

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo entender las trayectorias de los sistemas socioecológicos? Una investigación sobre su conceptualización a través de una revisión sistemática de literatura

How can social–ecological system trajectories be understood? An investigation of conceptualization through a systematic literature review

MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA

El Colegio de México

Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales
Ciudad de México, México

 <https://orcid.org/0000-0001-9349-8570>

 mperevochtchikova@colmex.mx

JOSÉ ÁLVARO HERNÁNDEZ FLORES

El Colegio de México

Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales
Ciudad de México, México

 <https://orcid.org/0000-0002-8349-0505>

 jalvaro@colmex.mx

Resumen. Este trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura (RSL) sobre las trayectorias de los sistemas socioecológicos (TSSE) a nivel mundial, con el fin de identificar la literatura científica existente centrada en las definiciones de las TSSE, sus tendencias temporales y espaciales, y los enfoques teóricos y metodológicos aplicados. A partir de esta revisión, se propone una conceptualización general de las TSSE. La muestra incluye 143 artículos seleccionados de la base de datos internacional Scopus, los cuales fueron analizados a partir de 32 variables organizadas en cinco grupos temáticos. Los resultados indican que la mayoría de las publicaciones proceden del norte global, mientras que los sitios de estudio se encuentran predominantemente en el sur global. Se constata que existen pocas definiciones explícitas del término de TSSE. La conceptualización propuesta incluye múltiples dimensiones, dinámicas temporales (pasadas, presentes y futuras) y espaciales (territoriales). Los estudios de caso se centran principalmente en los beneficios para los seres humanos y en componentes específicos del sistema. Los marcos analíticos predominantes se vinculan con las nociones de sistemas socioecológicos, resiliencia y adaptación; y emplean metodologías cualitativas o cuantitativas desde abordajes multidisciplinarios. Se identifican tres categorías de estudios sobre TSSE: estudios con enfoques de adaptación y de desarrollo (con fines políticos) y estudios de cambio (con fines de investigación). Predominan en la literatura los enfoques centrados en la adaptación y cambio. No obstante, los estudios pertenecientes a las tres categorías coinciden en considerar las TSSE como vías para avanzar hacia objetivos de sostenibilidad. Entre los principales retos de la investigación se encuentran la realización de investigaciones transversales y sobre equidad, la integración de diversas perspectivas de conocimiento y la adopción de enfoques inter y transdisciplinarios.

Palabras clave: transformaciones, sistemas socioecológicos, tendencias temporales y espaciales.

RECIBIDO: 2 de abril, 2025 | REVISADO: 30 de mayo, 2025 | ACEPTADO: 4 de julio, 2025 | PUBLICADO: 24 de septiembre, 2025
D.R. © 2025. Estudios Demográficos y Urbanos | Creative Commons License Noncommercial No Derivatives 4.0 International

Abstract. This work presents a systematic literature review (SLR) on social–ecological system trajectories (SESTs) worldwide to identify the existing scientific literature focused on SEST definitions, temporal and spatial tendencies, and the theoretical and methodological approaches applied to propose a general SEST conceptualization. The sample includes 143 articles selected from the international Scopus database that were analyzed across five groups including a total of 32 variables. The results indicate that most publications originate from the Global North, whereas the study sites are predominantly located in the Global South. Few definitions of the SEST term exist. The proposed general SEST conceptualization includes multiple social–ecological dimensions and temporal (past, current and future) and spatial (territorial) dynamics. The SEST case studies focus primarily on human benefits and specific system components. Predominant analytical frameworks refer to social–ecological systems, resilience, and adaptation; are characterized by qualitative or quantitative methods; and are multidisciplinary. There are three categories of SEST studies: studies with an adaptation, development focus (for political aims) and studies with a focus on change (for research objectives). Adaptation and change studies dominate, and studies in all three categories consider pathways to sustainability goals. Key research challenges include producing cross-sectional and equitable research, integrating diverse knowledge perspectives, and adopting inter- and transdisciplinary approaches.

Keywords: transformations, social–ecological systems, temporal and spatial tendencies.

Introducción

El término *sistemas socioecológicos* (SSE) fue introducido por Berkes y Folke (1998) a finales del siglo XX. Actualmente, existen múltiples definiciones de SSE (Herrero-Jáuregui et al., 2018) que se abordan utilizando diversos marcos analíticos (Binder et al., 2013) y métodos (Gómez-Santiz et al., 2021; Partelow, 2018; Schlüter et al., 2012; De Vos et al., 2019). En términos generales, un SSE se define como un sistema complejo, evolutivo y adaptativo compuesto por elementos heterogéneos que interactúan de manera constante (Berkes et al., 2003; Ostrom, 2009). La interacción entre los subsistemas social y ecológico se manifiesta a través de flujos compuestos –principalmente servicios ecosistémicos (SE) y la acción humana (AH)– que operan en el marco de relaciones más amplias con otros SSE, bajo la influencia de diversos impulsores o factores de presión internos y externos (McGinnis y Ostrom, 2014). Estas interacciones generan modificaciones continuas en los resultados o salidas del sistema y, en ciertos casos, pueden conducir a su transformación estructural (Colding y Barthel, 2019). Dichas transformaciones implican cambios en los componentes y relaciones del sistema a diversas escalas temporales y espaciales (Berkes et al., 2003; Cumming, 2011; Folke, 2016).

En cuanto al término *transformación*, Sievers-Glotzbach y Tschersich (2019, p. 1) señalan que existe una distinción entre *transición*, entendida como la reorganización intencionada de los subsistemas que integran el SSE hacia objetivos específicos prede-

finidos, y *transformación*, que alude a cambios sistémicos fundamentales que abarcan los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales de los SSE, y están vinculados a la justicia inter e intrageneracional. En este sentido, la transformación implica un proceso complejo y profundo que desafía las estructuras existentes de un SSE y lo conduce por diversas vías, receptivas y empoderadoras (hacia la sostenibilidad), que difieren de la trayectoria actual (Scoones, 2016; Stirling, 2015).

Desde una perspectiva analítica, comprender las transformaciones resulta fundamental para imaginar la multitud de caminos o vías alternativas posibles que puede adoptar un SSE, las cuales están vinculadas a la capacidad de los actores para cambiar las estructuras sociopolíticas predominantes (Görg et al., 2017). En este proceso, es necesario considerar los siguientes aspectos de manera inter y transdisciplinaria: *i*) funciones ecológicas esenciales (flujos de materiales y energía); *ii*) diversas escalas espaciales (amplitud); *iii*) procesos que dan cuenta de la complejidad, la incertidumbre y la ignorancia (tiempo); y *iv*) estructuras de poder (Fischer-Kowalski y Rotmans, 2009; Görg et al., 2017). En esta línea, Sievers-Glotzbach y Tschersich (2019, p. 3) proponen cuatro dimensiones clave para analizar las transformaciones: *a*) dirección, entendida como la orientación hacia objetivos de justicia a través de diversas vías; *b*) amplitud, referida al alcance de los cambios en los sistemas socioecológicos; *c*) temporalidad, alude al carácter continuo y de largo plazo; y *d*) profundidad, vinculada a las relaciones entre agencia y estructura, incluidos los cambios fundamentales en los puntos de apalancamiento profundos (poder, paradigmas e instituciones).

La transformación direccional de un SSE, que considera simultáneamente la pluralidad de visiones sobre futuros deseables (Brown, 2015; O'Brien, 2012; Sievers-Glotzbach y Tschersich, 2019), puede asociarse al término *trayectorias de los SSE* (Ávila Foucat et al., 2020; Scoones, 2016; Stirling, 2015). Pero, ¿qué se entiende por trayectorias de los SSE?

El diccionario de Cambridge define el término *trayectoria* (en el ámbito de la física) como “la curva que sigue un objeto después de ser lanzado o disparado al aire, o de un objeto que se desplaza por el espacio”; se conceptualiza, por tanto, como un vector de cambios que presenta características como movimiento, velocidad y dirección (Krekelberg y Lappe, 1999). En el caso de los SSE, el significado de trayectoria se vuelve más complejo e integrador al estar asociado a procesos de coevolución no lineal entre los componentes sociales y ecológicos, cuyas interacciones se desarrollan a lo largo del tiempo y el espacio bajo múltiples factores de presión (Perevochtchikova et al., 2024), pudiendo tomar o no un camino sostenible en el proceso de transformación (Riechers et al., 2021). Con el fin de analizar los problemas socioecológicos complejos y los procesos territoriales en clave de sostenibilidad, se observa un interés creciente en los estudios sobre trayectorias de sistemas socioecológicos (TSSE) a escala global (Fischer y Riechers, 2019).

Es importante señalar que en las publicaciones científicas se utilizan habitualmente diferentes términos para referirse a las TSSE, como vías (*pathways*), procesos de cambio, cambios, evoluciones, transformaciones y transiciones. Sin embargo, estos términos no están necesariamente definidos de forma clara o específica, si es que lo hacen (Fischer-Kowalski y Rotmans, 2009; Cumming, 2011; Görg et al., 2017; Riechers et al., 2021; Sievers-Glotzbach y Tschersich, 2019; Stirling, 2015). Esto sugiere que el término de TSSE aún se encuentra en fase de construcción conceptual. Por ello resulta pertinente indagar en el estado del arte de los estudios de caso sobre TSSE a nivel global, así como en las definiciones utilizadas, con el propósito de analizar cómo se ha estudiado el término y proponer una conceptualización general sobre el mismo.

Para ello, resulta útil realizar una revisión sistemática de la literatura (RSL), que es un método riguroso que permite obtener una visión general y completa de una variedad de temas (Grant y Booth, 2009), específicamente aquellos relacionados con los SSE (Herrero-Jáuregui et al., 2018; Gómez-Santiz et al., 2021; González-Quintero y Avila-Foucat, 2019). Aunque existen diversas revisiones de la literatura sobre las trayectorias de los sistemas socioecológicos (TSSE) (Fedele et al., 2020; Palomo et al., 2021; Riechers et al., 2021; Varis et al., 2019), el presente trabajo se distingue por aportar: *i*) una revisión sistemática y rigurosa centrada en estudios de caso sobre TSSE; *ii*) una exploración general de su formalización (es decir, los marcos teóricos o conceptuales aplicados) y su operacionalización (los enfoques metodológicos utilizados); y *iii*) un análisis de las definiciones del término TSSE, así como una propuesta de conceptualización general. Al clarificar el uso del término TSSE en contextos políticos, sociales y académicos, el presente estudio resultará útil tanto para investigadores como para tomadores de decisiones involucrados en el estudio de los sistemas socioecológicos y los procesos de transformación.

Las hipótesis que orientan este estudio plantean que: *i*) existen escasas definiciones explícitas del concepto de trayectorias de los TSSE; *ii*) tanto en su formalización teórica como en su operacionalización empírica, el análisis de las TSSE tiende a enfocarse en componentes parciales del sistema, sin considerar una visión sistémica e integral del SSE; y *iii*) como consecuencia de ello, predominan los enfoques multi e interdisciplinarios en la literatura especializada.

Método

El método de RSL se ha utilizado para realizar análisis de vanguardia sobre diversos temas científicos (Moher et al., 2015; Higgins et al., 2019; Grant y Booth, 2009), concretamente en relación con la conservación ambiental (Pullin y Stewart, 2006) y la puesta en práctica del marco de SSE (Herrero-Jáuregui et al., 2018; Gómez-Santiz et al., 2021; González-Quintero y Avila-Foucat, 2019). Las principales características de este método

son su exhaustividad, transparencia, objetividad y reproducibilidad, lo que lo convierte en una herramienta rigurosa y completa para revisar un corpus creciente de literatura científica (SEI-CEE, 2017). En este estudio, el método de RSL se llevó a cabo de forma cualitativa debido a la profundidad requerida para analizar los casos de estudio, de acuerdo con el protocolo Cochrane Methodological Expectations for Intervention Reviews (MECIR) (Higgins et al., 2019). La RSL se llevó a cabo siguiendo las cuatro etapas que se describen a continuación.

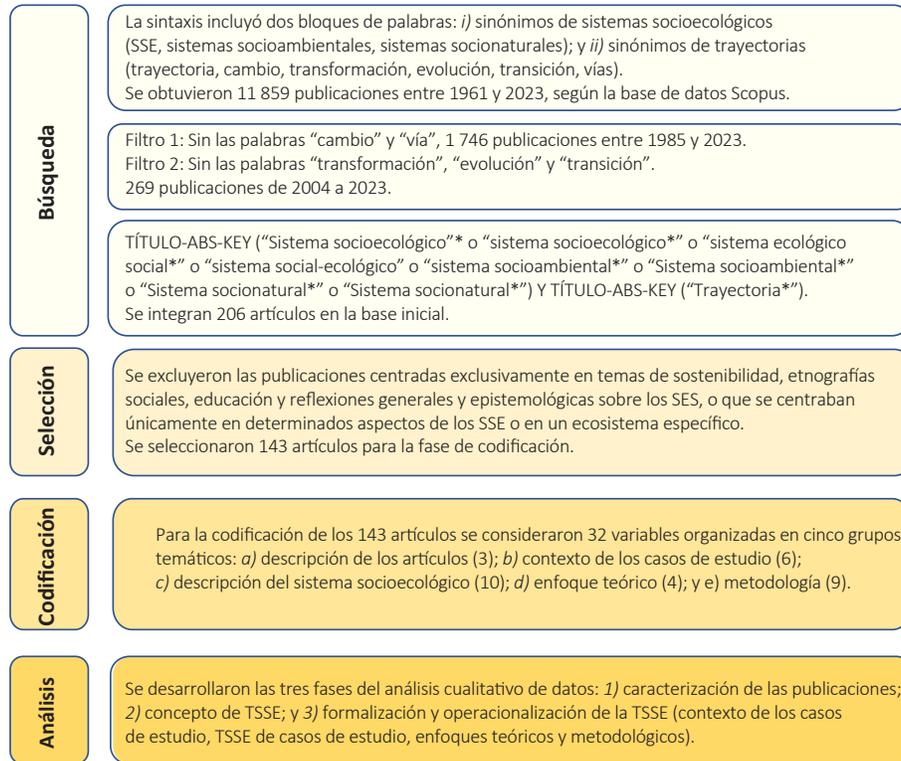
Búsqueda de publicaciones

Para seleccionar publicaciones científicas con rigurosos estándares académicos y cobertura mundial, se utilizó la base de datos Scopus como principal fuente de información a nivel internacional (Visser et al., 2020). Scopus facilita la extracción de información bibliográfica a través de su interfaz de programación de aplicaciones (IPA), que se actualiza constantemente (Montoya et al., 2018), y permite exportar referencias en diversos formatos que pueden utilizarse para la codificación de datos en diferentes programas (Gómez-Santiz et al., 2021). La búsqueda se realizó entre el 7 y el 9 de junio de 2023, utilizando los campos de título, resumen y palabras clave de los artículos (TIT-ABS-KEY); y la búsqueda final se limitó a artículos científicos, según lo recomendado por Booth et al. (2012), Higgins et al. (2019) y Gómez-Santiz et al. (2021). Para la construcción de la sintaxis, se consideraron dos bloques de conceptos y sinónimos (en inglés) relacionados con *i*) el SSE (SSE, sistemas socioambientales o sistemas socioambientales), y *ii*) TSSE (trayectorias, cambios, transformaciones, evolución, transición o vías). Sin embargo, durante el proceso de búsqueda de artículos, la sintaxis se ajustó como se indica en la Figura 1.

En la búsqueda inicial se encontró un total de 11 859 publicaciones para el periodo 1961-2023. Sin embargo, al revisar los títulos de las publicaciones, se descubrió que muchas pertenecían a otros campos de estudio, como la medicina, la biología o la ecología, por lo que se utilizaron varios filtros para refinar la búsqueda y obtener la muestra adecuada. En primer lugar, se excluyeron las palabras “cambio” y “vía” y, en segundo lugar, los términos “transformación”, “evolución” y “transición”. Esto se debe a que los estudios en el campo de la ecología, por ejemplo, sobre los nichos socioecológicos, suelen utilizar el término “evolución”; “vías” está relacionado con el capital económico o las vías climáticas; y “cambio” climático es también un tema habitual. Además, en los estudios sobre problemas socioambientales relacionados con la contaminación y los efectos directos de las actividades humanas, como las presas o la agricultura, se utilizan habitualmente los términos “impacto”, “transformación” y “transición”.

Por lo tanto, la sintaxis final fue *TITLE-ABS-KEY (“Socio-ecological* system*” OR “socioecological* system*” OR “social ecological system*” OR “social-ecological*

Figura 1
Etapas del proceso de revisión sistemática de la literatura aplicado al estudio



Fuente: Elaboración propia

system” OR “Socio-environmental system*” OR “Socioenvironmental* system*” OR “Socio-natural* system*” OR “Socionatural* system*”) AND TITLE-ABS-KEY (“Trajectory*”). Como resultado, se incluyeron en la base de datos para su análisis 206 artículos científicos centrados en la noción de TSSE y publicados entre 2004 y 2023.*

Selección de publicaciones

En esta etapa, se revisaron manualmente los resúmenes de los 206 artículos preseleccionados y se excluyeron 34 publicaciones por no abordar explícitamente el tema de trayectorias o por no tener un enfoque centrado en SSE. Además, se excluyeron las publicaciones que focalizaban exclusivamente en temas como la sostenibilidad, las etnografías sociales, la educación o las reflexiones generales sobre SSE (pero no sobre sus trayectorias), así como los trabajos con un enfoque específico en la economía, la contaminación ambiental, la expansión urbana, el cambio en el uso del suelo y la cartografía de los SE.

Posteriormente, se leyeron los textos completos con el objetivo de proponer las variables a codificar. En esta etapa, se excluyeron 29 obras que eran reflexiones generales y epistemológicas sobre los SSE, o que se centraban únicamente en ciertos componentes del sistema, o en un ecosistema específico. Como resultado, se conformó una base de datos final compuesta por 143 artículos (véase el Anexo 1) vinculados a estudios de caso sobre TSSE en distintas regiones del mundo.

Codificación y extracción de datos

Sobre la base de la revisión exhaustiva de las 143 publicaciones seleccionadas y siguiendo las sugerencias de Booth et al. (2016), Codina (2018), Higgins et al. (2019) y Pullin y Stewart (2006), se propuso y se llevó a cabo la codificación de la base de datos utilizando las variables enumeradas en el Anexo 2. Se organizaron un total de 32 variables distribuidas en cinco grupos temáticos: *i)* descripción del artículo (tres variables); *ii)* contexto del caso de estudio (cinco variables); *iii)* descripción del sistema socioecológico (doce variables); *iv)* enfoque teórico (tres variables); y *v)* metodología (nueve variables). Esta categorización se basó en las recomendaciones de Ávila Foucat et al. (2020), De Vos et al. (2019), Duval (2015), Fedele et al. (2020), Fischer-Kowalski y Rotmans (2009), Herrero-Jáuregui et al. (2018), Holzer et al. (2018), Gómez-Santiz et al. (2021), González-Quintero y Avila-Foucat (2019), Palomo et al. (2021), Perevochtchikova et al. (2022, 2024), Riechers et al. (2021) y Varis et al. (2019).

El proceso de búsqueda, selección y codificación implicó varias sesiones de revisión conjunta entre los coautores y la determinación de las variables y los códigos que se implementarían por consenso, tal y como sugieren Perevochtchikova et al. (2019, 2021).

Análisis de datos y síntesis

Con la base de datos codificada, se llevaron a cabo tres fases de análisis cualitativo de los datos (Figura 1):

- *Caracterización de las publicaciones* en las siguientes dimensiones: *i)* temporal, con la elaboración de una cronología de las publicaciones y las principales revistas; *ii)* espacial, con el establecimiento de una red de afiliación de coautorías por países y un mapa de los lugares de los casos de estudio; y *iii)* conceptual o semántica, con el desarrollo de nubes de palabras (la frecuencia de las palabras se indica en el Anexo 3). Para ello, se utilizaron herramientas visuales como Microsoft Excel, el software Atlas.ti 8 (Friese, 2019), QGIS (<https://qgis.org/>) y el visualizador Flourish (<https://flourish.studio/>).

- *El concepto de TSSE se desarrolló a partir de la propuesta secuencial de Perevochtchikova et al. (2022) y las definiciones de TSSE proporcionadas directamente por los autores de los artículos revisados. A partir de ello, se desarrolló una propuesta de conceptualización general, acompañada de una tipología y una representación gráfica interpretativa de las TSSE.*
- *La formalización y operacionalización de TSSE, que incluyó tres dimensiones de análisis, cuya síntesis se presenta mediante diagramas de flujo tipo Sankey. Este método permite representar gráficamente las asociaciones entre variables (Gómez-Sántiz et al., 2021) a partir de la construcción de tablas de doble entrada y su proyección en un visualizador desarrollado con la herramienta Flourish.*
 - *Contexto de los casos de estudio para revelar los ecosistemas analizados, los servicios ecosistémicos funcionales y temáticos, y los SSE analizados en cada estudio.*
 - *TSSE de los casos de estudio, con referencia a las escalas temporales y espaciales abordadas en cada uno de ellos, los actores involucrados, los impulsores del cambio (factores internos y externos), los problemas identificados (Anexo 4), los componentes del SSE y el tipo de TSSE.*
 - *Enfoques teóricos y metodológicos relacionados con las teorías y conceptos identificados, la utilidad de los estudios realizados, los métodos y técnicas empleadas para la recopilación y el análisis de datos, y el enfoque disciplinario de los estudios (Anexos 5a y 5b).*

Resultados

Caracterización de las publicaciones

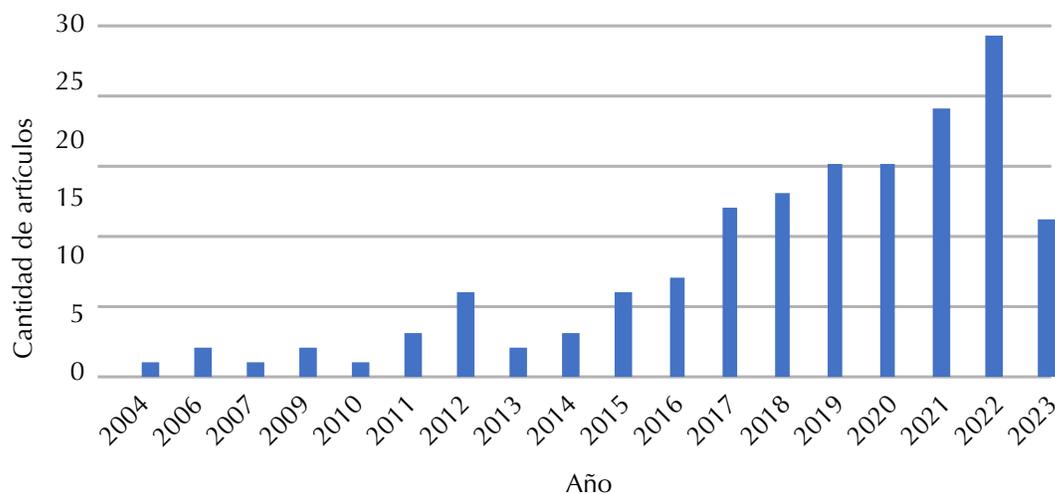
La cronología de los 143 artículos revisados indica un crecimiento constante de las publicaciones desde 2004 y refleja un aumento progresivo del interés científico por el análisis de las TSSE en todo el mundo (Figura 2).

Los artículos se publicaron en 78 revistas científicas, 10 de las cuales representaron el 43.5% del total. Destacan *Ecology and Society* (16.2%), *Sustainability* (4.9%) y *Global Environmental Change* (4.2%). Esta distribución pone de relieve el interés de las revistas por difundir el concepto TSSE, y sugiere áreas geográficas y temáticas específicas en las que éste ha encontrado un terreno fértil para su exploración y debate.

La red de coautoría por afiliación institucional, construida a partir de la adscripción de los autores de las 143 publicaciones según su país, proporciona información valiosa sobre el alcance y la diversidad de la colaboración internacional en este campo. La red comprende un total de 44 países (denominados como nodos en la red), tres de los

Figura 2

Cronología de los artículos centrados en el estudio de TSSE, 2004-2023



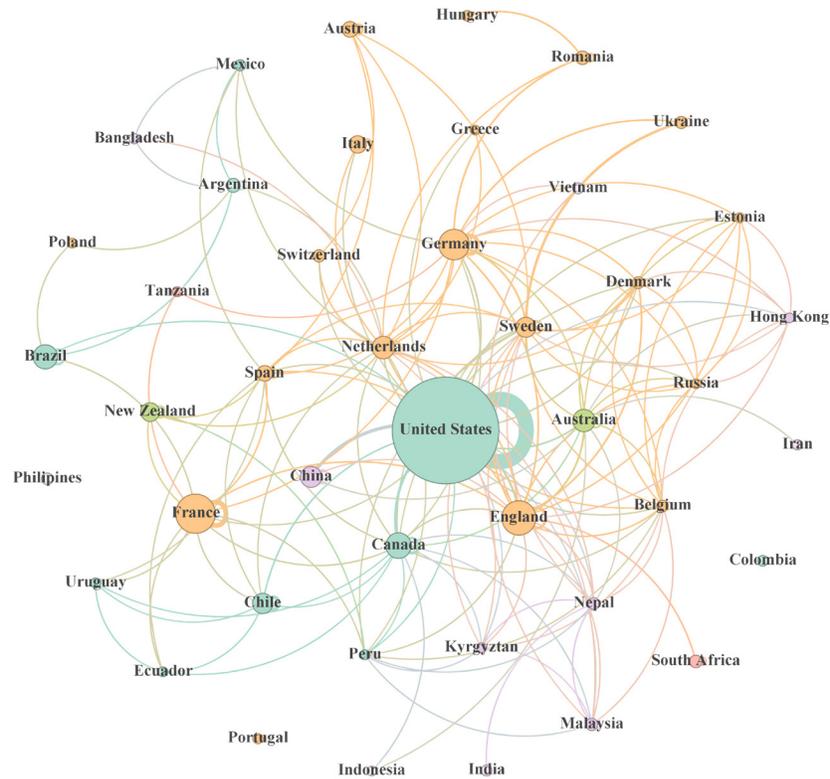
Fuente: Elaboración propia.

cuales (Colombia, Portugal y Filipinas) están desconectados del grupo principal. El tamaño del nodo indica el número total de autores de un país en específico, el grosor de la línea representa la frecuencia de colaboración entre autores, y el color de las líneas indica las conexiones por continente. En general, las métricas de la red muestran una conectividad y colaboración moderadas entre los autores de diferentes países en los artículos de TSSE. El coeficiente de agrupamiento (0.682) y la longitud media de la ruta (2.098) sugieren que algunos grupos de autores tienden a colaborar más intensamente entre sí que con otros grupos (Figura 3).

Por ejemplo, los nodos con los niveles más altos de centralidad de grado (lo que indica que son los que producen más publicaciones) corresponden a las instituciones de los autores, las cuales están ubicadas en Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania, Suecia, Países Bajos y Canadá. El bucle presente en Estados Unidos muestra un alto nivel de colaboración entre los autores estadounidenses. Además, se observa una alta coautoría entre estadounidenses y canadienses entre sí y con autores europeos, así como entre aquellos de diversos países dentro de Europa, mientras que los autores del sur global son menos numerosos y colaboran menos. En concreto sobre América Latina, están presentes en esta red autores de Brasil, Chile, México, Argentina, Perú, Ecuador y Uruguay (con Colombia como nodo separado), pero la mayoría colabora con autores de Estados Unidos, Canadá y Europa.

Es importante destacar que los centros de investigación ubicados en estos países, como la Facultad de Sostenibilidad de la Universidad de Leuphana en Alemania, el Laboratorio de Ecología Alpina de la Universidad de Grenoble Alpes, el Stockholm

Figura 3
Red de coautorías en publicaciones sobre TSSE



Nota: Los nodos son los países de afiliación de los autores; las líneas son las relaciones de colaboración en los artículos; los colores de las relaciones indican el continente; y el tamaño de los nodos indica el número de autores.

Fuente: Elaboración propia.

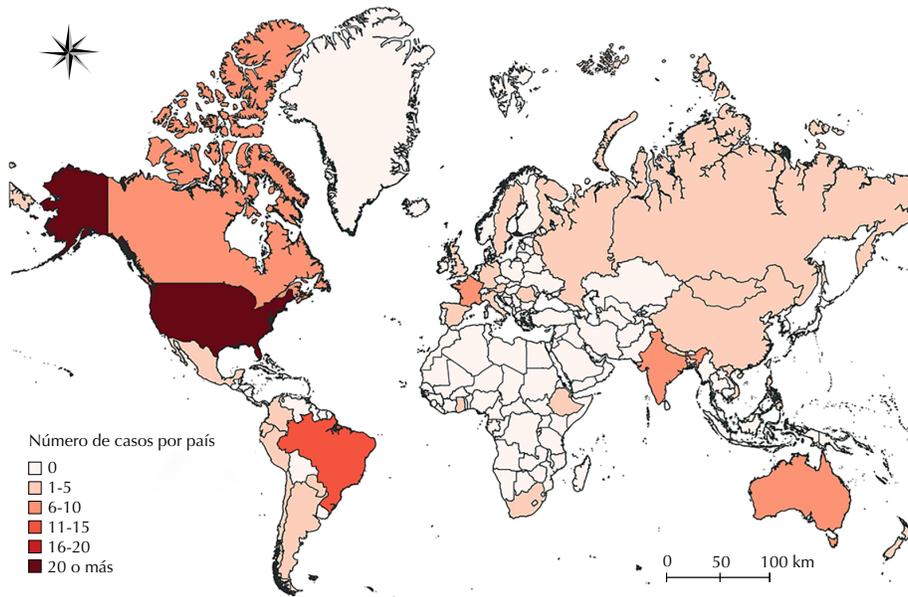
Resilience Centre de la Universidad de Estocolmo en Suecia y el Institute for Complex Systems Simulation y el Centre for Environmental Sciences de la Universidad de Southampton en Inglaterra, tienen una larga tradición en el estudio de temas relacionados con los SSE desde una perspectiva sistémica e integradora, y desempeñan un papel destacado en la generación y difusión de este tipo de conocimientos. También cabe destacar la participación de organismos de investigación científica de Estados Unidos, como el Servicio Geológico, el Servicio Forestal y la Agencia de Protección Ambiental, así como otros centros de investigación dedicados a la sostenibilidad, el cambio climático y los estudios prospectivos (centrados en los escenarios futuros).

Entre los casos de estudio, 37% se concentra en América, 23.6% en Europa, 19.4% en Asia, 12.1% en Oceanía y 7.9% en África. Los países con mayor número de publica-

ciones son: Estados Unidos (12.1%), Brasil (7.5%), Francia (5.7%), India (4%) y Australia (4%) (Figura 4). Todas estas naciones, excepto Francia, están considerados como megadiversas por el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (SCBD, 2016), y podrían ser adecuadas para su estudio desde la perspectiva compleja de los SSE.

Figura 4

Ubicación de los sitios de los casos de estudio de TSSE



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis semántico realizado mediante una nube de palabras (Figura 5), se identificaron 134 términos primarios en función de su frecuencia en los títulos, resúmenes y palabras clave de los artículos seleccionados (véase el Anexo 3). Los términos “sistema”, “socioecológico” y “cambio” aparecen con frecuencia en las publicaciones en referencia a las perspectivas teóricas más utilizadas para el análisis de las TSSE. Del mismo modo, palabras como “gestión”, “ecosistema”, “paisaje”, “resiliencia”, “gobernanza” y “adaptativo” forman parte de los marcos conceptuales y analíticos empleados. Otros grupos, como “trayectoria”, “vía”, “desarrollo”, “cambio”, “cambios”, “transformación” y “transición”, tienen una menor frecuencia y están relacionados con las dimensiones temporales y espaciales de los estudios.

También se identifican las palabras que se refieren a recursos específicos (como “pesca, bosque, agua, alimentos, ganado”), contextos de estudio (“rural, urbano, costero, agrícola”), técnicas comunes y métodos (“modelación, escenarios, impacto, evaluación, entrevistas”) y componentes de los SSE (“social, ecológico, interacción, acto-

Cuadro 1

Definiciones de TSSE en los artículos revisados

<i>N</i>	<i>Referencia</i>	<i>Citado</i>	<i>Definición de TSSE</i>	<i>Categorías TSSE</i>	<i>Enfoque analítico</i>	<i>Método</i>	<i>Enfoque disciplinario</i>
1	Fazey et al., 2011	95	Las “trayectorias de cambio” son procesos dinámicos de respuestas individuales, grupales y/o sociales al cambio que generan más cambios y respuestas, con resultados que reflejan las propiedades acumulativas de esos procesos.	Chan	Adaptación, vulnerabilidad.	Dinámica de sistemas.	Multi
2	Rueff et al., 2012	18	“Trayectoria de la explotación” como sucesión de pasos cronológicos en el proceso de desarrollo de la explotación.	Chan	Teoría del cambio, medios de vida, sistema adaptativo, marco de SSE.	Análisis multivariado.	Multi
3	Morzillo et al., 2015	19	“Trayectoria del cambio”, definida como el proceso acumulativo e iterativo de las respuestas sociales y los resultados del cambio.	Chan	Enfoque de vías, marco de SSE, adaptación.	Estudios comparativos de casos.	Multi
4	Sinclair et al., 2017	20	El pensamiento resiliente parece ofrecer un enfoque holístico que pueden utilizar los investigadores sociales para interpretar las condiciones pasadas y contemporáneas e identificar posibles futuros para los sistemas socioecológicos (SSE).	Chan	Resiliencia, marco de SSE, ciclo adaptativo.	Estudios comparativos de casos.	Multi
5	Uden et al., 2018	8	Las retroalimentaciones socioecológicas pueden bloquear los nexos en trayectorias insostenibles caracterizadas por el control a corto plazo, la estabilidad y la eficiencia, pero también por la incapacidad de resistir o adaptarse a perturbaciones nuevas y/o condiciones cambiantes (es decir, inflexibilidad, baja capacidad de adaptación) y, por lo tanto, la vulnerabilidad a largo plazo al colapso a gran escala (es decir, cambios de estado indeseables e involuntarios). Estos fenómenos se investigan como trampas de rigidez en la literatura sobre resiliencia.	Adap	Gobernanza, resiliencia, sistemas socioecológicos.	Herramientas de seguimiento de procesos, diagramas causales, planificación de escenarios.	Inter
6	Caswell et al., 2020	2h6	Existen analogías históricas que pueden proporcionar información útil para la planificación y la implementación contemporáneas del crecimiento azul (en escalas espaciales y temporales amplias).	Adap	Perspectivas históricas, sistemas socioecológicos.	Enfoque basado en estudios de casos y en conocimientos especializados.	Multi
7	Desjardins et al., 2020	9	Trayectorias de adaptación cultural a largo plazo: respuestas pasadas al cambio climático para futuras estrategias de adaptación y mitigación (de sistemas socioecológicos pasados que se cruzan con la adaptación climática moderna).	Adap	Sistemas socioecológicos, resiliencia, interacciones entre el ser humano y el ambiente.	Estudio arqueológico, metaanálisis de múltiples estudios relacionados con el tema.	Multi
8	Jiren et al., 2020	12	Se desarrollaron cuatro escenarios futuros plausibles para el paisaje estudiado (como escenarios de resultados deseables).	Dev	Sistemas socioecológicos.	Diagramas causales, narrativa de escenarios.	Inter
9	Karpouzoglou et al., 2020	8	Vías de desarrollo definidas como “las direcciones particulares en las que los sistemas sociales, tecnológicos y medioambientales que interactúan coevolucionan a lo largo del tiempo”.	Dev	Enfoque de las vías de desarrollo, sistemas socioecológicos.	Análisis espacial, análisis temático.	Inter
10	Riechers et al., 2020	38	Dado que el cambio socioecológico conlleva numerosas dimensiones interconectadas.	Chan	Ciencia de la sostenibilidad del paisaje, sistemas socioecológicos.	Enfoque narrativo.	Multi
11	Spicer et al., 2020	2	Cambios tangibles en el sistema socioecológico a múltiples escalas. Se define “una trayectoria paisajística como las transiciones conectadas	Chan	SSE anidados, biografías del paisaje, transiciones y trayectorias del paisaje.	Investigación interpretativa.	Multi

(continúa)

Cuadro 1
(continúa)

<i>N</i>	<i>Referencia</i>	<i>Citado</i>	<i>Definición de TSSE</i>	<i>Categorías TSSE</i>	<i>Enfoque analítico</i>	<i>Método</i>	<i>Enfoque disciplinario</i>
			<i>de un sistema socioecológico a lo largo del tiempo a escala de cuenca</i> ". La identificación de una trayectoria paisajística y de las transiciones permite inferir posibles trayectorias paisajísticas en el futuro.				
12	Dinis y Simões, 2021	1	La trayectoria de este sistema (productivo) hasta el presente, su adaptación a los cambios internos y externos y las tendencias evolutivas.	Adap	Resiliencia, teoría del ciclo adaptativo, sistema socioecológico.	Enfoque participativo, percepción social.	Multi
13	Epstein et al., 2021	6	Dinámicas o transiciones del sistema socioecológico y posibles trayectorias futuras.	Chan	Enfoque de evaluación de la resiliencia, sistemas socioecológicos.	Revisión bibliográfica mediante metaanálisis, revisión bibliográfica, narrativa estructurada.	Multi
14	Angelstam et al., 2022	3	Trayectorias culturales, en las que la producción maderera y la conservación de la biodiversidad abarcan diferentes aspectos ecosistémicos y escalas espacio-temporales.	Chan	Sistemas socioecológicos.	Enfoque narrativo, revisión exploratoria, estudios de caso longitudinales.	Multi
15	Aslan et al., 2022	1	Retroalimentación entre las vías de los sistemas sociales y ecológicos (como contexto del modelo).	Chan	Sistemas socioecológicos, sistemas naturales y humanos acoplados.	Procedimiento de permutación multirrespuesta, autocorrelación espacial.	Inter
16	Carrie et al., 2022	3	Cambios de servicios ecosistémicos, adaptación y capacidades de adaptación actuales.	Adap	Capacidad de adaptación, resiliencia, sistema socioecológico.	Análisis espacial, análisis temático.	Inter
17	Debonne et al., 2022	9	Las transformaciones (socioecológicas) son la consecuencia o la respuesta a perturbaciones y a la acumulación de presiones a largo plazo. Las megatendencias son fuerzas impulsoras a largo plazo que son observables en la actualidad y que probablemente tendrán un potencial transformador en el futuro.	Adap	Geografía de las megatendencias, sistemas socioecológicos, marco STEAP (social, tecnológico, económico, ambiental y político).	Enfoque prospectivo, cuantificar y cartografiar las megatendencias.	Inter
18	Elleume et al., 2022	2	Capacidad de respuesta (entendida como "adaptación" en este manuscrito) de un SSE específico y local a las perturbaciones ambientales, económicas, sociales y políticas durante los últimos cuatro siglos. Reconstrucción de una trayectoria completa del SSE de una zona montañosa mediante el estudio de los cambios y las vías de adaptación en el pasado. Una forma de estudiar la trayectoria pasada de un SSE es mediante el análisis de los cambios en el uso y la cobertura del suelo en el pasado.	Adap	Sistemas socioecológicos, enfoque paleoambiental.	Análisis de archivos históricos, análisis paleoambiental.	Inter
19	Feiner et al., 2022	13	Considerar la transformación en términos de 1) resistir las trayectorias de cambio actuando para mantener un estado contemporáneo o restaurar las condiciones ecológicas anteriores, 2) aceptar las trayectorias de cambio sin intervenciones, 3) dirigir los cambios mediante intervenciones destinadas a configurar las condiciones ecológicas hacia nuevas condiciones o estados deseados.	Chan	Marco Resist-Accept-Direct (RAD), transformación ecológica.	Modelo mental (determinista, modelo matricial basado en etapas).	Inter

(continúa)

Cuadro 1
(concluye)

<i>N</i>	<i>Referencia</i>	<i>Citado</i>	<i>Definición de TSSE</i>	<i>Categorías TSSE</i>	<i>Enfoque analítico</i>	<i>Método</i>	<i>Enfoque disciplinario</i>
20	Imbrenda et al., 2022	3	Trayectoria de desarrollo de los sistemas socioecológicos hacia la degradación del suelo a escala regional o local.	Dev	Gestión sostenible de la tierra, riesgo de desertificación.	Regresión ponderada geográficamente, área sensible al medio ambiente.	Inter
21	Quintas-Soriano et al., 2022	7	Trayectoria de acoplamiento: proceso de transición por el cual las retroalimentaciones dentro del SSE aumentan la capacidad de adaptación del SSE a lo largo del tiempo y, por lo tanto, conducen a un SSE más acoplado. Trayectoria de desacoplamiento: proceso de transición por el cual las retroalimentaciones dentro del SSE conducen a una menor capacidad de adaptación del SSE a lo largo del tiempo y, por lo tanto, a un SSE más desacoplado.	Adap	Sistemas socioecológicos, sistemas humano-ambientales (SHA), sistemas acoplados humano-naturaleza (SAHN).	Estudio de caso comparativo, indicadores.	Inter
22	Tàbara et al., 2022	9	En un sistema socioecológico determinado, es necesario tener en cuenta tres momentos clave para estudiar la transformación: 1) la creación de condiciones y capacidades transformadoras para el cambio sistémico; 2) un evento o intervención decisivo que desplace al sistema hacia una trayectoria o configuración diferente; y 3) los efectos estructurales derivados de dicha transformación.	Dev	Puntos de inflexión socioecológicos, transformaciones de sistemas, ciencia de la sostenibilidad.	Metodología relacional, interpretación narrativa.	Inter
23	Villasante et al., 2022	12	Analizar las interacciones entre los impulsores, las trayectorias potenciales (cambios, trampas y colapsos) y la influencia de las condiciones habilitadoras e inhibidoras en la determinación de los posibles resultados, incluida la oportunidad de navegar por transformaciones sostenibles en la pesca tradicional. También, cómo la pesca tradicional puede seguir diferentes vías y cómo se catalizan los cambios transformadores a lo largo del tiempo.	Dev	Vías de cambio, resiliencia, sistemas socioecológicos, transformaciones de la sostenibilidad.	Modelo heurístico, modelo conceptual.	Multi
24	Zank et al., 2022	1	Los sistemas etnomédicos son estructuras y procesos socioecológicos complejos que se ven afectados por factores que pueden provocar cambios en la trayectoria de estos sistemas, o incluso su colapso, en función de su resiliencia y capacidad de adaptación.	Adap	Sistemas bioculturales, sistemas etnomédicos, resiliencia, capacidad de adaptación.	Análisis del discurso, etnografía virtual, regresión logística multinivel.	Multi
25	Derolez et al., 2023	0	Como dinámica de coevolución de los componentes sociales y ecológicos de un sistema costero complejo junto con cambios de régimen (desde una perspectiva histórica).	Adap	Sistemas socioecológicos, resiliencia, marco de impulsores-presiones-estado-impactos-respuestas.	Enfoque cronosistémico, análisis de series temporales basados en indicadores.	Inter
26	Lazurko et al., 2023	0	Escenarios generales de una cuenca fluvial bajo el cambio climático, caracterizando el cambio futuro como emergente de las interacciones entre diversos esfuerzos para construir resiliencia y un SSE complejo y multiscalar.	Adap	Sistemas socioecológicos, gobernanza del agua, resiliencia.	Método de balances de impactos cruzados, Escenarios narrativos, Modelización participativa.	Trans
27	Walsh et al., 2023	0	Las trayectorias de la toma de decisiones humanas, con repercusiones continuas y previsible en el Ártico, una región en rápida evolución.	Chan	Marco cultural evolutivo.	Método de evolución cultural, análisis etnográfico, revisión bibliográfica.	Multi

Nota: Adap: adaptación; Chan: cambio; Dev: desarrollo; Multi: multidisciplinar; Inter: interdisciplinar; Trans: transdisciplinar.
Fuente: Elaboración propia, con base en la lista del Anexo 1.

Para el estudio de las TSSE se emplean diversos marcos analíticos y metodológicos, los cuales varían según los objetivos específicos de cada investigación. No obstante, en términos generales los estudios sobre TSSE tienden a centrarse en el análisis de los procesos de cambio dentro del sistema socioecológico en su conjunto, considerando los efectos de presiones internas y externas, e incorporando el estudio de sus condiciones pasadas y presentes con el fin de proyectar escenarios futuros posibles o plausibles orientados hacia la sostenibilidad.

De acuerdo con los conceptos aplicados para el análisis de las TSSE y con los propósitos de cada estudio, fue posible identificar tres categorías analíticas (o tipologías) de TSSE: *i) adaptación*, que alude a procesos de transición, evolución y adaptación de los SSE (con énfasis en el estudio de los impulsores globales, como el cambio climático y los procesos de mitigación o adaptación de los SSE); *ii) cambio*, relacionado con las transformaciones de los SSE propiamente dichas, incluidos los procesos de cambio, la coevolución, las interacciones y los estudios sobre configuraciones sistémicas (entendidos como investigaciones que analizan las dinámicas integrales de los SSE o sus componentes y los cambios interconectados entre ellos); y *iii) desarrollo*, que se refiere a los procesos de desarrollo, los procesos dinámicos, las vías hacia la sostenibilidad (o no), las megatendencias y las tendencias regionales o globales (estudios orientados a proyectar los efectos de las políticas públicas o los instrumentos económicos). Las categorías *adaptación* y *desarrollo* suelen centrarse en los objetivos políticos, mientras que la categoría *cambio* responde con mayor frecuencia a propósitos de investigación.

A lo largo del tiempo, el interés por el estudio de las TSSE comenzó con un enfoque centrado en la categoría *cambio*, para luego transitar hacia la *adaptación* y, en años recientes, un predominio de las categorías *adaptación* y *desarrollo*. Este cambio temático se vio acompañado de una evolución en los marcos analíticos utilizados: mientras que en las etapas iniciales predominaba el enfoque de SSE, en la actualidad son más frecuentes los marcos centrados en sistemas socioecológicos, gobernanza, resiliencia e interacciones entre humanos y naturaleza. En relación con los enfoques metodológicos, desde hace aproximadamente una década se han desarrollado aproximaciones de carácter multidisciplinario. A partir de 2020, se observa una evolución hacia enfoques interdisciplinarios más integrados, e incluso comienzan a emerger experiencias aún incipientes de transdisciplinariedad.

El enfoque metodológico basado en modelos acoplados de ser humano-ecosistema (*coupled human-ecosystem models*) permite analizar no sólo uno o varios componentes de un SSE, sino también realizar estudios exhaustivos de un SSE en su conjunto, teniendo en cuenta las interacciones entre los subsistemas sociales y ecológicos. La utilidad de los estudios sobre TSSE queda demostrada en el interés que suscitaban los primeros análisis, inicialmente orientados hacia fines académicos y de formulación de

políticas públicas, así como en la tendencia actual hacia la generación de aportes concretos para la sociedad y las comunidades locales.

Sobre la base de esta revisión, se puede formular una conceptualización general de las TSSE como “un proceso continuo de cambio que permite comprender el estado actual de un SSE como resultado de transformaciones pasadas, que sirve de base para proyectar escenarios futuros posibles y determinar las acciones humanas o intervenciones complejas necesarias para alcanzar condiciones deseables (normalmente denominadas sostenibles)”. Esta conceptualización, la cual se representa esquemáticamente en la Figura 6, es más amplia que la definición de un proceso de transformación, ya que tiene en cuenta las escalas temporales y espaciales de los cambios y proyecta diferentes trayectorias futuras para los SSE.

La Figura 6 muestra que las TSSE se caracterizan por múltiples dimensiones de los SSE que incluyen impulsores (factores de presión externos e internos), subsistemas sociales y ecológicos, retroalimentación o interacción a través de flujos de servicios ecosistémicos y acciones humanas, y resultados que pueden conducir a cambios, trampas o colapso del sistema. La TSSE es dinámica en dos escalas: *i*) la escala temporal, que incluye el pasado a través de tendencias históricas, estados actuales y escenarios futuros (incluidas condiciones deseables, plausibles, anticipatorias, resilientes o sostenibles); y *ii*) la escala espacial (o territorial), que incluye las escalas local, regional y global. Asimismo, las TSSE comprenden tres categorías analíticas: adaptación, cambio y desarrollo.

Formalización y operacionalización de TSSE

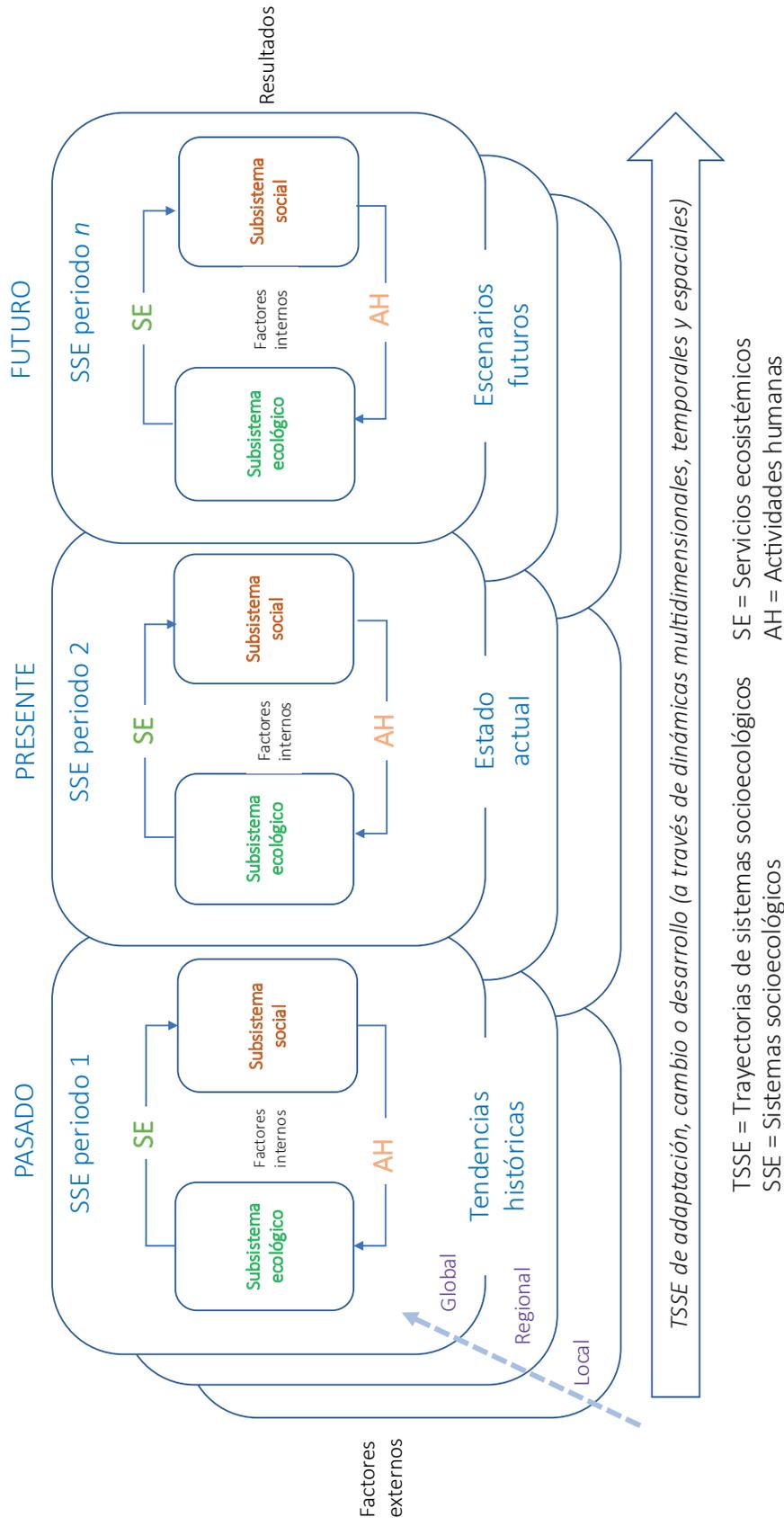
Contextos de los casos de estudio

Los casos de estudio identificados en los 143 artículos abarcan diversos ecosistemas. Predominan los ecosistemas forestales (19.5%), costeros (15.2%) y de agua dulce (15%), mientras que los ecosistemas de pastizales (13.4%), montañosos (9%), humedales (9%), marinos (7.9%), árticos (3%) y de pampa (0.6%) están menos representados. En términos de servicios ecosistémicos (SE), predominan los servicios de provisión (56%), que se refieren a la producción de recursos tangibles, como alimentos, agua, materias primas y energía. Les siguen los servicios de regulación (22%), los servicios culturales (16%) y los servicios de sustento (5%), que son menos frecuentes. Además, los SE incluyen el suministro de recursos (43%), seguido de los hidrológicos (21%), el paisaje (17%), la biodiversidad (14%) y la captura de carbono (2%).

En los artículos analizados se identifican once tipos de SSE. Predominan los SSE agrícolas (20.6%), ganaderos (14%) y pesqueros (14.1%), que se caracterizan por actividades económicas. Les siguen los SSE forestales (11%), acuáticos (11%), turísticos

Figura 6

Conceptualización general de TSSE, con dinámicas multidimensionales, temporales y espaciales

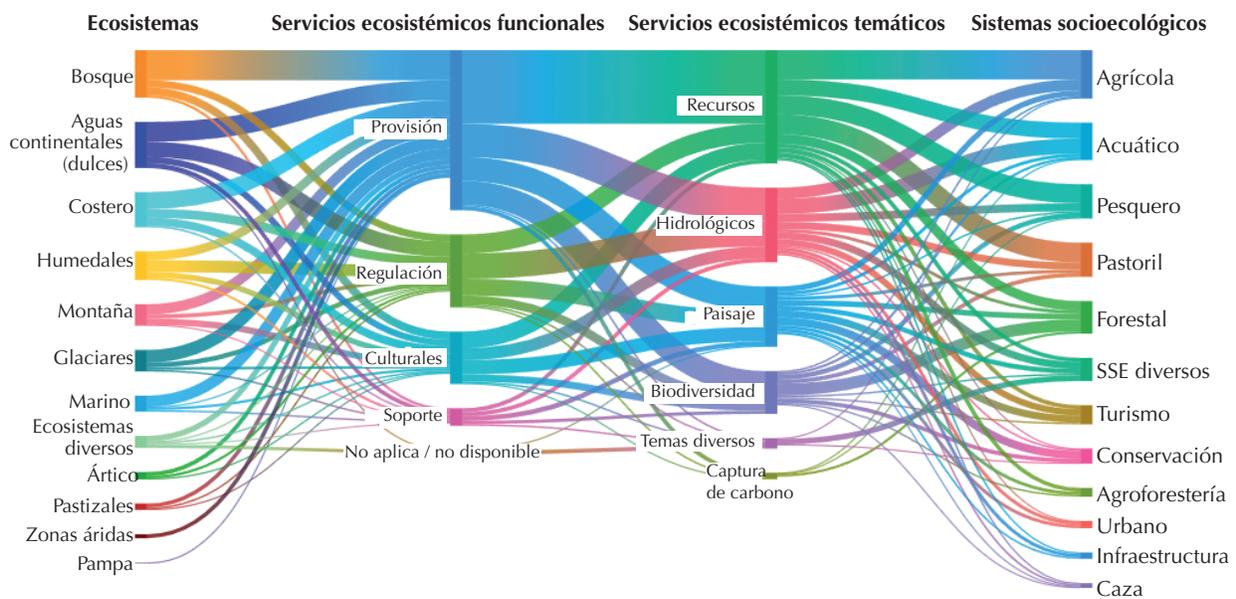


Nota: Los colores definen la dinámica temporal (azul), espacial (morado) y multidimensional (verde oscuro y claro: ecológica; café oscuro y claro: social; gris: impulsores externos; negro: impulsores internos; ocre: resultados).
Fuente: Elaboración propia, basada en la revisión de las publicaciones.

(6%), de conservación (5%), agroforestales (3%), de infraestructura (3%), urbanos (2%) y de caza (1%), que son menos comunes. Al analizar los ecosistemas, los SE y los SSE en su conjunto, se observa un claro sesgo hacia la valoración y consideración de los beneficios para los seres humanos, principalmente en términos de extracción de recursos o producción de bienes (alimentos, madera, energía, etc.) (Figura 7).

Figura 7

Diagrama de flujo de la relación entre los ecosistemas, los SE funcionales y temáticos y los sistemas socioecológicos



Fuente: Elaboración propia.

TSSE en los casos de estudio

Entre los problemas identificados para los SSE (véase el Anexo 4) se encuentran los retos socioecológicos (30.8%), ecológicos (23.9%), económicos (14.2%), sociales (13.4%), políticos (12.6%) y de infraestructura (5.3%). En el 57.9% de los casos, los problemas reconocidos tienen una escala territorial local (que se refleja en el cambio de uso del suelo, la pérdida de conocimientos comunitarios, el debilitamiento de los sistemas de gobernanza y la presencia de actividades ilícitas), mientras que los casos restantes se centran en problemáticas globales (cambio climático, crisis económicas, cambios demográficos, urbanización y política internacional). Enumerados de mayor a menor representación, los actores que participan en el funcionamiento de los SSE incluyen las comunidades que residen en las zonas de estudio y

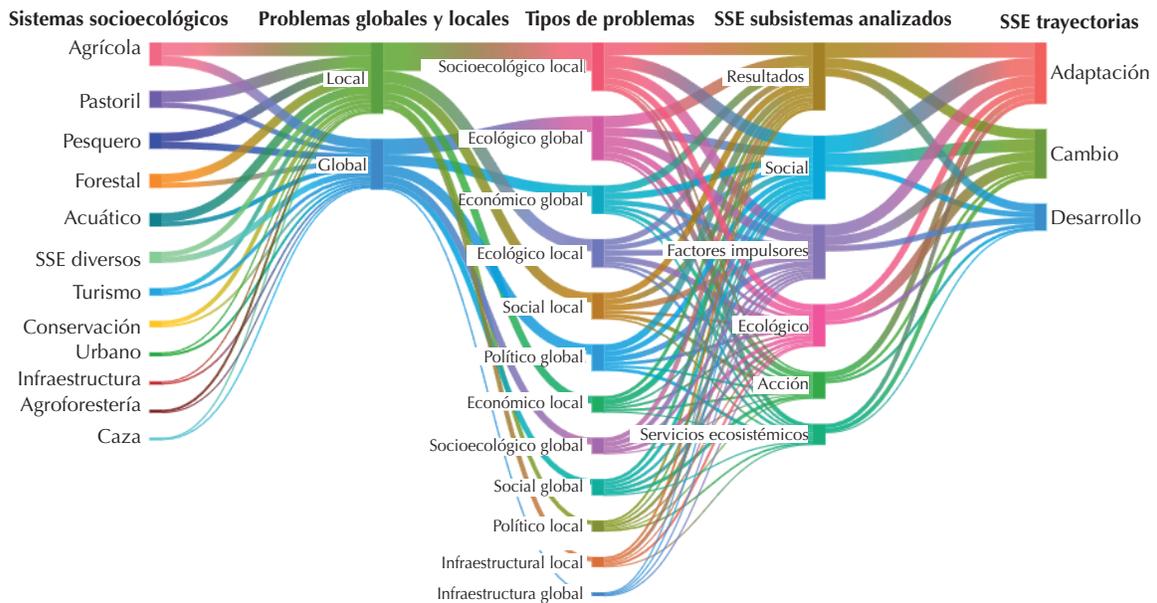
que utilizan y se benefician directamente de los diferentes SE (39%), las entidades públicas que regulan el acceso y la explotación de los SE (28%) y, en menor medida, las empresas privadas (18%), el mundo académico (9%) y las organizaciones no gubernamentales (7%).

Entre los factores que influyen en los cambios del SSE, 32.9% de los factores externos son económicos, 25.2% son ambientales, 23.4% son políticos, 11.7% son sociales y 6.8% son tecnológicos. En cuanto a los factores internos, 46.9% son sociales, 19.6% ambientales, 17.2% económicos, 12.9% políticos y 3.3% tecnológicos. Algunos fenómenos globales, principalmente económicos (como la regulación económica, las crisis financieras y el mercado internacional), impulsan procesos que suelen ser de naturaleza social y, por lo tanto, afectan a la dinámica y el funcionamiento de los SSE a nivel local. Esta tendencia también se observa en el análisis de los componentes de los SSE considerados en los estudios. Por lo tanto, la mayoría de los artículos (26%) analizan los subsistemas sociales, el 25% analiza los resultados; 20%, los impulsores; 15%, los subsistemas ecológicos; 8%, las acciones; y 6% analiza los SE (Figura 8).

La mayoría de los estudios se realizaron en entornos rurales (89.5%), con una minoría concentrada en contextos urbanos (4.9%) y periurbanos (1.4%). El resto de los

Figura 8

Diagrama de flujo de la relación entre los sistemas socioecológicos, el tipo de problemas, los componentes del SSE analizado y las categorías de las TSSE



Fuente: Elaboración propia.

estudios (4.2%) corresponde a casos que, debido a su alcance, abarcan los tres contextos. La escala espacial regional (incluyendo cuencas hidrográficas, deltas y biorregiones) se contempla en 69% de los estudios; la local (aldeas, asentamientos, ciudades y áreas naturales protegidas), en 15.5%; la internacional (implicando a varios países), en 13.4%; y la nacional (estudios a nivel de país), en 4.2%. Sólo 1.4% de los artículos adoptan una perspectiva multiescala.

En la escala temporal, los periodos analizados son diversos. Por ejemplo, 18.9% de los estudios analizan periodos de menos de diez años; 64.3% abarcan periodos de 10 a 99 años; y 16.8% contemplan periodos de más de cien años. Algunos estudios arqueológicos y paleontológicos incluso analizan lapsos de más de mil años. Así, la mayoría de los estudios (72.8%) son retrospectivos y revisan acontecimientos pasados para determinar cómo éstos han influido en la trayectoria histórica del SSE de una región. A estos estudios les siguen los estudios transversales (11.2%), que evalúan el estado actual de los SSE, incluyendo su desarrollo y evolución. Por último, los estudios prospectivos (11.9%) y retrospectivos (4.2%) predicen y analizan escenarios futuros y tendencias pasadas o presentes.

Entre las tres categorías o tipos de TSSE identificadas, las trayectorias de *adaptación* se encuentran en el 45.8% de los artículos; estos estudios analizan las direcciones o los caminos seguidos por los SSE en respuesta a impulsores o perturbaciones específicas. Estos índices se utilizan a menudo para evaluar la capacidad de un SSE para adaptarse a condiciones cambiantes (normalmente climáticas), manteniendo propiedades, funcionamiento y equilibrio relativamente estables. Las trayectorias de *cambio* se identifican en el 38% de los estudios, que exploran las transformaciones de los SSE debido a la exposición a eventos disruptivos o factores de estrés que modifican las propiedades, la estructura y el funcionamiento de los SSE. Esta trayectoria se adopta en el estudio de los umbrales, las transiciones y los cambios de régimen en los SSE. Las trayectorias de *desarrollo* se centran en la evolución de los SSE hacia estados más sostenibles, equitativos y deseables, y están presentes en el 16.2% de los artículos. Esta perspectiva se utiliza para describir los cambios que experimentan los SSE, especialmente a largo plazo.

Enfoques teóricos y metodológicos

A partir de la revisión de los enfoques teóricos aplicados en los estudios de TSSE (véase el Anexo 5a), se identifican cinco grandes grupos que se utilizan para la construcción, la descripción y el análisis de las trayectorias:

- Los enfoques de los sistemas socioecológicos y la ecología humana son los más utilizados (44%); incorporan marcos analíticos que tienen en cuenta tanto las

dinámicas sociales y ecológicas como sus interacciones con las actividades humanas.

- Los segundos enfoques más comunes son los de resiliencia y adaptación (26%), que incluyen marcos que evalúan los niveles de riesgo y vulnerabilidad, y determinan la capacidad de los SSE para absorber perturbaciones y adaptarse a los cambios.
- Los enfoques de paisaje, planificación, gestión y cambio de uso del suelo (16%) implican teorías y conceptos utilizados para examinar los cambios en el uso del suelo a diversas escalas territoriales y analizar los efectos de la aplicación de los instrumentos de política pública.
- Los enfoques ecológicos (10%) se adoptan en un esfuerzo por comprender las interacciones y la dinámica de los ecosistemas.
- Por último, los enfoques de evaluación del impacto (4%) incluyen el uso de marcos y herramientas para determinar los efectos de las actividades humanas en los SSE y las TSSE. Dada la naturaleza compleja e interdisciplinaria de los SSE, la mayoría de los artículos (55%) combinan teorías, marcos y conceptos de diferentes enfoques, y el marco de los SSE interactúa con la mayoría de ellos o los combina.

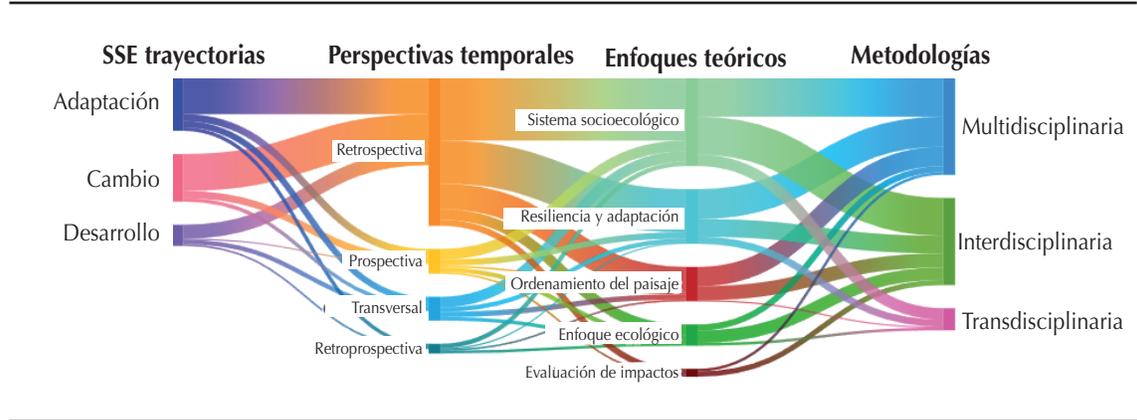
Existe una correlación evidente entre las categorías de trayectorias de los sistemas socioecológicos (TSSE) y los enfoques teóricos utilizados para su análisis. Por ejemplo, las trayectorias de *adaptación* se exploran principalmente a través de enfoques centrados en la *resiliencia* y la *adaptación*, así como mediante marcos de evaluación de impactos. Las trayectorias de *cambio* tienden a abordarse desde enfoques ecológicos y teorías relacionadas con el paisaje, la planificación, la gestión y la evaluación del cambio en el uso del suelo. Finalmente, las trayectorias de desarrollo suelen analizarse a partir de enfoques vinculados con los sistemas socioecológicos y la ecología humana (véase la Figura 9).

Desde el punto de vista metodológico, los métodos cualitativos y las herramientas relacionadas se utilizan en el 48.3% de los artículos; éstos se enfocan principalmente en el estudio del subsistema social o de la situación de acción, con el objetivo de describir componentes, dinámicas, problemáticas y trayectorias. Los métodos cuantitativos, presentes en el 35% de los artículos, se aplican principalmente para analizar subsistemas ecológicos y resultados, y examinar las relaciones, los patrones, los efectos, las tendencias y los impactos de los SSE. Los estudios de métodos mixtos, que combinan y analizan datos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión más completa y profunda de las TSSE, constituyen sólo el 16.7% del total.

En cuanto a las formas y técnicas de recopilación de datos, predominan las siguientes: análisis histórico y revisión de documentos científicos (46%); entrevistas con

Figura 9

Diagrama de flujo de la relación entre las categorías de las TSSE, la perspectiva temporal y los enfoques teóricos y metodológicos



Fuente: Elaboración propia.

comunidades, organizaciones, responsables de la toma de decisiones y otras partes interesadas (20%); grupos focales (13%); encuestas (10%); sistematización de datos geoestadísticos (5%); muestreo en campo (3%); datos provenientes de sistemas de monitoreo (2%); y técnicas de simulación participativa como el *role-playing* (1%). En relación con los métodos de análisis de datos (véase el Anexo 5b), destacan los siguientes: análisis de percepciones, narrativas y discurso (28%); modelación de escenarios y simulaciones (17%); análisis documental (13%); análisis estadístico (11%); generación y análisis de indicadores (9%); desarrollo de modelos conceptuales (6%); teledetección y análisis espacial (6%); métodos participativos e interactivos (4%); mediciones de laboratorio (4%); y métodos etnográficos (2%).

En relación con la integración de conocimientos en el estudio de las TSSE, se observa que los enfoques multidisciplinarios están presentes en el 51 % de los artículos analizados. Los enfoques interdisciplinarios, que buscan una comprensión sistémica e integrada del objeto de estudio, aparecen en el 38.5% de las publicaciones. Por último, los enfoques transdisciplinarios, que pretenden integrar de manera profunda las perspectivas de los científicos y otros actores involucrados, figuran sólo en el 10.5% de las publicaciones.

En cuanto a las metodologías aplicadas según la categoría de TSSE, la tendencia muestra que los estudios sobre *adaptación* emplean metodologías cualitativas (22%), mixtas (24%) y cuantitativas (13%). Las técnicas aplicadas incluyen análisis documental, análisis narrativo, análisis espacial, análisis temático, modelación conceptual, estudios arqueológicos, metaanálisis y enfoques de estudio de caso. El 22% de los estudios adoptan un enfoque multidisciplinario, 15% un enfoque interdisciplinario, y 8% una perspectiva transdisciplinaria.

En el caso de los estudios sobre *cambio*, 17% emplea métodos cualitativos; 16%, cuantitativos; y 4% tiene un enfoque mixto. Las técnicas aplicadas incluyen análisis de escenarios, modelación del paisaje, percepción social, análisis espacial y estadístico, modelación conceptual, revisiones bibliográficas y análisis de redes. Entre estos estudios, 21% adopta un enfoque multidisciplinar; 15%, un enfoque interdisciplinar; y 1%, un enfoque transdisciplinar.

Por último, en los estudios elaborados bajo la categoría de *desarrollo*, 10% presenta un enfoque cualitativo, 6% uno cuantitativo, y 1%, un enfoque mixto. Entre las técnicas aplicadas se incluyen: revisión documental, modelación de dinámica de sistemas, investigación interpretativa, revisión bibliográfica con metaanálisis, análisis estadístico, y análisis espacial. Además, 8% de estos estudios adopta una perspectiva interdisciplinaria, 7% multidisciplinaria, y 1% un enfoque metodológico mixto.

En cuanto a la utilidad del conocimiento generado, dada la naturaleza científica de los artículos, predomina el uso académico (100%). Sin embargo, un porcentaje significativo de los artículos presenta resultados útiles para informar y enriquecer las políticas públicas (54.5%), así como para inspirar acciones sociales y empoderar a las comunidades en diferentes ámbitos (50.3%), especialmente en los últimos años.

Discusión

Caracterización de las publicaciones

Los resultados de la RSL muestran un crecimiento constante de los estudios sobre TSSE desde 2004, lo que indica un mayor interés y comprensión de este tema. Sin embargo, hasta ahora estas publicaciones han sido lideradas por autores de países del norte global, en particular de instituciones de Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania y Suecia. Por el contrario, la mayoría de los sitios estudiados se encuentran en países del sur global. Esta misma tendencia se ha identificado en relación con otras cuestiones ambientales, como el estado actual de los estudios sobre los SE, los estudios temáticos sobre el pago por los SE (Perevochtchikova et al., 2019, 2021) y la operacionalización del marco SSE (Gómez-Santiz et al., 2021). Según Hazlett et al. (2020) y Maas et al. (2019), este sesgo geográfico y cultural entre los autores tiene repercusiones en la selección de los casos de estudio, los problemas analizados, los enfoques teóricos utilizados y las perspectivas analíticas adoptadas. También pone de relieve las desigualdades financieras entre los países en términos de recursos invertidos en investigación científica (Balvanera et al., 2020).

En este contexto, la falta de representación de autores de países e instituciones del sur global en las publicaciones de TSSE puede dar lugar a la “ciencia paracaidista”, en la que los científicos y las comunidades de las áreas de estudio no se incorporan a

los procesos de investigación o se excluyen de la publicación (Haelewaters et al., 2021; Odeny y Borsugi, 2022; Stefanoudis et al., 2021). El riesgo significativo es que la investigación dirigida por académicos de un grupo limitado de países pueda carecer de la riqueza de perspectivas que aportan las diferentes culturas, sistemas de conocimiento y experiencias locales; además, puede dar lugar a la ausencia de una visión transdisciplinaria. Para mitigar este problema, es esencial promover la colaboración internacional en pie de igualdad e incluir perspectivas, contextos y voces diversas. La investigación sobre TSSE debe ser, en ese sentido, verdaderamente global y estar abierta a la participación y contribuciones de autores de todo el mundo (Asase et al., 2021; Ocampo-Ariza, 2023).

Conceptualización de TSSE

La definición conceptual de TSSE en este trabajo ofrece una propuesta integrada para estudiar las TSSE en diversas dimensiones y a escalas temporales y espaciales. Esto es esencial para abordar la complejidad y la dinámica de las transformaciones de los SSE, facilitando el desarrollo de estudios teóricos y empíricos que modelen el desarrollo y la evolución de los SSE en diferentes contextos y con diferentes impulsores (Perevochtchikova et al., 2024). Dicha definición es necesaria para las prácticas y los estudios sobre la dinámica socioecológica, por ejemplo, para la planificación territorial y la toma de decisiones.

Además, el marco es útil para visualizar la participación de múltiples actores en la investigación socioecológica con fines políticos y generar información útil para la toma de decisiones a diferentes niveles (Leenhardt et al., 2015). En este sentido, es alentador que un porcentaje significativo de los estudios revisados pueda aportar información para el diseño de políticas públicas y el empoderamiento de las comunidades locales (Perevochtchikova et al., 2024).

Un ejemplo interesante es el trabajo de Ford et al. (2013), desarrollado bajo los principios del enfoque de investigación participativa basado en la comunidad, aplicado al análisis de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático. En esta misma línea se ubican los estudios de Nayak (2014), quien analizó el impacto de los cambios en el subsistema ecológico sobre la pesca a pequeña escala; la investigación de Gaube et al. (2009), quienes simulaban escenarios de cambio en el uso del suelo a partir de un modelo desarrollado localmente; y los trabajos de Lamarque et al. (2013), que modelaron trayectorias de gestión del territorio basadas en la participación social. Estos trabajos muestran que la comprensión de los efectos y posibles TSSE puede contribuir a sensibilizar a la sociedad e identificar las actividades humanas que deben ser modificadas o implementadas.

TSSE en los casos de estudio

Una tendencia importante observada en la RSL es que los ecosistemas, los SE y los SSE estudiados se orientan predominantemente hacia la obtención de beneficios para los seres humanos. El énfasis en la dimensión antropocéntrica, evidente en los tipos de problemas, impulsores y componentes de los SSE analizados, plantea interesantes preguntas sobre la manera en que se consideran, en general, los aspectos ecológicos y los SSE (Binder et al., 2013). Dada la complejidad y la incertidumbre que rodean el comportamiento y la dinámica de los SSE en condiciones de estrés (derivada de impulsores internos y externos), resulta necesario promover investigaciones que aborden problemáticas relacionadas con la resiliencia y la adaptación (Folke, 2016), reconociendo el valor intrínseco de los SE y su capacidad para mantener procesos ecológicos esenciales como base de la sociedad (Arias-Arevalo et al., 2017). En este sentido, es fundamental considerar las tensiones conceptuales que atraviesan la noción de resiliencia y revisar críticamente su definición (Meerow et al., 2016).

A través del RSL, se identifican tres categorías de TSSE, con un predominio de la *adaptación*, seguida de las trayectorias de *cambio* y *desarrollo*. El predominio de las trayectorias de adaptación puede explicarse por la necesidad de comprender cómo los SSE mantienen la estabilidad y la funcionalidad en entornos cambiantes (Júnior et al., 2015). El énfasis en la adaptación está estrechamente relacionado con el gran interés científico que ha suscitado el cambio climático global, así como con el fracaso político de las agendas de mitigación (Schipper, 2006; Bassett y Fogelman, 2013). Teniendo en cuenta que las publicaciones sobre TSSE comenzaron ocho años después de que el término *adaptación* se incluyera en la agenda política internacional, este enfoque, junto con las nociones relacionadas de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia, tiene claramente un gran peso en la literatura científica.

Por otro lado, los estudios sobre TSSE relacionados con el *cambio* y el *desarrollo* hacen hincapié en la dinámica evolutiva y las transformaciones que experimentan los SSE. Las trayectorias de cambio se centran en determinar los umbrales críticos y las transiciones a otros estados de equilibrio (Arlinghaus et al., 2022; Debonne et al., 2022). En este tipo de estudios, el análisis de los SSE se orienta hacia la determinación de trayectorias posibles, así como a las palancas (*levers*) y puntos de apalancamiento (*leverage points*) que pueden influir en dichos procesos.

Las trayectorias de *desarrollo*, por su parte, se enfocan en la evolución de los SSE hacia futuros más deseables, duraderos y prósperos desde una perspectiva de sostenibilidad (Abson et al., 2016; Ávila Foucat et al., 2020; Chan et al., 2020; Fischer y Riechers, 2019; Riechers et al., 2021).

Enfoques teóricos y metodológicos

Las tres categorías de TSSE identificadas en la RSL (*adaptación, cambio y desarrollo*) incluyen una variedad de perspectivas y están claramente asociadas a enfoques analíticos y metodológicos específicos. La prevalencia de los marcos de SSE y ecología humana sugiere que una parte significativa de los estudios se centran en comprender las complejas interacciones entre los subsistemas ecológicos y las actividades humanas (Virapongse et al., 2016). No obstante, existe un interés evidente por explorar la resiliencia de los SSE, la planificación, la gobernanza, los cambios a nivel paisajístico, y ciertos tipos de procesos estrictamente ecológicos desde perspectivas teóricas alternativas.

Cabe destacar que, independientemente de las categorías de trayectorias, los enfoques teóricos y los marcos analíticos aplicados, el discurso de sostenibilidad predomina en casi todos los estudios revisados. La sostenibilidad se considera un principio rector, un objetivo y un futuro deseable en las trayectorias proyectadas de los SSE, con diversos matices y significados que a menudo no se cuestionan (Kuhlman y Farrington, 2010). En este sentido, diversos trabajos han señalado que la sostenibilidad es un concepto ambiguo y cargado políticamente, susceptible de ser interpretado de maneras diversas, lo que plantea interrogantes sobre quién define qué es sostenible y bajo qué condiciones (Ciegis et al., 2009; Toman, 2010). En relación a esta crítica, Boström (2013) propone comprender la sostenibilidad en términos dinámicos, más que como un estado estático, especialmente frente a los riesgos existenciales que plantean los escenarios de alta incertidumbre.

Los enfoques teóricos, en combinación con las estrategias metodológicas aplicadas en los estudios de caso, permitieron examinar la temporalidad de las TSSE de manera prospectiva, retrospectiva, retroprospectiva y transversal. Este análisis se lleva a cabo, principalmente, mediante métodos cualitativos orientados a la construcción de narrativas, análisis históricos o explicaciones simbólicas de los subsistemas sociales; y, en segundo lugar, a través de métodos cuantitativos que emplean modelos y otras técnicas estadísticas para generar representaciones cuantificadas de las transformaciones experimentadas por los subsistemas ecológicos y por los SSE en su conjunto (Jahel et al., 2023).

Hasta el momento, una proporción reducida de publicaciones ha utilizado métodos mixtos, estudios prospectivos y retrospectivos, así como distintas escalas espaciales, lo que evidencia los desafíos que implica la aplicación de estos enfoques (Schlüter et al., 2012). No obstante, la combinación de dichas metodologías puede ofrecer una comprensión más integral de las trayectorias analizadas desde una perspectiva transversal (Ávila Foucat et al., 2020; Perevochtchikova et al., 2024).

En la misma línea, se observa la prevalencia de enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios, con un desarrollo limitado de trabajos planteados desde una perspectiva transdisciplinaria, a pesar de que ésta resulta fundamental para comprender

la dinámica compleja de los SSE (Folke, 2016; Merçon et al., 2018). En este tipo de enfoque, la incorporación de actores no científicos en el proceso de investigación constituye un requisito esencial (Lang et al., 2012). No obstante, el hecho de que el enfoque transdisciplinario se haya aplicado en aproximadamente el 10% de los artículos revisados sugiere un bajo nivel de participación de los actores sociales en los procesos de investigación científica y en la toma de decisiones asociada.

La transición desde perspectivas aditivas, típicas de los enfoques multidisciplinarios, hacia orientaciones integradoras e interdisciplinarias implica la movilización de marcos teóricos comunes que faciliten la transferencia de supuestos, conceptos y métodos entre distintos campos disciplinarios (Duval, 2015). En la RSL realizada se identificaron enfoques teóricos que permiten examinar las interacciones entre los subsistemas ecológicos y sociales, tales como el metabolismo social, los puntos críticos socioecológicos (*social-ecological tipping points*) y los sistemas acoplados humano-naturaleza (*coupled human and natural systems*). Éstos integran diversas dimensiones de los procesos o fenómenos analizados (como los marcos sociales, tecnológicos, económicos, ambientales y políticos; los medios de vida sostenibles; o los marcos de evaluación multicriterio) y permiten establecer relaciones causales, al tiempo que explican los cambios de los SSE a lo largo del tiempo y en el espacio (por ejemplo, impactos en cascada, marcos de impulsores – presiones – estado – impactos – respuestas, trayectorias, entre otros).

Sin embargo, las metodologías aplicadas no siempre están orientadas a la integración, ya que con frecuencia se enfocan en el análisis de uno o varios componentes del SSE. Un patrón similar puede observarse en los métodos utilizados para la operacionalización de los SSE (Gómez-Sántiz et al., 2021).

Contribuciones y limitaciones del estudio

La principal limitación del estudio es que sólo se tuvieron en cuenta las publicaciones científicas (artículos), mientras que la bibliografía sobre TSSE es amplia y puede incluir libros, capítulos, informes y tesis, entre otras fuentes. Por otra parte, para representar los estudios sobre TSSE a nivel mundial, la decisión de utilizar sólo el inglés en la búsqueda sintáctica y únicamente la base de datos Scopus limita la representación regional, como mencionan Gómez-Santiz et al. (2021) y Perevochtchikova et al. (2021, 2022).

Sin embargo, este estudio ofrece las siguientes contribuciones: *i*) una revisión rigurosa de los casos de estudio de TSSE en todo el mundo; *ii*) un análisis de las definiciones del término de TSSE y una propuesta para la conceptualización general de las TSSE; y *iii*) una presentación de las tendencias de formalización y operacionalización de las TSSE en los casos de estudio revisados. Además, en el presente trabajo se identifican tres categorías de TSSE (*adaptación, cambio y desarrollo*). Esta tipología pue-

de ser útil para los académicos y profesionales interesados en el estudio de los SSE y sus trayectorias, especialmente en la búsqueda de escenarios futuros sostenibles, y puede aplicarse en tareas como la planificación territorial (Chen et al., 2023; Karpouzoglou et al., 2020), la gobernanza y las decisiones ambientales y locales (Fischer-Kowalski y Rotmans, 2009; Görg et al., 2017; Perevochtchikova et al., 2024), el desarrollo de instrumentos de política pública (Toman, 2010) y la implementación de medidas de adaptación (Bassett y Fogelman, 2013; Cradock-Henry et al., 2021; Fedele et al., 2020).

Esta RSL sobre estudios de TSSE identifica los siguientes retos y necesidades: *a)* ampliar la investigación a contextos urbanos y periurbanos, donde las dinámicas de SSE pueden presentar problemáticas distintas, pero igualmente importantes (Chen et al., 2023); *b)* incluir perspectivas multiescalares y multidimensionales en el análisis, especialmente mediante el uso complementario de métodos cualitativos y cuantitativos con el fin de mejorar la comprensión y la anticipación de la dinámica de los SSE a largo plazo (Jahel et al., 2023); *c)* promover el desarrollo y aplicación de marcos analíticos y herramientas metodológicas que consideren aspectos relacionadas con la complejidad, la discontinuidad y la incertidumbre de los SSE (Elsawah et al., 2020; Jahel et al., 2023; Mallampalli et al., 2016); *d)* ampliar el alcance de los conocimientos generados mediante la realización de nuevos estudios en países y regiones que no han sido suficientemente analizados (McGinnis y Ostrom, 2014); *e)* fomentar la colaboración internacional y la participación de diversos actores con el objeto de abordar de manera más efectiva los desafíos socioecológicos de alcance global (Holzer et al., 2018); *f)* impulsar la adopción de perspectivas inter y transdisciplinarias que permitan incorporar los conocimientos de los diferentes actores involucrados (Folke, 2016; Merçon et al., 2018); y *g)* fomentar la reflexión crítica y la exploración profunda de las implicaciones socioeconómicas y políticas, incluidas las regulaciones asociadas al discurso de la sostenibilidad y su influencia sobre las trayectorias de los SSE (Ávila Foucat et al., 2020; Newton y Freyfogle, 2005).

Conclusiones

Este trabajo ofrece una revisión sistemática de la literatura sobre las TSSE a través del análisis de casos de estudio provenientes de todo el mundo. Al respecto, se confirman las siguientes hipótesis: *i)* existen pocas definiciones del término de TSSE; *ii)* los estudios sobre la formalización y la operacionalización del término están sesgados hacia una comprensión parcial de los SSE; y *iii)* predominan los estudios multi e interdisciplinarios. El principal aporte de este trabajo consiste en ofrecer una revisión crítica de las definiciones existentes y en proponer una conceptualización general de las TSSE, incorporando sus dimensiones temporales y espaciales, los enfoques teóricos y meto-

dológicos aplicados, así como la tipología de categorías identificadas: *adaptación, cambio y desarrollo*.

El estudio reconoce los importantes desafíos de investigación existentes, entre ellos el desarrollo y la aplicación de metodologías comprensivas y mixtas que integren tanto un enfoque inter como transdisciplinario, así como el análisis de las trayectorias de los sistemas socioecológicos desde perspectivas multiescalares, multitemporales y multiactorales. Mejorar la comprensión de las dinámicas complejas que caracterizan a las TSSE constituye un paso fundamental para enriquecer los procesos de ordenamiento territorial y toma de decisiones, así como para ampliar la capacidad de respuesta frente a los desafíos esenciales en la construcción de resiliencia territorial, sostenibilidad y equidad socioecológica.

Agradecimientos

A José Pablo Salas por su apoyo en la preparación de las Figuras 3, 4, 5, 7, 8 y 9, y a Bárbara Espinosa en la construcción gráfica inicial. Un agradecimiento especial a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca de Estancia Sabática Nacional, 2024-000006-01NACV-00016, y a los revisores del manuscrito.

Referencias

- Abson, D. J., Fischer, J., Leventon, J., Newig, J., Schomerus, T., Vilsmaier, U., von Wehrden, H., Abernethy, P., Ives, C. D., Jager, N. W. y Lang, D. J. (2016). Leverage points for sustainability transformation. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 46(1), 30-39. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0800-y>
- Arias-Arevalo, P., Martín-López, B. y Gómez-Baggethun, E. (2017). Exploring intrinsic, instrumental, and relational values for sustainable management of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 22(4). <https://www.jstor.org/stable/26799016>
- Arlinghaus, R., Riepe, C., Theis, S., Pagel, T. y Fujitani, M. (2022). Dysfunctional information feedbacks cause the emergence of management panaceas in social-ecological systems: The case of fish stocking in inland recreational fisheries. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 38, 100475. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100475>
- Asase, A., Mzumara, T. I., Owino, J., Peterson, A. T. y Saupe, E. E. (2021). Replacing “parachute science” with “global science” in ecology and conservation biology. *Conservation Science and Practice*, 4(5). <https://doi.org/10.1111/csp2.517>
- Ávila Foucat, V. S., Torres Freyermuth, A., Esqueda Lara, K., Medellín Mayoral, G., Salgado Nieto, U., González Quintero, C., Ramírez León, A. y Reyna Fabián, M. (2020). Trayectoria de los socioecosistemas costeros. En V. S. Ávila Foucat e I. Espejel (coords.), *Resiliencia de socioecosistemas costeros* (pp. 134-167). UNAM.

- Balvanera, P., Pérez-Harguindeguy, N., Perevochtchikova, M., Lateralra, P., Cáceres, D. y Langle-Flores, A. (2020). Ecosystem services research in Latin America 2.0: Expanding collaboration across countries, disciplines, and sectors. *Ecosystem Services*, 42, 101086. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101086>
- Bassett, T. J. y Fogelman, C. (2013). Déjà vu or something new? The adaptation concept in the climate-change literature. *Geoforum*, 48, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.010>
- Berkes, F. y Folke, C. (eds.). (1998). *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press.
- Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (eds.). (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Binder, C. R., Hinkel, J., Bots, P. W. G. y Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Booth, A., Papaioannou, D. y Sutton, A. (2012). *Systematic approaches to a successful literature review*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/235930866>
- Bostrom, N. (2013). Existential risk prevention as global priority. *Global Policy*, 4(1), 15-31. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12002>
- Brown, K. (2015). *Resilience, development and global change*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203498095>
- Chan, K. M. A., Boyd, D. R., Gould, R. K., Jetzkowitz, J., Liu, J., Muraca, B., Naidoo, R., Olmsted, P., Satterfield, T., Selomane, O., Singh, G. G., Sumaila, R., Ngo, H. T., Boedhihartono, A. K., Agard, J., Aguiar, A. P. D., Armenteras, D., Balint, L., Barrington-Leigh, C. y Brondizio, E. S. (2020). Levers and leverage points for pathways to sustainability. *People and Nature*, 2(3), 693-717. <https://doi.org/10.1002/pan3.10124>
- Chen, S., Chen, H., Yang, R. y Ye, Y. (2023). Linking social-ecological management and ecosystem service bundles: Lessons from a peri-urban agriculture landscape. *Land Use Policy*, 131, 106697. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106697>
- Ciegis, R., Ramanauskienė, J. y Martinkus, B. (2009). The concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios. *Engineering Economics*, 62(2), 28-37. <https://inze.ktu.lt/index.php/EE/article/view/11609>
- Codina, L. (2018). *Revisión bibliográfica sistematizada: procedimientos generales y framework para ciencias humanas y sociales*. [Máster en Comunicación Social, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona]. <https://repositori.upf.edu/items/224872e9-6f79-4666-8ad9-07aad198aa97>
- Colding, J. y Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. *Ecology and Society*, 24(1). <https://doi.org/10.5751/ES-10598-240102>
- Cradock-Henry, N. A., Blackett, P., Connolly, J., Frame, B., Teixeira, E., Johnstone, P. y Wreford, A. (2021). Principles and process for developing participatory adaptation

- pathways in the primary industries. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 9(1). <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00175>
- Cumming, G. S. (2011). Spatial resilience: Integrating landscape ecology, resilience, and sustainability. *Landscape Ecology*, 26(7), 899-909. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9623-1>
- Debonne, N., Bürgi, M., Diogo, V., Helfenstein, J., Herzog, F., Levers, C., Mohr, F., Swart, R. y Verburg, P. H. (2022). The geography of megatendencies affecting European agriculture. *Global Environmental Change*, 75, 102551. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102551>
- De Herde, V., Segers, Y., Maréchal, K. y Baret, P. (2022). Lock-ins to transition pathways anchored in contextualized cooperative dynamics: Insights from the historical trajectories of the Walloon dairy cooperatives. *Journal of Rural Studies*, 94, 161-176. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.04.003>
- De Vos, A., Biggs, R. y Preiser, R. (2019). Methods for understanding social-ecological systems: A review of place-based studies. *Ecology and Society*, 24(4). <https://doi.org/10.5751/ES-11236-240416>
- Duval, G. (2015). Las fronteras móviles de las disciplinas. En A. Argueta y G. Peimbert (coords.), *La ruptura de las fronteras imaginarias o de la multi a la transdisciplina* (pp. 28-40). UNAM / Siglo X.
- Elsawah, S., Hamilton, S. H., Jakeman, A. J., Rothman, D. S., Schweizer, V., Trutnevyte, E., Carlsen, H., Drakes, C., Frame, B., Fu, B., Guivarch, C., Haasnoot, M., Kemp-Benedict, E., Kok, K., Kosow, H., Ryan, M. J. y Van Delden, H. (2020). Scenario processes for socio-environmental systems analysis of futures: A review of recent efforts and a salient research agenda for supporting decision making. *Science of the Total Environment*, 729, 138393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138393>
- Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Lee, H. y Hole, D. G. (2020). Limited use of transformative adaptation in response to social-ecological shifts driven by climate change. *Ecology and Society*, 25(1). <https://doi.org/10.5751/ES-11381-250125>
- Fischer, J. y Riechers, M. (2019). A leverage-points perspective on sustainability. *People and Nature*, 1(1), 115-120. <https://doi.org/10.1002/pan3.13>
- Fischer-Kowalski, M. y Rotmans, J. (2009). Conceptualizing, observing, and influencing social-ecological transitions. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.5751/ES-02857-140203>
- Folke, C. (2016). Resilience [reedición]. *Ecology and Society*, 21(4), 44. <https://doi.org/10.5751/ES-09088-210444>
- Ford, J. D., McDowell, G., Shirley, J., Pitre, M., Siewierski, R., Gough, W. A., Duerden, F., Pearce, T., Adams, P. y Statham, S. (2013). The dynamic multiscale nature of climate-change vulnerability: An Inuit harvesting example. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(5), 1193-1211. <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.776880>

- Gaube, V., Kaiser, C., Wildenberg, M., Adensam, H., Fleissner, P., Köbler, J., Lutz, J., Schaumberger, A., Schaumberger, J., Smetschka, B., Wolf, A., Richter, A. y Haberl, H. (2009). Combining agent-based and stock-flow modelling approaches in a participative analysis of the integrated land system in Reichraming, Austria. *Landscape Ecology*, 24(9), 1149-1165. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9356-6>
- Gómez-Santiz, F., Perevochtchikova, M. y Ezzine-De-Blas, D. (2021). Behind the scenes: Scientific networks driving the operationalization of the social-ecological system framework. *Science of the Total Environment*, 787, 147473. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147473>
- González-Quintero, C. y Ávila-Foucat, V. S. (2019). Operationalization and measurement of social-ecological resilience: A systematic review. *Sustainability*, 11(21), 6073. <https://doi.org/10.3390/su11216073>
- Görg, C., Brand, U., Haberl, H., Hummel, D., Jahn, T. y Liehr, S. (2017). Challenges for social-ecological transformations: Contributions from social and political ecology. *Sustainability*, 9(7), 1045. <https://doi.org/10.3390/su9071045>
- Grant, M. J. y Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Haelewaters, D., Hofmann, T. A. y Romero-Olivares, A. L. (2021). Ten simple rules for Global North researchers to stop perpetuating helicopter research in the Global South. *PLOS Computational Biology*, 17(8), e1009277. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009277>
- Hazlett, M. A., Henderson, K., Zeitzer, I. F. y Drew, J. A. (2020). The geography of publishing in the Anthropocene. *Conservation Science and Practice*, 2(10). <https://doi.org/10.1111/csp2.270>
- Herrero-Jáuregui, C., Arnaiz-Schmitz, C., Reyes, M. F., Telesnicki, M. C., Agramonte, I., Easdale, M. H., Schmitz, M. F., Aguiar, M. R., Gómez-Sal, A. y Montes, C. (2018). What do we talk about when we talk about social-ecological systems? A literature review. *Sustainability*, 10(8), 2950. <https://doi.org/10.3390/su10082950>
- Higgins, J. P. T., Lasserson, T., Chandler, J., Tovey, D., Thomas, J., Flemyng, E. y Churchill, R. (2019). *Methodological expectations of Cochrane intervention reviews*. Cochrane. <https://community.cochrane.org/mecir-manual>
- Holzer, J. M., Carmon, N. y Orenstein, D. E. (2018). A methodology for evaluating transdisciplinary research on coupled socio-ecological systems. *Ecological Indicators*, 85, 808-819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.074>
- Jahel, C., Bourgeois, R., Bourgoïn, J., Daré, W., De Lattre-Gasquet, M., Delay, E., Dumas, P., Page, C. L., Piraux, M. y Prudhomme, R. (2023). The future of social-ecological systems at the crossroads of quantitative and qualitative methods. *Technological Forecasting and Social Change*, 193, 122624. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122624>

- Júnior, W. S. F., Nascimento, A. J. D., Ramos, M. A., De Medeiros, P. M., Soldati, G. T., Santoro, F. R., Reyes-García, V. y Albuquerque, U. P. (2015). Resilience and adaptation in social-ecological systems (pp. 105-119). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19917-78>
- Karpouzoglou, T., Dewulf, A., Perez, K., Gurung, P., Regmi, S., Isaeva, A., Foggin, J. M., Bastiaensen, J., Van Hecken, G., Zulkafli, Z., Mao, F., Clark, J., Hannah, D. M., Chapagain, P. S., Buytaert, W. y Cieslik, K. (2020). From present to future development pathways in fragile mountain landscapes. *Environmental Science & Policy*, *114*, 606-613. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.016>
- Krekelberg, B. y Lappe, M. (1999). Temporal recruitment along the trajectory of moving objects and the perception of position. *Vision Research*, *39*(16), 2669-2679. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(98\)00287-9](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(98)00287-9)
- Kuhlman, T. y Farrington, J. (2010). What is sustainability? *Sustainability*, *2*(11), 3436-3448. <https://doi.org/10.3390/su2113436>
- Lamarque, P., Artaux, A., Barnaud, C., Dobremez, L., Nettier, B. y Lavorel, S. (2013). Taking into account farmers' decision making to map fine-scale land-management adaptation to climate and socio-economic scenarios. *Landscape and Urban Planning*, *119*, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.07.012>
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M. y Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, *7*(supl. 1), 25-43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Leenhardt, P., Teneva, L., Kininmonth, S., Darling, E. S., Cooley, S. R. y Claudet, J. (2015). Challenges, insights and perspectives associated with using social-ecological science for marine conservation. *Ocean & Coastal Management*, *115*, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.018>
- Maas, B., Toomey, A. y Loyola, R. (2019). Exploring and expanding the spaces between research and implementation in conservation science. *Biological Conservation*, *240*, 108290. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108290>
- Mallampalli, V., Mavrommati, G., Thompson, J. R., Duveneck, M. J., Meyer, S. R., Ligmann-Zielinska, A., Druschke, C. G., Hychka, K. C., Kenney, M. A., Kok, K. y Borsuk, M. E. (2016). Methods for translating narrative scenarios into quantitative assessments of land-use change. *Environmental Modelling & Software*, *82*, 7-20. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.04.011>
- McGinnis, M. D. y Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, *19*(2). <https://doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- Meerow, S., Newell, J. P. y Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, *147*, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

- Merçon, J., Ayala-Orozco, B. y Rosell, J. A. (2018). *Experiencias de colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad*. Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/327043190>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P. G. y Stewart, L. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Montoya, F. G., Alcayde, A., Baños, R. y Manzano-Agugliaro, F. (2018). A fast method for identifying worldwide scientific collaborations using the Scopus database. *Teleomatics and Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.10.010>
- Nayak, P. K. (2014). The Chilika Lagoon social-ecological system: An historical analysis. *Ecology and Society*, 19(1). <https://doi.org/10.5751/ES-05978-190101>
- Newton, J. L. y Freyfogle, E. T. (2005). Sustainability: A dissent. *Conservation Biology*, 19(1), 23-32. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.5381.x>
- O'Brien, K. (2012). Global environmental change II: From adaptation to deliberate transformation. *Progress in Human Geography*, 36(5), 667-676.
- Ocampo-Ariza, C., Toledo-Hernández, M., Librán-Embid, F., Armenteras, D., Vansynghel, J., Raveloaritiana, E., Arimond, I., Ángulo-Rubiano, A., Tschardtke, T., Ramírez-Castañeda, V., Wurz, A., Marcacci, G., Anders, M., Urbina-Cardona, J. N., De Vos, A., Devy, S., Westphal, C., Toomey, A., Sheherazade y Maas, B. (2023). *Perspectives in Ecology and Conservation*, 21(1), 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.01.002>
- Odeny, B. y Bosurgi, R. (2022). Time to end parachute science. *PLOS Medicine*, 19(9), e1004099. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004099>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Palomo, I., Locatelli, B., Otero, I., Colloff, M. J., Crouzat, E., Cuni-Sanchez, A., Gómez-Baggethun, E., González-García, A. C., Grêt-Regamey, A., Jiménez-Aceituno, A., Martín-López, B., Pascual, U., Zafra-Calvo, N., Bruley, E., Fischborn, M., Metz, R. y Lavelle, S. (2021). Assessing nature-based solutions for transformative change. *One Earth*, 4(5), 730-741. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.013>
- Partelow, S. (2018). A review of the social-ecological systems framework: Applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society*, 23(4). <https://doi.org/10.5751/ES-10594-230436>
- Perevochtchikova, M., Gómez-Santiz, F. y Galeana Pizaña, M. (eds.). (2024). *¿Qué vemos y no sabemos? Trayectorias socioecológicas a nivel de cuenca en periferia urbana: nueva mirada al suelo de conservación de la Ciudad de México*. El Colegio de México / CentroGeo.
- Perevochtchikova, M., Almeida Leñero, L. O., Flores-Díaz, A. C., González, R. y Luque

- Argaz, D. (2022). ¿Qué sabemos del monitoreo participativo en México? Propuesta conceptual desde la perspectiva socio-ecosistémica y revisión sistemática de literatura científica. *Revista Gestión y Política Pública*, 31(2), 123-174. <https://www.gestionypoliticapublica.cide.edu/ojsaide/index.php/gypp/article/view/1259>
- Perevochtchikova, M., Castro-Díaz, R., Langle-Flores, A. y Von Thaden, J. (2021). A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America, 2000–2020. *Ecosystem Services*, 49, 101270. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101270>
- Perevochtchikova, M., De La Mora, G., Hernandez, J., Marín, W., Langle-Flores, A., Bueno, A. R. y Negrete, I. A. R. (2019). Systematic review of integrated studies on functional and thematic ecosystem services in Latin America, 1992–2017. *Ecosystem Services*, 36, 100900. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100900>
- Pullin, A. S. y Stewart, G. (2006). Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. *Conservation Biology*, 20(6), 1647-1656. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00485.x>
- Riechers, M., Brunner, B., Dajka, J., Duse, I. A., Lübker, H. M., Manlosa, A. O., Sala, J. E., Schaal, T. y Weidlich, S. (2021). Leverage points for addressing marine and coastal pollution: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112263. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112263>
- Schipper, E. L. F. (2006). Conceptual history of adaptation in the UNFCCC process. *Review of European Community and International Environmental Law*, 15(1), 82-92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9388.2006.00501.x>
- Schlüter, M., McAllister, R. R. J., Arlinghaus, R., Bunnefeld, N., Eisenack, K., Hölker, F., Milner-Gulland, E. J., Müller, B., Nicholson, E., Quaas, M. y Stöven, M. (2012). New horizons for managing the environment: A review of coupled social-ecological systems modeling. *Natural Resource Modeling*, 25(1), 219-272. <https://doi.org/10.1111/j.1939-7445.2011.00108>
- Scoones, I. (2016). The politics of sustainability and development. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(1), 293-319. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-090039>
- Sievers-Glotzbach, S. y Tschersich, J. (2019). Overcoming the process-structure divide in conceptions of social-ecological transformation. *Ecological Economics*, 164, 106361. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106361>
- Stefanoudis, P. V., Licuanan, W. Y., Morrison, T. H., Talma, S., Veitayaki, J. y Woodall, L. C. (2021). Turning the tide of parachute science. *Current Biology*, 31(4), R184-R185. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.029>
- Stirling, A. (2015). Emancipating transformation: From controlling “the transition” to culturing plural radical progress. En I. Scoones, M. Leach y P. Newell (eds.), *The politics of green transformations: Pathways to sustainability*. Routledge.
- Stockholm Environmental Institute & Collaboration for Environmental Evidence.

- (2017). *The systematic review and map methodology course*. SEI. <https://systematicreviewmethods.github.io/dec.html>
- Toman, M. A. (2010). The difficulty in defining sustainability. En *The RFF reader in environmental and resource policy* (pp. 267-272). <https://doi.org/10.4324/9781936331642-54>
- Varis, O., Taka, M. y Kummu, M. (2019). The planet's stressed river basins: Too much pressure or too little adaptive capacity? *Earth's Future*, 7(10), 1118-1135. <https://doi.org/10.1029/2019EF001239>
- Virapongse, A., Brooks, S. K., Metcalf, E. C., Zedalis, M., Gosz, J. R., Kliskey, A. y Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178, 83-91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.02.028>
- Visser, M., van Eck, N. J. y Waltman, L. (2020). Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic. *Quantitative Science Studies*, 2(1). <https://direct.mit.edu/qss/article/2/1/20/97574/Large-scale-comparison-of-bibliographic-data>

Anexos

Anexo 1

Lista de los 143 artículos incluidos en la base de datos final para la revisión sistemática de la literatura

-
- Acebes, P., Iglesias-González, Z. y Muñoz-Gálvez, F. J. (2021). Do traditional livestock systems fit into contemporary landscapes? Integrating social perceptions and values on landscape change. *Agriculture*, 11(11), 1107. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111107>
- Aggarwal, R. M. y Haglund, L. (2019). Advancing water sustainability in megacities: Comparative study of São Paulo and Delhi using a social-ecological system framework. *Sustainability*, 11(19), 5314. <https://doi.org/10.3390/su11195314>
- Aguilar, C. H. M., Altoveros, N. C., Borrromeo, T. H., Dayo, M. H. F. y Koohafkan, P. (2020). Traditional rice-based agroecosystem in Kiangang, Ifugao, Philippines: Drivers of change, resilience, and potential trajectories. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1813861>
- Aho, K., Parsons, S. B., Arjona Castro, A. A. y Lohse, K. A. (2022). Mapping socio-ecological systems in Idaho: Spatial patterns and analytical considerations. *Ecosphere*, 13(10), e4242. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4242>
- Allan, P. y Plant, R. (2022). Hacking: Field notes for adaptive urban planning in uncertain times. *Planning Practice & Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/02697459.2022.2054566>
- Allington, G. R. H., Li, W. y Brown, D. G. (2017). Urbanization and environmental policy effects on the future availability of grazing resources on the Mongolian Plateau: Modeling socio-environmental system dynamics. *Environmental Science & Policy*, 68, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.11.005>
- Anderies, J. M., Ryan, P. y Walker, B. H. (2006). Loss of resilience, crisis, and institutional change: Lessons from an intensive agricultural system in southeastern Australia. *Ecosystems*, 9(6), 865-878. <https://doi.org/10.1007/s10021-006-0017-1>

- Andrade, G. I., Sánchez Franco, L. y Delgado, J. (2012). Socio-ecological barriers to adaptive management of Lake Fuquene, Colombia. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 7(3), 251-260. <https://doi.org/10.2495/DNE-V7-N3-251-260>
- Angelstam, P., Asplund, B., Bastian, O., Engelmark, O., Fedoriak, M., Grunewald, K., Ibsch, P. L., Lindvall, P., Manton, M., Nilsson, M., Nilsson, S., Roberntz, P., Shkaruba, A., Skoog, P., Soloviy, I., Svoboda, M., Teplyakov, V. K., Tivell, A., Westholm, E. y Zhuk, A. (2022). Tradition as asset or burden for transitions from forests as cropping systems to multifunctional forest landscapes: Sweden as a case study. *Forest Ecology and Management*, 505, 119895. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119895>
- Aravindakshan, S., Krupnik, T. J., Groot, J. C. J., Speelman, E. N., Amjath-Babu, T. S. y Tittonell, P. (2020). Multi-level socioecological drivers of agrarian change: Longitudinal evidence from mixed rice-livestock-aquaculture farming systems of Bangladesh. *Agricultural Systems*, 177, 102695. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102695>
- Armstrong McKay, D. I., Dearing, J. A., Dyke, J. G., Poppy, G. M. y Firbank, L. G. (2019). To what extent has sustainable intensification in England been achieved? *Science of the Total Environment*, 648, 1560-1569. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.207>
- Aslan, C. E., Brunson, M. W., Sikes, B. A., Epanchin-Niell, R. S., Veloz, S., Theobald, D. M. y Dickson, B. G. (2021). Coupled ecological and management connectivity across administrative boundaries in undeveloped landscapes. *Ecosphere*, 12(1), e3329. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3329>
- Aslan, C. E., Veloz, S., Epanchin-Niell, R. S., Brunson, M. W. y Sikes, B. A. (2022). Integrating social and ecological predictors to understand variation within ecosystems: A case study of the Great Smoky Mountains National Park PACE. *Natural Areas Journal*, 42(4), 254-267. <https://doi.org/10.3375/22-12>
- Bannister, W., McGowan, S., Santos-Borja, A. C., Quak, J., Fong, L. S., Mendoza, M., Papa, R. D. S. y Taylor, D. (2019). Potential anthropogenic regime shifts in three freshwater lakes in tropical East Asia. *Freshwater Biology*, 64(4), 708-722. <https://doi.org/10.1111/fwb.13256>
- Bergeret, A. y Lavorel, S. (2022). Stakeholder visions for trajectories of adaptation to climate change in the Drôme catchment (French Alps). *Regional Environmental Change*, 22(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01876-5>
- Bruley, E., Locatelli, B., Vendel, F., Bergeret, A., Elleaume, N., Grosinger, J. y Lavorel, S. (2021). Historical reconfigurations of a social-ecological system adapting to economic, policy and climate changes in the French Alps. *Regional Environmental Change*, 21(2), 38. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01760-8>
- Bueno, N. y Basurto, X. (2009). Resilience and collapse of artisanal fisheries: A system dynamics analysis of a shellfish fishery in the Gulf of California, Mexico. *Sustainability Science*, 4(2), 139-149. <https://doi.org/10.1007/s11625-009-0087-z>
- Bull, J. W., Strange, N., Smith, R. J. y Gordon, A. (2020). Reconciling multiple counterfactuals when evaluating biodiversity conservation impact in social-ecological systems. *Conservation Biology*, 34(5), 1150-1162. <https://doi.org/10.1111/cobi.13570>
- Burkhard, B. y Gee, K. (2012). Establishing the resilience of a coastal-marine social-ecological system to the installation of offshore wind farms. *Ecology and Society*, 17(4), 32. <https://doi.org/10.5751/ES-05207-170432>
- Busilacchi, S., Butler, J. R. A., Rochester, W. A. y Posu, J. (2018). Drivers of illegal livelihoods in remote transboundary regions: The case of the Trans-Fly region of Papua New Guinea. *Ecology and Society*, 23(1), 46. <https://doi.org/10.5751/ES-09817-230146>
- Cao, Y., Li, G., Cao, Y., Wang, J., Fang, X., Zhou, L. y Liu, Y. (2020). Distinct types of restructuring scenarios for rural settlements in a heterogeneous rural landscape: Application of a clustering approach and ecological niche modeling. *Habitat International*, 104, 102248. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102248>
- Carmack, E., McLaughlin, F., Whiteman, G. y Homer-Dixon, T. (2012). Detecting and coping with disruptive shocks in Arctic marine systems: A resilience approach to place and people. *AMBIO*, 41(1), 56-65. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0225-6>

- Carpenter, S. R., Booth, E. G., Gillon, S., Kucharik, C. J., Loheide, S. P., Mase, A. S., Motew, M., Qiu, J., Rissman, A. R., Seifert, J., Soyly, M. E., Turner, M. G. y Wardropper, C. B. (2015). Plausible futures of a social-ecological system: Yahara watershed, Wisconsin, USA. *Ecology and Society*, 20(2), 10. <https://doi.org/10.5751/ES-07433-200210>
- Carrie, R., Stringer, L. C., Thi, L., Nguyen Hong Quang, D. V. T., Hackney, C., Pham Thu Nga, P. T. N. y Quinn, C. H. (2022). Social differences in spatial perspectives about local benefits from rehabilitated mangroves: Insights from Vietnam. *Ecosystems and People*, 18(1), 378-396. <https://doi.org/10.1080/26395916.2022.2083237>
- Caswell, B. A., Klein, E. S., Alleway, H. K., Ball, J. E., Botero, J., Cardinale, M., Eero, M., Engelhard, G. H., Fortibuoni, T., Giraldo, A., Hentati-Sundberg, J., Jones, P., Kittinger, J. N., Krause, G., Lajus, D. L., Lajus, J., Lau, S. C. Y., Lescrauwaet, A., MacKenzie, B. R. y McKenzie, M. (2020). Something old, something new: Historical perspectives provide lessons for blue growth agendas. *Fish and Fisheries*, 21(4), 774-796. <https://doi.org/10.1111/faf.12460>
- Challéat, S., Lapostolle, D. y Milian, J. (2018). The night-time environment in French mountain areas: A resource and a transition operator towards sustainability. *Journal of Alpine Research / Revue de Géographie Alpine*, 106(1). <https://doi.org/10.4000/rga.3947>
- Chapman, A. D., Darby, S. E., Hông, H. M., Tompkins, E. L. y Van, T. P. D. (2016). Adaptation and development trade-offs: Fluvial sediment deposition and the sustainability of rice-cropping in An Giang Province, Mekong Delta. *Climatic Change*, 137(3-4), 593-608. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1684-3>
- Charnley, S., Spies, T. A., Barros, A. M. G., White, E. M. y Olsen, K. A. (2017). Diversity in forest management to reduce wildfire losses: Implications for resilience. *Ecology and Society*, 22(1), 22. <https://doi.org/10.5751/ES-08753-220122>
- Chen, J., John, R., Sun, G., Fan, P., Henebry, G. M., Fernández-Giménez, M. E., Zhang, Y., Park, H., Tian, L., Groisman, P., Ouyang, Z., Allington, G., Wu, J., Shao, C., Amarjargal, A., Dong, G., Gutman, G., Huettmann, F., Laforzezza, R. y Crank, C. (2018). Prospects for the sustainability of social-ecological systems on the Mongolian Plateau: Five critical issues. *Environmental Research Letters*, 13(12), 123004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf27b>
- Chuang, W.-C., Eason, T., Garmestani, A. y Roberts, C. (2019). Impact of Hurricane Katrina on the coastal systems of southern Louisiana. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 68. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00068>
- Contosta, A. R., Casson, N. J., Garlick, S., Nelson, S. J., Ayres, M. P., Burakowski, E. A., Campbell, J., Creed, I., Eimers, C., Evans, C., Fernandez, I., Fuss, C., Huntington, T., Patel, K., Sanders-DeMott, R., Son, K., Templer, P. y Thornbrugh, C. (2019). Northern forest winters have lost cold, snowy conditions that are important for ecosystems and human communities. *Ecological Applications*, 29(7), e01974. <https://doi.org/10.1002/eap.1974>
- Cooper, G. S. y Dearing, J. A. (2019). Modelling future safe and just operating spaces in regional social-ecological systems. *Science of the Total Environment*, 651, 2105-2117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.118>
- Cosme, M., Bernardoff, O., Hély, C., Tiberi, C., Parat, F., Gautier, S., Treydte, A., Colombo, G., Ceppi, S., Pommereau, F. y Gaucherel, C. (2023). Risk assessment and recovery trajectories of a social-ecological system with a discrete-event model after a volcanic eruption. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103741. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103741>
- Crabtree, S. A., Kahn, J. G., Jackson, R., Wood, S. A., McKechnie, I., Verhagen, P., Earnshaw, J., Kirch, P. V., Dunne, J. A. y Dugmore, A. J. (2023). Why are sustainable practices often elusive? The role of information flow in the management of networked human-environment interactions. *Global Environmental Change*, 78, 102597. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102597>
- Cradock-Henry, N. A., Blackett, P., Connolly, J., Frame, B., Teixeira, E., Johnstone, P. y Wreford, A. (2021). Principles and process for developing participatory adaptation pathways in the primary industries. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 9(1), 00175. <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00175>

- De Herde, V., Segers, Y., Maréchal, K. y Baret, P. (2022). Lock-ins to transition pathways anchored in contextualized cooperative dynamics: Insights from the historical trajectories of the Walloon dairy cooperatives. *Journal of Rural Studies*, 94, 161-176. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.04.003>
- De Moraes, A. R., Seixas, C. S., Farinaci, J. S. y Vieira, S. A. (2022). Do local ao regional: Um panorama da ação coletiva em prol de serviços ecossistêmicos no Vale do Paraíba paulista. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 60, e78132. <https://doi.org/10.5380/dma.v60i0.78132>
- De Moraes, A. R., Farinaci, J. S., Prado, D. S., De Araujo, L. G., Dias, A. C. E., Ummus, R. E. y Seixas, C. S. (2023). What comes after crises? Key elements and insights into feedback amplifying community self-organization. *Ecology and Society*, 28(1), 7. <https://doi.org/10.5751/ES-13773-280107>
- Debonne, N., Bürgi, M., Diogo, V., Helfenstein, J., Herzog, F., Levers, C., Mohr, F., Swart, R. y Verburg, P. (2022). The geography of megatrends affecting European agriculture. *Global Environmental Change*, 75, 102551. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102551>
- Delgado-Serrano, M. y Semerena, R. (2018). Gender and cross-scale differences in the perception of social-ecological systems. *Sustainability*, 10(9), 2983. <https://doi.org/10.3390/su10092983>
- Derolez, V., Mongrue, R., Rey-Valette, H. y Lautrédou-Audouy, N. (2023). Trajectory of a coastal social-ecological system: Analyzing co-evolution and regime shifts in the Thau Lagoon (Mediterranean Sea, France), 1970-2018. *Regional Environmental Change*, 23(2), 26. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02061-y>
- Desjardins, S. P. A., Friesen, T. M. y Jordan, P. D. (2020). Looking back while moving forward: How past responses to climate change can inform future adaptation and mitigation strategies in the Arctic. *Quaternary International*, 549, 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.05.043>
- Dinis, I. y Simões, O. (2021). Resilience in retrospective: The trajectory of agro-pastoral systems in the Centro Region of Portugal. *Sustainability*, 13(9), 5089. <https://doi.org/10.3390/su13095089>
- Dobbie, S., Schreckenber, K., Dyke, J. G., Schaafsma, M. y Balbi, S. (2018). Agent-based modelling to assess community food security and sustainable livelihoods. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(1), 11. <https://doi.org/10.18564/jasss.3639>
- Easdale, M. H., Michel, C. L. y Perri, D. (2022). Biocultural heritage of transhumant territories. *Agriculture and Human Values*. <https://doi.org/10.1007/s10460-022-10361-y>
- Elleaume, N., Lachello, R., Blanchet, C., Giguët-Covex, C., Etienne, D., Pérès, C., Didier, J., Moscatelli, L., Mansion, L., Sabatier, P., Judet, P., Lavorel, S., Arnaud, F., Poulénard, J. y Messenger, E. (2022). Interdisciplinary insights into a 500-year trajectory of an alpine socio-ecological system in Montaimont, France. *Regional Environmental Change*, 22(2), 25. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01902-6>
- Epstein, K., Wood, D. J. A., Roemer, K., Currey, B., Duff, H., Gay, J. D., Goemann, H. M., Loewen, S., Milligan, M. C., Wendt, J. A. F., Brookshire, E. N. J., Maxwell, B. D., McNew, L., McWethy, D. B., Stoy, P. C. y Haggerty, J. H. (2021). Toward an urgent yet deliberate conservation strategy: Sustaining social-ecological systems in rangelands of the Northern Great Plains, Montana. *Ecology and Society*, 26(1), 10. <https://doi.org/10.5751/ES-12141-260110>
- Essén, M. y Lambin, E. F. (2023). Agent-based simulation of land use governance (ABSOLUG) in tropical commodity frontiers. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 26(1), 11. <https://doi.org/10.18564/jasss.4951>
- Fazey, I., Pettorelli, N., Kenter, J., Wagatora, D. y Schuett, D. (2011). Maladaptive trajectories of change in Makira, Solomon Islands. *Global Environmental Change*, 21(4), 1275-1289. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.07.006>
- Feiner, Z. S., Shultz, A. D., Sass, G. G., Trudeau, A., Mitro, M. G., Dassow, C. J., Latzka, A. W., Isermann, D. A., Maitland, B. M., Homola, J. J., Embke, H. S. y Preul, M. (2022). Resist-accept-direct (RAD) considerations for climate change adaptation in fisheries: The Wisconsin Experience. *Fisheries Management and Ecology*, 29(4), 346-363. <https://doi.org/10.1111/fme.12549>
- Felipe-Lucia, M. R., de Frutos, Á. y Comín, F. A. (2022). Modelling landscape management scenarios for equitable and sustainable futures in rural areas based on ecosystem services. *Ecosystems and People*, 18(1), 76-94. <https://doi.org/10.1080/26395916.2021.2021288>

- Ford, J. D., McDowell, G., Shirley, J., Pitre, M., Siewierski, R., Gough, W., Duerden, F., Pearce, T., Adams, P. y Statham, S. (2013). The dynamic multiscale nature of climate change vulnerability: An Inuit harvesting example. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(5), 1193-1211. <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.776880>
- Fountain, J. y Cradock-Henry, N. A. (2020). Recovery, risk and resilience: Post-disaster tourism experiences in Kaikōura, New Zealand. *Tourism Management Perspectives*, 35, 100695. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100695>
- Frawley, T. H., Muhling, B. A., Brodie, S., Fisher, M. C., Tommasi, D., Le Fol, G., Hazen, E. L., Stohs, S. S., Finkbeiner, E. M. y Jacox, M. G. (2020). Changes to the structure and function of an albacore fishery reveal shifting social-ecological realities for Pacific Northwest fishermen. *Fish and Fisheries*, 22(2), 280-297. <https://doi.org/10.1111/faf.12519>
- Gaube, V., Kaiser, C., Wildenberg, M., Adensam, H., Fleissner, P., Kobler, J., Lutz, J., Schaumberger, A., Schaumberger, J., Smetschka, B., Wolf, A., Richter, A. y Haberl, H. (2009). Combining agent-based and stock-flow modelling approaches in a participative analysis of the integrated land system in Reichraming, Austria. *Landscape Ecology*, 24(9), 1149-1165. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9356-6>
- Giovas, C. M. (2021). Sustainable Indigenous fishing in the pre-contact Caribbean: Evidence and critical considerations from Carriacou, Grenada. *Sustainability*, 13(16), 9152. <https://doi.org/10.3390/su13169152>
- Gotham, K. F. y Campanella, R. (2011). Coupled vulnerability and resilience: The dynamics of cross-scale interactions in post-Katrina New Orleans. *Ecology and Society*, 16(3), 12. <https://doi.org/10.5751/ES-04292-160312>
- Gunderson, L., Cosens, B. A., Chaffin, B. C., Arnold, C. A., Fremier, A. K., Garmestani, A. S., Craig, R. K., Gosnell, H., Birge, H. E., Allen, C. R., Benson, M. H., Morrison, R. R., Stone, M. C., Hamm, J. A., Nemec, K., Schlager, E. y Llewellyn, D. (2017). Regime shifts and panarchies in regional scale social-ecological water systems. *Ecology and Society*, 22(1), 31. <https://doi.org/10.5751/ES-08879-220131>
- Hahn, T. (2011). Self-organized governance networks for ecosystem management: Who is accountable? *Ecology and Society*, 16(2), 18. <https://doi.org/10.5751/ES-04043-160218>
- Hahn, T., Olsson, P., Folke, C. y Johansson, K. (2006). Trust-building, knowledge generation and organizational innovations: The role of a bridging organization for adaptive comanagement of a wetland landscape around Kristianstad, Sweden. *Human Ecology*, 34(4), 573-592. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9035-z>
- Hansen, W. D. (2014). Generalizable principles for ecosystem stewardship-based management of social-ecological systems: Lessons learned from Alaska. *Ecology and Society*, 19(4), 13. <https://doi.org/10.5751/ES-06907-190413>
- Hanspach, J., Hartel, T., Milcu, A. I., Mikulcak, F., Dorresteijn, I., Loos, J., von Wehrden, H., Kuemmerle, T., Abson, D., Kovács-Hostyánszki, A., Báldi, A. y Fischer, J. (2014). A holistic approach to studying social-ecological systems and its application to southern Transylvania. *Ecology and Society*, 19(4), 32. <https://doi.org/10.5751/ES-06915-190432>
- Hartel, T., Réti, O., Craioveanu, C., Gallé, R., Popa, R., Ioniță, A., Demeter, L., Rákossy, L. y Czúcz, B. (2016). Rural social-ecological systems navigating institutional transitions: Case study from Transylvania (Romania). *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(2), e01206. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1206>
- Hashemi, S. M., Bagheri, A. y Marshall, N. (2015). Toward sustainable adaptation to future climate change: Insights from vulnerability and resilience approaches analyzing agrarian system of Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9721-3>
- Herbst, D. F., Gerhardinger, L. C. y Hanazaki, N. (2020). Linking user-perception diversity on ecosystem services to the inception of coastal governance regime transformation. *Frontiers in Marine Science*, 7, 83. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00083>
- Iglesias, V., Vannière, B. y Jouffroy-Bapicot, I. (2019). Emergence and evolution of anthropogenic landscapes in the western Mediterranean and adjacent Atlantic regions. *Fire*, 2(4), 53. <https://doi.org/10.3390/fire2040053>

- Imbrenda, V., Coluzzi, R., Di Stefano, V., Egidi, G., Salvati, L., Samela, C., Simoniello, T. y Lanfredi, M. (2022). Modeling spatio-temporal divergence in land vulnerability to desertification with local regressions. *Sustainability*, 14(17), 10906. <https://doi.org/10.3390/su141710906>
- Ingalls, M. L., Kohout, A. y Stedman, R. C. (2019). When places collide: Power, conflict and meaning at Malheur. *Sustainability Science*, 14(3), 625-638. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00689-6>
- loris, A. A. R. (2016). Place-making at the frontier of Brazilian agribusiness. *GeoJournal*, 83(1), 61-72. <https://doi.org/10.1007/s10708-016-9754-7>
- Jiren, T. S., Hanspach, J., Schultner, J., Fischer, J., Bergsten, A., Senbeta, F., Hylander, K. y Dorresteyn, I. (2020). Reconciling food security and biodiversity conservation: Participatory scenario planning in southwestern Ethiopia. *Ecology and Society*, 25(3), 24. <https://doi.org/10.5751/ES-11681-250324>
- Karpouzoglou, T., Dewulf, A., Perez, K., Gurung, P., Regmi, S., Isaeva, A., Foggin, J. M., Bastiaensen, J., Van Hecken, G., Zulkafli, Z., Mao, F., Clark, J., Hannah, D. M., Chapagain, P. S., Buytaert, W. y Cieslik, K. (2020). From present to future development pathways in fragile mountain landscapes. *Environmental Science & Policy*, 114, 606-613. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.016>
- Lamarque, P., Artaux, A., Barnaud, C., Dobremez, L., Nettié, B. y Lavorel, S. (2013). Taking into account farmers' decision making to map fine-scale land management adaptation to climate and socio-economic scenarios. *Landscape and Urban Planning*, 119, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.07.012>
- Lazurko, A., Schweizer, V. y Armitage, D. (2023). Exploring "big picture" scenarios for resilience in social-ecological systems: Transdisciplinary cross-impact balances modeling in the Red River Basin. *Sustainability Science*, 18(4), 1773-1794. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01308-1>
- Léopold, M., Thébaud, O. y Charles, A. (2019). The dynamics of institutional innovation: Crafting co-management in small-scale fisheries through action research. *Journal of Environmental Management*, 237, 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.112>
- Lichtenberg, S., Huber-Sannwald, E., Reyes-Agüero, J. A., Anhuf, D. y Nehren, U. (2022). Pau-brasil and string instrument bows telecouple nature, art, and heritage. *Ecology and Society*, 27(1), 32. <https://doi.org/10.5751/ES-13047-270132>
- Luat-Hu'eu, K. K., Winter, K. B., Vaughan, M. B., Barca, N. y Price, M. R. (2021). Understanding the co-evolutionary relationships between Indigenous cultures and non-native species can inform more effective approaches to conservation: The example of pigs (pua'a; *Sus scrofa*) in Hawai'i. *Pacific Conservation Biology*, 27(4), 442-454. <https://doi.org/10.1071/PC20086>
- Lübker, H. M., Abson, D. J. y Riechers, M. (2021). Discourses for deep transformation: Perceptions of economic growth in two rural communities in Lower Saxony, Germany. *Sustainability Science*, 17(1), 93-108. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01039-1>
- Mao, Z., Centanni, J., Pommereau, F., Stokes, A. y Gaucherel, C. (2021). Maintaining biodiversity promotes the multifunctionality of social-ecological systems: Holistic modelling of a mountain system. *Ecosystem Services*, 47, 101220. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101220>
- Marinaro, S., Sacchi, L. y Gasparri, N. I. (2022). From whom and for what? Deforestation in Dry Chaco from local-urban inhabitants' perception. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20(2), 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.12.003>
- Marshall, G. R. y Alexandra, J. (2016). Institutional path dependence and environmental water recovery in Australia's Murray-Darling Basin. *Water Alternatives*, 9(3), 679-703. <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol9/v9issue3/323-A9-3-16/file>
- McKay, P. A., Schmitt Olabisi, L. y Vogt, C. A. (2019). Assessing improvements in socio-ecological system governance using mixed methods and the quality governance framework and its diagnostic capacity tool. *Environment Systems and Decisions*, 40(1), 41-66. <https://doi.org/10.1007/s10669-019-09744-0>
- Mellado, M., Blanco-Wells, G., Nahuelhual, L. y Saavedra, G. (2019). Livelihood trajectories in the Chilean Patagonian region: An ethnographic approach to coastal and marine socioecological change. *Regional Environmental Change*, 19(1), 205-217. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1398-3>

- Mitchell, M., Lockwood, M., Moore, S. A. y Clement, S. (2015). Scenario analysis for biodiversity conservation: A social-ecological system approach in the Australian Alps. *Journal of Environmental Management*, 150, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.013>
- Monk, C. T., Barbier, M., Romanczuk, P., Watson, J. R., Alós, J., Nakayama, S., Rubenstein, D. I., Levin, S. A. y Arlinghaus, R. (2018). How ecology shapes exploitation: A framework to predict the behavioural response of human and animal foragers along exploration-exploitation trade-offs. *Ecology Letters*, 21(6), 779-793. <https://doi.org/10.1111/ele.12949>
- Moojen, F. G., Ryschawy, J., dos Santos, D. T., Barth Neto, A., Vieira, P. C., Portella, E. y de Faccio Carvalho, P. C. (2022). The farm coaching experience to support the transition to integrated crop–livestock systems: From gaming to action. *Agricultural Systems*, 196, 103339. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103339>
- Moore, J. P., Yalden, S., Gadd, J. B. y Semadeni-Davies, A. (2017). Evaluation of a new method for assessing resilience in urban aquatic social-ecological systems. *Ecology and Society*, 22(4), 15. <https://doi.org/10.5751/ES-09727-220415>
- Morzillo, A. T., Colocousis, C. R., Munroe, D. K., Bell, K. P., Martinuzzi, S., Van Berkel, D. B., Lechowicz, M. J., Rayfield, B. y McGill, B. (2015). “Communities in the middle”: Interactions between drivers of change and place-based characteristics in rural forest-based communities. *Journal of Rural Studies*, 42, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.09.007>
- Mtati, N., Weaver, M., Mtintsilana, Z. y Scherman, P.-A. (2022). Engaging society and building participatory governance in a rural landscape restoration context. *Anthropocene*, 37, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2022.100320>
- Murphy, J. T. (2012). Exploring complexity with the Hohokam Water Management Simulation: A middle way for archaeological modeling. *Ecological Modelling*, 241, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.12.026>
- Nayak, P. K. (2014). The Chilika Lagoon social-ecological system: An historical analysis. *Ecology and Society*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.5751/ES-05978-190101>
- Nelson, J. M. (2020). Of farms and forests: Farm-level land-use decisions, socio-environmental systems, and regional development in Brazil's Atlantic Rainforest. *Environmental Sociology*, 6(3), 322-341. <https://doi.org/10.1080/23251042.2020.1759187>
- Olsson, P., Folke, C. y Hahn, T. (2004). Social-ecological transformation for ecosystem management: The development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. *Ecology and Society*, 9(4), 2. <https://doi.org/10.5751/ES-00683-090402>
- Ornatsmüller, C., Verburg, P. H. y Heinemann, A. (2016). Scenarios of land system change in the Lao PDR: Transitions in response to alternative demands on goods and services provided by the land. *Applied Geography*, 75, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.07.010>
- Osuka, K., Rosendo, S., Riddell, M., Huet, J., Daide, M., Chauque, E. y Samoilys, M. (2020). Applying a social-ecological systems approach to understanding local marine management trajectories in Northern Mozambique. *Sustainability*, 12(9), 3904. <https://doi.org/10.3390/su12093904>
- Pacheco-Romero, M., Kuemmerle, T., Levers, C., Alcaraz-Segura, D. y Cabello, J. (2021). Integrating inductive and deductive analysis to identify and characterize archetypical social-ecological systems and their changes. *Landscape and Urban Planning*, 215, 104199. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104199>
- Palomo, I., Locatelli, B., Otero, I., Colloff, M., Crouzat, E., Cuni-Sanchez, A., Gómez-Baggethun, E., González-García, A., Grêt-Regamey, A., Jiménez-Aceituno, A., Martín-López, B., Pascual, U., Zafra-Calvo, N., Bruley, E., Fischborn, M., Metz, R. y Lavorel, S. (2021). Assessing nature-based solutions for transformative change. *One Earth*, 4(5), 730-741. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.013>
- Pandey, A., Pradhan, N., Chaudhari, S. Y. y Ghate, R. (2017). Withering of traditional institutions? An institutional analysis of the decline of migratory pastoralism in the rangelands of the Kailash Sacred Landscape, western Himalayas. *Environmental Sociology*, 3(1), 87-100. <https://doi.org/10.1080/23251042.2016.1272179>

- Pastick, N. J., Jorgenson, M. T., Goetz, S. J., Jones, B. M., Wylie, B. K., Minsley, B. J., Genet, H., Knight, J. F., Swanson, D. K. y Jorgenson, J. C. (2018). Spatiotemporal remote sensing of ecosystem change and causation across Alaska. *Global Change Biology*, 25(3), 1171-1189. <https://doi.org/10.1111/gcb.14279>
- Qiu, J., Carpenter, S. R., Booth, E. G., Motew, M., Zipper, S. C., Kucharik, C. J., Loheide II, S. P. y Turner, M. G. (2018). Understanding relationships among ecosystem services across spatial scales and over time. *Environmental Research Letters*, 13(5), 054020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabb87>
- Quintas-Soriano, C., Brandt, J. S., Baxter, C. V., Bennett, E. M., Requena-Mullor, J. M. y Arjona Castro, A. A. (2021). A framework for assessing coupling and de-coupling trajectories in river social-ecological systems. *Sustainability Science*, 17(1), 121-134. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01048-0>
- Rammer, W. y Seidl, R. (2015). Coupling human and natural systems: Simulating adaptive management agents in dynamically changing forest landscapes. *Global Environmental Change*, 35, 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.10.003>
- Rana, P. y Miller, D. C. (2019). Explaining long-term outcome trajectories in social-ecological systems. *PLOS ONE*, 14(4), e0215230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215230>
- Rawluk, A. y Curtis, A. (2016). Reconciling contradictory narratives of landscape change using the adaptive cycle: A case study from southeastern Australia. *Ecology and Society*, 21(1), 17. <https://doi.org/10.5751/ES-08245-210117>
- Renaud, F. G., Le, T. T. H., Lindener, C., Guong, V. T. y Sebesvari, Z. (2014). Resilience and shifts in agro-ecosystems facing increasing sea-level rise and salinity intrusion in Ben Tre Province, Mekong Delta. *Climatic Change*, 133(1), 69-84. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1113-4>
- Ribeiro, G. de J. L. y Vieira, I. C. G. (2021). Historical trajectory and resilience in an agro-extractive settlement project in the Lower Tocantins River, Pará, Brazil. *Sustainability in Debate*, 12(2), 108-143. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v12n2.2021.34091>
- Riechers, M., Balázsi, Á., Betz, L., Jiren, T. S. y Fischer, J. (2020). The erosion of relational values resulting from landscape simplification. *Landscape Ecology*, 35(11), 2601-2612. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01012-w>
- Riggs, R. A., Langston, J. D. y Sayer, J. (2018). Incorporating governance into forest transition frameworks to understand and influence Cambodia's forest landscapes. *Forest Policy and Economics*, 96, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.08.003>
- Roberts, N., Cassis, M., Doonan, O. P., Eastwood, W. J., Elton, H., Haldon, J., Izdebski, A. y Newhard, J. (2018). Not the end of the world? Post-Classical decline and recovery in rural Anatolia. *Human Ecology*, 46(3), 305-322. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-9973-2>
- Rueff, C., Choisis, J.-P., Balent, G. y Gibon, A. (2012). A preliminary assessment of the local diversity of family farms change trajectories since 1950 in a Pyrenees Mountains area. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36(5), 564-590. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.672547>
- Sallu, S. M., Twyman, C. y Stringer, L. C. (2010). Resilient or vulnerable livelihoods? Assessing livelihood dynamics and trajectories in rural Botswana. *Ecology and Society*, 15(4), 3. <https://doi.org/10.5751/ES-03505-150403>
- Santoro, C. M., Capriles, J. M., Gayo, E. M., de Porrás, M. E., Maldonado, A., Standen, V. G., Latorre, C., Castro, V., Angelo, D., McRostie, V., Uribe, M., Valenzuela, D., Ugalde, P. C. y Marquet, P. A. (2017). Continuities and discontinuities in the socio-environmental systems of the Atacama Desert during the last 13,000 years. *Journal of Anthropological Archaeology*, 46, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.08.006>
- Scemama, P., Regnier, E., Blanchard, F. y Thébaud, O. (2022). Ecosystem services assessment for the conservation of mangroves in French Guiana using fuzzy cognitive mapping. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 769182. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.769182>
- Sen, S. y Homechaudhuri, S. (2017). Population characteristics and trends in artisanal fishery of *Scylla serrata* (Forsskål, 1775) in Indian Sundarban: Implications on future managements. *Ocean & Coastal Management*, 143, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.08.021>

- Shackleton, R. T., Angelstam, P., van der Waal, B. y Elbakidze, M. (2017). Progress made in managing and valuing ecosystem services: A horizon scan of gaps in research, management and governance. *Ecosystem Services*, 27, 232-241. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.020>
- Sinclair, K., Rawluk, A., Kumar, S. y Curtis, A. (2017). Ways forward for resilience thinking: Lessons from the field for those exploring social-ecological systems in agriculture and natural resource management. *Ecology and Society*, 22(4), 21. <https://doi.org/10.5751/ES-09705-220421>
- Solórzano, A., Brasil-Machado, A. y Ribeiro de Oliveira, R. (2021). Land use and social-ecological legacies of Rio de Janeiro's Atlantic urban forests: From charcoal production to novel ecosystems. *Royal Society Open Science*, 8(6), 201855. <https://doi.org/10.1098/rsos.201855>
- Spicer, E. A., Swaffield, S. y Moore, K. (2019). A landscape and landscape biography approach to assessing the consequences of an environmental policy implementation. *Landscape Research*, 44(7), 829-842. <https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1669147>
- Steenberg, J. W., Robinson, P. J. y Duinker, P. N. (2018). A spatio-temporal analysis of the relationship between housing renovation, socioeconomic status, and urban forest ecosystems. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46(6), 1115-1131. <https://doi.org/10.1177/2399808317752927>
- Swinea, S. H. y Fodrie, F. J. (2021). Gulf fisheries supported resilience in the decade following unparalleled oiling. *Ecosphere*, 12(11), e03801. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3801>
- Tàbara, J. D., Lieu, J., Zaman, R., Ismail, C. y Takama, T. (2021). On the discovery and enactment of positive socio-ecological tipping points: Insights from energy systems interventions in Bangladesh and Indonesia. *Sustainability Science*, 17(2), 565-571. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01050-6>
- Ther-Ríos, F., Salinas-Vilches, P., Gajardo-Gálvez, G., Bugueño, Z., Gajardo Cortés, C., Ceballos-Cardona, M., Valderrama, J. A., Cursach, J. A. y Hidalgo, C. (2020). Territorial complexity in fishermen's coves of Chiloé (Chile): Contributions for coastal management. *Estudios Atacameños*, 67, 29-53. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0035>
- Travaille, K. L., Lindley, J., Kendrick, G. A., Crowder, L. B. y Clifton, J. (2019). The market for sustainable seafood drives transformative change in fishery social-ecological systems. *Global Environmental Change*, 57, 101919. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.003>
- Uden, D., Allen, C., Munoz-Arriola, F., Ou, G. y Shank, N. (2018). A framework for tracing social-ecological trajectories and traps in intensive agricultural landscapes. *Sustainability*, 10(5), 1646. <https://doi.org/10.3390/su10051646>
- Uyttewaal, K., Prat-Guitart, N., Ludwig, F., Kroeze, C. y Langer, E. R. (2023). Territories in transition: How social contexts influence wildland fire adaptive capacity in rural northwestern European Mediterranean areas. *Fire Ecology*, 19(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s42408-023-00168-5>
- Van Bommel, S., Blackmore, C., Foster, N. y de Vries, J. (2016). Performing and orchestrating governance learning for systemic transformation in practice for climate change adaptation. *Outlook on Agriculture*, 45(4), 231-237. <https://doi.org/10.1177/0030727016675692>
- Van Brakel, M. L., Nahiduzzaman, M., Haque, A. B. M. M., Mustafa, M. G., Rahman, M. J. y Wahab, M. A. (2018). Reimagining large-scale open-water fisheries governance through adaptive comanagement in hilsa shad sanctuaries. *Ecology and Society*, 23(1), 26. <https://doi.org/10.5751/ES-09917-230126>
- Van Staveren, M. F. y van Tatenhove, J. P. M. (2016). Hydraulic engineering in the social-ecological delta: Understanding the interplay between social, ecological, and technological systems in the Dutch delta by means of "delta trajectories." *Ecology and Society*, 21(1), 8. <https://doi.org/10.5751/ES-08168-210108>
- Vang Rasmussen, L. y Reenberg, A. (2012). Collapse and recovery in Sahelian agro-pastoral systems: Rethinking trajectories of change. *Ecology and Society*, 17(1), 14. <https://doi.org/10.5751/ES-04614-170114>
- Vermeulen-Miltz, E., Clifford-Holmes, J. K., Scharler, U. M. y Lombard, A. T. (2023). A system dynamics model to support marine spatial planning in Algoa Bay, South Africa. *Environmental Modelling & Software*, 160, 105601. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2022.105601>

- Viglia, S., Matthews, K. B., Miller, D. G., Wardell-Johnson, D., Rivington, M. y Ulgiati, S. (2017). The social metabolism of Scotland: An environmental perspective. *Energy Policy*, 100, 304-313. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.058>
- Villasante, S., Gianelli, I., Castrejón, M., Nahuelhual, L., Ortega, L., Sumaila, U. R. y Defeo, O. (2022). Social-ecological shifts, traps and collapses in small-scale fisheries: Envisioning a way forward to transformative changes. *Marine Policy*, 136, 104933. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104933>
- Von Thungen, J., Martin, E. y Lanari, M. R. (2021). Controversies and common ground in wild and domestic fine fiber production in Argentina. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 550821. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.550821>
- Walsh, M. E., O'Neill, S., Prentiss, A. M., Willerslev, R., Riede, F. y Jordan, P. (2023). Ideas with histories: Traditional knowledge evolves. *Arctic*, 76(1), 26-47. <https://doi.org/10.14430/arctic76991>
- Westphal, L. M., Sturtevant, B. R., Reese, G. C., Quigley, K. M., Crabtree, J., Bengston, D. N., Fleischman, F. y Plisinski, J. (2023). Preparing for an uncertain future: Merging the strategic foresight toolkit with landscape modeling in northeast Minnesota's forests. *Landscape and Urban Planning*, 237, 104798. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104798>
- Williams, S. (2021). "I fish because I am a fisher": Exploring livelihood and fishing practices to justify claims for access to small-scale fisheries resources in South Africa. *HTS Teologiese Studies / Theological Studies*, 77(3), a6585. <https://doi.org/10.4102/hts.v77i3.6585>
- Zagaria, C., Schulp, C. J. E., Kizos, T., Gounaridis, D. y Verburg, P. H. (2017). Cultural landscapes and behavioral transformations: An agent-based model for the simulation and discussion of alternative landscape futures in East Lesvos, Greece. *Land Use Policy*, 65, 26-44. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.03.022>
- Zagaria, C., Schulp, C. J. E., Zavalloni, M., Viaggi, D. y Verburg, P. H. (2021). Modelling transformational adaptation to climate change among crop farming systems in Romagna, Italy. *Agricultural Systems*, 188, 103024. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103024>
- Zank, S., Araújo, L. G. y Hanazaki, N. (2019). Resilience and adaptability of traditional healthcare systems: A case study of communities in two regions of Brazil. *Ecology and Society*, 24(1), 13. <https://doi.org/10.5751/ES-10701-240113>
- Zank, S., Washington, C., Hanazaki, N., Kujawska, M., Ladio, A. H., Lucilene, M., Blanco, G. D. y Aguinaldo, R. (2022). Local ecological knowledge and resilience of ethnomedical systems in a changing world – South American perspectives. *Environmental Science & Policy*, 135, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.04.018>
- Zhang, K., Dearing, J. A., Dawson, T. P., Dong, X., Yang, X. y Zhang, W. (2015). Poverty alleviation strategies in eastern China lead to critical ecological dynamics. *Science of the Total Environment*, 506-507, 164-181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.096>
- Zhang, K., Yang, X., Xu, M., Lin, Q., Kattel, G. y Shen, J. (2018). Confronting challenges of managing degraded lake ecosystems in the Anthropocene, exemplified from the Yangtze River Basin in China. *Anthropocene*, 24, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2018.11.001>
- Zhang, Q., Tao, S., Walsh, S. J., Chen, X., Bilsborrow, R. E., An, L. y Song, C. (2022). Agent-based modeling of the effects of conservation policies on social-ecological feedbacks between cropland abandonment and labor migration. *Landscape Ecology*, 37(2), 415-435. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01575-w>
- Zurlini, G., Riitters, K. H., Zaccarelli, N. y Petrosillo, I. (2006). Patterns of disturbance at multiple scales in real and simulated landscapes. *Landscape Ecology*, 22(5), 705-721. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9055-5>

Anexo 2

Variables y códigos utilizados para la revisión sistemática de la literatura

<i>Grupos de variables</i>	<i>Variables</i>	<i>Códigos</i>
Descripción de los artículos	Año de publicación	Año.
	Título de la fuente	Nombre de la revista.
	Afiliaciones	País de afiliación de los autores.
Contexto de los casos de estudio	Lugares de estudio	Determinación del autor.
	País del caso de estudio	Nombre del país.
	Unidad de escala espacial	Admin = Límites administrativos (municipio, ciudad, país); Bioregion = Biorregión; Región = Región con problemática específica; Cuenca = Cuencas (incluidos ríos, lagos, deltas, costas).
	Clasificación de la escala espacial	Loc = Local; Reg = Regional; Nat = Nacional; Sev = Varios países; Glob = Global; Multi = Multiescala.
	Escala temporal del estudio	Periodo, año-año.
Descripción del sistema socioecológico	Ecosistemas	Art = Ártico; Coast = Costero; Dry = Tierras áridas; Glac = glaciares; Gras = Pastizales; For = Bosque; Fresh = Agua dulce (río, laguna, lago); Mar = Marino; Mon = Montaña; Pamp = Pampa; Wet = Humedales (incluido Mang = Manglar); Var = Varios.
	Servicios ecosistémicos funcionales	Pro = Provisión; Reg = Regulación; Sop = Soporte; Cult = Cultural.
	Servicios ecosistémicos temáticos	Carb = Carbono (incluida la captura de carbono y el carbón vegetal); Bio = Biodiversidad (incluida la biodiversidad forestal); Hydro = Hidrológicos (incluido el suministro de agua y las inundaciones); Resource = Recursos (incluidos los alimentos, la energía y la madera); Land = Paisaje (incluidos el suelo, el esquí y el ocio); Var = Varios.
	Tipo de actores involucrados	Acad = Académico; Pub = Política pública; Priv = Privado; Com = Comunidades (incluida la población local y los habitantes locales); Org = Organizaciones (incluidas las sociedades civiles, las ONG, etc.).
	Sistema socioecológico	Acua = Acuático (incluida la acuicultura, el riego, los puertos y el transporte marítimo); Agr = Agrícola; Af = Agroforestal; Fore = Silvicultura; Fish = Pesca; Hunt = Caza (incluida la recolección); Infra = Infraestructura; Past = Pastoral (incluida la ganadería y los pastizales); Tour = Turismo; Urb = Urbano; Var = Varios; Cons = Conservación, áreas naturales protegidas.
	Contexto urbano	Urb = Urbano; Periurb = Periurbano; Rur = Rural; Terr = Urbano, periurbano, rural.
	Problemas identificados	Autodeterminación, cinco palabras, codificadas en relación con las categorías encontradas (Anexo 3).

(continúa)

Annex 2 (concluye)

Grupos de variables	Variables	Códigos
	Factores internos	Env = Ambiental; Soc = Social; Econ = Económico; Pol = Político; Tech = Tecnológico.
	¿Cuáles son?	Determinación del autor, cinco palabras.
	Factores externos	Env = Ambiental; Soc = Social; Econ = Económico; Pol = Político; Tech = Tecnológico.
	¿Cuáles son?	Determinación del autor, cinco palabras.
	Tendencias de las trayectorias de SSE	Adap = Trayectoria de adaptación; Chan = Trayectoria de cambio; Dev = Trayectoria de desarrollo, etc.
Enfoque teórico	Definición del concepto "trayectoria del SSE"	Definición del autor, diez palabras.
	Teorías y conceptos aplicados	Determinación del autor, cinco palabras, codificadas en relación con las categorías encontradas (Anexo 4a).
	Utilidad del estudio	Acad = Académico; Soc = Acción social (incluida la comunidad); PP = Política pública, etc.).
Metodología	Subsistemas de SSE analizados	Act = Acción; Ecol = Ecológico; Impulsores = Impulsores; ES = Servicios ecosistémicos; Out = Resultados; Soc = Social.
	Perspectiva temporal de la trayectoria SSE	Retro = Retrospectiva; Pros = Prospectiva; Cross = Transversal; Retropros = Retroprospectiva.
	Enfoque metodológico	Cuantitativo = Cuantitativo; Cual = Cualitativo; Mix = Mixto.
	Métodos o técnicas de recopilación de datos	Doc = Documental; Excav = Excavación; Field = Datos de campo (incluidos recorridos transversales); Focal = Grupos focales (incluidos talleres); Game = Juego; Interv = Entrevistas (incluida la historia oral); Map = Mapas; Monit = Seguimiento; Surv = Encuestas.
	¿Qué se está monitoreando?	Birds = Aves; Clim = Clima; Crab = Cangrejos; Fish = Peces; Plant = Plantas; Sed = Sedimentos; Water = Agua; Moll = Moluscos; Soil = Suelo.
	¿El monitoreo es participativo?	Sí / No.
	Métodos de análisis de datos	Determinación del autor, cinco palabras, codificadas en relación con las categorías encontradas (Anexo 4b).
	Métodos o técnicas de análisis de datos	Spat = Análisis espacial (incluida la teledetección y los SIG); Disc = Análisis del discurso; Text = Análisis de textos (incluido Atlas.ti, análisis narrativo, etc.); Model = Modelización (incluida la dinámica de sistemas, etc.); Stat = Análisis estadístico (incluido el análisis probabilístico); Agent = Basado en agentes; Net = Análisis de redes; Arch = Arqueológico.
	Perspectiva metodológica	Multi=Multidisciplinar; Inter=Interdisciplinar; Trans=Transdisciplinar.

Fuente: Elaboración propia con base en:

- Ávila Foucat, V. S., Torres Freyermuth, A., Esqueda Lara, K., Medellín Mayoral, G., Salgado Nieto, U., González Quintero, C., Ramírez León, A. y Reyna Fabián, M. (2020). Trayectoria de los socioecosistemas costeros. En V. S. Ávila Foucat e I. Espejel (coords.), *Resiliencia de socioecosistemas costeros* (pp. 134-167). UNAM.
- De Vos, A., Biggs, R. y Preiser, R. (2019). Methods for understanding social-ecological systems: A review of place-based studies. *Ecology and Society*, 24(4), art. 16. <https://doi.org/10.5751/ES-11236-240416>
- Duval, G. (2015). Las fronteras móviles de las disciplinas. En A. Argueta y G. Peimbert (coords.), *La ruptura de las fronteras imaginarias o de la multi a la transdisciplina* (pp. 28-40).

- Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Lee, H. y Hole, D. G. (2020). Limited use of transformative adaptation in response to social-ecological shifts driven by climate change. *Ecology and Society*, 25(1), art. 25. <https://doi.org/10.5751/ES-11381-250125>
- Fischer-Kowalski, M. y Rotmans, J. (2009). Conceptualizing, observing, and influencing social-ecological transitions. *Ecology and Society*, 14(2), art. 3. <https://doi.org/10.5751/ES-02857-140203>
- García-Frapolli, E. y Toledo, V. M. (2008). Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos*, 21(56), 103-116. <http://scielo.unam.mx/pdf/argu/v21n56/v21n56a6.pdf>
- Gomez-Santiz, F., Perevochtchikova, M. y Ezzine-De-Blas, D. (2021). Behind the scenes: Scientific networks driving the operationalization of the social-ecological system framework. *Science of the Total Environment*, 787, 147473. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147473>
- González-Quintero, C. y Ávila-Foucat, V. S. (2019). Operationalization and measurement of social-ecological resilience: A systematic review. *Sustainability*, 11(21), 6073. <https://doi.org/10.3390/su11216073>
- Herrero-Jáuregui, C., Arnaiz-Schmitz, C., Reyes, M. F., Telesnicki, M. C., Agramonte, I., Easdale, M. H., Schmitz, M. F., Aguiar, M. R., Gómez-Sal, A. y Montes, C. (2018). What do we talk about when we talk about social-ecological systems? A literature review. *Sustainability*, 10(8), 2950. <https://doi.org/10.3390/su10082950>
- Holzer, J. M., Carmon, N. y Orenstein, D. E. (2018). A methodology for evaluating transdisciplinary research on coupled socio-ecological systems. *Ecological Indicators*, 85, 808-819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.074>
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M. y Thomas, C. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(1), 25-43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Leach, M., Scoones, I. y Stirling, A. (2010). Dynamic sustainabilities: Technology, environment, social justice. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21(5). <https://doi.org/10.1108/MEQ.2010.08321EAE.002>
- Max-Neef, M. (2016). Los cimientos de la transdisciplinariedad. En C. Delgado y S. Rist (coords.), *Ciencias, diálogo de saberes y transdisciplinariedad: Aportes teórico-metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo*. Universidad Mayor de San Simón.
- Ortega, U. T., Mastrangelo, M. E., Torrez, V. D., Piaz, A. G., Vallejos, C. M., Saenz, J. E., Gallego, F., Franquesa, S. M., Calzada, P. L., Espinosa, M. N., Fiestas, F. J., Gil, M. L. R., González, E. Z., Luna, S. B. M., Martínez, P. C. M., Ochoa, O., Pérez, V. L., Sala, J. E., Sánchez, R. I., Weeks, M., ... Maass, M. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación Ambiental*, 6(2), 123-136.
- Palomo, I., Locatelli, B., Otero, I., Colloff, M. J., Crouzat, E., Cuni-Sanchez, A., Gómez-Baggethun, E., González-García, A. C., Grêt-Regamey, A., Jiménez-Aceituno, A., Martín-López, B., Pascual, U., Zafra-Calvo, N., Bruley, E., Fischborn, M., Metz, R. y Lavorel, S. (2021). Assessing nature-based solutions for transformative change. *One Earth*, 4(5), 730-741. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.013>
- Perevochtchikova, M., Almeida Leñero, L. O., Flores-Díaz, A. C., González, R. y Luque Argaz, D. (2022). ¿Qué sabemos del monitoreo participativo en México? Propuesta conceptual desde la perspectiva socio-ecosistémica y revisión sistemática de literatura científica. *Revista Gestión y Política Pública*, 31(2), 123-174. <https://doi.org/10.29265/gypp.v31i2.1259>
- Perevochtchikova, M., Castro-Díaz, R., Langle-Flores, A. y Von Thaden, J. (2021). A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America, 2000-2020. *Ecosystem Services*, 49, 101270. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101270>
- Perevochtchikova, M., De La Mora, G., Hernandez, J., Marín, W., Langle-Flores, A., Bueno, A. R. y Negrete, I. A. R. (2019). Systematic review of integrated studies on functional and thematic ecosystem services in Latin America, 1992-2017. *Ecosystem Services*, 36, 100900. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100900>
- Riechers, M., Brunner, B., Dajka, J., Duse, I. A., Lübker, H. M., Manlosa, A. O., Sala, J. E., Schaal, T. y Weidlich, S. (2021c). Leverage points for addressing marine and coastal pollution: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112263. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112263>
- Varis, O., Taka, M. y Kummu, M. (2019). The planet's stressed river basins: Too much pressure or too little adaptive capacity? *Earth's Future*, 7(10), 1118-1135. <https://doi.org/10.1029/2019EF001239>

Anexo 3

Frecuencia de palabras en las publicaciones revisadas para la construcción del diagrama de nube de palabras

<i>Palabra</i>	<i>Total</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>
sistema	487	sistemas	278	sistema	209			
cambio	346	cambio	236	cambios	101	cambiados	9	
socioecológico	237		237					
trayectoria	217	trayectorias	145	trayectoria	72			
gestión	199	gestión	199					
ecosistema	186	ecosistema	142	ecosistemas	44			
uso	166	uso	75	usado	36	usando	55	
paisaje	161	paisaje	120	paisajes	41			
social	145	social	145					
desarrollo	138	desarrollo	95	desarrollos	2	desarrollar	13	desarrollados 28
resiliencia	137	resiliencia	137					
enfoque	128	enfoque	87	acercamiento	2	enfoques	39	
sostenibilidad	126	sostenibilidad	69	sostenible	57			
bosque	125	bosque	102	bosques	20	silvicultura	3	
adaptativo	122	adaptación	12	adaptabilidad	12	adaptativo	86	adaptarse 12
gobernanza	122	gobernanza	122					
estudio	121	estudio	85	estudios	36			
ecológico	116	ecológicos	116					
región	116	región	45	regiones	28	regional	43	
futuro	109	futuro	92	futuros	17			
servicios	107	servicios	92	servicio	15			
pesca	99	pesquerías	63	pesca	36			
ambiente	99	medio ambiente	28	medioambiental	71			
dinámico	98	dinámica	70	dinámico	24	dinámico	4	
análisis	98	análisis	62	analizado	14	analizar	11	analizando 11
comunidad	97	comunidades	55	comunidad	42			
clima	90	clima	88	climas	2			
recurso	90	recursos	56	recursos	34			
humano	89	humanos	83	humanos	5	humanidad	1	
escenarios	86	escenarios	54	escenario	32			
diferente	82	diferente	82					
política	80	política	54	políticas	26			
agrícola	79	agricultura	18	agrícola	61			
proceso	77	procesos	41	proceso	36			
modelo	77	modelo	57	modelos	20			
conductor	76	conductor	8	conductores	68			
natural	74	natural	74					
rural	72	rural	72					
impactos	71	impactos	37	impacto	34			
nivel	69	niveles	30	nivel	39			
complejo	67	complejo	48	complejidad	19			
socioecológico	65	socioecológico	65					
proporcionar	65	proporcionar	25	proporciona	15	proporcionando	12	proporcionado 13
escala	63	escala	63					
agua	61	agua	60	aguas	1			
nuevo	61	nuevo	61					
medios de	61	medios de vida	33	medios de	28			
subsistencia				subsistencia				
cultural	59	cultural	54	cultura	5			
marco	57	marco	50	marcos	7			
áreas	57	áreas	37	área	20			

(continúa)

Anexo 3
(continúa)

<i>Palabra</i>	<i>Total</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>
conocimiento	56	conocimiento	56				
resultados	56	resultados	49	resultado	7		
investigación	55	investigación	55				
potencial	53	potencial	53				
espacial	52	espacial	52				
transformación	52	transformación	39	transformaciones	13		
estrategia	52	estrategias	42	estrategia	10		
cambios	52	cambios	34	turno	18		
conservación	51	conservación	51				
clave	50	clave	50				
modelado	50	modelado	27	modelismo	23		
resultados	49	resultados	49				
interacción	49	interacciones	42	interacción	7		
decisión	49	decisión	32	decisiones	17		
tradicional	49	tradicional	43	tradiciones	5	tradición	1
explorar	47	explorar	31	explora	3	explorado	7
método	47	métodos	33	método	14	explorando	6
histórico	46	histórico	46				
retos	46	retos	33	desafío	9	desafiado	4
económico	45	económico	44	economía	1		
transición	45	transición	32	transiciones	13		
contexto	45	contexto	32	contextos	13		
urbano	44	urbano	44				
costero	44	costa	5	costero	39		
institucional	43	institucional	43				
influencia	43	influencia	21	influenciado	10	influencias	10
biodiversidad	42	biodiversidad	42				
vulnerabilidad	42	vulnerabilidad	42				
régimen	42	régimen	33	régimen	9		
condiciones	41	condiciones	41				
identificar	41	identificar	41				
relaciones	41	relaciones	31	relación	10		
partes	41	partes	27	partes	14		
interesadas		interesadas		interesadas			
agricultura	40	agricultura	40				
práctica	40	prácticas	30	prácticas	10		
agricultores	39	agricultores	39				
múltiples	39	múltiples	39				
vía	39	vías	31	vía	8		
apoyo	39	apoyo	27	apoyos	3	apoyado	5
acciones	38	acciones	22	acción	16	que admite	4
efectos	37	efectos	31	efecto	6		
organización	39	organización	19	organizaciones	11	organizada	5
participativo	36	participativo	27	participación	6	organizar	2
integrado	36	integrados	25	participar	2	participando	1
alimento	35	alimentos	35	integrar	4	integrando	5
relacionado	35	asociado	35				
producción	35	producción	35				
actores	35	actores	32	actor	3		
años	35	años	27	años	8		
de riesgo	35	riesgo	24	riesgos	11		
valores	35	valores	24	valor	11		

(continúa)

Anexo 3

(concluye)

<i>Palabra</i>	<i>Total</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>	<i>Otros</i>
perspectiva	35	perspectivas	20	perspectiva	15	
personas	34	personas	34			
marina	34	marina	34			
evaluación	32	evaluación	23	evaluaciones	9	
actividades	31	actividades	22	actividad	9	
calidad	30	calidad	30			
componentes	30	componentes	25	componente	5	
intervención	30	intervenciones	20	intervención	10	
gobierno	30	gobierno	18	gubernamental	7	gobiernos 5
significativo	29	significativo	29			
incendio	29	incendio	26	incendios	3	
factores	28	factores	25	factor	3	
socioeconómico	27	socioeconómico	27			
historia	27	historia	17	historias	10	
crecimiento	27	crecimiento	27			
cubrir	26	cubierta	26			
información	26	información	26			
población	26	población	26			
diversidad	26	diversidad	26			
naturaleza	25	naturaleza	25			
recuperación	24	recuperación	24			
indígena	24	indígena	24			
biofísico	22	biofísico	22			
entrevistas	22	entrevistas	20	entrevistas	2	
resiliente	21	resilientes	21			
alternativo	21	alternativo	21			
intensificación	20	intensificación	20			
ganadería	20	ganadería	20			
flujo	19	flujos	9	flujo	10	
deforestación	18	deforestación	18			
degradación	17	degradación	17			
política	13	político	13			
agroecológico	6	agroecológico	6			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4

Categorías aplicadas para determinar los problemas identificados por los autores en 143 publicaciones revisadas

Escala	Económica	Ecología	Socioecología	Política	Infraestructura
Global	Crisis económica, economía neoliberal, mercado internacional, industrialización, seguridad alimentaria, turismo internacional, etc.	Cambio climático, fenómenos hidroclimatológicos extremos, crisis ecológica mundial, cambios biofísicos globales, desastres como erupciones volcánicas, tsunamis, etc.	Contaminación, cambio en los regímenes hidroclimatológicos, etc.	Políticas públicas internacionales, instrumentos de conservación y restauración, incentivos a la conservación, instituciones, etc.	Tecnología hidráulica, tecnología para la generación y transmisión de conocimientos
Local	Cambios en medios de vida, mercado ilegal y actividades ilícitas, turismo local, seguridad alimentaria, abandono de prácticas tradicionales, por ejemplo, agrícolas, etc.	Variabilidad climática, cambios en el paisaje, cambios en regímenes de especies, cambio de especies, etc.	Cambio en el uso de la tierra, como la deforestación, la sobreexplotación de especies, la introducción de especies, desastres sanitarios, contaminación, erosión, destrucción de hábitats, degradación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, fenómenos hidroclimatológicos, como inundaciones, etc.	Políticas públicas nacionales y locales, estrategias y programas nacionales y locales de gestión y planificación, incentivos para la conservación, programas contraproducentes, decisiones locales y comunitarias, capacidades, debilidades y cambios institucionales, etc.	Tecnología para la protección contra desastres, tecnología para el monitoreo, tecnología para la generación y transmisión de conocimientos, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5

Lista de categorías aplicadas para determinar enfoques teóricos y metodológicos en las publicaciones revisadas

a) *Teorías, marcos o conceptos implementados*

1. *Enfoque de resiliencia y adaptación*
 - 1.1. Evaluación de la resiliencia
 - 1.2. Vulnerabilidad y riesgo
 - 1.3. Adaptación y gobernanza
2. *Enfoque ecológico*
 - 2.1. Sistemas ecológicos
 - 2.2. Interacciones ecológicas
3. *Enfoque de los sistemas socioecológicos y ecología humana*
 - 3.1. Sistemas socioecológicos
 - 3.2. Comportamiento, poder y toma de decisiones
 - 3.3. Medios de vida y estrategias
 - 3.4. Gobernanza y participación
4. *Paisaje, planificación, gestión y cambio territorial*
 - 4.1. Gestión y planificación del territorio
 - 4.2. Paisaje y uso del suelo
 - 4.3. Cambios y transformaciones
5. *Enfoque de evaluación del impacto*
 - 5.1. Enfoques de evaluación de impacto

b) *Métodos o técnicas de análisis de datos*

1. *Cuantitativos*
 - 1.1. Teledetección y análisis espacial
 - 1.2. Análisis estadístico
 - 1.3. Modelización y simulación
 - 1.4. Análisis basado en indicadores
 - 1.5. Mediciones de laboratorio y de campo
2. *Cualitativos*
 - 2.1. Método etnográfico
 - 2.2. Análisis de percepciones, narrativas y discursos
 - 2.3. Análisis documental
 - 2.4. Métodos participativos e interactivos
 - 2.5. Modelos conceptuales
3. *Mixtos*
 - 3.1. Combinación de métodos cuantitativos y cualitativos

Fuente: Elaboración propia.