

## Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático del Sector Pesquero y Acuícola en México

### Marina Abas

Producto parcial 1A- correspondiente al documento: "Situación actual y proyecciones futuras del sector acuícola y pesquero en México frente al cambio climático".

Primer informe del proyecto Policy Paper: "Cambio Climático y Pesca en México".

Elaborado para: Environmental Defense Fund

10 de Enero de 2021.

## **Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático del Sector Pesquero y Acuícola en México**

En todos los sectores y niveles de organización ecológica, social y económica se han reconocido alteraciones vinculadas al fenómeno de cambio climático. Este pasó de ser un sistema de modelos y predicciones a futuro, a una condición actual que nos impacta en una diversidad de maneras.

Por sus características físicas, geográficas, económicas, sociales y por su biodiversidad, México es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. Esto implica que para el país sea de vital importancia generar la capacidad de entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre las comunidades vulnerables, comprender los impactos sobre los territorios, sus ecosistemas y economías, moderar los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades, y hacer frente a las consecuencias.

El presente documento resume los principales conceptos, enfoques e instrumentos que permiten el trabajo hacia la adaptación al cambio climático en México.

### **Clima, cambio climático y variabilidad climática.**

Antes de abordar en detalle los aspectos que nos permitirán entender el fenómeno del cambio climático, es necesario conocer y diferenciar conceptos clave para su comprensión: el tiempo meteorológico y el clima.

Cuando se habla del tiempo o del clima de una región se hace referencia a conceptos diferentes pero relacionados entre sí. Por **tiempo meteorológico** se entiende el estado de la atmósfera en un determinado sitio y momento (día, semana o mes), definido con base en características como la humedad, la temperatura, la presión

atmosférica, las precipitaciones y la nubosidad en un determinado momento y lugar (IPCC, 2018; World Meteorological Organization, 2020).

Estos mismos parámetros pueden variar en diferentes escalas temporales más amplias (meses, estaciones, años o décadas), dando lugar a lo que se conoce como **variabilidad climática** (IPCC, 2018; World Meteorological Organization, 2020), la cual incluye desde variaciones pequeñas interanuales, hasta casos más intensos como los eventos de Oscilación Sureña de El Niño en el Pacífico. Los cambios en las condiciones del ambiente producto de la variabilidad climática pueden ser inconsecuentes si son de corta duración o están dentro de niveles naturales de variabilidad; o, por el contrario, afectar seriamente la biología de las especies. Durante años extremos, como fueron 1983 y 1997 en los que se presentaron eventos de El Niño de gran intensidad, se han registrado cambios en la distribución de las especies de corales, peces y mamíferos marinos en el Pacífico americano, y modificaciones en aspectos como los patrones de reproducción y reclutamiento de las especies (Briones et al., 2019; Erisman et al., 2010; Reyes-Bonilla et al., 2006).

En escalas temporales más largas se habla de los **regímenes climáticos**, que son ciclos oscilatorios donde se alternan periodos multianuales con temperatura más cálida o más fría que la media histórica: por ejemplo, la Oscilación Multidecadal del Atlántico. Estos periodos conllevan cambios más profundos en la estructura de los ecosistemas, incluyendo modificaciones drásticas en la distribución y abundancia de ciertas especies, como la alternancia en abundancias de sardina y anchoveta a lo largo de la corriente de California (Chavez, 2003, para más información, se sugiere consultar la sección "Orígenes, tendencias y perturbaciones potenciales del cambio climático).

El **clima**, es el conjunto del tiempo climático, la variabilidad climática y los regímenes climáticos, es decir es producto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado promedio de la atmósfera durante un periodo de tiempo prolongado (típicamente, 30 años) y en una determinada región del planeta. El clima abarca aspectos como las temperaturas medias, precipitaciones medias o vientos dominantes (IPCC, 2018; World Meteorological Organization, 2020), y varía espacialmente dependiendo de la latitud, la distancia al mar, la vegetación, la presencia o ausencia de montañas y otros factores geográficos. Los patrones climáticos pueden presentar naturalmente modificaciones en el comportamiento promedio para un sitio, y suelen ser detectables a nivel estacional, anual, decadal o en escalas de tiempo aún más largas. Ejemplos del origen de este tipo de cambios pudieran ser eventos geológicos como las erupciones volcánicas alteran las temperaturas de todo el planeta durante años particulares; o modificaciones en ciclos decadales como los de la actividad solar, e incluso de fenómenos astronómicos con frecuencias de más de cien mil años que incluyen las fluctuaciones de la posición del eje de la Tierra (Barbieri et al., 2020). Finalmente, cuando existe un cambio en la tendencia a largo plazo de las variables climáticas (y en su variabilidad), se pueden producir cambios en el clima.

En los últimos siglos, las actividades humanas se han sumado como factor que contribuye a que ocurran cambios del clima: por ejemplo, los cambios en la cobertura de los suelos ocasionados por los procesos de urbanización y la deforestación y modificaciones en la composición relativa de gases en la atmósfera como consecuencia de las emisiones generadas por otras actividades antrópicas (ver más abajo definición de “gases de efecto invernadero”). Estas actividades son la causa por la que la temperatura promedio del planeta haya aumentado más de 1°C respecto a niveles pre

industriales, y desde hace medio siglo, se mantenga en un ritmo de aumento aproximadamente de 0,2 °C por década (IPCC, 2018). Este aumento constante en la temperatura promedio del planeta y de los océanos causado por las actividades humanas, se conoce como **calentamiento global** (IPCC, 2018).

Cuando se habla particularmente del **cambio climático**, nos estamos refiriendo a “un cambio de los patrones climáticos atribuido **directa o indirectamente a la actividad humana**, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992). Cabe destacar que esta definición del fenómeno fue construida a partir de información científica y meteorológica<sup>1</sup>, pero además requirió del consenso de los Estados durante la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) en la cumbre de Nueva York, 1992. Entre los países que ratificaron la convención está México, por lo que posteriormente con la entrada en vigor de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en el año 2012, el Gobierno Federal adoptó la misma definición establecida por la CMNUCC. Es notable subrayar que tanto la CMNUCC como la LGCC diferencian entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales.

---

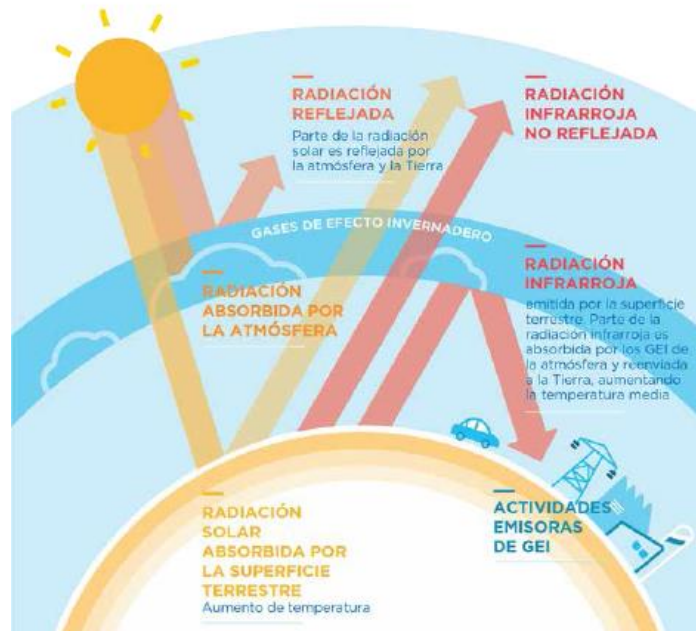
<sup>1</sup> Para apoyar la labor de la CMNUCC y la toma de decisiones en torno al cambio climático, desde 1988 se establece el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): un órgano internacional conformado por científicos, académicos y especialistas en temas relacionados a la ciencia climática. El IPCC publica periódicamente informes especiales sobre temas específicos, así como informes de evaluación mundial basados en información científica publicada y tomando en consideración la evidencia científica más reciente sobre los impactos climáticos y las propuestas de respuesta de adaptación y mitigación.

## **El efecto invernadero y los gases de efecto invernadero**

La atmósfera de nuestro planeta está compuesta por diferentes gases, algunos de los cuales tienen propiedades particulares que les permiten absorber radiación electromagnética, la cual en su mayor parte proviene del Sol. La energía solar incide sobre nuestro planeta y parte de ella es absorbida por los varios componentes de nuestra tropósfera (por el mar y los organismos que allí viven, por la tierra, por la vegetación, etc), mientras que otra parte es devuelta a la atmósfera en muy diversas formas, pero la más importante es como radiación infrarroja (es decir, *calor*, Figura 1). Una parte importante de esa radiación no sale de regreso al espacio, sino que es retenida por determinados gases presentes en nuestra atmósfera, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$  por sus componentes químicos), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y otros gases, como los clorofluorocarbonos (CFC), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), entre los más importantes. Los gases que tienen esta propiedad de retener la energía en forma de calor, se denominan **gases de efecto invernadero (GEIs)**. El vapor de agua presente en la atmósfera también realiza una contribución importante al efecto invernadero, pero no se contempla de la misma manera debido a que su concentración no varía producto de las actividades antrópicas. La acción de los GEIs hace que la temperatura promedio de la Tierra se mantenga en  $15\text{ }^\circ\text{C}$  aproximadamente, y permite la vida sobre la Tierra como la conocemos (IPCC, 2014).

Los GEIs pueden ser de origen natural o, como se mencionó previamente, generados por la actividad del hombre, en especial por la quema de combustibles fósiles, las actividades agrícola-ganaderas, procesos industriales, residuos, la deforestación y otros procesos industriales. Estas emisiones resultan en una

modificación de la concentración de los GEIs en la atmósfera, y como consecuencia esta retiene más calor de lo esperado, aumentando entonces la temperatura de la superficie terrestre y de la tropósfera (Barbieri et al., 2020; IPCC, 2018).



**Figura 1.** Esquema representando el efecto invernadero. **Fuente:** Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina, (MAyDS, 2017).

El **Potencial de Calentamiento Global (PCG)** es una medida de la capacidad de retención del calor en la atmósfera que tienen los diferentes GEI, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la misma manera ni todos tienen igual vida media en la atmósfera. El gas utilizado como referencia para medir otros GEI es el CO<sub>2</sub>, por lo que su potencial de calentamiento global es igual a 1. Cuanto más alto sea el PCG que produce un gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera.

### **El océano como regulador del clima**

Los mares y océanos son elementos clave del sistema meteorológico por ser los reguladores del clima, y actualmente fungen como mitigadores del calentamiento global. El océano mundial cubre aproximadamente el 72% de la superficie de la Tierra, con una profundidad promedio de 3,700 m y posee el 96 % de toda el agua del planeta. Este fluido es fundamental para realizar acciones de control térmico debido a que la molécula de agua tiene un alto *calor específico* (es decir que se necesita mucha energía para elevar su temperatura), por lo que es capaz de adquirir calor sin elevar su temperatura y en paralelo lo pierde muy lentamente. Esta propiedad fisicoquímica del agua le permite almacenar por cierto tiempo la energía térmica y es la razón por la cual el océano funciona como una reserva de calor; ello se observa claramente al notar que las fluctuaciones de temperatura de la atmósfera a lo largo de un día, son mucho mayores a las del océano con el que esa misma parcela de aire está en contacto.

Las corrientes marinas conservan el calor, y por consiguiente son capaces de transportarlo hacia diversas regiones del planeta y eventualmente liberarlo hacia la atmósfera en forma de vapor de agua. Con ello incrementan la humedad y ayudan a “enfriar” la atmósfera en zonas tropicales y a “calentarla” en regiones subpolares y polares, regulando de esta forma la temperatura del planeta y cumpliendo un papel clave en el ciclo hidrológico (IPCC, 2018).

Se ha estimado que desde la década de 1990 más del 90 % del calor resultante del incremento de GEI generados por el hombre se ha almacenado en los océanos y como resultado estos se han calentado en paralelo con la atmósfera (IPCC, 2014c). Sin embargo, debido al enorme volumen del agua con el que cuentan y al transporte de calor que las corrientes realizan hacia latitudes altas, el aumento de temperatura oceánica del planeta alcanza apenas 0.1 °C en promedio por década de 1971 al 2010



en los primeros 70 m de profundidad (IPCC, 2014c). Es decir, el océano ha sido el gran mitigador del cambio climático. Estas propiedades son primordiales a la hora de pensar en soluciones al cambio climático global (IPCC, 2019).

## **Gestión del cambio climático**

### Amenazas, impactos, vulnerabilidad y riesgo.

Las **amenazas** o peligros aluden a la ocurrencia potencial de una tendencia o suceso físico de origen natural o humano que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales (IPCC, 2018). En este sentido, cuando se analizan las amenazas o peligros en el contexto del cambio climático, se hace referencia a dos tipos de sucesos: 1) aquellos eventos climáticos extremos y de manifestación súbita, como por ejemplo las precipitaciones intensas que generan inundaciones o crecidas de cuerpos de agua (que por ejemplo pueden impactar directamente la infraestructura de pesca o a facilidades de acuicultura en aguas interiores), y 2) a los cambios graduales y de manifestación lenta, tales como alteraciones en los regímenes medios de lluvia o temperatura, erosión costera, entre otros.

Si las amenazas o peligros asociados a eventos climáticos intervienen a sistemas sociales (directa o indirectamente), nos encontramos ante la posibilidad de que existan **impactos** derivados de estas amenazas. Estos impactos sociales asociados a eventos climáticos suelen ir aparejados con pérdidas económicas, y normalmente son consecuencia de un incremento en la **exposición**, es decir una mayor presencia de personas, comunidades, recursos naturales y servicios ambientales, infraestructura o

activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían ser afectados por el clima (SAyDS, 2013; United Nations Environmental Programme, 2021)).

Así mismo, la **vulnerabilidad**, que representa la “propensión o predisposición a ser afectado negativamente ante una amenaza” (IPCC, 2018), juega un papel esencial para definir el nivel de afectación que puede ocasionar un evento natural. En el marco del cambio climático, la vulnerabilidad determina el grado en que un dado sistema es susceptible, por lo que no es capaz de soportar los efectos adversos de las alteraciones en la variabilidad climática o la aparición de fenómenos extremos o impredecibles. La vulnerabilidad se estima en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (Ley General de Cambio Climático, Art. 3º, secc XLII., 2012, Última Reforma DOF 13-07-2018).

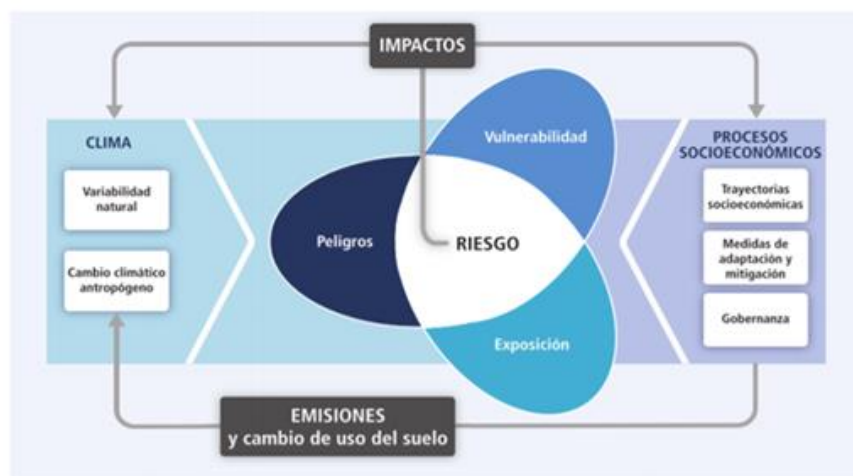
En relación a esto último, es relevante distinguir dos componentes que tienen influencia en el nivel de vulnerabilidad. Por un lado, la **sensibilidad**, que hace referencia al grado en que el sistema resulta afectado por estímulos relativos al clima; y por otro, la **capacidad de adaptación** o **resiliencia**<sup>2</sup>, la cual se refiere a la “capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o re-organizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (IPCC, 2014c; *Stockholm*

---

<sup>2</sup> El concepto de resiliencia parte del entendimiento de la naturaleza y las sociedades humanas en un sistema íntimamente vinculado: un socio-ecosistema. Esto significa que, en nuestra sociedad globalizada, prácticamente no hay ecosistemas que no sean moldeados por personas y no hay personas sin la necesidad de los ecosistemas y los servicios que brindan. Se trata de cómo los seres humanos y la naturaleza pueden utilizar las conmociones y las perturbaciones, como una crisis financiera o el cambio climático, para estimular la renovación y el pensamiento innovador. (ver sección Modelo de Interacción socioeconómica; Stockholm Resilience Centre).

*Resilience Centre, 2020*). Por ejemplo, una comunidad que depende de las actividades pesqueras es más sensible al clima que otra cuya principal estrategia de subsistencia es la minería; y una comunidad cuya fuente de ingreso depende de una pesquería multiespecífica, es más resiliente y tendrá mayor capacidad para abordar los efectos del cambio climático que aquella que depende solamente de una especie principal.

El **riesgo**, definido como “el potencial de consecuencias adversas de un peligro relacionado con el clima, o de las respuestas de adaptación o mitigación a dicho peligro, en la vida, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los bienes económicos, sociales y culturales, los servicios (incluidos los servicios ambientales), y la infraestructura” (IPCC, 2018), se relaciona con la amenaza o peligro, la exposición y la vulnerabilidad (Figura 2). Esta relación es estudiada por medio del modelo teórico ilustrado en la Figura 2, el cual permite determinar el grado de riesgo de un ecosistema, una población, una ciudad, o un sistema económico. Desde este análisis, por ejemplo, una amenaza grave puede generar un riesgo bajo si la población o sistema no es vulnerable o no está expuesto.



**Figura 2.** Modelo para la evaluación del riesgo climático según el Grupo de Trabajo II para el 5° informe del IPCC. El riesgo es función de los peligros climáticos (o amenazas), de la vulnerabilidad y de la exposición de los sistemas tanto sociales como naturales. A su vez, los cambios en el sistema climático (izquierda) y de los procesos socioeconómicos (derecha), son impulsores de peligros, exposición y vulnerabilidad. **Fuente:** IPCC, 2014b.

Aquí es notable realizar una distinción: la definición de vulnerabilidad desarrollada por este modelo de análisis de riesgo climático difiere de aquella establecida en la Ley General de Cambio Climático de México (ver definición de vulnerabilidad más arriba). Para la Ley, el análisis de vulnerabilidad conlleva la evaluación de la exposición; mientras que, el nuevo modelo desarrollado por el IPCC considera que la vulnerabilidad como estado preexistente y que es independiente de los eventos físicos (es decir, de la exposición). Estas diferencias se basan en que anteriormente el IPCC definía a la vulnerabilidad al igual que lo hace la Ley, pero en 2014 el cuerpo de académicos decidió dar un cambio de paradigma y poner al riesgo en el foco del análisis. Esto denota que la vulnerabilidad es un concepto teórico, pero ante la necesidad de evaluarla y diseñar medidas que tiendan a reducirla, es necesario un marco de análisis para el desarrollo de indicadores. Teniendo en cuenta que los reportes del IPCC son tomados como referencia a nivel mundial para la gestión del cambio climático, y que entonces los indicadores, medidas y experiencias globales se desarrollan en función de sus modelos, es importante para la gestión del cambio climático en México que pueda darse el espacio para la discusión sobre la relevancia de actualizar estos conceptos.

Los **desastres** son la manifestación visible del riesgo, con lo cual, para prevenir desastres es fundamental trabajar en reducir los riesgos, teniendo en consideración que el nivel del riesgo nunca podrá ser cero, ya que la amenaza está presente por la

relación que posee con los fenómenos climáticos. La gestión del riesgo de desastres debe enfocarse en trabajar en la disminución de la vulnerabilidad y la exposición.

Las iniciativas que trabajen sobre la exposición tenderán a mejorar “la presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos medioambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente” (IPCC, 2018). Por ejemplo, priorizar acciones que disminuyan el riesgo en poblaciones costeras en áreas afectadas por huracanes y tormentas extremas o en la infraestructura acuícola en zonas propensas a inundaciones.

Por otro lado, las acciones que atiendan las situaciones de vulnerabilidad, tenderán a abordarlas a través de la reducción de la sensibilidad y del aumento de la capacidad de respuesta, recuperación y adaptación (resiliencia). Estas tareas se deben enfocar, por ejemplo, en las características y las circunstancias sociales, económicas, culturales, institucionales y/o de infraestructura de las comunidades, sistemas o bienes, que hacen al sistema de interés susceptible a los efectos dañinos de una amenaza.

Finalmente, posterior a la gestión del riesgo a través de cualquiera de los componentes mencionados previamente, y bogando por reducirlo al límite mínimo aceptable por la comunidad o actividad, hay otro tipo de medidas a tomar para convivir con él. Aquí aparecen los términos de socialización o transferencia del riesgo, por ejemplo, fondos de emergencia, seguros, entre otros; y los sistemas de alerta temprana que informan a la población, para que ésta pueda anticiparse a los hechos y reducir su exposición ante la posible manifestación del riesgo.

**Medidas de respuesta al cambio climático: mitigación y adaptación**

La **mitigación** hace referencia a la disminución de las contribuciones que dan lugar al fenómeno del cambio climático a través de reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero o potenciar los sumideros naturales de dichos gases (IPCC, 2014a). Particularmente en México, el compromiso se plasma en la Ley General de Cambio Climático, basándose en la definición desarrollada por el IPCC (2014), se define al término como la “aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero” (Ley General de Cambio Climático, Art N° 3, secc. XXVIII., Fracción recorrida DOF 13-07-2018).

Por otro lado, la **adaptación** al cambio climático hace referencia a “medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos” (Ley General de Cambio Climático, Art N° 3, secc. II., Fracción recorrida DOF 13-07-2018).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, con el diseño e implementación de las medidas de adaptación se busca generar **sistemas resilientes** a los impactos del cambio climático. Esto se refiere a aumentar la capacidad de un sistema ecológico o social de absorber perturbaciones retornando a un equilibrio y manteniendo formas de funcionamiento básicas, y la capacidad de adaptarse a los factores de estrés y los cambios.

En este sentido, para una adecuada adaptación al cambio climático, no hay un único enfoque válido, y las medidas implementadas en los sistemas sociales, ecológicos o económicos se pueden dar en el marco de un proceso de adaptación de carácter autónomo (reactivos) o bien de carácter anticipatorio (proactivo).

La **adaptación autónoma o espontánea**, como su nombre lo indica, refiere a respuestas al clima experimentado y sus efectos, que realizan las comunidades sin planificación explícita y en respuesta a un entorno cambiante (IPCC a., 2014; (FAO, 2014), es decir ajustes *ex post*: cuando los impactos del cambio climático se vuelvan aparentes. Por ejemplo, el establecimiento de medidas de manejo de manera autónoma por iniciativa de comunidades pesqueras, como cuotas, épocas de captura o tallas mínimas, con la finalidad de mantener la productividad de poblaciones de especies objetivo que experimentan perturbaciones asociados a la elevación de la temperatura.

La **adaptación planificada o proactiva**, en cambio, se orienta a desarrollar ajustes *ex ante*: que buscan anticipar los impactos futuros del cambio climático y reducir el riesgo potencial. Esto se realiza de manera planificada e involucrando en el proceso a diversos actores: comunidades, sector privado y/o gobierno (FAO 2014). Un ejemplo de medidas de adaptación planificada puede ser el aumento de financiación de la investigación en acuicultura para encontrar especies resistentes las nuevas condiciones de salinidad y temperatura que se proyectan como consecuencia del cambio climático.

Así mismo, en el proceso de adaptación pueden utilizarse varios tipos de medidas y acciones, que dependerán de las características de las amenazas climáticas y de la vulnerabilidad del sistema, como también de cuestiones como las capacidades económicas, tecnológicas y las condiciones sociales. En esta línea, los procesos de planificación pueden incorporar **medidas estructurales**, las cuales involucran respuestas con resultados tangibles, como el mejoramiento y construcción de infraestructura para el desembarque y distribución; y, por otro lado, **medidas no estructurales** que implican, por ejemplo, el desarrollo de capacidades en las personas

afectadas por una amenaza, de modo de volverse más resilientes a los efectos del cambio climático.

Por último, existen diversos enfoques para el abordaje de la adaptación al cambio climático. Por un lado, la **adaptación basada en ecosistemas (AbE)**, que hace referencia al uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a fin de mejorar la capacidad de adaptación de los diversos sistemas a los efectos adversos del cambio climático (CBD, 2009). Entre algunos ejemplos de gestión mediante AbE se pueden mencionar: la restauración de manglares para reducir las inundaciones y la erosión costera; la gestión sostenible de cabeceras de cuenca para mantener o mejorar la calidad y el flujo del agua y así proteger contra sequías e inundaciones; la reforestación para estabilizar taludes de tierra y evitar deslizamientos; la diversificación acuícola y pesquera para hacer frente a los impactos del cambio climático; la gestión sostenible de la pesca y los bosques para garantizar la seguridad alimentaria; y la conservación de la biodiversidad para mantener reservas genéticas para la adaptación de los recursos naturales de interés comercial.

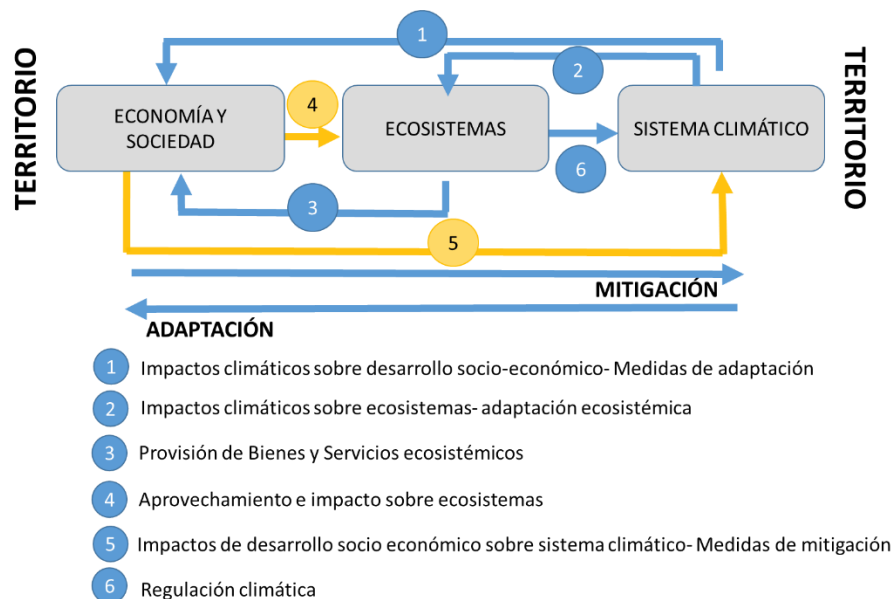
Además, la **adaptación basada en comunidades (AbC)** es un enfoque que surge para sumar la dimensión climática a los procesos de desarrollo basados en comunidades, a través de una visión de “abajo hacia arriba”. Propone la participación permanente de actores locales y busca construir medidas y estrategias de adaptación a partir de las características específicas de la cada localidad, permitiendo crear pertenencia, generar conciencia y un seguimiento de compromiso con el cambio o ajuste de prácticas habituales para anticipar los impactos y mejorar las condiciones de vida (SAyDS, 2013).

### **Modelo de interacción socio-económica, ecosistémica y climática**



La compleja red de relaciones que se entretajan alrededor de las actividades de desarrollo social y sus impactos sobre el entorno, brinda un marco de referencia que no sólo evidencia la necesidad de adaptarnos, sino que orienta la manera más pertinente para diseñar e implementar acciones de adaptación. Dichas relaciones se circunscriben entre las dimensiones socio-económica, ecosistémica y climática y se expresan en el territorio (Figura 3).

El modelo ilustrado en la figura 3 representa la relación entre el clima, la biodiversidad, y el desarrollo socioeconómico. Teniendo en cuenta que el clima impacta directamente sobre los sistemas socio económicos, resulta imperativo para el desarrollo de un país conocer la cadena productiva de los sectores para poder identificar cómo se podrían ver afectados debido a cambios inesperados en las variables climáticas, y cómo se afectaría a los sistemas sociales. Igualmente, dicha relación ratifica la importancia de establecer las relaciones, impactos y costos que el clima tiene sobre los ecosistemas, y sobre los bienes y servicios que éstos prestan a la sociedad.



**Figura 3:** Modelo de interacción socio-económica, ecosistémica y climática y toma de decisiones para la adaptación y mitigación del cambio climático. **Fuente:** Elaboración propia con base en Plan Nacional de Adaptación Al Cambio Climático de Colombia (2016).

Además, es necesario identificar cómo a través del tiempo el clima afecta potencialmente los ecosistemas y cómo a su vez estos sistemas tienen la capacidad de influir en el clima a nivel local y global. Por otro lado, se representa la estrecha relación entre la sostenibilidad de nuestra interacción con la naturaleza, la intensidad con la que explotamos e impactamos los ecosistemas y recursos naturales y las externalidades que las actividades humanas generan sobre el clima. Como se menciona en este documento, las actividades de desarrollo económico influyen en el cambio climático, bien sea por medio del posible aumento en las emisiones de GEI ligadas al crecimiento económico, o por medio de otros efectos que repercuten en un aumento en la demanda de alimentos, la expansión de áreas urbanas y de la infraestructura, entre otros; los cuales ocasionan la degradación y pérdida de ecosistemas. Esto a su vez, modifica la capacidad de los ecosistemas de ejercer la regulación climática e hidrológica a diferente escala.

La utilidad de conceptualizar las relaciones esbozadas en la figura reposa en tres hechos relevantes que sirven de soporte para pensar en el alcance de una política de adaptación al cambio climático y garantizar un desarrollo eficiente y sostenible. En primer lugar, el modelo ofrece una herramienta para entender las **dinámicas ambientales y socio-económicas** que afectan y se ven afectadas por el clima y que tienen lugar en el territorio. En segundo lugar, el modelo **facilita procesos de formulación e implementación de políticas** ya que permite tener un mapa completo de los procesos y posibilita visibilizar acciones estratégicas de intervención. Finalmente,

el modelo permite **identificar potenciales conflictos por recursos naturales** que podrían materializarse en el territorio ante una perturbación generada por fluctuaciones climáticas. Un claro ejemplo de esto último son los conflictos generados como consecuencia de la desaparición local de recursos pesqueros (dado que la biota marina está cambiando su distribución como respuesta al cambio climático), lo cual incrementa la pobreza y desesperación en comunidades pesqueras, forzando a los pescadores a “migrar” siguiendo a las especies, utilizando zonas de pesca de otras comunidades y resultando en un problema social y hasta diplomático (cuando de por medio hay fronteras políticas).

El modelo aquí sugerido bien puede ser utilizado para el diseño de medidas de gestión del cambio climático para el sector pesquero y acuícola en México. El sector representa una fuente de desarrollo socioeconómico importante para el país, y a nivel mundial un aporte considerable para la seguridad alimentaria; pero, como toda actividad productiva que depende de recursos naturales, también genera presión sobre los recursos ecosistémicos y sobre el sistema climático. Por último, como el sector pesquero y acuicultor es parte de este entramado, también está expuesto a los riesgos del cambio climático.

### *Marco de acción*

A pesar de los múltiples retos que el cambio climático presenta para los sistemas socio-ecológicos pesqueros, y como se ha introducido en este documento, existen acciones concretas que pueden tomarse para minimizar el riesgo y aprovechar oportunidades de beneficio. Para poder hacer operativo el modelo de interacción socio económica, ecosistémica y climática mencionado, y diseñar esas acciones de forma efectiva, el primer paso es reconocer las amenazas climáticas a las que están expuestas los

diversos componentes del sector pesquero y acuícola, identificar cómo impactan sobre los recursos naturales de los que éste depende, y analizar de qué manera estas afectaciones se traducen en riesgos para el sector (Figura 4). Los niveles de gobernanza, las alternativas productivas y el estado de los recursos dan una idea del marco sostendrá la implementación de medidas de adaptación, delimitando así el grado de exposición y vulnerabilidad y determinando el nivel de riesgo al que se enfrenta el sector ante los efectos del cambio climático.

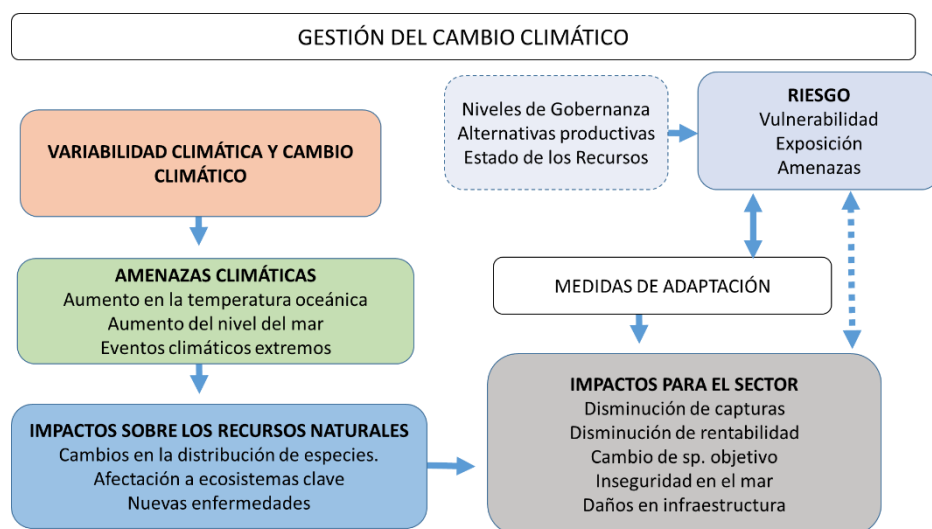


Figura 4. Esquema de representación del marco de acción para la gestión del cambio climático para el sector pesquero y maricultor. En el modelo se vincula como los cambios en el sistema climático, representan amenazas para los socio-ecosistemas, que en caso de suscitarse, impactan tanto en los recursos naturales como en las actividades que dependen de éstos. Una vez desentrañada esta trama de causa-consecuencias, es posible analizar el grado de riesgo del sector y, teniendo en cuenta los niveles de gobernanza existentes, las alternativas productivas posibles y el estado de los recursos para entonces diseñar medidas de adaptación que permitan aumentar la resiliencia

## REFERENCIAS

Barbieri, M. A., Aguilar-Manjarrez, J., & A, L. (2020). Guía Básica: Cambio Climático, pesca y acuicultura. Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático. FAO.

Briones, E. E., Salvadeo, C., Pardo, M. A., Verplancken, F., Elorriaga, R., Nanduca, H. R., González, L. M., Dziendzielewski-Heckel, G., Urrutia-Schramm, Y., Ramírez, E., Gómez-Gallardo, A., & Urbán, J. (2019). CAPÍTULO 3. SISTEMAS OCEÁNICOS. In Reporte Mexicano de Cambio Climático- Grupo II: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación (pp. 59–70).

Chavez, F. P. (2003). From Anchovies to Sardines and Back: Multidecadal Change in the Pacific Ocean. *Science*, 299(5604), 217–221. <https://doi.org/10.1126/science.1075880>

ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Colombia, (2016).

Erisman, B., Mascarenas, I., Paredes, G., Sadovy de Mitcheson, Y., Aburto-Oropeza, O., & Hastings, P. (2010). Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*, 106(3), 279–288.

<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.08.007>

FAO. (2014). Climate change adaption in fisheries and aquaculture (Vol. 1088, Issue 1088). <http://www.fao.org/3/a-i3569e.pdf>

Héctor Reyes Bonilla, Arturo Ayala Bocos, Luis E. Calderón Aguilera, M. D., & Espinosa, H. P. Y. P. C. G. (2006). Proyección De Cambios En La Temperatura Del Golfo De California Y Efectos Sobre La Abundancia Y Distribución De Especies Arrecifales. *Area*, 1, 1–9.

IPCC. (2014a). Annex II: Glossary. In K. J. Mach, S. Planton, & C. von Stechow (Eds.), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 117-130.). IPCC.

IPCC. (2014b). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, & P. R. M. y L. L. W. A.N. Levy, S. MacCracken (eds.)). <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>

IPCC. (2014c). Summary for Policymakers. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contributions of the Working Group II to the Fifth Assessment Report*, 1–32.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.11.012>

IPCC. (2018). Reporte Especial Calentamiento global de 1,5 °C. [www.environmentalgraphiti.org](http://www.environmentalgraphiti.org)

IPCC. (2019). Informe especial del IPCC sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante -

Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. In Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del IPCC [H.

<https://www.ipcc.ch/2019/09/23/b-roll-ipcc-srocc/>

IPCC a. (2014). Glosario IPCC Cambio climático 2014 - Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Cambio Climático 2014 - Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, 179–200.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina. (2017). Inventario National de Gases de Efecto Invernadero (Vol. 51, Issue 1).

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, 50 (1992).

[https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina. (2013). Manual Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático para la Gestión y Planificación Local.

Stockholm Resilience Centre. (2020). <https://www.stockholmresilience.org/>

United Nations Environmental Programme. (2021). Nature-based Solutions for Disaster and Climate Resilience.

World Meteorological Organization. (2020). Weather, Climate, Water.

<https://public.wmo.int/en/about-us/FAQs/faqs-climate>