

Vidal-Hernández, L.E., Rivera-Arriaga, E., Peña Puch, A.C., Palomo, E., Coronado, E. 2025. Proyecto: Fortalecimiento de la Resiliencia Socioecológica Costera ante el Cambio Climático, un reto de Ciencia de Frontera. JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático 7(2): 71-80. doi 10.26359/52462.0710



Proyecto: Fortalecimiento de la Resiliencia Socioecológica Costera ante el Cambio Climático, un reto de Ciencia de Frontera

Project: Strengthening Coastal Socio-Ecological Resilience to Climate Change, a Frontier Science Challenge

*Laura Elena Vidal-Hernández¹, Evelia Rivera-Arriaga²,
Angelina del C. Peña Puch², Leopoldo Palomo³ y Eva Coronado⁴*

¹Facultad de Ciencias, UMDI-Sisal,
Universidad Nacional Autónoma de México.

² Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX),
Universidad Autónoma de Campeche

³Escuela de Recursos Naturales. Universidad Marista de Mérida

⁴Escuela Nacional de Estudios Superiores. Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de México.
Ecomorphoses, Consultoría. Mérida, Yucatán, México

*Autor de correspondencia: laurae.vidal@ciencias.unam.mx

doi 10.26359/52462.0710

Recibido 01/enero/2025. Aceptado 20/mayo/2025

JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático

Coordinación editorial de este número: Yassir E. Torres Rojas

Este es un artículo bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-ND.



Resumen

Esta investigación se enmarca en el proyecto “Fundamentos científicos para el fortalecimiento de la Resiliencia Socio-ecológica ante el Cambio Climático en zonas costeras de México”, y tiene como objetivo aportar las bases científicas para fortalecer la resiliencia de los Socioecosistemas (SES) costeros ante los desafíos del cambio climático (CC). Organiza sus actividades en cuatro ejes: comprender los retos socio-ambientales de los efectos adversos del CC, identificar las capacidades de gobernanza para enfrentar tales retos, identificar los requerimientos de capacitación y presupuestarios para desarrollar actividades productivas alternativas y la elaboración de programas comunitarios de manejo costero adaptativo. Cada eje se diseñó para fortalecer el conocimiento de las instancias de toma de decisiones para la resiliencia socio-ambiental, armonizar el conocimiento empírico local con el científico para enriquecer la toma de decisiones y promover prácticas sostenibles en los ecosistemas costeros. De cada SES: 1. Se sistematizará el conocimiento científico y empírico local sobre los retos que enfrenta para ser resiliente ante los efectos adversos del CC; 2. Se identificarán las capacidades de gobernanza que las comunidades deberán desarrollar para contrarrestar los efectos del CC, a través de la educación socio-ambiental y la comunicación responsable, inclusiva y participativa; 3. Se identificarán actividades productivas alternativas a la pesca que contribuyan a mejorar las condiciones de vida, así como la viabilidad técnica y financiera para llevarse a cabo; 4. Se construirán capacidades para la planificación comunitaria inclusiva que mejore la resiliencia socio-ambiental y las condiciones de bienestar de las comunidades costeras. El proyecto permitirá el fortalecimiento colaborativo, corresponsable y permanente, basado en la identidad de cada SES, con un modelo que puede replicarse en otras comunidades costeras de la Península de Yucatán y de México.

Palabras clave: socioecosistemas costeros, gobernanza socio-ambiental, cambio climático, economía sostenible, bienestar comunitario, comunidad de aprendizaje evolutivo.

Abstract

This research is part of the project “Scientific foundations for strengthening socio-ecological resilience to climate change in coastal areas of Mexico,” and aims to provide the scientific basis for strengthening the resilience of coastal socio-ecosystems (SES) to the challenges of climate change (CC). Its activities are organized around four areas: understanding the socio-environmental challenges of the adverse effects of CC, identifying governance capacities to address these challenges, identifying training and budgetary requirements to develop alternative productive activities, and developing community-based adaptive coastal management programs. Each area was designed to strengthen the knowledge of decision-making bodies for socio-environmental resilience, harmonize local empirical knowledge with scientific knowledge to enrich decision-making, and promote sustainable practices in coastal ecosystems. For each SES: 1. Local scientific and empirical knowledge on the challenges faced in order to be resilient to the adverse effects of CC will be systematized; 2. The governance capacities that communities will need to develop to counteract the effects of CC will be identified through socio-environmental education and responsible, inclusive, and participatory communication; 3. Alternative productive activities to fishing that contribute to improving living conditions will be identified, as well as the technical and financial feasibility of carrying them out; 4. Capacities for inclusive community planning will be built to improve the socio-environmental resilience and well-being of coastal communities. The project will enable collaborative, co-responsible, and ongoing strengthening based on the identity of each SES, with a model that can be replicated in other coastal communities in the Yucatan Peninsula and Mexico.

Keywords: Coastal socio-ecosystem, socio environmental governance, climate change, sustainable economy, community wellbeing, evolutionary learning community.



Introducción

La investigación sobre la resiliencia de los Socioecosistemas (SES) frente al cambio climático (CC) busca la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las comunidades para hacer frente a los desafíos socioambientales actuales. En este sentido, los proyectos de Ciencia de Frontera buscan el bienestar y la armonía de las poblaciones costeras con su entorno biofísico, centrándose en abordar problemas complejos de difícil atención y con alto impacto potencial, como es la adaptación ante el CC. El paradigma dominante de la ciencia desde un enfoque unidisciplinario para abordar problemas complejos de frontera es sujeto de controversia en la comunidad científica, ya que éstos conllevan un nivel alto de incertidumbre al emplear metodologías y conceptos atípicos (Medina-Borges, 2023). Por tal motivo, la investigación de la resiliencia de los SES desde un enfoque multidisciplinario y transdisciplinario combina conocimientos científicos, sociales y tradicionales para lograr una comprensión más completa y contextualizada de los problemas y sus soluciones.

El proyecto aquí descrito es financiado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (CBF-2025-G-642) y tiene como objetivo aportar las bases científicas para fortalecer la resiliencia de cuatro comunidades costeras ante los retos del CC. El proyecto se articula en cuatro ejes de acción basados en el conocimiento empírico local y la promoción de prácticas sostenibles, para elaborar Programas Comunitarios de Manejo Costero Adaptativos que fortalezcan la resiliencia en cada SES costero.

En la figura 1 se presenta un modelo analítico de un sistema complejo (Castañares, 2009) que muestra cada uno de los ejes de acción. Estos ejes fomentan el diálogo y la interacción interdisciplinaria entre académicos y comunidades, promoviendo el aprendizaje evolutivo comunitario basado en principios de resiliencia (Biggs *et al.*, 2015) y subsidiariedad de los sistemas socioecológicos (Peters, 2018). A continuación, se describen cada uno de los ejes del modelo propuesto:

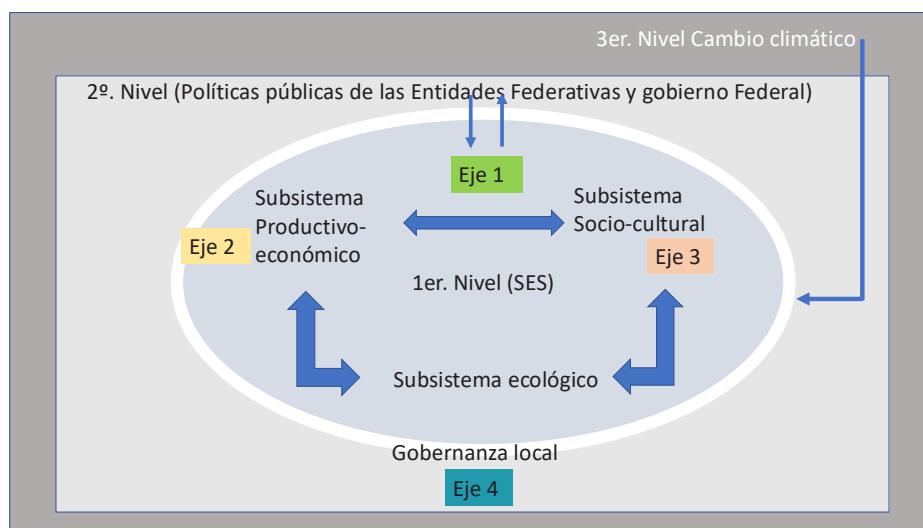


Figura. 1. Ejes de acción del proyecto en el modelo modificado de componentes analíticos de un sistema complejo (Castañares, 2009).



- **Eje 1.** Comprender los retos socio–ambientales asociados al CC de cada uno de los sistemas socioecológicos utilizando el marco SES de Ostrom, modificado por McGinnis y Ostrom (2014).
- **Eje 2.** Evaluar actividades productivas alternativas y viables para reducir la dependencia de actividades insostenibles o deterioradas, identificando los requerimientos técnicos y presupuestarios para su franco desarrollo.
- **Eje 3.** Desarrollar capacidades en educación climática y gobernanza comunitaria (Vidal-Hernández *et al.*, 2024), para fortalecer el conocimiento de las vulnerabilidades locales y promover las habilidades y valores necesarios para que los habitantes puedan participar activamente en la toma de decisiones frente a los efectos del cambio climático.
- **Eje 4.** Planificar a nivel comunitario estrategias coordinadas de adaptación al cambio climático, fundamentadas en criterios científicos específicos para cada SES, permitiendo elaborar un programa de manejo costero adaptativo para cada comunidad.

En conjunto, la resiliencia se construye sobre múltiples pilares interconectados, de procesos dinámicos que requieren constante interacción entre sus componentes. Este proyecto permitirá que las comunidades costeras de Seybaplaya y Sabancuy en Campeche, y Sisal y Dzilam de Bravo en Yucatán, fortalezcan sus capacidades para enfrentar el cambio climático de forma colaborativa, correspondiente y permanente; con respeto a la identidad histórica y cultural, a través de un modelo de investigación que puede replicarse en otras comunidades costeras de la Península de Yucatán y de México.

Antecedentes

Las zonas costeras de México están frecuentemente expuestas a diversas amenazas naturales que pueden derivar en desastres cuyos efectos sociales y económicos pueden tardar décadas en ser resarcidos. Para la península de Yucatán (PY), las amenazas hidrometeorológicas intensificadas por el cambio climático, causan inundaciones persistentes de la planicie costera, incendios, impacto hidráulico por la acción de las olas y del viento (Sosa-Ferreira, 2010), hechos que son determinantes en la continuidad de las actividades productivas y en las formas de vida en la costa. La región de la PY también está crecientemente sujeta a presiones locales, regionales, nacionales e internacionales de desarrollo y crecimiento que aumentan su vulnerabilidad a estas amenazas (Gobierno de México, 2020-2030; Coronado, 2020).

Una forma más holística de aproximarse al riesgo de estos sistemas es a través de estudiarlos como socioecosistemas (SES). Es decir, sistemas adaptativos complejos, con propiedades resultado de

interacciones de diferente índole que no pueden ser analizadas desde sus componentes o interacciones individuales (De Vos *et al.*, 2019; Biggs *et al.*, 2015; Ávila-Foucat & Espejel, 2020). Su trayectoria ante el riesgo puede estudiarse a través de la resiliencia. La resiliencia es la capacidad del sistema de absorber disturbios y reorganizarse mientras experimenta cambios y al mismo tiempo mantiene sus funciones esenciales, estructura, identidad y retroalimentación (Walker *et al.*, 2004). Ante estresores y disturbios, los SES se autoorganizan y aprenden para mantener o mejorar su estructura básica esencial y su funcionamiento (Ifejika-Speranza *et al.*, 2014).

La investigación transdisciplinaria busca ir más allá de la mera suma de disciplinas (multidisciplinariedad) o de la interacción entre ellas (interdisciplinariedad) para trascenderlas y formar un enfoque holístico que genere un nuevo conocimiento y soluciones a problemas complejos. Implica la colaboración entre investigadores académicos y acto-



res no científicos (como servidores públicos, sector privado y ciudadanos) para desarrollar soluciones efectivas y aplicables en la solución de problemáticas comunes (Paoli Bolio, 2019).

Los elementos clave de la transdisciplina son los siguientes (Merçon, 2022): 1) integración de perspectivas. Esto es, combina teorías, conceptos y métodos de diversas disciplinas académicas y saberes no científicos para un enfoque más completo. 2) Participación de actores sociales, lo que involucra a diferentes grupos de la comunidad costera en todas las etapas del proceso de investigación. 3) Diálogo y aprendizaje mutuo para promover un diálogo activo y un aprendizaje compartido entre todos los participantes para co-crear nuevo conocimiento. 4) Enfoque en problemas apegados a la realidad, ya que se centra en abordar desafíos complejos y urgentes de la sociedad, como los relacionados con el desarrollo sostenible. 5) Marco conceptual compartido, con lo que se busca desarrollar un marco de referencia común que sirva de base para la colaboración y la producción de conocimiento para todas las disciplinas.

De acuerdo con Sustainability Methods (s/f), la importancia de la investigación transdisciplinaria es que genera conocimiento socialmente robusto y aplicable, ya que considera los contextos y vivencias del mundo real. Además, busca transformar realidades sociales y ambientales, aportando soluciones prácticas y sostenibles. Democratiza el conocimiento ya que se fundamenta en los saberes de todas las partes interesadas, valora e incorpora las experiencias y saberes de diversos actores, promoviendo la participación en la construcción del conocimiento. Parte de una visión holística, lo que permite abordar la complejidad de los problemas al trascender las visiones fragmentadas de las disciplinas individuales. Y contribuye a un desarrollo humano sustentable, basado en la aplicación de valores éticos y el respeto por la naturaleza.

La comprensión del riesgo requiere de un enfoque multi e interdisciplinario que integre el estudio de casos empíricos para lograr una gestión más adecuada de los procesos que intervienen en los SES

(Cardona, 2003; Castañares, 2009; FAO, 2009). Este estudio no solo permite identificar indicadores estáticos de riesgo, sino que también revela procesos de cambio que corresponden más a la capacidad adaptativa de los procesos de aprendizaje para la gobernanza.

Por otra parte, la gobernanza es el proceso en el que se toman decisiones y formulan políticas sobre las interacciones ambientales, económicas y sociales mediante el quehacer gubernamental (normativo y administrativo) y la participación de la sociedad coordinada (Rivera-Arriaga *et al.*, 2019). En este contexto, el manejo de riesgo es un área donde es indispensable la actuación colectiva y coordinada de diferentes sectores de la sociedad (FAO, 2009) en las escalas espaciales y temporales adecuadas (Morrow, 1999 y Cuttler *et al.*, 2000). Si bien la escala espacial más usada en estudios de vulnerabilidad y riesgo es a nivel regional y municipal (mayores a 1:50 000 000), esta no necesariamente cubre todas las necesidades y particularidades de cada comunidad o socioecosistema; ya que en ellas concurren múltiples factores regidos por la propia dinámica social, económica, política y ambiental (Pillet-Capdepón, 2008). Por ello, es necesario que la investigación se ajuste a escalas más locales, especialmente en sistemas que enfrentan condiciones críticas de desventaja y debilidad socioeconómica (Cardona, 2003), con bajos niveles de educación y economías dependientes de actividades primarias, con pocas opciones de diversificación económica. La pérdida de cosechas o la disminución de las poblaciones de peces debido a cambios en la temperatura del agua, la acidificación, la erosión costera, o los frecuentes eventos meteorológicos extremos, hacen que las comunidades costeras de México sean particularmente vulnerables a estos impactos directos (Vidal-Hernández *et al.*, 2021).

Las comunidades de las costas de la Península de Yucatán son las regiones de mayor exposición y vulnerabilidad ante el cambio climático, siendo prioritario desarrollar herramientas para atender el riesgo y fortalecer la resiliencia de sus habitantes.



La **pregunta de investigación** general del proyecto es ¿Cómo pueden los sistemas socioecológicos costeros adaptarse al cambio climático a partir de la diversificación económica y la creación de capacidades de gobernanza bajo procesos de investigación transdisciplinaria?

Las preguntas específicas de investigación transdisciplinaria del proyecto son las siguientes:

Eje 1. Caracterización del Sistema

Socioambiental

¿Qué características de los sistemas socioecológicos en las zonas costeras son clave para comprender los retos socioambientales integrando conocimientos ecológicos y sociales de los distintos usuarios, para fortalecer su resiliencia y capacidad de adaptación ante el cambio climático? (Conocimiento de lo que es)

Eje 2. Alternativas productivas

¿Cómo integrar los conocimientos y necesidades locales para impulsar y promover nuevas actividades productivas de las zonas costeras a través de

financiación y conocimiento transdisciplinario que permitan mantener proyectos productivos frente a un futuro cambiante? (Conocimiento de lo que debería ser).

Eje 3. Capacidades en educación climática y gobernanza comunitaria

¿Cómo la educación climática, en combinación con enfoques transdisciplinarios y nuevos modelos de gobernanza comunitaria, promueve el desarrollo sostenible para las regiones costeras vulnerables al cambio climático?

Eje 4. Planificación a nivel comunitario de estrategias coordinadas de adaptación

¿Cómo la Gobernanza participativa y la Ciencia de Frontera transdisciplinaria favorecen la creación de conocimientos transformadores para que los tomadores de decisiones y las comunidades costeras adopten estrategias de manejo adaptativo ante el cambio climático y otros estresores socioambientales? (Conocimiento transformador).

Metodología

En cada estado y en cada SES se caracterizará la información sobre sus retos económicos, sociales y ambientales asociados al cambio climático. Se utilizará como guía metodológica el marco SES de Ostrom modificado por McGinnis y Ostrom (2014), lo cual permitirá analizar las variables de segundo nivel y sus interacciones en un esquema comparativo. La selección de variables se realizará en función de tres criterios: (i) relevancia para la resiliencia socioecológica, (ii) pertinencia en el contexto local de cada comunidad y (iii) disponibilidad de información primaria y secundaria. Los métodos seleccionados para estos análisis (incluyendo sus redes sociales), incluirán consulta bibliográfica y trabajo de campo con entrevistas y encuestas semiestructuradas y no estructuradas, cuadernos de bitácora de organizaciones socio-productivas y métodos de ob-

servación participativa. Este procedimiento permitirá captar la complejidad de las dinámicas locales y será desarrollado siguiendo las recomendaciones metodológicas reportadas en Palomo y Hernández-Flores (2019).

Para identificar actividades económicas alternas a la pesca, se realizarán entrevistas semiestructuradas y no estructuradas a actores clave de cada comunidad. Posteriormente, se diseñará el esquema del plan de la red de valor de la actividad productiva alterna seleccionada en cada SES. Este esquema incluirá: necesidades de equipo e infraestructura, requerimientos tecnológicos, capacitación del personal y un análisis de costo-beneficio con enfoque socioeconómico, considerando tanto beneficios directos como externalidades ambientales y sociales.



De manera complementaria, se elaborará el programa de cada curso-taller en coproducción con las comunidades, el cual contendrá la justificación, objetivos, contenidos a desarrollar, estrategias didácticas, recursos y materiales, mecanismos de evaluación de aprendizajes y fuentes de información. Estos programas se diseñarán según la teoría del aprendizaje constructivista y del enfoque basado en competencias (Tünnermann, 2011), asegurando la transferencia efectiva de capacidades locales.

Para el diagnóstico de las capacidades de gobernanza para enfrentar los retos socio-ambientales asociados al cambio climático por sitio, se utilizará la experiencia compilada en Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre (Rivera-Arriaga *et al.*, 2019). Para ello, se realizarán entrevistas, revisión documental, análisis de arreglos institucionales, con énfasis en la cooperación y la acción colectiva.

Adicionalmente, se llevará a cabo un análisis de redes de colaboración entre usuarios de los recursos naturales, con el objetivo de evaluar la densidad, cohesión y resiliencia de los vínculos sociales, así como sus implicaciones en la gobernanza de las comunidades. Este análisis servirá de base para el planteamiento de objetivos en los Programas Comunitarios de Manejo Costero Adaptativo, a través de la colaboración y participación con las comunidades.

Finalmente, se diseñarán indicadores de efectividad del proceso de fortalecimiento de la resiliencia, evidenciando la integración significativa en el crecimiento personal y comunitario, fortalecimiento de la organización social y capacidad adaptativa de las comunidades con la naturaleza. Estas estrategias permitirán evaluar los métodos y procedimientos adaptativos y transformativos de la resiliencia socioecológica (Walker *et al.*, 2004; Ávila-Foucat & Espejel, 2020).

Resultados esperados

Los resultados esperados se estructurarán en tres etapas progresivas para fortalecer la resiliencia socioecológica de los sistemas costeros ante el cambio climático:

Etapa 1:

- Documento con el conocimiento científico y empírico de los retos socio-ambientales asociados al cambio climático sistematizado por sitio.
- Documento con la identificación y conformación de una red de informantes clave por sitio.
- Minutas y acuerdos sobre reuniones para identificar actividades económicas alternas a la pesca por SES.

Etapa 2:

- Planes del proyecto de actividades productivas alternas para cada sitio de estudio, incluyendo análisis de viabilidad y requerimientos para su implantación.

- Programa de cada curso-taller de educación socio-ambiental y para el cambio climático contextualizado para cada sitio.
- Diagnóstico de las capacidades de gobernanza para enfrentar los retos socio-ambientales asociados al cambio climático por sitio.

Etapa 3:

- Elaboración de los cuatro Programas Comunitarios de Manejo Costero Adaptativo, uno por cada SES estudiado.
- Reporte de evaluación de resultados y productos del proyecto, que integrará los aprendizajes, propuestas de actividades productivas, indicadores de resiliencia y los procesos de replicabilidad en otros contextos costeros.



Discusión

Fortalecer la Resiliencia Socioecológica costera ante el Cambio Climático desde la práctica de un colectivo interdisciplinario que busca transitar hacia la investigación transdisciplinaria, constituye un reto de Ciencia de Frontera, no solo por la complejidad de las interacciones epistemológicas, cognitivas, de terminología, de procedimientos y de datos que involucra, sino también por la comprensión misma de qué significa enfrentar problemas “retorcidos” propios de la ciencia posnormal (Frodeman *et al.*, 2017; Rittel & Webber, 1973).

El proceso de investigación aquí planteado, atiende a una línea de tendencia de la metodología transdisciplinaria, que prioriza la solución problemática del mundo real (Pohl *et al.*, 2017). Este enfoque se articula con los principios de resiliencia socioecológica (Biggs *et al.*, 2015; Walker *et al.*, 2004), que señalan que la adaptación al cambio climático depende de la capacidad de los sistemas para absorber perturbaciones, reorganizarse y mantener funciones esenciales. (*i.e.* la adaptación de los sistemas socioecológicos costeros al cambio climático).

Esto implica abordar un problema no claramente definido, donde los criterios o formas de determinar los resultados, sólo podrán ser buenos, malos o razonables, a la luz de que siempre existirán estados perfectibles que conduzcan a mejores soluciones (Rittel & Webber, 1973). Es decir, esta investigación se sitúa como un trabajo colaborativo de frontera (“*boundary work*”), donde el conocimiento científico y el no científico se sobreponen, dialogan y se complementan. En este proceso, los programas comunitarios de adaptación, involucran la expansión de diversas áreas de conocimiento que permitirá a los investigadores enriquecer y sentar las bases de mejores propuestas de adaptación (Ber-

kes & Folke, 1998). De este modo, la integración de saberes fortalecerá la resiliencia de los sistemas costeros y contribuirá a nuevas formas de gobernanza adaptativa (Rivera-Arriaga *et al.*, 2019).

Una de las fortalezas de esta propuesta es la incorporación del conocimiento empírico derivado de la investigación previa en los cuatro sitios de estudio. Esta estrategia trasciende la retórica discursiva sobre la adaptación al cambio climático y permite generar programas comunitarios contextualizados para cada sistema socioecológico. De este modo, se genera un puente entre el trabajo de la academia y la práctica de lo “local”, una necesidad que se planteó desde que se analizaron los corredores biológicos como sistemas complejos adaptativos (Castañares, 2008).

Fortalecer la resiliencia comunitaria significa atender la necesidad de ajustar la gestión de los recursos a escalas más locales, donde los factores sociales, económicos, políticos y ambientales determinan la vulnerabilidad de las comunidades (Cardona, 2003; Pillet-Capdepón, 2008; Vidal-Hernández *et al.*, 2021). De este modo, el proyecto pretende atender los vacíos en la gestión costera de México, donde aún predominan enfoques sectorizados limitados, sin un plan de acción climática que permita reducir la exposición y vulnerabilidad de las zonas costeras, enfatizando la necesidad de vincular la conservación, gobernanza y desarrollo comunitario (Rivera-Arriaga *et al.*, 2023).

Finalmente, la experiencia de este proyecto busca fortalecer la resiliencia local de los sistemas socioecológicos costeros, a través de crear aprendizajes y mecanismos de gobernanza adaptativa que puedan replicarse en otros contextos de la península de Yucatán y del país.



Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti), con financiamiento del proyecto “GBF-2025-G-642”. Así también el proyecto “Avances de la gobernanza vertical y horizontal en Sistemas Socioecológicos (SSE) costeros

con presencia de pesca ribereña y turismo comunitario en las ANP de Campeche”, de Peña-Puch A. C. que fue apoyado por Secihti con la estancia posdoctoral investigadoras e investigadores por México 2025- 2026 (929608)

Referencias

- Avila-Foucat, V. S., Espejel, I. (Eds.), (2020). Resiliencia de socioecosistemas costeros (Primera). Instituto de Investigaciones Económicas - UNAM. http://www.iiec.unam.mx/sites/www.iiec.unam.mx/files/libros_electronicos/RSC_SAT_0.pdf
- Berkes, F., Folke, C. (Eds.). (1998). Vinculación de sistemas sociológicos y ecológicos: prácticas de gestión y mecanismos sociales para el desarrollo de la resiliencia. Cambridge University Press, Nueva York, EE. UU.
- Biggs, R., Schlüter, M., Schoon, M.L. (2015). Principles for Building Resilience Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems. Cambridge University Press
- Cardona, A. D. (2003). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. Artículo y ponencia para International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice, 29 y 30 junio 2001, Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Holanda. <https://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>
- Castañares, E. (2008). Segundo informe: análisis de los corredores biológicos como sistemas complejos para establecer su integración táctica y operativa. Corredor Biológico Mesoamericano México. CBMM/UTN/2A/025/2007
- Castañares, E. (2009). Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos/Número 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/C6SistComp.pdf
- Coronado, E., Salas, S., Cepeda-González, M.F., Chuenpangdee, R. (2020). Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy*, 118: 104013
- Cuttler, S.L., Mitchell, J.T., Scott, M.S. (2000). Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 90: 713-37
- De Vos, A., Biggs, R., Preiser, R., 2019. Methods for understanding social-ecological systems: A review of place-based studies. *Ecology and Society*, 24(4), art16. <https://doi.org/10.5751/ES-11236-240416>
- FAO, (2009). Guía, U. Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. *Environment*, 39(06), 57053360.
- FAO. Roma. ISBN 978-92-5-106056-8
- Frodeman, R., Thompson K.J., Pacheco, R. (2017). The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. 2nd edition. Oxford University Press. 622p.
- Gobierno de México. (2025-2030). Plan Nacional de Desarrollo (PND). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981072/PND_2025-2030_v250226_14.pdf
- Ifejika-Speranza, C., Wiesmann, U., Rist, S. (2014). An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics. *Global Environmental Change*, 28: 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.005>
- Merçon, J., 2022. Investigación transdisciplinaria e investigación -acción participativa en clave decolonial. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 27 (98): e661474. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6614174>
- Medina-Borges, R.M. (2023). Apuntes sobre ciencia de frontera: ¿Investigar en los bordes?. MediSur vol. 21 (1) Cienciafuegos ene-feb. Epub 27 Feb 2023
- McGinnis, M. D., Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2): 30. <https://doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- Morrow, B.H. (1999). Identifying and mapping community vulnerability. *Disasters* 23,1. doi: 10.1111/1467-7717.00102.
- Palomo, L. E., Hernández-Flores, A. (2019). Application of the Ostrom framework in the analysis of a social-ecological system with multiple resources in a marine protected area. *PeerJ*, 7, e7374. <https://doi.org/10.7717/peerj.7374>
- Paoli-Bolio, F. J. (2019). Multi, inter y transdisciplinariedad. *Problema anuario de filosofía y teoría del derecho*, (13): 347-357.
- Peters, B.G. (2018). The challenge of policy coordination, Policy Des. Pract. 1 (1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/25741292.2018.1437946>.
- Pohl, C., Truffer, B., Hirsch-Hadorn, G. (2017). Addressing Wicked problems through Transdisciplinarity Research. p. 319-331, in: Frodeman, R., Thompson K.J., Pacheco, R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*.



- 2th edition. Oxford University Press. 622p.
- Pillet-Capdepón, F. (2008). Las escalas del espacio: desde lo global a lo local. Scripta Nova, Revista Electrónica de geografía y Ciencias Sociales, Universitat de Barcelona. Vol 12
- Rittel, H.W., Webber, M.M. (1973). Dilemmas in the general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2): 155-169
- Rivera-Arriaga, E., Azuz-Adeath, I. (2023). La década de los océanos en México 2021-2030: La Ciencia que Necesitamos. RICOMAR, Universidad Autónoma de Campeche. 472 p. doi 10.26359/EPOMEX012023
- Rivera-Arriaga, E., Azuz-Adeath, I., Cervantes Rosas, O. D., Espinoza-Tenorio, A., Silva Casarín, R., Ortega-Rubio, A., Botello A. V., Vega Serratos, B. E. (Eds.). (2019). Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre Tomos 1 y 2. Una Guía para Tomadores de Decisiones. Universidad Autónoma de Campeche, Rico-mar. 878 p.
- Sosa-Ferreira, A.P. (2010). Condiciones socioeconómicas y vulnerabilidad de la Península de Yucatán. p. 231–261 In Rivera-Arriaga, E., Azuz-Adeath, I., Alpuche-Gual, L., Villalobos-Zapata, G.J., (Eds), Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino, Universidad Autónoma de Campeche, Cetys-Universidad, Gobierno del estado de Campeche: Campeche, México.
- Tünnermann, B. C. (2011). El constructivismo y el aprendi-
zaje de los estudiantes. Universidades 48,21-32, ISSN: 0041-8935
- Vidal-Hernández, L., de Yta-Castillo, D., Castellanos-Basto, B., Suárez-Castro, M., Rivera-Arriaga, E. (2021). Fiscal Economic Instruments for the Sustainable Management of Natural Resources in Coastal Marine Areas of the Yucatan Peninsula. *Sustainability*, 13: 11103.
- Vidal-Hernández, L., Cuevas-Jiménez, A., de Yta-Castillo, D., Ávila-Foucat V.S., Espejel, I. (2024). Public policy instruments coherence analysis to address coastal risk in Yucatan, Mexico. *Marine Policy*, 167: 106280 Septiembre
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., Kinzig, A. P. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2): art5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>