, y otras, diseñando e implementando lineamientos para la gestión de biodiversidad en la industria, planificación del manejo de áreas protegidas, y alternativas para la sustentabilidad financiera de la conservación. Su trabajo ha sido fundamental para el desarrollo de lineamientos sobre compensaciones de biodiversidad, y la creación del Fondo Naturaleza Chile, entre otros.
- **Fernán Federici Noé**, es biólogo y Dr. Ciencias Biológicas, con especialización en biología sintética y microscopía avanzada. Es académico de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde lidera proyectos en biología sintética y bioingeniería, con un enfoque en la biología de plantas y microorganismos. Ha desarrollado herramientas innovadoras de microscopía y visualización que permiten explorar cómo las células interactúan y organizan su arquitectura interna, con aplicaciones en áreas como la

agricultura, la sostenibilidad ambiental y la biotecnología. Promotor de las tecnologías abiertas para la bioingeniería, la ciencia y la educación. Ha recibido reconocimientos internacionales, y es valorado por su enfoque interdisciplinario y su contribución al avance de la biología sintética como herramienta para resolver problemas globales en alimentación, salud y medio ambiente.

Pauta de entrevistas

Las entrevistas fueron semiestructuradas, para lo cual se elaboró una pauta, de acuerdo de recabar las reflexiones de los mencionados especialistas de acuerdo con los objetivos de la consultoría, hitos del proceso, anclaje local en base a su visión y experiencia global, y su opinión sobre adaptación y resiliencia al desafío de Sustentabilidad Planetaria.

Contexto general

Diversos análisis globales se realizan cada año para visualizar las trayectorias futuras de la sociedad y tratar de entender cuáles son los factores que las definen, para luego proponer intervenciones críticas que permitan dirigir dichas trayectorias hacia futuros deseados y más amables. El Consejo de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) es el espacio para desarrollar estos análisis, con la finalidad de entregar orientaciones estratégicas y propuestas específicas que ayuden a conocer y entender tendencias y factores globales que están jugando un rol crítico en los procesos de transformación societaria, y evaluar su impronta a nivel nacional. Ello con el objetivo de desarrollar lineamientos que ayuden a canalizar esfuerzos hacia el desarrollo integral, inclusivo y sostenible de Chile. Este análisis prospectivo se realiza desde el año 2018, momento en el que se identificó tres preocupaciones o llamados “fenómenos de transformación global”, las cuales han ido aumentando en ejercicios sucesivos (Tabla 1).

Tabla 1. Preocupaciones prioritarias identificadas en análisis prospectivo de Futuro, realizados por el Consejo de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Álvarez 2018, Álvarez 2022, González *et al.* 2024).

2018	2022	2024
Sustentabilidad planetaria y cambio climático	Sustentabilidad de la vida humana en el planeta	Sustentabilidad Planetaria
Revolución Científico – Tecnológica	Revolución Digital (*se vislumbra el rol geopolítico de desarrollos tecnológicos específicos)	Transición Digital (Revolución Digital)
Extensión de la vida y envejecimiento	Revolución Biológica	Seguridad Alimentaria y Salud Integral (Revolución Biológica)
	Democracia y Gobernanza Global	Democracia y Gobernanza Global

Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional
Fragmentación Geopolítica y Económica

La Sustentabilidad Planetaria es una preocupación permanente, la que no sólo ha sido identificada desde el inicio de estos análisis, sino que su intensidad ha ido en aumento, planteándose en la actualidad como un desafío existencial central.

En el proceso de análisis el actual el fenómeno de Sustentabilidad Planetaria suma a otros cinco desafíos de futuro:

- Transición Digital (Revolución Digital)
- Seguridad Alimentaria y Salud Integral (Revolución Biológica)
- Democracia y Gobernanza Global
- Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional
- Fragmentación Geopolítica y Económica

Preguntas

Las preguntas que esperamos nos ayudes a reflexionar, son las siguientes. Respecto de los fenómenos transformacionales, o desafíos de Futuro 2024:

1. ¿Crees que estos desafíos están conectados? ¿Cómo visualizas esas conexiones?
2. ¿Qué elementos o condiciones –nacionales o internacionales- crees que son una oportunidad para el futuro de Chile en los temas de sustentabilidad?
3. ¿Cuáles son las implicancias que visualizas para Chile en materia de Sustentabilidad Planetaria? Mientras algunas son amenazas/desafíos ¿podría alguna transformarse en oportunidad?
4. Algunos reportes internacionales (SITRA, ESPAS) indican que para el desafío de sustentabilidad planetaria existen soluciones, pero que la brecha mayor está en su adopción. Especialmente en decisiones políticas y económicas.
 - ¿Concuerdas con esto? ¿Por qué crees que ocurre eso?
 - Sabes de ejemplos de soluciones –nacionales o internacionales- implementadas/no implementadas?
 - ¿Qué información podría ayudar a empujar implementación transformadora?

- En el caso de Chile, ¿dónde piensas que hay que focalizar futuros esfuerzos para entender magnitud de fenómenos, posibilidades de respuesta en Chile hacia un futuro más sustentable? (en marco de: ciencia, tecnología, conocimiento e innovación).
5. Pensando en que Chile está en una posición de vulnerabilidad frente a desafíos plantarios:
- ¿Cuáles crees que podrían ser focos/ancla de procesos de adaptación a los cambios planetarios?
 - ¿Identificas obstáculos para eso? ¿condiciones para facilitar instalación de procesos de adaptación?
 - ¿Tienes alguna idea/ejemplo específico respecto del rol de la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la innovación en procesos de adaptación?
6. Entre los elementos clave identificados respecto de las condiciones ambientales, ESPAS es enfático en señalar que no debemos seguir pensando en solo mitigar el daño, sino que debemos mejorar las condiciones ambientes (es decir que no es solo necesario cuidar lo poco que queda, sino que debemos recuperar), lo que requiere una transformación fundamental de nuestras sociedades y economías.
- ¿Ves posible avanzar en este camino en Chile? ¿En qué sector, ambiente, cómo?
 - ¿Cuál debiese ser el rol del sector privado en la sustentabilidad planetaria? ¿en lo global, en Chile y, respecto a las zonas que conoces, en lo hiperlocal?
7. Sabemos que abordar todo este tipo de desafíos no es un trabajo individual, de una institución, ciudad, país o sector. También sabemos que no necesariamente todos tienen las mismas capacidades para avanzar o priorizan de igual manera. Siendo la colaboración interinstitucional, sectorial, etc. imprescindible:
- ¿Conoces ejemplos de articulación local/global?
 - ¿Ejemplos de articulación local/global inclusivos?
 - ¿Conoces ejemplos de integración multi-actor para el bien común?
8. Considerando que el problema de la sustentabilidad planetaria tiene dos ejes prioritarios (cambio climático y pérdida de biodiversidad), y que los esfuerzos han estado desproporcionadamente focalizados en mitigación a CC, en desmedro de adaptación y conservación de biodiversidad (OECD 2021),
- ¿Cómo se podría levantar el entendimiento en los tomadores de decisiones de que la biodiversidad no es un elemento pasivo del clima, fundamental para la adaptación/resiliencia local?

Sustentabilidad planetaria

- ¿Hay algo que quisieras agregar que no hemos conversado en el desarrollo de esta entrevista?
- ¿Tienes algún mensaje que quieras se destaque y enfatice, pensando en llegar a las recomendaciones a Presidencia?

Informe de entrevistas

La pregunta sobre la Sustentabilidad Planetaria fue discutida con tres personas (Carolina Schmidt-CSch, Fernán Federici-FF y Claudia Silva-CS, Anexo 1), poseedoras de diferente conocimiento, experiencia y preparación, intentando recoger diversidad de opinión frente a este desafío complejo. En conjunto, las personas entrevistadas tienen experiencia global, territorial, pública, privada, práctica y académica, y la conversación tuvo un formato de entrevista semi-estructurada (véase Anexo 1), contando con una pauta asociada a los objetivos de la consultoría, hitos del proceso, anclaje local en base a su visión y experiencia global, y su opinión sobre adaptación y resiliencia al desafío de sustentabilidad planetaria.

En relación a los “fenómenos de transformación global” cuyas preocupaciones principales fueron analizadas en el contexto de este estudio (i.e. Seguridad Alimentaria y Salud Integral-Revolución Biológica; Transición Digital-Revolución Digital; Sustentabilidad Planetaria; Democracia y Gobernanza Global; Desigualdad Social y Contrato Intergeneracional; Fragmentación Geopolítica y Económica), hubo consenso en reconocer que estos fenómenos se encuentran conectados unos con otros, y de diferentes formas. Asimismo, se reconoció que además de los desafíos propios de la resolución de cualquier problema, estos fenómenos ofrecen oportunidades para Chile, debido a condiciones ecológicas, sociales y económicas que pueden servir de pivote sobre las cuales articular procesos de cambio transformacional.

Se destacó el hecho que fenómenos asociados a la Sustentabilidad Planetaria (SP) son reconocidos como los mayores riesgos que afectan a países e instituciones diversas, destacados como tal en análisis del World Economic Forum, por ejemplo. Se confirma lo indicado en nuestro reporte, que los desafíos de cambio global, pérdida de biodiversidad y colapso de ecosistemas, son los factores definitorios de seguridad planetaria. Especial énfasis fue puesto en la magnitud y tasa de cambio de estos desafíos, pues aparecen en los niveles más altos de amenaza, a la vez son “reconocidos como un riesgo por todos los actores, desde el mundo económico, político, social” (CSch). Que estos “desafíos futuros” se están mirando de hecho muy fuerte a nivel global y también en nuestro país, instalándose ya en espacios institucionales, tanto en el sector público, como en el privado.

Un ejemplo de la interconexión entre los desafíos se centra en la tecnología, donde se destaca por un lado que *“la transición digital, es decir, toda la tecnología, la información, creo que puede ayudar mucho a resolver ciertos temas críticos de toma de decisiones en lo que es avanzar hacia la sustentabilidad y poder ir monitoreando que realmente vamos hacia un camino”* según indica CS. Al mismo tiempo el desarrollo tecnológico, digital trae asociado un problema en sí mismo debido a la enorme demanda de energía que supone la digitalización de la vida. Se reconoce igualmente, *“la asimetría al acceso a las tecnologías...necesarias para la producción de alimentos...a enfrentar amenazas sanitarias”* (FF).

Especial reconocimiento fue dado a la vinculación de la seguridad alimentaria con la degradación de biodiversidad, pues *“la agricultura y la ganadería también son una de las fuentes más claras de impacto al capital natural, a la base natural de la vida”* (CS). A la vez que desarrollos tecnológicos asociados al despliegue industrial de agricultura sustentado en el profuso uso de elementos químicos como fertilizantes o pesticidas, llevan consigo una serie de problemas que son asumidos fundamentalmente por poblaciones locales.

Un problema en la construcción de la SP es la incorporación de los verdaderos costos ambientales y sociales asociados a proyectos, los cuales, al permanecer invisibles, no son asumidos o son cargados de manera no equitativa por poblaciones y comunidades locales, normalmente alejadas de los espacios de diseño y toma de decisión sobre el destino de los territorios. De hecho, todos los entrevistados reconocen el valor que tiene el cuidado de la naturaleza para enfrentar el desafío planetario de la sustentabilidad.

Un concepto que resume gran parte de este enfoque son las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), las cuales representan una demostrada respuesta efectiva y económica frente al cambio climático, el dominio público de conocimiento acumulado, son una fuente enorme de aprendizaje, riqueza y transformación. Su eje está en el bien común, y en el desarrollo de procesos que aborden problemáticas locales, con actores locales, en procesos abiertos e inclusivos que permitan mayor y mejor flujo de información entre distintos actores, creando espacios de confianza basados en transparencia y participación. Este tipo de aproximación ayuda a reducir las asimetrías en la toma de decisiones, equiparando los *“costos de esas decisiones de sustentabilidad”* (FF). *“Las SbN ofrecen no sólo una solución climática más efectiva y costo eficiente, sino además abren espacios más esperanzadores y positivos a actores diversos que comparten un territorio, desde una escala local, nacional, regional e incluso global. Destacando que la ambición debe estar puesta en restaurar y traer de regreso más y mejor naturaleza para todas y todos”*, según indica CS. Las SbN materializan de

hecho la integración de los componentes climático y biodiversidad del problema planetario de sustentabilidad, siendo las inversiones más económicas para enfrentar sus riesgos asociados, incluyendo marejadas, aluviones, olas de calor, restitución de ciclos hidrológicos, formación de suelo, entre muchos otros.

Las SbN precisan del desarrollo y despliegue de una institucionalidad más integral, a la vez que desarrollar indicadores efectivos que ayuden en el monitoreo de la eficiencia de su gestión, entre otras cosas. En este sentido, se puede mirar como ejemplo la respuesta dada en su momento al cambio climático, la que incluyó una meta necesaria, consensuada y clara de Net Zero. Ello ayudó a movilizar muy rápidamente actores estatales, locales, empresas, ciudadanía e incluso el sector financiero. Este último tiene un rol preponderando en empujar y catalizar esta transformación, según indica CSCh. Conceptos como el de Capital Natural, o metas como la de Naturaleza Positiva son vistas por CSCh como oportunidades, pues pueden facilitar la comprensión y acción asociada de este desafío complejo, tal como ocurrió con el cambio climático.

Los desafíos de SP son complejos, y su abordaje precisa reconocer grandes desafíos críticos, que ayuden a focalizar el esfuerzo para el desarrollo de soluciones, direccionando esfuerzos hacia resultados de manera efectiva. En particular, es importante hacer más evidente la integración de temáticas, como es el caso de la conservación del capital natural y la provisión de servicios ecosistémicos vitales para sociedades y economías, como es el agua, según resalta CSCh. Dado su rol esencial para la producción de alimento, CS destaca la necesidad de focalizar esfuerzos integradores en las implicancias en escasez hídrica, fundamentalmente en relación con la seguridad alimentaria nacional, junto a recuperación de *"los stocks pesqueros, muchos de los cuales están colapsados"*. Y desplegar en torno a ellos SbN las muchas veces resultan más económicas y duraderas que la construcción de infraestructura gris.

Aunque vistas desde diferentes ángulos, todas las personas entrevistadas reconocen la necesidad de establecer alianzas, espacios colaborativos, trabajo conjunto, para poder abordar este problema complejo. Así como crear y fortalecer incentivos que ayuden a impulsar las transformaciones necesarias. Al mismo tiempo, todas reconocen la necesidad y valor de trabajar a escala local, permitiendo entender en detalle las particularidades y valores territoriales, especialmente aquellas asociadas a biodiversidad y comunidades, y diseñar propuestas acordes con el cuidado de los valores locales. Sin embargo, CS reconoce *"la dificultad que existe en Chile para dialogar desde la diversidad"*, lo cual traba la construcción

de entendimientos y la búsqueda de soluciones consensuadas que puedan ser pertinentes, informadas, así como su implementación efectiva.

En particular CS resalta la gran capacidad humana, *“en términos de mentes pensantes y creativas y capaces de plantear soluciones a múltiples desafíos”*, existente en Chile. Este activo nacional es justamente el resultado de inversiones públicas, el que todavía resta por ser cabalmente incorporado y conectado con espacios en los que puedan sumar al abordaje de estos problemas. Destaca, asimismo, que la falta de oportunidades o incentivos ha empujado a una diáspora del capital avanzado chileno, el que por falta de oportunidades locales, ha decidido permanecer en el extranjero. Incluso muchas veces *“asumiendo el pago de la beca”* que les permitió inicialmente concretar dicha formación. Ella invita a diseñar procesos de *“repatriación de dichos capitales”*, fenómeno que se aborda desde las ciencias económicas con frecuencia, y que puede traer un rédito insospechado en el desarrollo nacional. Esto puede apoyar a la construcción y fortalecimiento de ecosistemas locales de conocimiento, construyendo espacios colaborativos desde los territorios que faciliten el flujo de información, necesarios para catalizar procesos creativos y de respuesta rápida, así como el *“fortalecimiento de soberanías de conocimiento, tecnologías e incluso seguridad alimentaria”*, según lo indica FF.

Los cambios transformativos son cruciales para avanzar en el abordaje de los problemas de SP, y entre ellos destaca la necesidad de ampliar la visión de avance científico y tecnológico, fuertemente empujado por inversiones públicas y privadas, hacia una visión *“más colectiva”* (FF), pues los elementos cruciales para el bienestar social y económico son efectivamente compartidos e inapropiables, como es el caso de la atmósfera y la biodiversidad. Ambos en avanzado estado de degradación, y según propone el reporte desarrollado, debieran concentrar los esfuerzos y la acción efectiva. En especial CS sostiene que *“los privados deben jugar un rol preponderante pues tienen enorme peso específico no sólo en la toma de decisiones, sino en los territorios donde operan”*. Esto incluye no sólo grandes compañías o corporaciones, sino que individuos, habitantes y ciudadanos comunes.

En este escenario de transformación planetaria *“Chile tiene oportunidades asociadas a su ventaja comparativa global en la producción de energías limpias. Este proceso de transformación global puede servir de base al desarrollo económico y social, que constituya una fuente de desarrollo y crecimiento para Chile, sustentado en ... nuestra economía verde y limpia”* (CSch). *Este desarrollo debe ser “integral, e ir en conjunto con la naturaleza y no en contra de la naturaleza”*, cosa que precisa del fortalecimiento institucional. *“Porque todavía, y a pesar de*

que el discurso mucha gente te lo repite y lo comparte, a la hora de su implementación hay un desconocimiento y sobre todo una institucionalidad muchas veces que nos hace no poder avanzar hacia este desarrollo de una manera más integral”, indica CSch. Justamente esto está refrendado en el mandato global “asumido en la Cumbre Global de Desarrollo Sostenible del 2002 en Johannesburg, sobre la necesidad de incluir un cuarto elemento: el de la institucionalidad al concepto de sustentabilidad” (CSch), que permita integrar estos desafíos que efectivamente están conectados. La experiencia chilena, que posee una ley de marco de cambio climático que mandata a mirar y actuar al mismo tiempo en mitigación y adaptación, es un instrumento que debiera ayudar a la integración, aunque todavía se encuentra en proceso de instalación efectiva.

Existe conciencia y ahora el foco debe estar puesto en la acción de respuesta. De hecho, CSch reconoce *“cómo los riesgos relacionados al planeta, a temas de sustentabilidad, se han posicionado fuerte”,* con impacto en el corto y largo plazo. Esta discusión se está llevando en todas las instituciones *“cuando hacen sus análisis de cómo enfrentarlo, cómo disminuir, mitigar estos riesgos, y cómo también generar oportunidades de desarrollo en este camino”.* Resulta interesante constatar que *“los riesgos relacionados a los cambios que se están produciendo en el planeta...van a estar cada día más en la agenda de gestión de los distintos actores... económico, político, social. No solamente es un tema del mundo ambiental, como antes se tendía a ver, sino que ya están bastante incorporados en análisis de riesgo, que todos los actores utilizan para básicamente orientar y realizar la gestión de sus distintas instituciones”.* Esto precisa del desarrollo de una serie de herramientas, capacidades, indicadores e institucionalidad, y su articulación coherente y efectiva.

Existe consenso en la necesidad urgente de acción transformadora, a la vez que se reconoce la existencia de múltiples herramientas y ejemplos. Al mismo tiempo que indican que por motivos diversos muchas de estas soluciones no llegan a implementarse, o se implementan pobremente. El ejemplo de las SbN refleja este punto, pues a pesar de ser integradoras, costo efectivas, y con múltiples co-beneficios asociados, su despliegue todavía no ocurre pues empresas, agencias del estado y otras focalizan gran parte de sus esfuerzos en soluciones grises.

Todas las personas entrevistadas comparten ejemplos concretos de colaboración y transformación, que pueden ayudar a visionar futuros deseados y necesarios. Uno de ellos el “just one giant lab, JOGL” establecido a inicios de la pandemia, utilizando software de comunicación, los que rápidamente congregaron a interesados de diferentes partes y experiencias, estableciendo comunidades de discusión y creación abierta (open source) y

veloz. Dentro de estos grupos de trabajo autoconvocados se catalizó el flujo de información y generación de ideas en tiempo récord, las que conectaron de manera más directa con recursos semilla para poner a prueba dichas ideas, y ayudar a avanzar en el abordaje de la enorme diversidad de desafíos asociados a la respuesta pandémica: ventiladores, diagnóstico rápido y seguro, entre otras. Otro ejemplo interesante es el proyecto White Rabbit Collaboration en CERN, el que desde su inicio fue diseñado para trabajar con tecnología abierta, en resguardo de su continuidad en el largo plazo, independizándose de monopolios, colapsos económicos, cambios de visión política, y permitiendo el abordaje eficiente de un desafío de enormes dimensiones y multi-escala, todas propiedades de los desafíos complejos de cambio climático y conservación de biodiversidad. Tal como enfatiza FF *“el problema es muy grande como para resolverlo uno solo. Y esa necesidad de respuesta colectiva necesita de nuevos marcos legales y de nuevos tipos de tecnología colectivas para hacerlo. Y eso yo creo que tiene mucho que ver con las comunidades de tecnologías abiertas, porque hace años que vienen hablando justamente de ese enfoque”*.

CS destaca la necesidad de compartir las reflexiones sobre el futuro con la población de manera más amplia, que se transparenten y compartan esfuerzos desarrollados por el Estado y otros actores societarios en tratar de resolver estos problemas. Considera que es un esfuerzo que ayudaría no sólo a ampliar conocimiento, sino a convocar y reunir a una sociedad que hoy día se encuentra fundamentalmente atomizada, hacia espacios más colectivos y colaborativos, necesarios para la construcción de un futuro común que sea más amable.

En este proceso, el rol de las ciencias y la tecnología es ampliamente reconocido. Sin embargo, CS y FF reconocen la necesidad de integrar análisis y conocimiento de tipo social, con foco por ejemplo en la restauración de tejido social en nuestro país, promoviendo la articulación efectiva, elemento esencial para el trabajo colaborativo y el abordaje de los desafíos planetarios. Coincide su planteamiento con lo que indica FF, el que reconoce que gran parte de la solución está contenida en experiencias, pensamientos y conversaciones que llevan desarrollándose en comunidades desde hace tiempo. Cuyo conocimiento y valoración puede ayudar a ampliar la mirada, innovar fuera de las innovaciones por largo tiempo ancladas en los mismos temas o industrias (e.g. salmonicultura, forestal). En este sentido, CS menciona explícitamente la necesidad de innovar en modelos de gobernanza, llamado que es refrendado por toda la literatura especialista en cambio climático y conservación de biodiversidad.

Al parecer una cosa está clara respecto de la Sustentabilidad Planetaria, las condiciones biofísicas que por milenios se mantuvieron íntegras, generando condiciones de bienestar y provisión de recursos vitales a las sociedades humanas han cambiado. Y nuestra sociedad debe responder de manera integral, innovadora, generosa y colectiva a la búsqueda de soluciones que no sólo aporten desde una dimensión global o económica, sino mejoren condiciones en territorios, y en espacios de bienestar personal y colectivo todavía por desarrollar (CS).

Referencias

- Aguilera B, Cabrera T, Duarte J, García N, Hernández A, Pérez J, Sasmay A, Signorini V & Talbot-Wright H (2022) COVID-19. Evolución, Efectos y Políticas adoptadas en Chile y el Mundo. 2022/28. Estudios de Finanzas Públicas. Dirección de Presupuestos. Ministerio de Hacienda.
- Álvarez J (2018) Futuro, tres preocupaciones urgentes para Chile. Documento de Trabajo N°6. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile.
- Álvarez J (2022) Reportes de Futuro – 2022. Documento Técnico Consejo Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago, Chile.
- Andersson G, Johansen FR, Hauge BG, Torgersen M, Furelid Tellnes LG, Valter P (2024) Co-creating a Learning Community: Teaching Sustainability. En: Higher Education. International Journal of Advanced Corporate Learning (ijAC), 17: 61–73. <https://doi.org/10.3991/ijac.v17i1.42753>
- Black B., Liu AA, Parry I & Vernon N (2023) IMF Fossil Fuel Subsidies Data: 2023 Update. Working Paper 2023/169, International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/08/22/IMF-Fossil-Fuel-Subsidies-Data-2023-Update-537281>
- Bradbury S & Middlemiss L (2015) The role of learning in sustainable communities of practice. Local Environment 20: 796-810.
- Convention on Biological Diversity (CBD) (2020) Biodiversity and Infectious Diseases: Questions and Answers. Disponible en línea: <https://www.cbd.int/health/infectiousdiseases>
- Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, Garcia A, Pringle RM, Palmer TM (2015) Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction Science Advances 1.5 (art. e1400253)
- Chan KMA, DR Boyd, RK Gould, J Jetzkowitz, J Liu, B Muraca et al. (2020) Levers and leverage points for pathways to sustainability. People and Nature 2020, 2:693–717.

- Chausson A, B Turner, D Seddon, N Chabaneix, CAJ Girardin, V Kapos, I Key, D Roe, A Smith, S Woroniecki, N Seddon (2020) Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global Change Biology* 26: 6134–6155.
- Chausson A, Smith A, Reger RZ-Z, O’Callaghan B, Mori Clement Y, Zapata F, Seddon N (2024) Harnessing nature-based solutions for economic recovery: A systematic review. *PLOS Climate* 3: e0000281. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000281>
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2023) Biodiversity as a driver of sustainable transformation in Latin America and the Caribbean. Disponible en línea: <https://www.cepal.org/en/insights/biodiversity-driver-sustainable-transformation-latin-america-and-caribbean>
- Comité Capital Natural (2023) Capital Natural: El valor de la naturaleza y la biodiversidad en el desarrollo sostenible. Santiago, Chile.
- Consejo Nacional de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) (2021) Base para la estrategia nacional CTCI 2021, Santiago.
- Consejo Nacional de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) (2022) Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el desarrollo de Chile-2022. Santiago.
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) (2024) Orientaciones estratégicas para la transición económico – productiva hacia un Desarrollo Sostenible. Profundización de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo - 2022, como marco para la Política de Desarrollo Productivo Sostenible. Santiago, Chile.
- Cunningham AA, Daszak P & Wood JLN (2017) One Health, emerging infectious diseases and wildlife: two decades of progress? *Philosophical Transactions of the Royal Society* B37220160167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0167>
- Dasgupta P (2021) The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Full Report. London: HM Treasury. 610 pages. DOI: 10.5281/zenodo.4559518.
- Destoumieux-Garzón D, Mavingui P, Boetsch G, Boissier J, Darriet F, Duboz P, Fritsch C, Giraudoux P, Le Roux F, Morand S, Paillard C, Pontier D, Sueur C, Voituron Y (2018) The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. *Frontiers in Veterinary Science* 5: 14. doi: 10.3389/fvets.2018.00014
- Dharmarajan G, Li R, Chanda E & otros (2022) The Animal Origin of Major Human Infectious Diseases: What Can Past Epidemics Teach Us About Preventing the Next Pandemic? *Zoonoses* 1, Article 10. DOI: 10.15212/ZOONOSES-2021-0028.
- Díaz S, Pascual U, Stenseke M, Martín-López B, Watson RT, Molnár Z, Hill R, Chan KMA, Baste IA, Brauman KA, Polasky S, Church A, Lonsdale M, Larigauderie A, Leadley PW, van

- Oudenhoven APE, van der Plaat F, Schröter M, Lavorel S, Aumeeruddy-Thomas Y, Bukvareva E, Davies K, Demissew S, Erpul G, Failler P, Guerra CA, Hewitt CL, Keune H, Lindley S, & Shirayama Y (2018) Assessing nature's contributions to people. *Science* 359: 270-272. DOI: 10.1126/science. aap8826
- Dufva M & S Rekola (2023) *Megatrends 2023: Understanding an era of surprises*. SITRA studies 225, Helsinki.
- Durán AP, Fernández F, Henríquez M, Márquez- García M, Saavedra B, Vásquez F (2024) *Construyendo el futuro sostenible de Chile: Directrices para la adopción del Enfoque de Capital Natural*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Eisenstadt TA, Olawole I, Toman MA (2021) *Climate Adaptation Finance in World Bank Economic Development Programs: The Challenges of Systemic Transformation via "Scaling Up"*. *Sustainability* 13: 10553. <https://doi.org/10.3390/su131910553>
- Elouafi I (2024) *Why biodiversity matters in agriculture and food systems*. *Science* 386, Issue 6718, DOI: 10.1126/science. ads8197
- European Environment Agency (2022) *COVID-19: lessons for sustainability? Briefing*. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/covid-19-lessons-for-sustainability>
- European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS) (2024). *Global Trends to 2040. Choosing Europe's future*. Luxembourg. doi:10.2760/816783
- FAO (2019) *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. J Bélanger & D Pilling (eds) FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome.
- Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, Bathan G, Bose-O'Reilly S, Brauer M, Caravanos J, Chiles T, Cohen A, Corra L, Cropper M, Ferraro G, Hanna J, Hanrahan D, Hu H, Hunter D, Janata G, Kupka R, Lanphear B, Lichtveld M, Martin K, Mustapha A, Sanchez-Triana E, Sandilya K, Schaeffli L, Shaw J, Seddon J, Suk W, Téllez-Rojo MM, Yan Ch (2022) *Pollution and Health: a progress update*. *Lancet Planet Health* 6:e535-e547. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00090-0.
- Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA) (2023) *The GESDA 2023 Science Breakthrough Radar*, Geneva.
- Gligo N, Alonso G, Barkin D, Brailovsky A, Brzovic F, Carrizosa J, Durán H et al. (2020) *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago.
- González I, Villaroel K & Díaz S (2024) *Reporte de Futuros – 2024. Cartografía de lo desconocido: Seis fenómenos de transformación global*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo. Santiago, Chile.

- Griscom BW, Adams J, Ellis PW, Houghton RA, Lomax G, Miteva DA, Schlesinger WH, Shoch D, Siikamäki JV, Smith P, Woodbury P, Zganjar C, Blackman A, Campari J, Conant R, Delgado C, Elias P, Gopalakrishna T, Hamsik MR, Herzog CM, Kiesecker J, Landis E, Laestadius L, Leavitt SM, Minnemeyer S, Polasky S, Potapov P, Putz FE, Sanderman J, Silvius M, Wollenberg E, Fargione J (2017) Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 11645-11650.
- Gruetzmacher K, Karesh WB, Amuasi JH, Arshad A, Farlow A et al. (2021) The Berlin principles on one health– Bridging global health and conservation. *Science of the Total Environment* (764). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142919>
- Ibarra JT, Caviedes J, Marchant C & Mathez-Stiefel SL, Navarro-Manquilef S & Sarmiento FO (2023) Mountain social-ecological resilience requires transdisciplinarity with Indigenous and local worldviews. *Trends in Ecology & Evolution* 38: 1005-1009. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.06.006>
- IPBES (2018) Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. J Rice, CS Seixas, ME Zaccagnini, M Bedoya Gaitán, N Valderrama, CB Anderson, MTK Arroyo, M Bustamante, J Cavender-Bares, A Diaz-de-Leon, S Fennessy, JR García Márquez, K Garcia, EH Helmer, B Herrera, B Klatt, JP Ometo, V Rodríguez Osuna, FR Scarano, S Schill & JS Farinaci (eds) IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- IPBES (2019) Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. ES Brondizio, J Settele, S Díaz & HT Ngo (ed). IPBES Secretariat, Bonn, Germany. DOI: 10.5281/zenodo.3831673
- IPBES (2024) The thematic assessment report on interlinkages among biodiversity, water, food and health. Summary for policymakers. Advance Uedited Version, December 16th
- IPCC (2023) Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H Lee and J Romero (eds)] IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- IUCN (2020) *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition.* Gland, Switzerland: IUCN.
- Jarzebski MP, Su J, Abrahamyan A, Lee J, Kawasaki J, Chen B, Andriatsitohaina RNN, Ocen I, Sioen GB, Lambino R, Saito O, Elmqvist T and Gasparatos A (2023) Developing biodiversity-based solutions for sustainable food systems through transdisciplinary

- Sustainable Development Goals Labs. *Frontiers Sustainable Food Systems* 7: 1144506. doi: 10.3389/fsufs.2023.1144506
- Jones KE, Patel N, Levy M, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL & Daszak P (2008) Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990-94.
- Lave J & Wenger E (1991) *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Li Q, Ge Y & Sayer JA (2023) Challenges to Implementing the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. *Land* 12: 2166. <https://doi.org/10.3390/land12122166>
- Lindahl JF & Grace D (2015) The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infectious Ecology Epidemiology* 5: 30048. doi: 10.3402/iee.v5.30048.
- McElwee P, PA Harrison, T van Huysen, V Alonso, E Barrios, P Dasgupta, F DeClerck, ZV Harmáčková, DTS Hayman, M Herrero, R Kumar, D Ley, D Mangalagiu, RA McFarlane, C Paukert, WA Pengue, P Ribeiro, T Ricketts, M Rounsevell, O Saito, O Selomane, R Seppelt, PK Singh, N Sitas, P Smith, J Vause, EL Molua, C Zambrana-Torrel, D Obura (2024) Summary for policymakers of the thematic assessment of the interlinkages among biodiversity, water, food and health (nexus assessment). IPBES
- McKinsey (2023) *Technology Trends Outlook 2023*.
- Ministerio de Hacienda (2019) *Chile: Financial Strategy on Climate Change*, Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA) (2019) *Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile*, Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA) (2022a) Ley 21.455. Ley marco de cambio climático. Disponible en: <https://bcn.cl/3211s>
- Ministerio del Medio Ambiente (2022b) Ley 21.600 Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. <https://bcn.cl/3evks>
- Ministerio de Salud, Gobierno de Chile (2022) COVID-19 en Chile. *Pandemia 2020-2022*. 246 pp. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2022/03/2022.03.03_LIBRO-COVID-19-EN-CHILE-1-1.pdf
- Moraga P (2022) Una nueva era del derecho ambiental: La Ley Marco de Cambio Climático en Chile a 50 años de Estocolmo. *Revista de Derecho Ambiental* 17: 1-6.
- Morgan AD (2009) Learning communities, cities and regions for sustainable development and global citizenship. *Local Environment* 14: 443-459.
- NOAA (2024) Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. Nota en línea por Rebecca Lindsey, revisada por Ed Dlugokencky. Disponible en: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide#:~:text=The%20annual%20rate%20of%20increase,age%2011%2C000%2D17%2C000%20years%20ago>

- Noss RF (1990) Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4: 355-364. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- OECD et al. (2023) *Perspectivas económicas de América Latina 2023: Invirtiendo para un desarrollo sostenible*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5cf30f87-es>
- Parry I, Veung C & Heine D (2014) How Much Carbon Pricing is in Countries' Own Interests? The Critical Role of CoBenefits. Working paper 14174, International Monetary Fund, Washington DC.
- Richardson K, Steffen W, Lucht W, Bendtsen J, Cornell SE, Donges JF, Drüke M, Fetzer I, Bala G, von Bloh W, Feulner G, Fiedler S, Gerten D, Gleeson T, Hofmann M, Huiskamp W, Kummu M, Mohan C, Nogués-Bravo D, Petri S, Porkka M, Rahmstorf S, Schaphoff S, Thonicke K, Tobian A, Virkki V, Weber L & Rockström J (2023) Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances* 9: eadh2458. DOI: 10.1126/sciadv.adh2458
- Rojas M, P Aldunce, L Farías, H González, P Marquet, JC Muñoz, R Palma-Behnke, A Stehr & S Vicuña (ed) (2019) *Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Saavedra B, Carmody M & guijón R (2020) Análisis, adaptación y sistematización de estándares para la planificación del manejo en Iniciativas de conservación privada y áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos. Wildlife Conservation Society (WCS) Chile, para MMA/GEF PNUD Creación de un Sistema Nacional de Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura financiera y operacional.
- Salazar A, M Thatcher, K Goubanova, P Bernal, J Gutiérrez, F Squeo (2023) CMIP6 precipitation and temperature projections for Chile. *Climate Dynamics*: <https://doi.org/10.1007/s00382-023-07034-9>
- Seddon N, Chausson A, Berry P, Girardin CAJ, Smith A, Turner B (2020) Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Phil. Trans. R. Soc. B* 375: 20190120. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
- Seddon N (2021a) Guidelines for successful, sustainable, nature-based solutions. kleinmanenergy.upenn.edu
- Seddon N, A Smith, P Smith, I Key, A Chausson, C Girardin, J House, S Srivastava, B Turner (2021b) Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology* 27:1518–1546.
- Streck C (2023) Synergies between the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework and the Paris Agreement: the role of policy milestones, monitoring frameworks and

- safeguards. *Climate Policy* 23: 800–811.
<https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2230940>
- Talukder B, vanLoon GW & Hipel KW (2022) Planetary Health & COVID-19: A multi-perspective investigation. *One Health* (15). <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100416>
- Lefrançois T, Malvy D, Atlani-Duault L, Benamouzig P, Druais P *et al.* (2023) After 2 years of the COVID-19 pandemic, translating One Health into action is urgent. *The Lancet*, Volume 401, Issue 10378, 789 - 794
- Turner B, Devisscher T, Chabaneix N, Woroniecki S, Messier C & Seddon N (2022) The Role of Nature-Based Solutions in Supporting Social-Ecological Resilience for Climate Change Adaptation. *Annual Review of Environment and Resources* 47: 1-23. DOI: 10.1146/annurev-environ-012220-010017
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2020) Measuring progress - The environmental dimension of the SDGs in Latin America and the Caribbean, Panama City.
- UNDP (2024). 2024 UNDP Trends Report: The Landscape of Development. New York, New York.
- United Nations Environment Programme (2023) Adaptation Gap Report 2023: Underfinanced. Underprepared. Inadequate investment and planning on climate adaptation leaves world exposed. Nairobi.
<https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43796>
- Waldron A, Mooers AOO, Miller DC, Nibbelink N, Redding D, KuhnTS, ... Gittleman JL (2013) Targeting global conservation funding to limit immediate biodiversity declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 12144–12148.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1221370110>
- WCS (2015) Informe Final. Análisis, adaptación y sistematización de estándares para la planificación del manejo en iniciativas de conservación privada y Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos. Santiago de Chile: Proyecto GEF-PNUD-MMA “Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile, Santiago.
- WCS (2018) Pasos para la sustentabilidad financiera de las Áreas Marinas Protegidas de Chile. *Wildlife Conservation Society-Chile*. Santiago, 80 pág.
<https://es.scribd.com/document/664224604/19-WCS-2018>
- Weiskopf SR, F Isbell, MI Arce-Plata, M Di Marco, M Harfoot, J Johnson, SB Lerma, BW Miller, TL Morelli, AS Mori, E Weng & S Ferrier (2024) Biodiversity loss reduces global terrestrial carbon storage. *Nature Communications* 15: 4354. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47872-7>
- Wenger E (1998) *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: University of Cambridge

- World Health Organization (WHO) (2016) Public health and environment. Nota en línea: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/public-health-and-environment>
- World Bank (2021) The Economic Case for Nature. A Global Earth-Economy Model to Assess Development Policy Pathways, Washington DC.
- World Economic Forum (WEF) (2023a) Future of Jobs Report, Geneva.
- World Economic Forum (WEF) (2023b) How biodiversity conservation can unlock opportunities for Latin America and the Caribbean. Disponible en: <https://www.weforum.org/stories/2023/06/biodiversity-conservation-latin-america-caribbean/>
- World Economic Forum (2024) Global Risk Report 2020. Disponible en: <https://www.weforum.org/publications/the-global-risks-report-2020/>
- World Meteorological Organization (WMO). (2023). Greenhouse Gas concentrations hit record high. Again. Nota de prensa. Disponible en: <https://wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-hit-record-high-again>

A circular logo with a white background and a dark blue border, containing the acronym "CTCI" in bold, dark blue, sans-serif capital letters.

CTCI

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

