
Módulo 1.1 — Alfabetización en conservación

Sección 2: Los fundamentos científicos

Las leyes científicas que gobiernan los sistemas oceánicos y climáticos y por qué son importantes para la conservación.



Sección 2: Objetivos de aprendizaje

Módulo 1.1 — Fundamentos científicos

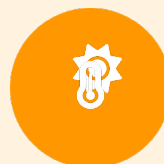
Al final de esta sección, podrá comprender los principios científicos básicos que gobiernan los sistemas climáticos y oceánicos de nuestro planeta.



Alfabetización oceánica

Resumir el **7 principios esenciales de las ciencias oceánicas** comprender cómo el océano da forma a la Tierra y sustenta toda la vida.

Principio 1-7 →



Alfabetización climática

Explicar el **7 principios esenciales de la ciencia climática**, centrándose en el efecto invernadero y el equilibrio energético de la Tierra.

Efecto invernadero →



Contexto de planificación

diferenciar **tiempo versus clima** establecer líneas de base adecuadas para la planificación y gestión de la conservación a largo plazo.

Planificación a largo plazo →

Un gran océano con muchas características

"La Tierra tiene un gran océano con muchas características; todas las cuencas oceánicas están conectadas por circulación".

Característica dominante: El océano cubre ~70% de la superficie de la Tierra y contiene ~97% del agua del planeta.

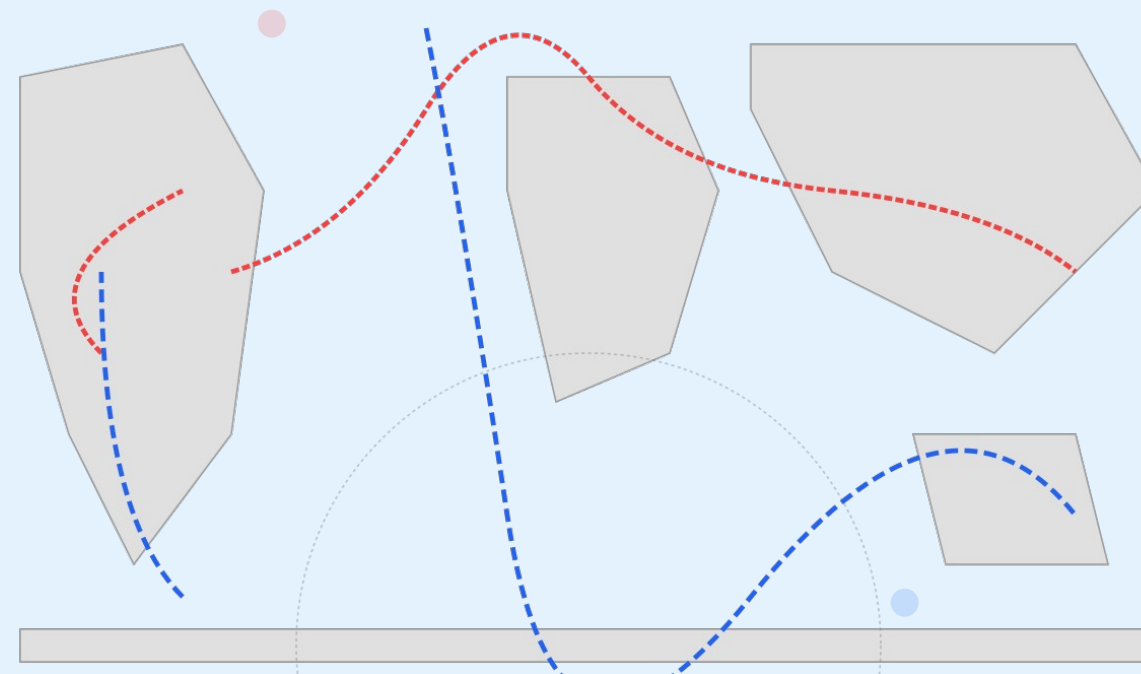
Cuencas Interconectadas: Si bien los nombramos por separado (Pacífico, Atlántico, Índico, etc.), en realidad sólo existe un sistema oceánico global.

Cinta transportadora global: La circulación termohalina conecta todas las cuencas y transporta calor, nutrientes y vida marina a nivel mundial.

Fuerzas impulsoras: Las diferencias de densidad, controladas por la salinidad y la temperatura, impulsan las corrientes oceánicas profundas.

Mapa de circulación global

● Corrientes superficiales cálidas ● Corrientes frías y profundas



Por qué es importante

La contaminación o los cambios en una parte del océano

El océano y la vida dan forma a la Tierra

"El océano y la vida en el océano dan forma a las características de la Tierra".

Constructores de arrecifes: Los corales, algas y moluscos crean enormes estructuras carbonatadas (atolones, barreras) que forman islas y protegen las costas.

Sedimentación: Los organismos marinos influyen en la composición de los sedimentos; Los acantilados de piedra caliza y creta son antiguos depósitos marinos.

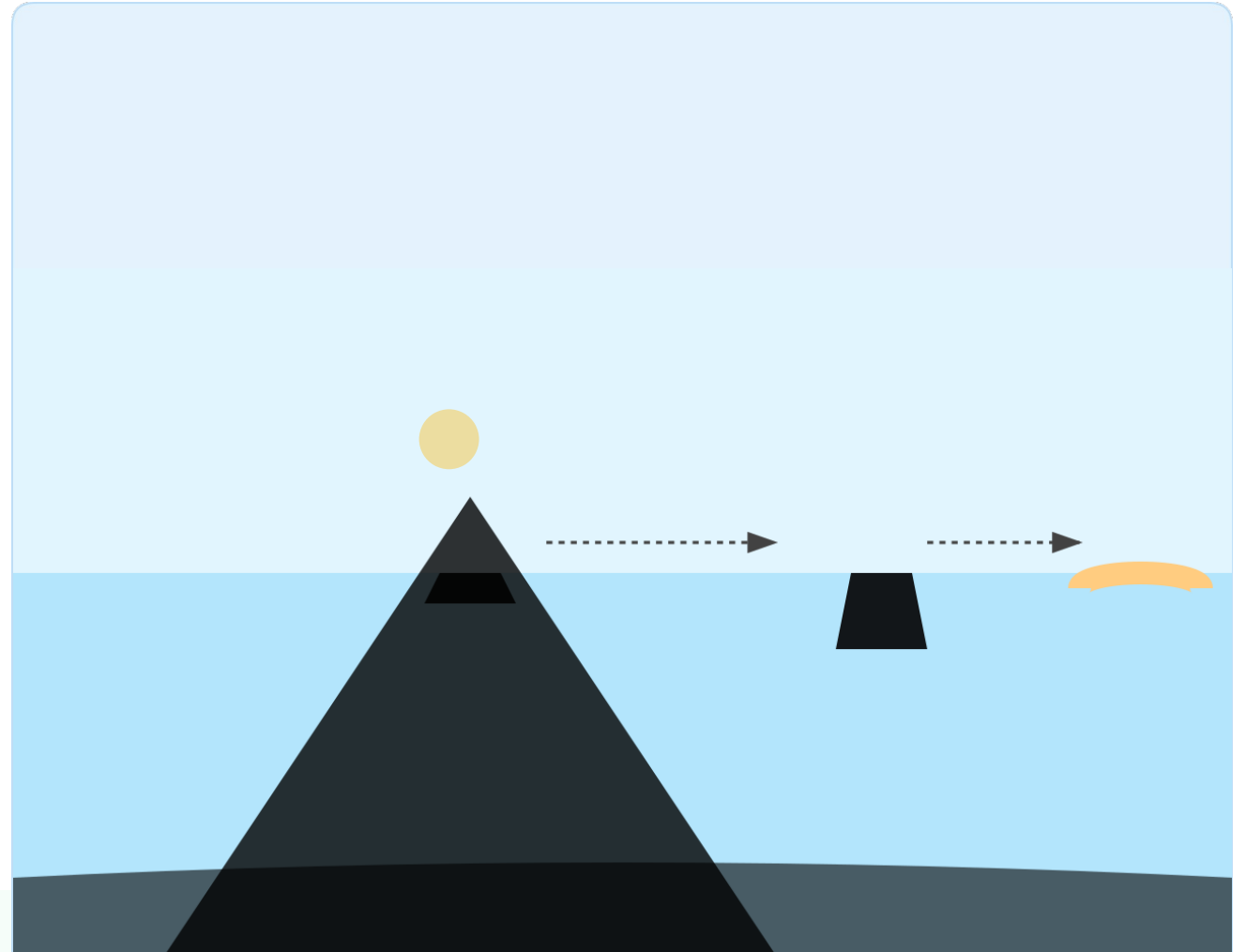
Biogeoquímica: Los procesos biológicos regulan la química de los océanos y afectan la erosión de las rocas y la composición atmosférica.

Interacción geológica: La tectónica de placas y la erosión interactúan con procesos biológicos para remodelar continuamente la superficie de la Tierra.

Formación de arrecifes y morfología de la costa

Coral vivo

Base de piedra caliza



Ocean Drives Tiempo y clima

"El océano almacena y transporta calor y humedad, regulando el tiempo y los sistemas climáticos a nivel mundial".

Capacidad calorífica: El océano absorbe la mayor parte de la radiación solar que llega a la Tierra, actuando como una enorme reserva de calor.

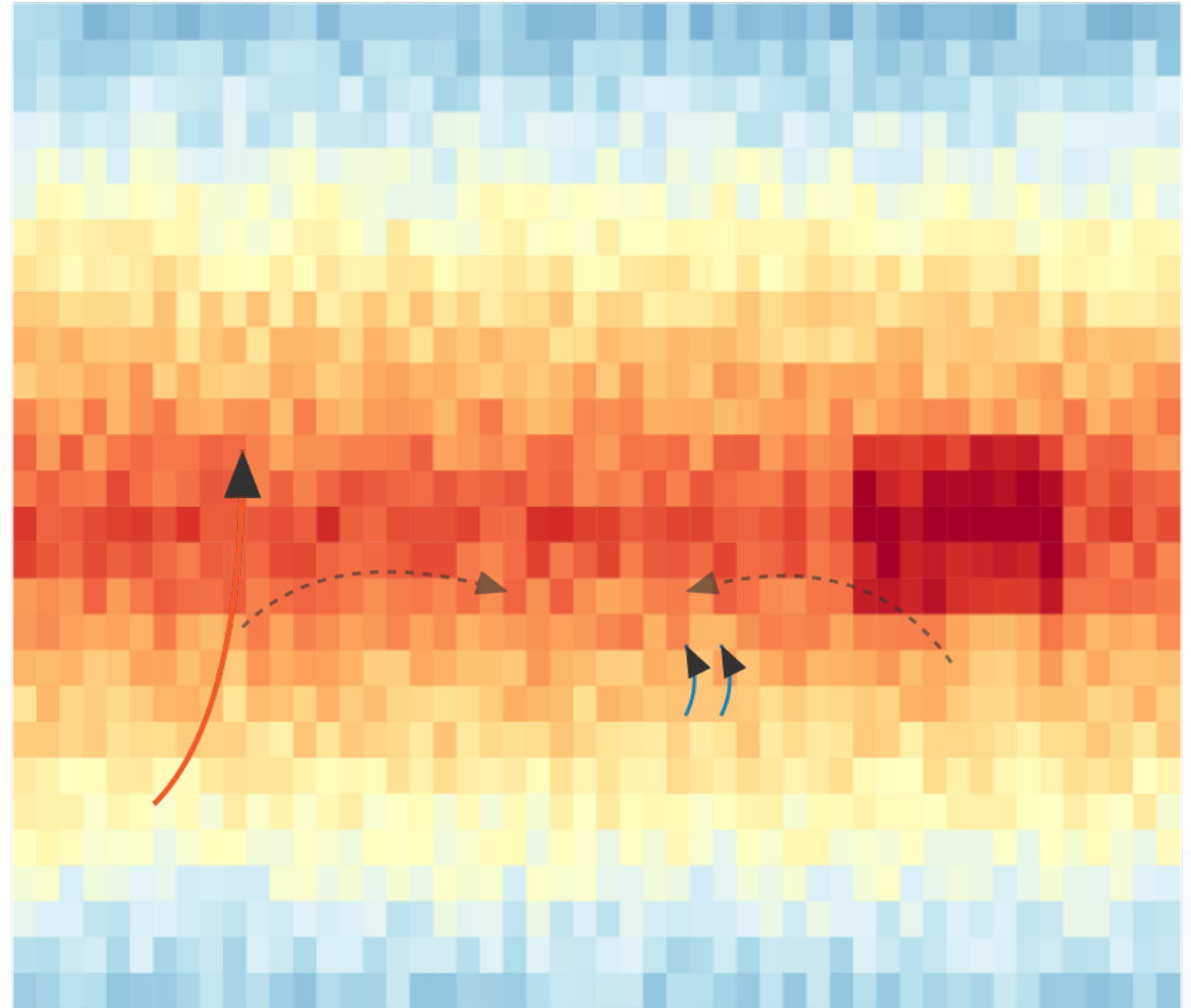
Intercambio global: El intercambio constante de calor, vapor de agua y dióxido de carbono con la atmósfera impulsa los patrones climáticos.

Impulsores climáticos: Oscilaciones como ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) alteran las precipitaciones, las trayectorias de las tormentas y la pesca en todo el mundo.

Desarrollo de tormentas: Los patrones de temperatura de la superficie del mar (TSM) proporcionan la energía que alimenta los ciclones y huracanes tropicales.

Temperatura de la superficie del mar (SST) y circulación

■ ST alta (>28°C) ■ ST baja (<10°C)



El océano hace habitable la Tierra

"Los procesos oceánicos sustentan las condiciones para la vida a través del flujo de energía y el ciclo de nutrientes".

Flujo de energía: La energía solar capturada por el fitoplancton sustenta toda la vida marina a través de niveles tróficos, con una pérdida de energía de ~90% en cada paso.

Bomba biológica: La vida marina transporta carbono desde la superficie hasta las profundidades del océano, regulando el clima global.

Ciclo de nutrientes: El nitrógeno, el fósforo y el carbono circulan mediante absorción biológica, hundimiento, descomposición y afloramiento.

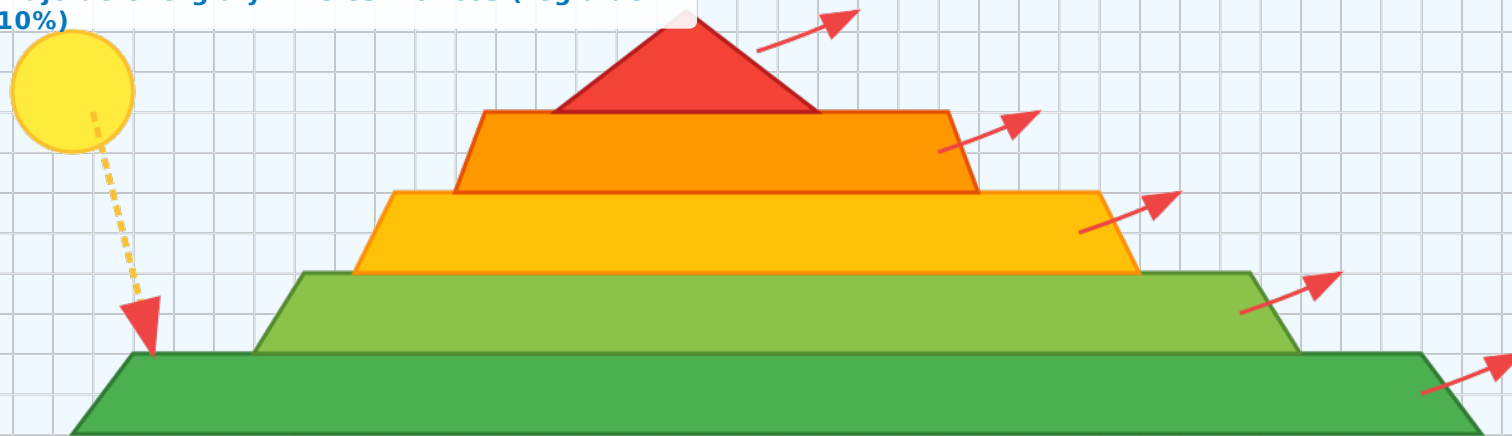
Servicios ecosistémicos: Estos ciclos mantienen la calidad del agua, las poblaciones de peces y el equilibrio atmosférico.



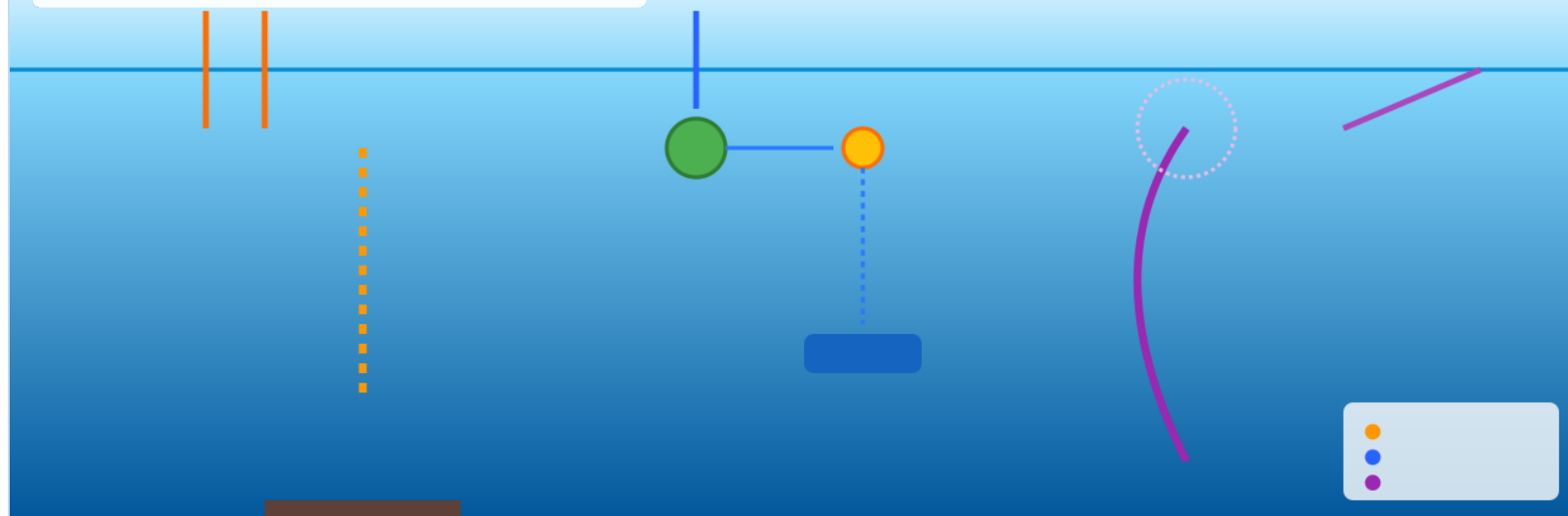
Perspectiva de conservación

La alteración de estos ciclos (por ejemplo, la sobrepesca de los superdepredadores o la contaminación por nutrientes) puede colapsar ecosistemas enteros y reducir las funciones de habitabilidad del océano.

Flujo de energía y niveles tróficos (regla del 10%)



Ciclo de nutrientes y bomba biológica



Diversidad de vida y ecosistemas

"El océano sustenta una gran diversidad de vida y ecosistemas".

Hábitats diversos: Desde arrecifes de coral poco profundos y manglares hasta respiraderos hidrotermales de aguas profundas y mares de hielo polar.

Estructura trófica: Las complejas redes alimentarias, desde el fitoplancton hasta los superdepredadores, sustentan la función de los ecosistemas y el flujo de energía.

Resiliencia: Una mayor biodiversidad proporciona un "seguro biológico", aumentando la resiliencia de los ecosistemas a las perturbaciones.

Soporte vital: La vida marina produce oxígeno, recicla nutrientes y regula el clima.

Pirámide Trófica Marina y Hábitats



Interdependencia océano-humano

"El océano y los seres humanos están inextricablemente interconectados".

Recursos vitales: El océano proporciona alimentos, medicinas, minerales y recursos energéticos esenciales para la supervivencia humana.

Motor Económico: El comercio mundial (transporte marítimo), el turismo y la pesca impulsan las economías nacionales y los medios de vida locales.

Impactos humanos: La contaminación, la sobrepesca, la destrucción del hábitat y el cambio climático alteran la salud de los océanos.

Mayordomía: La gestión sostenible (AMP, reforma pesquera) y los conocimientos sobre conservación son fundamentales para la resiliencia futura.

Red de sistemas interconectados

Beneficios Impactos



Pesca
Seguridad
alimentaria



Transporte
Comercio
mundial



Turismo
Medios de
vida



Energía
Energías
renovables y
petróleo



Balance
Uso Sostenible



medicina
Bioprospección



**Cambio
Climático**
Calentamiento y
acidificación



**Contamina
ción**
Plásticos y
escorrentía



Sobrepesca
Agotamiento de
recursos



Nuestra

El océano está prácticamente inexplorado

"Gran parte del océano permanece inexplorado y poco comprendido".

La frontera desconocida: A pesar de cubrir el 70% de la Tierra, más del 80% del océano no está cartografiado, observado ni explorado.

Biodiversidad de las profundidades marinas: Las profundidades del océano albergan una biodiversidad y ecosistemas vastos y desconocidos distintos de la vida en la superficie.

Avances Tecnológicos: Nuevas herramientas como satélites, boyas, AUV, ROV y sumergibles están ampliando nuestro conocimiento.

Implicaciones para la conservación: La exploración conduce al descubrimiento, inspirando la conservación y la gestión sostenible de los recursos.

Perfil de profundidad de exploración oceánica

Observado

Desconocido



Buques de investigación de superficie



Satélites (solo superficie)



Buceador (~40m)

200 m (límite de zona de luz solar)



Operaciones ROV/AUV

4.000m (Zona Abisal)



Sumergibles tripulados



El gran desconocido

El sol como fuente de energía primaria

"El Sol es la principal fuente de energía para el sistema climático de la Tierra".

Controlador solar: La radiación solar proporciona la energía que calienta el planeta e impulsa el clima.

Equilibrio energético: La Tierra recibe radiación de onda corta del Sol y emite radiación de onda larga (infrarroja) al espacio.

Calentamiento desigual: La insolación varía según la latitud, la estación y la hora del día, lo que genera diferencias de temperatura.

Motor de circulación: Esta distribución desigual de la energía impulsa los patrones de circulación atmosférica y oceánica para redistribuir el calor.

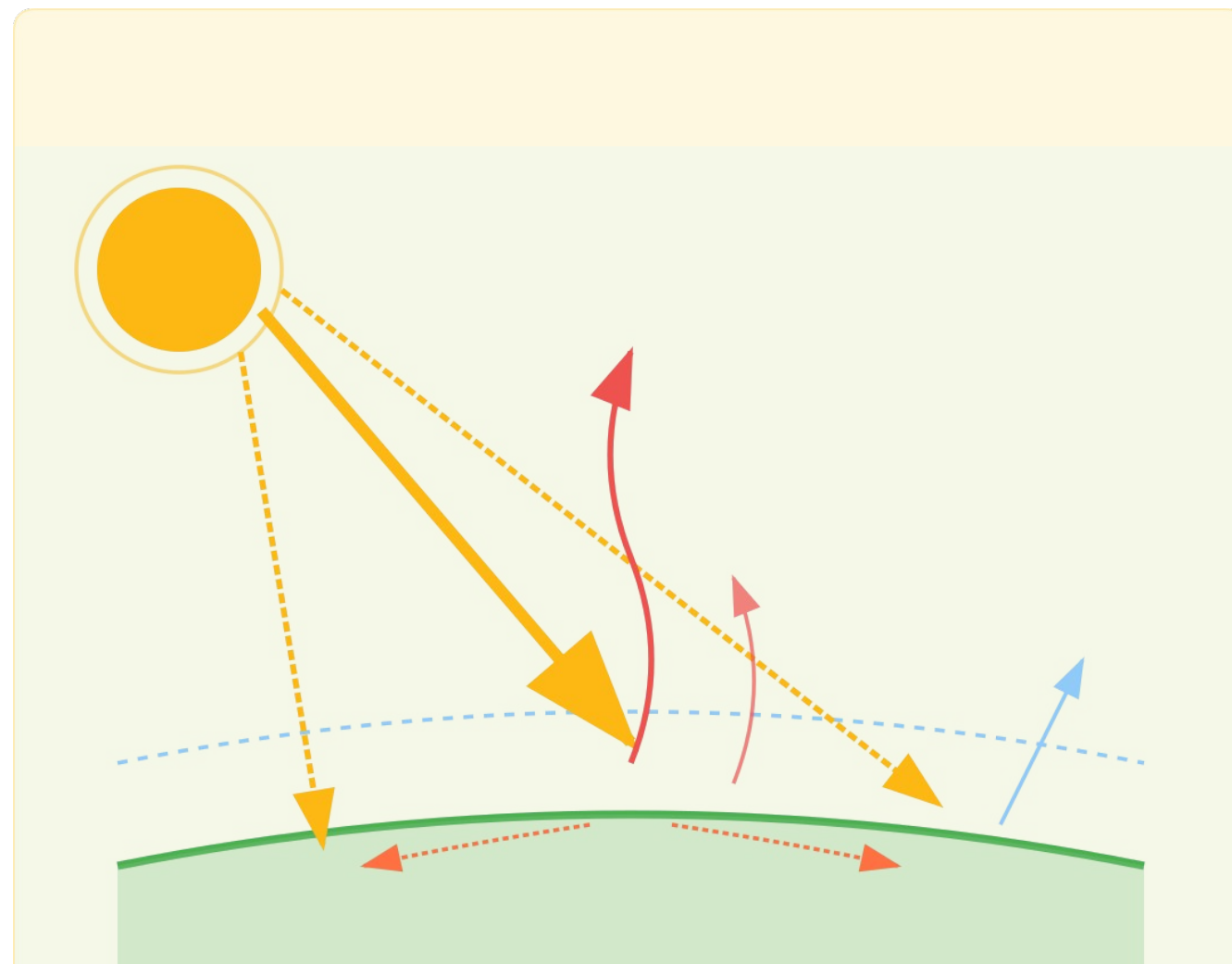
☀ Efecto albedo

Las superficies brillantes (hielo, nubes) reflejan la energía

Balance energético de la Tierra y calentamiento latitudinal

● Entrada solar (onda corta)

● Calor (onda larga)



Sistemas terrestres que interactúan

"El clima está regulado por interacciones complejas entre los componentes del sistema terrestre".

Cinco esferas clave:El sistema climático involucra la Atmósfera (aire), la Hidrosfera (agua), la Criosfera (hielo), la Biosfera (vida) y la Geosfera (tierra).

Sistemas acoplados:El acoplamiento océano-atmósfera es fundamental para la variabilidad; el océano almacena calor y carbono mientras la atmósfera los transporta.

Bucles de retroalimentación:Procesos que amplifican (positivos) o amortiguan (negativos) los cambios, como la retroalimentación del albedo del hielo.

Ciclo del Carbono:Las interacciones entre la vegetación, el suelo, el océano y el aire regulan los niveles de CO₂ atmosférico.

Interacciones del sistema terrestre

Bucles de retroalimentación



Por qué es importante

Pequeños cambios en un sistema (como el derretimiento del hielo) pueden desencadenar efectos en cascada en todo el sistema.

La vida depende del clima, está moldeada por él y lo afecta

"La vida depende del clima, está moldeada y afecta al clima".

Bomba de carbón biológico: Los organismos marinos (plancton) absorben CO_2 atmosférico y transportan carbono a las profundidades del océano al morir.

Influencia de la vegetación: Los bosques y las plantas regulan el clima local y global mediante la fotosíntesis, la respiración y la evapotranspiración.

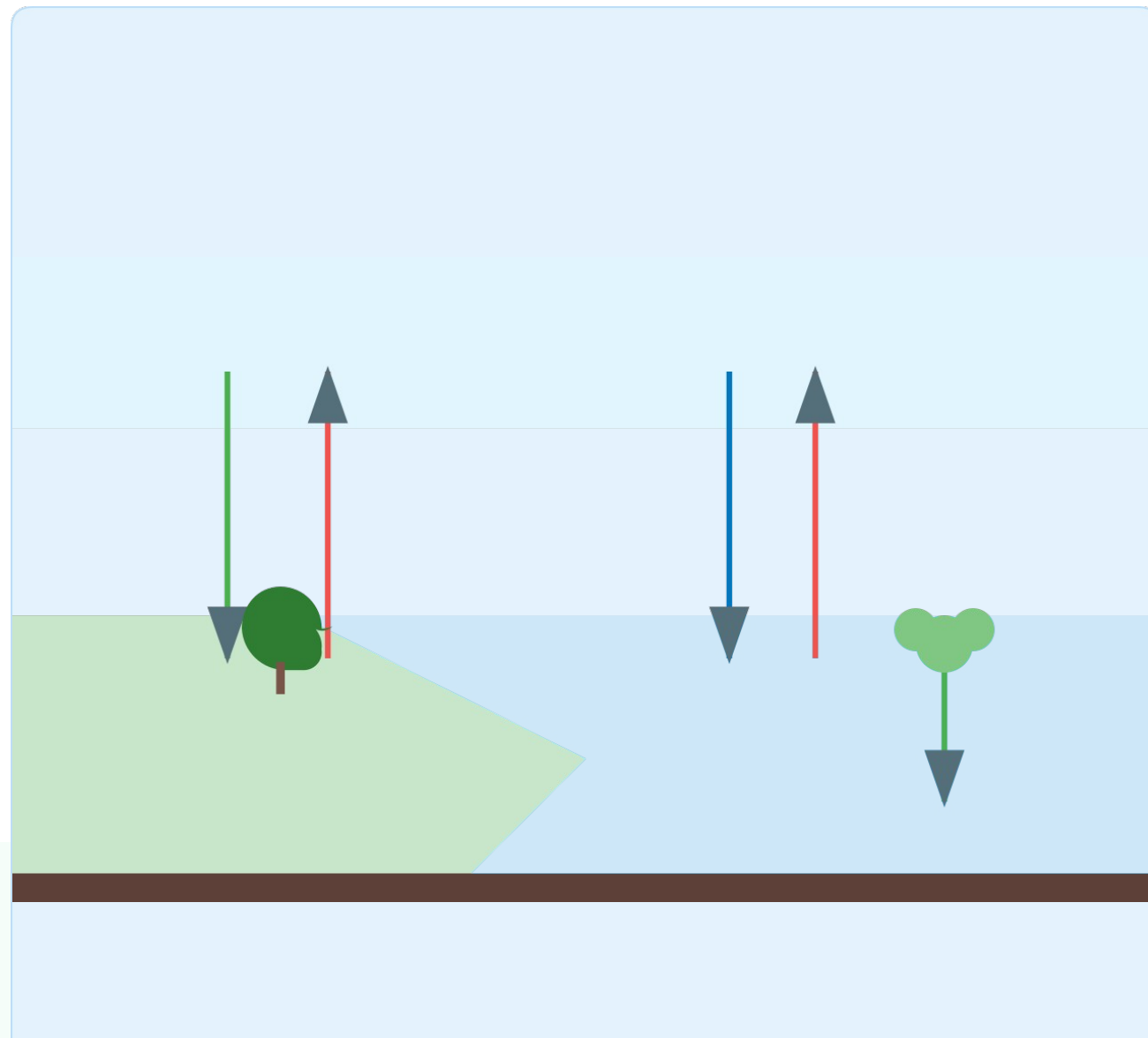
Papel de la biota oceánica: Los organismos calcificantes retienen el carbono en conchas y arrecifes, lo que influye en la química de los océanos y en los niveles de CO_2 atmosférico.

Respuestas de los ecosistemas: Los cambios en el clima impulsan cambios fenológicos (momento de los eventos) y patrones de migración de especies.

Rutas del carbono: atmósfera-océano-biosfera

Flujo de CO_2

Proceso biológico



Variabilidad en el espacio y el tiempo

"El clima varía naturalmente y debido a las actividades humanas".

Escalas de tiempo naturales: El clima oscila en múltiples escalas: interanual (ENSO), decenal (PDO) y milenial (ciclos de Milankovitch).

Factores de fuerza: Los cambios son impulsados por los aerosoles volcánicos (enfriamiento), la variabilidad solar y los gases de efecto invernadero (calentamiento).

Detección y atribución: Los científicos utilizan métodos estadísticos para distinguir la variabilidad interna natural de los factores antropogénicos (causados por el hombre).

Diferencias regionales: El calentamiento global no es uniforme; la tierra se calienta más rápido que los océanos y los polos se calientan más rápido que los trópicos.

Escalas de tiempo de variabilidad climática

Concepto ilustrativo

Interanual: ENSO (El Niño / La Niña)

2-7 años



Impulsa patrones climáticos globales, sequías e inundaciones.

Decenal: PDO (Oscilación Decenal del Pacífico)

20-30 años



Afecta a las pesquerías y a los regímenes de temperatura regionales.

Centenario: Calentamiento antropogénico

Más de 100 años



Aumento constante superpuesto a la variabilidad natural.

Cómo sabemos lo que sabemos

"Nuestra comprensión del sistema climático mejora a través de observaciones, estudios teóricos y modelos".

Observaciones: Datos recopilados del espacio (satélites), del océano (boyas/flotadores Argo), de estaciones terrestres y de indicadores paleoclimáticos (núcleos de hielo, anillos de árboles).

Teoría: Se explican los principios fundamentales de la física, incluida la transferencia radiativa, la termodinámica y la dinámica de fluidos. *por qué* el clima se comporta como lo hace.

Modelado: Simulaciones por computadora que van desde simples cálculos de equilibrio energético hasta complejos modelos del sistema terrestre (ESM) proyectan escenarios futuros.

Consenso: Múltiples líneas de evidencia convergen para confirmar con un alto nivel de confianza el calentamiento causado por el hombre.

Los tres pilares de la ciencia climática



Fuente: Adaptado del Marco de Alfabetización Climática de UCAR/NASA

Impactos humanos (efecto invernadero)

"Las actividades humanas están alterando el sistema climático".

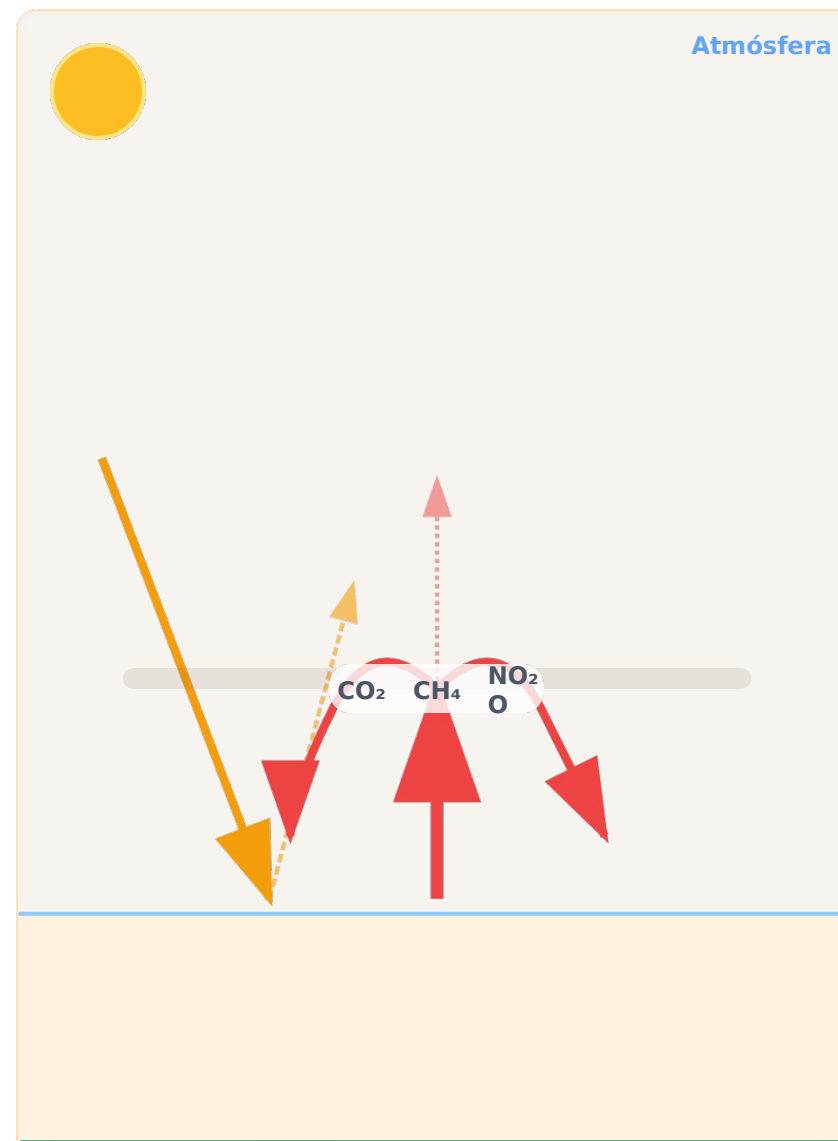
Efecto invernadero mejorado: La quema de combustibles fósiles aumenta las concentraciones de CO_2 , CH_4 y N_2O , atrapando más calor.

Desequilibrio energético: Esta perturbación provoca un forzamiento radiativo positivo, que calienta la atmósfera, el océano y la criosfera.

Acidificación del océano: El océano absorbe ~30% del CO_2 emitido, lo que reduce el pH y amenaza a los organismos calcificantes (corales, mariscos).

Tarifa sin precedentes: Los cambios actuales están ocurriendo más rápido que muchos cambios climáticos históricos naturales.

El efecto invernadero



Acidificación del océano

El CO_2 se disuelve en agua de mar → se forma ácido carbónico → el pH baja.

Básic
o

ácido



Impacto del calentamiento

Derretimiento de los casquetes polares + Expansión térmica = Aumento del nivel del mar.

Consecuencias y riesgos

"El cambio climático tiene consecuencias para los sistemas terrestres y las vidas humanas".

Impactos sistémicos: El aumento de las temperaturas provoca un aumento del nivel del mar, olas de calor, precipitaciones extremas y cambios importantes en los ecosistemas.

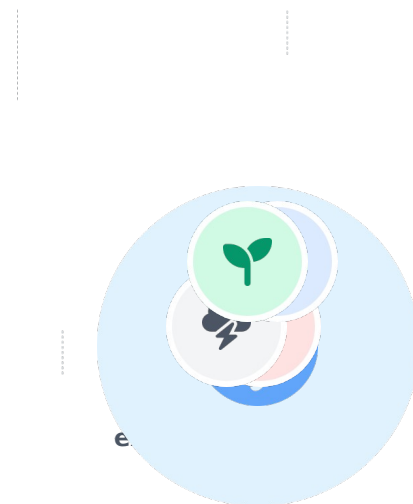
Multiplicador de amenazas: El cambio climático exagera los factores estresantes ambientales existentes, como la contaminación y la pérdida de hábitat.

Carga desigual: Las comunidades y ecosistemas vulnerables enfrentan riesgos desproporcionados a pesar de ser los que menos contribuyen al problema.

Marco de riesgos

Riesgo = **Peligro** × **Exposición** × **Vulnerabilidad**

La conservación tiene como objetivo reducir la exposición y la vulnerabilidad.



Sistemas terrestres

Estrategias de respuesta

Adaptación

Soluciones basadas en la naturaleza

Mitigación

Fuente: Marco de Riesgos del USGCRP/IPCC



El tiempo

Condiciones a corto plazo

"El estado de la atmósfera en un lugar y momento determinados".

Escala de tiempo: Minutos a semanas

Variabilidad: Eventos transitorios y altamente variables

Ejemplos: Temperatura diaria, tormentas, humedad, ráfagas de viento.



Clima

Promedio a largo plazo

contra

"El promedio estadístico de los patrones climáticos durante un largo período".

Escala de tiempo: Décadas (estándar de 30 años según la OMM)

Variabilidad: Tendencias, ciclos y promedios

Ejemplos: Estacionalidad, ciclos ENSO, tendencias de calentamiento.



Por qué es importante para la conservación

La conservación efectiva depende de **líneas de base climáticas**, no el clima diario. Las AMP y la planificación costera deben tener en cuenta proyecciones a largo plazo (por ejemplo, tendencias de la temperatura de la superficie del mar, aumento del nivel del mar) en lugar de eventos transitorios para garantizar la resiliencia y la gestión adaptativa.



Conclusiones clave



Sistemas acoplados

Los sistemas oceánicos y climáticos están estrechamente vinculados; Los marcos de alfabetización organizan los principios básicos en conceptos interconectados.



Planificación de la conservación

La conservación eficaz debe tener en cuenta el equilibrio energético, los circuitos de retroalimentación y distinguir la variabilidad a largo plazo del clima.



Fundación esencial

Los 7 Principios Oceánicos + 7 Principios Climáticos proporcionan la base científica esencial para comprender los sistemas terrestres.



Lectura adicional



Guía de alfabetización oceánica de la NOAA

Versión 3.2 (2024) - Principios esenciales



Portal de alfabetización oceánica de la UNESCO

Recursos y kit de herramientas globales



Alfabetización climática: principios esenciales

Folleto UCAR/NASA



Recursos de alfabetización climática de la NOAA

Colección de materiales educativos.



✓ Atribución: Contenido alineado con el Módulo 1.1 Sección 2