

Salud y ecosistemas: un vínculo vital

Shirley Galibia Sánchez Apolo

Salud y ecosistemas: un vínculo vital

Shirley Galibia Sánchez Apolo



© **Shirley Galibia Sánchez Apolo**

Universidad Técnica de Machala

ORCID: 0000-0003-1721-7751

ssanchez@utmach.edu.ec

Primera edición, 2025-10-31

ISBN: 978-9942-33-996-6

DOI: <http://doi.org/10.48190/9789942339966>

Distribución online

 Acceso abierto

Cita

Sánchez, S. (2025) Salud y ecosistemas: un vínculo vital. Editorial Grupo Compás

Este libro es parte de la colección de la Universidad Técnica de Machala y ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad de la publicación. El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Prefacio

El presente libro, “Salud y ecosistemas: un vínculo vital”, surge de la imperiosa necesidad de comprender la compleja interrelación entre el medio ambiente y la salud humana. En un contexto donde las transformaciones inducidas por la actividad humana han alterado en forma profunda y acelerada los sistemas naturales, la salud se erige como un derecho fundamental que depende de la integridad de los ecosistemas. Esta obra está orientada a docentes, estudiantes y profesionales en medicina, y pretende servir de guía para enfrentar de manera crítica y responsable los desafíos ambientales que afectan el bienestar de las personas.

El objetivo general de este libro es dotar al lector de una base teórica robusta y actualizada, complementada con herramientas prácticas, que permitan comprender y abordar de forma integral los vínculos entre la salud y los ecosistemas. Se busca identificar las problemáticas emergentes –como la contaminación plástica, la crisis climática y las desigualdades ambientales– además de abordar aspectos fundamentales que tradicionalmente han sido relegados a un segundo plano, como la salud ocupacional y los daños a la salud infantil incluso antes del nacimiento. El propósito es fomentar un pensamiento crítico- multidisciplinario que permita a los profesionales brindar soluciones integrales-equitativas y proponer estrategias eficaces que integren principios de prevención, mitigación y adaptación, promoviendo simultáneamente la igualdad y la justicia ambiental.

La estructura del libro se organiza en capítulos interrelacionados que abordan, de forma progresiva, distintos aspectos esenciales de este vínculo vital. Los capítulos iniciales introducen los conceptos fundamentales y plantean el contexto histórico y científico en el que se marca la problemática actual. Posteriormente, se examinan áreas específicas: desde el impacto de los contaminantes y la transformación de los plásticos en micro y nanoplásticos, hasta los efectos del cambio climático en la emergencia de enfermedades. Asimismo, se incluye un capítulo dedicado a la salud ocupacional, que deja en evidencia las condiciones laborales en ambientes contaminados y los riesgos asociados que inciden en la salud de los trabajadores. Complementariamente, se aborda el impacto de los determinantes ambientales en la salud infantil, destacando los daños que pueden manifestarse incluso antes del nacimiento, debido a la exposición a contaminantes y a la precariedad de los entornos en los que habitan las madres. En los capítulos finales, se aborda la intersección entre salud y equidad mediante el análisis de estrategias de justicia ambiental, culminando en propuestas de políticas integradas y acciones concretas orientadas a la

promoción de una “salud para todos”. Cada sección se enriquece con estudios de casos y evidencias científicas actuales, que permiten al lector conectar los conocimientos teóricos con desafíos y soluciones aplicables en contextos reales.

En cuanto a sus características pedagógicas, “Salud y ecosistemas: un vínculo vital” se ha diseñado para facilitar el aprendizaje mediante un lenguaje claro, preciso y accesible, sin renunciar al rigor científico. El contenido promueve un enfoque activo y reflexivo, incentivando el diálogo interdisciplinario y la participación con criterio firme.

Se han incluido ejemplos aplicados y recomendaciones estratégicas que favorecen el enlace entre la teoría y la práctica, permitiendo así que los futuros profesionales y académicos integren estos conocimientos en sus ámbitos de acción para propiciar transformaciones que mejoren la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental.

Este libro es fruto de un esfuerzo comprometido por construir un marco de referencia que inspire el compromiso ético y profesional para enfrentar los desafíos de nuestro tiempo, garantizando un acceso equitativo a entornos saludables y promoviendo un futuro más justo y resiliente para todas las generaciones.

Shirley Galibia Sánchez Apolo

ÍNDICE DE CONTENIDO:

CAPITULO 1: Cambio climático y salud: una visión integral 9

Introducción.....	9
Objetivos de Aprendizaje:	9
El cambio climático y sus implicaciones en la salud	10
Conclusiones	16
Ejercicio 1:	17

CAPITULO 2: Enfermedades transmitidas por vectores y clima cambiante. 18

Introducción.....	18
Objetivos de Aprendizaje:	19
Dinámicas eco-evolutivas en la transmisión del dengue y la chikungunya. 19	
Eventos extremos y respuesta epidemiológica	20
Conclusiones	27
Ejercicio 2.....	28

CAPITULO 3: Salud laboral frente al cambio climático 29

Introducción.....	29
Objetivos de Aprendizaje	31
Cambio Climático y Salud Ocupacional	31
Impacto del cambio climático en la salud ocupacional de trabajadores del transporte terrestre	32
Factores de riesgo y estrategias de intervención	32
Sistemas de salud resilientes y entornos laborales saludables	35
Discusión y perspectivas futuras	36
Conclusiones	40
Ejercicio 3.....	41

CAPITULO 4: Mitigación del cambio climático y co-beneficios para la salud 42

Introducción.....	42
-------------------	----

Objetivos de Aprendizaje	43
Fundamentos teóricos sobre cambio climático, mitigación y salud cardiovascular	43
Implicaciones para la planificación de políticas públicas.....	49
Conclusiones	52
Ejercicio 4.....	54
CAPITULO 5: Inundaciones, biodiversidad y enfermedades emergentes	55
Introducción.....	55
Efecto de las inundaciones en la biodiversidad y la transmisión de enfermedades	56
Repercusión para la salud pública y la conservación de la biodiversidad..	60
Necesidad de estandarización y estudios multicéntricos para la investigación futura	61
Incorporación de modelos no lineales y análisis de lag	62
Un llamado a la sociedad	63
Alerta temprana, monitorización continua y proyección futura.....	63
Conclusiones	67
Ejercicio 5:	68
CAPITULO 6: Salud infantil y cambio climático: efectos de por vida	69
Introducción.....	69
Objetivos de Aprendizaje	69
Programación fetal, vulnerabilidad prenatal y sus efectos transgeneracionales	70
Consecuencias en la infancia y la adultez: enfermedades cardiovasculares y metabólicas	72
Visión global e intergeneracional	73
Protección prenatal: estrategias para un mañana saludable	74
Prevención de enfermedades crónicas y promoción del desarrollo saludable.....	75
Fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y adaptación a eventos extremos	75

Acción por el clima y la salud	76
Discusión y visión colectiva	77
Conclusiones	80
Ejercicio 6.....	81
CAPITULO 7: Sustentabilidad en la atención sanitaria y la salud planetaria	84
Introducción.....	84
Objetivos de Aprendizaje:	85
Salud planetaria y estabilidad en la atención sanitaria	85
Propuestas para la integración sistemática	88
Contextualización y retos regionales.....	89
Estrategias para la integración curricular	92
Transformación de la Práctica Clínica	94
Conclusiones	97
Ejercicio 7.....	98
CAPITULO 8: Contaminantes, plásticos y salud ecosistémica	101
Introducción.....	101
Objetivos de Aprendizaje	101
Evolución y naturaleza de los plásticos	102
Contaminación plástica en los ecosistemas	103
Transformación de macro a nanoplásticos	104
Salud ecosistémica y humana: toxicidad e ingestión de partículas	104
Marco Regulador Global.....	106
Estrategias de economía circular	107
Destino de la biodiversidad y los ecosistemas sobre la salud humana.....	108
Conclusiones	112
Ejercicio 8.....	113
CAPITULO 9: Crisis climática y nuevas amenazas para la salud humana	114
Introducción.....	114

Objetivos de Aprendizaje	115
La crisis climática, su acción negativa en la salud y ecosistemas.....	116
Riesgos para la salud humana y enfermedades transmitidas por vectores	118
La integración de tecnologías digitales en el monitoreo y control de riesgos	119
Conclusiones	124
Ejercicio 9.....	125
CAPITULO 10: Justicia ambiental y Una Salud para todos.....	126
Introducción.....	126
Objetivos de Aprendizaje	127
Justicia ambiental: definición y contexto histórico.....	127
Una Salud: un enfoque integrado	129
La Perspectiva One Health con enfoque de justicia ambiental en ciudades	130
Inversión en infraestructura de salud y medio ambiente	132
Financiamiento y cooperación internacional	133
Conclusiones	137
Ejercicio 10	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: El cambio climático y sus implicaciones en la salud	14
Tabla 2: Dinámicas eco-evolutivas y eventos extremos en la transmisión del dengue y la chikungunya	25
Tabla 3: Cambio climático, salud ocupacional y resiliencia del sistema de salud.....	39
Tabla 4: Mitigación del cambio climático y co-beneficios para la salud	52
Tabla 5: Inundaciones, biodiversidad y enfermedades emergentes	66
Tabla 6: Salud infantil y cambio climático: efectos de por vida	79
Tabla 7: Dimensiones para la integración de la salud planetaria en directrices clínicas.....	88

Tabla 8: Pilares fundamentales en la educación en Salud Planetaria	90
Tabla 9: Claves para la integración curricular de la salud planetaria	93
Tabla 10: Clasificación de los plásticos según su origen	102
Tabla 11: Impacto ambiental de los residuos plásticos.....	103
Tabla 12: Plásticos, salud y sostenibilidad.....	111
Tabla 13: Crisis climática y nuevas amenazas para la salud humana.....	123
Tabla 14: Justicia ambiental y Una Salud para todos	135

CAPITULO 1: Cambio climático y salud: una visión integral

Introducción

El cambio climático se ha consolidado como una de las preocupaciones ambientales más significativas del siglo XXI, afectando no solo a los ecosistemas, sino también configurando nuevos escenarios para la salud pública a nivel global. El aumento de temperaturas, la alteración de los patrones de precipitación y la mayor frecuencia de eventos extremos (como olas de calor e inundaciones) han contribuido a transformar la distribución de especies y a modificar la dinámica de los vectores transmisores de enfermedades. Estas transformaciones generan efectos directos e indirectos en la salud humana, ampliando el espectro de enfermedades infecciosas y aumentando la carga sobre los sistemas sanitarios (Mohd. Tohit, Aidid, & Haque, 2024).

En este capítulo se ofrecerá una revisión integral que articula cómo los cambios en el clima repercuten en la epidemiología de enfermedades vectoriales, en la percepción social del vínculo entre salud y ambiente y en las estrategias de adaptación y mitigación que deben implementarse para proteger a las poblaciones, sobre todo a los grupos más vulnerables. La integración de conocimientos provenientes de múltiples disciplinas permite comprender que el cambio climático no es un fenómeno aislado, sino un motor de transformación que afecta la interacción entre el ambiente y la salud.

Frente a estos desafíos, es imperativo que se adopten medidas coordinadas que integren datos climáticos y de salud en sistemas de alerta temprana, mejoren la vigilancia epidemiológica y fortalezcan la planificación intersectorial. El objetivo final es transformar los riesgos ambientales en oportunidades para mejorar la salud pública, mediante la inversión en infraestructuras sostenibles, el fomento de transportes menos contaminantes y la promoción de estilos de vida saludables. Este pretende proporcionar a los estudiantes y profesionales una comprensión integral de las conexiones entre el clima, la ecología vectorial y la salud, y así fomentar la elaboración de políticas y estrategias de acción recurso efectivas.

Objetivos de Aprendizaje:

- Comprender cómo las variables climáticas alteran la ecología de vectores y los riesgos en salud.
- Analizar la evidencia y la percepción social del vínculo salud-ambiente para orientar políticas y comunicación.

- Integrar datos climáticos y sanitarios para priorizar medidas de adaptación enfocadas en poblaciones vulnerables.

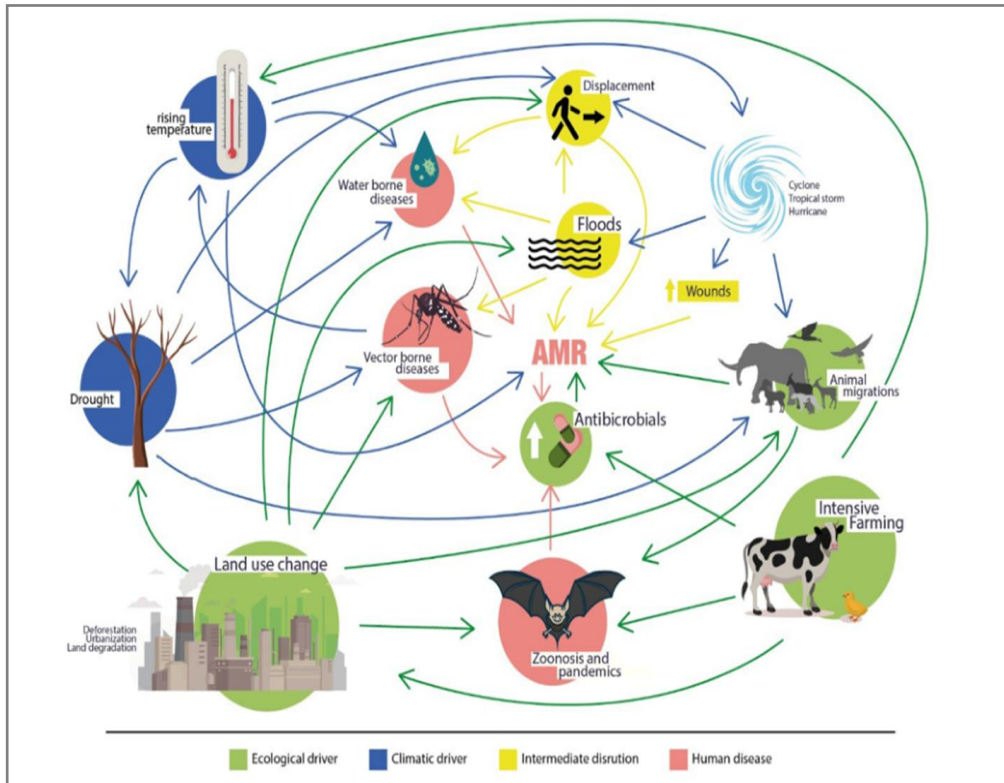
El cambio climático y sus implicaciones en la salud

El calentamiento global, impulsado principalmente por la quema de combustibles fósiles y la deforestación, ha alterado significativamente el equilibrio de los ecosistemas. Según Mohd. Tohit, Aidid y Haque (2024), la elevación de la temperatura, junto con variaciones en la humedad y la precipitación, afecta el ciclo de vida de numerosos vectores—como mosquitos, garrapatas y pulgas—que son responsables de transmitir patógenos a los seres humanos. Por ejemplo, el mosquito *Aedes aegypti*, implicado en la transmisión de dengue, chikungunya y Zika, presenta un desarrollo acelerado en ambientes cálidos, lo que puede incrementar las tasas de transmisión de estos virus.

Además, la alteración de los patrones climáticos favorece la expansión geográfica de estos vectores, introduciéndolos en zonas previamente poco afectadas y exponiendo a nuevas poblaciones a riesgos sanitarios. Así, fenómenos como las inundaciones, que generan acumulación de agua estancada, se convierten en criaderos naturales para larvas y amplifican el riesgo de brotes epidémicos (Mohd. Tohit et al., 2024).

La revisión realizada, destaca la complejidad de las interacciones entre el cambio climático y la ecología vectorial. En condiciones de mayor temperatura y humedad, la tasa de reproducción y el intervalo de desarrollo de vectores se ven considerablemente afectados, lo que puede derivar en un incremento en la densidad poblacional de estos organismos y, en consecuencia, en una mayor probabilidad de transmisión de enfermedades. Por ejemplo, la expansión de garrapatas del tipo *Ixodes scapularis* en América del Norte se ha relacionado con inviernos más benignos, permitiendo la aparición de la enfermedad de Lyme en áreas históricamente no endémicas.

Figura 1: Interacción entre la crisis ecológica y climática y la aparición de enfermedades infecciosas



Fuente: Segala (2025)

Esta figura ilustra las interacciones dinámicas entre los factores ecológicos (verde), los factores climáticos (azul), las perturbaciones intermedias (amarillo) y sus impactos en las enfermedades humanas (rojo). Los elementos clave incluyen el aumento de las temperaturas, las sequías, las inundaciones y los cambios en el uso del suelo, que provocan un aumento de las enfermedades transmitidas por vectores y por el agua, las zoonosis y la resistencia a los antimicrobianos (RAM). El diagrama destaca los efectos en cascada de las perturbaciones ambientales y climáticas en la salud mundial.

Asimismo, los cambios en el uso del suelo, como la urbanización acelerada y la deforestación, interactúan con las variables climáticas al alterar los hábitats naturales de los vectores. Estas modificaciones pueden conducir a un mayor contacto entre humanos y vectores, creando un escenario en el que la transmisión de enfermedades se intensifica. Se enfatiza que la comprensión de estos mecanismos es vital para el diseño de estrategias de control y prevención basadas en evidencias.

El artículo “Salud y cambio climático: cómo hacer que el vínculo sea importante” (The Lancet, 2019) hace hincapié en que, a pesar de la creciente evidencia sobre la influencia del cambio climático en la salud, existe una percepción débil por parte de la sociedad respecto a la conexión entre ambos fenómenos. La falta de conciencia y la subestimación de los riesgos asociados influyen en la inacción tanto a nivel individual como político. El informe destaca la necesidad de ampliar la comunicación y sensibilización sobre este vínculo, de manera que las intervenciones y políticas públicas puedan orientarse hacia la protección no solo del medio ambiente, sino también de la salud humana.

Este llamado a la acción es fundamental, ya que la integración de la salud en las políticas climáticas puede potenciar los beneficios tanto en términos epidemiológicos como económicos. La mejora de la calidad del aire, la promoción de transportes sostenibles y la inversión en energías renovables son ejemplos de estrategias que, al mismo tiempo, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoran la salud pública (The Lancet, 2019). En este sentido, la comunicación de estos hallazgos y la colaboración entre distintos sectores resultan imprescindibles para revertir la tendencia actual de deterioro ambiental y salud.

Uno de los aspectos más relevantes planteados en “El informe de 2019 de The Lancet Countdown sobre la salud y el cambio climático: garantizar que la salud de un niño que nace hoy no esté definida por un clima cambiante” (Watts et al., 2019) es la perspectiva intergeneracional. El informe advierte que, de continuar las tendencias actuales, los niños que nazcan hoy enfrentarán un mundo con temperaturas mucho más elevadas, mayor frecuencia de fenómenos extremos y, en consecuencia, mayores desafíos en términos de salud. Entre los riesgos se incluyen el incremento de enfermedades infecciosas, problemas respiratorios, y efectos adversos derivados de la contaminación del aire, que pueden desencadenar problemas crónicos a lo largo de toda la vida.

La evidencia presentada, subraya la urgencia de actuar de manera inmediata para mitigar el cambio climático. Se enfatiza que la salud infantil es especialmente vulnerable, dado que los efectos acumulativos del ambiente degradado se manifiestan desde el periodo prenatal hasta la edad adulta. En el contexto de políticas de salud y medio ambiente, este enfoque intergeneracional refuerza la necesidad de implementar estrategias a largo plazo que aseguren un entorno saludable para las futuras generaciones.

El cambio climático plantea desafíos complejos que requieren respuestas coordinadas entre sectores. La revisión de Mohd. Tohit et al. (2024) y el

informe de Watts et al. (2019) resaltan que la variabilidad regional en la incidencia de enfermedades vectoriales y la exposición a eventos climáticos extremos exige una adaptación local de las políticas sanitarias. Es fundamental que las autoridades integren datos climáticos y de salud en sistemas de alerta temprana, mejoren la vigilancia epidemiológica y promuevan medidas de resiliencia que aborden tanto las causas como las consecuencias del cambio climático.

Por otro lado, el artículo de The Lancet (2019) llama a reforzar la comunicación sobre los beneficios de las intervenciones climáticas para la salud. La evidencia sugiere que invertir en infraestructuras sostenibles y promover estilos de vida saludables pueden simultáneamente reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad de vida. Por ejemplo, la transición hacia transportes públicos menos contaminantes y la promoción de la actividad física son acciones que se traducen en una disminución de la contaminación atmosférica y una mejora en la salud cardiovascular de la población.

Asimismo, se propone la creación de alianzas entre instituciones sanitarias, académicas y gobiernos para el desarrollo de programas educativos y de investigación que integren la salud planetaria. Esta colaboración intersectorial es clave para formular estrategias robustas y contextuales que aborden los retos emergentes en un escenario de cambio global acelerado.

El cambio climático se presenta como una amenaza multifacética que afecta a la salud pública a través de alteraciones en la ecología de los vectores, el aumento de fenómenos extremos y la degradación de los ambientes naturales. La revisión de Mohd. Tohit, Aidid y Haque (2024) evidencia cómo las variables climáticas modifican la dinámica de transmisión de enfermedades, creando nuevos desafíos para la prevención y el control epidemiológico. Por su parte, el artículo de The Lancet (2019) destaca la importancia de establecer un vínculo claro entre salud y medio ambiente para impulsar respuestas efectivas tanto a nivel de políticas públicas como en la práctica clínica. Finalmente, el informe de Watts et al. (2019) orienta la mirada hacia el impacto intergeneracional, alertando que el futuro de la salud de los niños dependerá de las acciones que se tomen hoy frente al calentamiento global.

La convergencia de estos tres trabajos resalta la necesidad de adoptar enfoques interdisciplinarios y colaborativos para enfrentar los retos del cambio climático. Solo mediante una integración de conocimientos y estrategias puede alcanzarse un modelo de salud pública que, no solo

reaccione ante las crisis, sino que también prevenga la escalada de impactos adversos en la población.

En suma, este capítulo establece el fundamento de una “visión integral” en el que se reconozca que la salud y los ecosistemas están inextricablemente vinculados. El abordaje de los desafíos planteados requiere esfuerzos coordinados y un compromiso genuino de la sociedad, las autoridades y la comunidad científica, de modo que se transformen las adversidades en oportunidades para mejorar la calidad de vida y garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras.

Con este enfoque se espera que los estudiantes de Medicina adquieran una perspectiva holística sobre la intersección entre el cambio climático y la salud, comprendiendo tanto sus fundamentos científicos como la relevancia práctica en la formulación de políticas de salud pública y estrategias preventivas. La integración de estos estudios invita a la reflexión crítica y a la acción interdisciplinaria, elementos esenciales para enfrentar los desafíos ambientales que afectan la salud en la actualidad y en el futuro.

Tabla 1: El cambio climático y sus implicaciones en la salud

Aspecto	Descripción	Estrategias/Intervenciones Propuestas
Aumento de temperatura	El incremento de la temperatura acelera el desarrollo de vectores como <i>Aedes aegypti</i> , elevando la tasa de reproducción y la densidad poblacional, lo que incrementa la transmisión de enfermedades como dengue, chikunguya y zika.	Promover el uso de energías renovables y la reducción de emisiones; implementar campañas de concientización sobre la importancia de disminuir el uso de combustibles fósiles.
Variaciones en Humedad y Precipitación	Cambios en la humedad y patrones de lluvia modifican el ciclo vital de los vectores, afectando la supervivencia y reproducción, y favoreciendo la	Desarrollar sistemas de alerta temprana basados en monitoreo climático; fortalecer la investigación en ecología vectorial; adaptar las políticas sanitarias a las condiciones climáticas locales.

Aspecto	Descripción	Estrategias/Intervenciones Propuestas
	expansión geográfica de especies como <i>Ixodes scapularis</i> , vinculadas a la enfermedad de Lyme.	
Fenómenos de inundación	Las inundaciones generan áreas de agua estancada, que se convierten en criaderos naturales para larvas de mosquitos y otros vectores, aumentando el riesgo de brotes epidémicos en zonas urbanas y rurales.	Implementar infraestructuras de drenaje sostenible; promover la creación de parques de retención de agua y espacios verdes; mejorar la planificación urbana para reducir la acumulación de agua estancada.
Cambios en el	La urbanización y la deforestación alteran los hábitats naturales, incrementando el contacto entre humanos y vectores, lo que intensifica la transmisión de enfermedades.	Planificar el desarrollo urbano de manera sostenible; promover políticas de reforestación; integrar estrategias de salud ambiental en la planificación territorial.
Perspectiva intergeneracional	La exposición a condiciones adversas desde el periodo prenatal y durante la infancia aumenta el riesgo de enfermedades crónicas futuras, afectando la salud de las próximas generaciones.	Implementar programas de salud prenatal y pediátrica con un enfoque ambiental; fomentar la participación de las comunidades en medidas de adaptación y mitigación; diseñar políticas de salud a largo plazo.

Elaboración propia

Conclusiones

- El cambio climático altera la ecología de vectores y amplifica riesgos sanitarios mediante aumentos de temperatura, variabilidad de precipitaciones y eventos extremos.
- La percepción social del vínculo salud-ambiente sigue siendo débil; comunicar co-beneficios (aire limpio, movilidad activa) fortalece la acción pública.
- La integración de datos climáticos y de salud en sistemas de alerta y vigilancia es prioritaria, con adaptación local y enfoque en poblaciones vulnerables.
- La perspectiva intergeneracional exige políticas de largo plazo para proteger la salud infantil desde el periodo prenatal.

Ejercicio 1:

Instrucciones:

Lea el siguiente enunciado y responda a las preguntas de manera concisa.

Enunciado:

El calentamiento global incrementa la temperatura ambiental, lo que acelera el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti* y favorece la aparición de criaderos por la acumulación de agua estancada, aumentando así la probabilidad de brotes epidémicos de dengue, chikunguña y Zika.

Pregunta Abierta:

Explique en dos o tres oraciones cómo el incremento en la temperatura afecta la transmisión de enfermedades vectoriales.

.....
.....
.....
.....
.....

Pregunta de Verdadero/Falso:

Las inundaciones, al crear zonas de agua estancada, reducen el riesgo de brotes epidémicos.

(Indicar si es verdadero o falso y justifique su respuesta en una oración.)

Verdadero () Falso ()

.....
.....
.....
.....

CAPITULO 2: Enfermedades transmitidas por vectores y clima cambiante.

Introducción

El cambio climático se ha convertido en el factor determinante de las condiciones ambientales que influyen en la propagación de enfermedades transmitidas por mosquitos. La combinación de temperaturas en aumento, variabilidad en los patrones de precipitación y la mayor frecuencia de eventos meteorológicos extremos no solo modifica la distribución geográfica de los vectores, sino que también puede alterar sus características eco-evolutivas, repercutiendo directamente en la dinámica de transmisión de enfermedades como el dengue y la chikungunya. Asimismo, eventos como las inundaciones pueden desencadenar cambios abruptos en las condiciones ambientales locales, afectando tanto la biología del vector como la vulnerabilidad de las poblaciones.

Este capítulo se fundamenta en los hallazgos del estudio de Tozan, Sjödin, Muñoz y Rocklöv (2020), que analiza la dinámica de transmisión de dengue y chikungunya en un clima cambiante, y en la revisión exploratoria de Coalson J, et al. (2021), que examina la compleja relación epidemiológica entre eventos de inundación y los brotes humanos de enfermedades transmitidas por mosquitos. La integración de ambas perspectivas resulta esencial para comprender los múltiples engranajes que intervienen en la propagación de estos arbovirus y para proponer estrategias de prevención y respuesta.

Asimismo, los desastres naturales como las inundaciones tienen efectos complejos en la dinámica vectorial: inicialmente reducen la población de mosquitos al arrasar criaderos, pero días después generan condiciones ideales para su resurgimiento. Esta oscilación ecológica, junto con factores sociales como el desplazamiento poblacional y la vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria, componen un escenario multifactorial que exige enfoques predictivos integrales.

Comprender estas dinámicas eco-evolutivas resulta esencial para el desarrollo de modelos de alerta temprana y para la formulación de políticas de salud pública adaptadas a los desafíos de un clima cambiante. Este conocimiento habilita una práctica médica más proactiva, capaz de prevenir y responder ante emergencias epidemiológicas con fundamento en la interacción entre salud humana y ecosistemas.

Objetivos de Aprendizaje:

- Comprender la dinámica eco-epidemiológica del dengue y chikungunya frente a variables climáticas.
- Evaluar el impacto de eventos extremos (p. ej., inundaciones) en la distribución de vectores y la incidencia.
- Diseñar medidas de vigilancia y control contextualizadas, incluidas acciones post-evento

Dinámicas eco-evolutivas en la transmisión del dengue y la chikungunya.

Tozan et al. (2020) destacan que la transmisión de dengue y chikungunya está intrínsecamente ligada a las condiciones climáticas. En ambientes con temperaturas elevadas y variabilidad en los patrones de precipitación, se observan cambios en los ciclos de vida de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, vectores primarios de estos virus. Por ejemplo, la aceleración del desarrollo de larvas a mosquitos adultos, resultado de temperaturas superiores, aumenta la capacidad vectorial y, en consecuencia, el potencial de transmisión del virus. Además, las fluctuaciones diurnas en la temperatura –que en ciertos contextos pueden ser incluso más relevantes que el promedio diario– influyen en parámetros como la tasa de replicación viral y la duración del período de incubación extrínseco.

El estudio destaca además la posibilidad de respuestas eco-evolutivas. Los vectores pueden experimentar cambios adaptativos ante condiciones ambientales inéditas; dichos cambios pueden modificar la competencia vectorial, es decir, la capacidad de los mosquitos para infectarse y transmitir el virus. La plasticidad fenotípica y la rápida tasa de evolución de los RNA virus, como el dengue y la chikungunya, sugieren que estos agentes pueden adaptarse a nuevas condiciones climáticas en periodos relativamente cortos, lo que complica la predicción de la incidencia de brotes (Tozan et al., 2020).

Dentro de los factores climáticos, la temperatura y la precipitación ocupan un rol importante. Un incremento en la temperatura promedio no solo favorece la supervivencia y la reproducción de los mosquitos, sino que también puede reducir la duración del período de incubación extrínseco, permitiendo que el vector se contagie y transmita el virus más rápidamente. Asimismo, cambios en la precipitación, tanto en intensidad como en frecuencia, afectan la disponibilidad de criaderos. Si bien el aumento de lluvias puede crear nuevos hábitats para las larvas, precipitaciones excesivas en periodos cortos pueden arrastrar o eliminar estos criaderos, estableciendo relaciones no lineales con la incidencia de la enfermedad. Los impactos del cambio climático en las

enfermedades infecciosas pueden amenazar la vida humana o tener un costo económico sustancial en las sociedades afectadas (Limaye et al., 2019).

La comprensión de estas relaciones complejas requiere modelos que integren tanto la variabilidad interdiaria como la variabilidad a escalas mayores (estacionales e interanuales). Los autores enfatizan la necesidad de considerar estas interacciones múltiples, pues la combinación de condiciones climáticas favorables con otros factores ambientales y sociales es la que define el riesgo final de transmisión. Así, predecir brotes de dengue y chikungunya implica no solo analizar valores promedio, sino incorporar la amplitud y la fluctuación de las variables climáticas y su interacción en el ecosistema.

Eventos extremos y respuesta epidemiológica

Mientras que el estudio de Tozan et al. (2020) se centra en el impacto del cambio climático en la transmisión de arbovirus, la revisión realizada por Coalson et al. (2021) aborda la relación entre eventos de inundación y los brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos. Las inundaciones, como eventos meteorológicos extremos, representan un factor disruptivo que altera el equilibrio ecológico en las áreas afectadas. Durante un evento de inundación, la dinámica de criaderos de mosquitos se ve afectada de manera significativa. Inicialmente, tras una inundación, es posible que la incidencia de casos disminuya, debido al “arrastre” o lavado de los criaderos existentes; sin embargo, en los días o semanas posteriores, se observa un resurgimiento en la densidad de larvas y, en consecuencia, un aumento en la incidencia de la enfermedad.

Por lo tanto, en el contexto de inundaciones, los brotes de dengue y otros arbovirus presentan patrones temporales complejos. Por ejemplo, se han reportado disminuciones a corto plazo (menos de una semana) seguidas de aumentos en la incidencia en el mediano plazo (entre una y cuatro semanas) posteriores a eventos de inundación. Estos hallazgos sugieren que la respuesta del ecosistema y la dinámica de población de vectores se reajustan a lo largo del tiempo, subrayando la necesidad de monitoreo continuo tras el evento (Coalson et al., 2021).

La revisión de Coalson et al. (2021) también pone de relieve varios mecanismos que explican cómo las inundaciones pueden influir en la transmisión de enfermedades. Entre ellos se destacan:

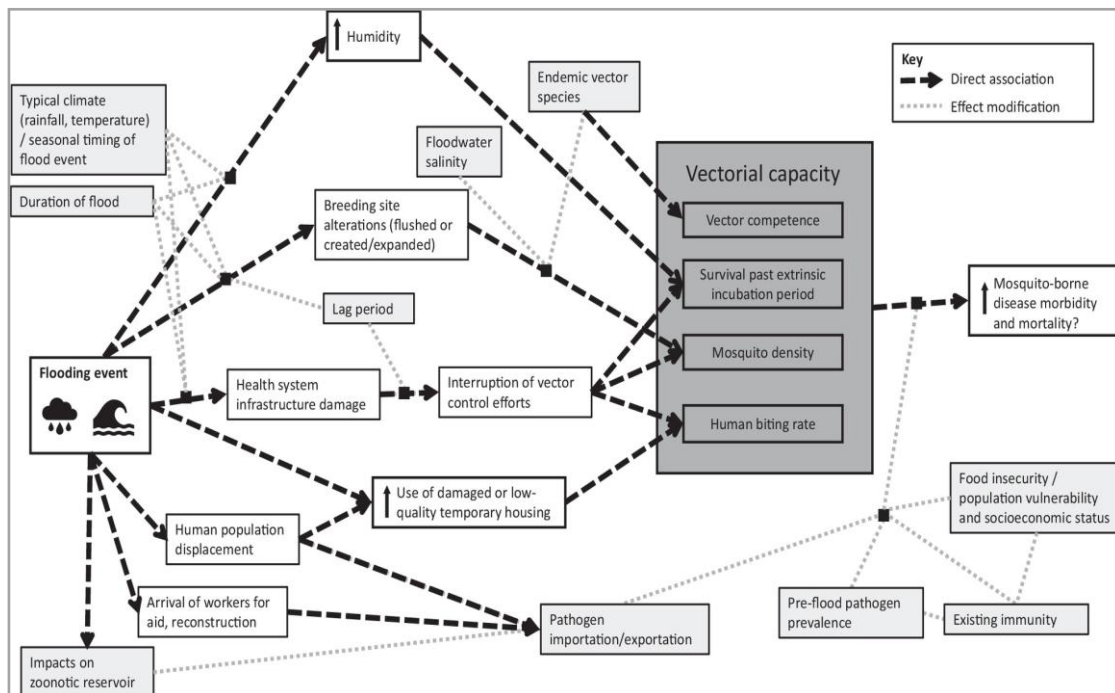
Alteración de Hábitats: La acumulación de agua estancada posterior a una inundación crea nuevos sitios para la deposición de huevos y el desarrollo de larvas. Aunque en el corto plazo el “lavado” de criaderos pueda reducir

temporalmente las poblaciones de mosquitos, la formación de aguas estancadas en contenedores, zanjas y otros recipientes es un factor determinante para el resurgimiento de los vectores.

Movilización y Desplazamiento de la Población: Las inundaciones habitualmente provocan el desplazamiento de comunidades, llevando a las personas a áreas temporales o a refugios donde la densidad poblacional aumenta y la exposición a vectores crece. Este mayor contacto entre humanos y mosquitos puede favorecer la propagación de enfermedades.

Daño a las Infraestructuras Sanitarias: En situaciones de desastre, la infraestructura de salud puede verse afectada, limitando la capacidad de respuesta inmediata y el control vectorial. La interrupción de los servicios de saneamiento y la escasez de medidas preventivas post-inundación agravan la situación epidemiológica.

Figura 2: Diagrama conceptual hipotético de los factores clave que vinculan las inundaciones y la frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos en los seres humanos.



Fuente: Coalson, J. et al (2021)

Estos factores explican en parte la heterogeneidad observada en los estudios sobre la relación entre inundaciones y brotes de enfermedades. Si bien el efecto global tiende a señalar un aumento en la incidencia después de un lapso de tiempo, las variaciones contextuales –como el tipo de inundación, la

región geográfica y la preparación local- determinan la magnitud y duración del brote.

Integración de factores climáticos y no climáticos en la predicción de brotes

Una de las principales limitaciones identificadas en ambos estudios es la complejidad de integrar múltiples variables ambientales y sociales para prever brotes de enfermedades. Los modelos actuales en riesgo de arbovirus han avanzado en la incorporación de parámetros climáticos (como temperatura media, rango diurno, precipitaciones y humedad), sin embargo, la inclusión de factores no climáticos -como la movilidad humana, la urbanización, la densidad poblacional y la capacidad de respuesta de los sistemas de salud- es vital para lograr predicciones más precisas (Tozan et al., 2020; Coalson et al., 2021).

Los autores coinciden en que la variabilidad en los patrones climáticos debe ser analizada a diferentes escalas temporales y espacialmente integradas. Solo mediante la construcción de modelos que combinen datos climáticos, ecológicos y socioeconómicos se podrá anticipar con mayor eficacia el riesgo de transmisión y diseñar sistemas de alerta temprana que permitan desplegar intervenciones oportunas. En este sentido, las investigaciones futuras deberían orientarse hacia la creación de plataformas interactivas de monitoreo epidemiológico que integren información en tiempo real proveniente de diversas fuentes.

Queda clara la necesidad de superar las limitaciones actuales en la investigación sobre arbovirus en contextos de cambio climático e inundaciones. Entre los desafíos se encuentra la falta de datos de alta resolución, tanto climáticos como epidemiológicos, que permitan capturar de forma adecuada los efectos no lineales y las interacciones complejas. Además, la adaptación evolutiva de vectores y patógenos, un proceso que ocurre en escalas temporales relativamente cortas añade una capa adicional de incertidumbre a las predicciones.

Por otro lado, estos desafíos abren oportunidades significativas para la innovación metodológica. El avance en técnicas de modelado, el uso de big data y la integración de sistemas de información geográfica (SIG) pueden facilitar la generación de pronósticos más robustos. La colaboración interdisciplinaria entre climatólogos, epidemiólogos, ecologistas y especialistas en salud pública es fundamental para diseñar intervenciones integrales que contemplen tanto la prevención primaria como la respuesta a emergencias.

El conocimiento derivado de los actuales estudios debe orientar la formulación de políticas de salud pública que sean resilientes a los efectos del cambio climático y a eventos extremos como las inundaciones. Por ejemplo, la implementación de programas de vigilancia intensificada y la formación de cuadros de respuesta rápida en zonas de alta vulnerabilidad pueden reducir el impacto de los brotes. Las intervenciones basadas en el control vectorial –que incluyan la eliminación de criaderos, el uso de insecticidas y la promoción de barreras físicas– deben ser adaptadas a las particularidades del entorno local, considerando tanto las variaciones climáticas como la capacidad organizacional de la comunidad. Además, la integración de la salud ambiental en las políticas urbanísticas es necesaria para mitigar el fenómeno de “islas de calor” y reducir el riesgo de proliferación vectorial en áreas densamente pobladas. La planificación de infraestructuras sostenibles que consideren los riesgos de inundación y permitan el drenaje adecuado de aguas lluvias es una medida preventiva que, a largo plazo, podría disminuir la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos.

La evidencia sugiere que tanto la población general como los responsables políticos tienen un conocimiento limitado sobre la interacción entre cambio climático e infecciones transmitidas por vectores. Es imperativo desarrollar campañas de comunicación y educación que expliquen de forma clara y accesible cómo los cambios en el clima pueden influir en la salud. Estas iniciativas deben estar orientadas a incentivar la participación comunitaria, promover la adopción de medidas preventivas y facilitar la cooperación entre sectores involucrados en la gestión del riesgo

El presente capítulo ha abordado, desde una perspectiva integradora, cómo el cambio climático y eventos extremos, como las inundaciones, influyen en la dinámica de transmisión de enfermedades arbovirales, en particular el dengue y la chikungunya. Esto ha permitido comprender que las variaciones climáticas afectan de forma directa a la biología de los vectores, incidiendo en parámetros clave como la tasa de reproducción, la duración del período de incubación y la competencia vectorial. Por lo tanto, queda en evidencia que las inundaciones pueden modificar la incidencia de brotes al alterar los hábitats de reproducción, desplazar poblaciones y deteriorar la infraestructura sanitaria, lo cual crea un entorno propicio para la explosión epidémica en un lapso determinado.

Ambos estudios resaltan la necesidad de integrar variables climáticas y no climáticas en modelos predictivos que puedan ser utilizados para la formulación de sistemas de alerta temprana y estrategias de intervención. La

complejidad de las interacciones eco-evolutivas, sumada a las condiciones socioculturales de las comunidades afectadas, exige un enfoque multidisciplinario. Esto permitirá no solo anticipar la aparición de brotes, sino también diseñar respuestas adaptativas que minimicen el impacto en la salud pública.

Finalmente, los desafíos identificados -como la falta de datos de alta resolución, la incertidumbre asociada a la adaptación evolutiva y la complejidad de integrar múltiples escalas temporales y espaciales - constituyen áreas de oportunidad para futuras investigaciones. La colaboración entre climas, ecologistas, epidemiólogos y responsables de políticas es esencial para desarrollar estrategias que protejan la salud de las poblaciones en un mundo que enfrenta cambios ambientales sin precedentes.

En síntesis, la transformación ambiental derivada del cambio climático y la ocurrencia de eventos extremos como las inundaciones configuran un escenario en el que la transmisión de enfermedades transmitidas por mosquitos adquiere características novedosas y desafíos particulares. Comprender estos mecanismos y sus interacciones es crucial para la formulación de políticas integrales de salud y para la implementación de medidas preventivas y de respuesta que resguarden a las comunidades más vulnerables.

Con este capítulo se pretende ofrecer a los estudiantes de la asignatura "Salud y Ecosistemas" una comprensión profunda de la intersección entre el cambio climático, los eventos meteorológicos extremos y la dinámica de transmisión de enfermedades arbovirales, contribuyendo a una visión crítica y multidisciplinaria que fundamenta la práctica médica en un contexto ambiental en continua transformación.

Tabla 2: Dinámicas eco-evolutivas y eventos extremos en la transmisión del dengue y la chikungunya

Dimensión de análisis	Descripción / Evidencia	Implicaciones para la salud pública
1. Temperatura y ciclo vectorial	Temperaturas elevadas aceleran el desarrollo de larvas de <i>Aedes</i> spp., acortan el periodo de incubación extrínseco y aumentan la tasa de replicación viral.	Mayor capacidad de transmisión y expansión geográfica; aumento del riesgo de brotes en regiones antes no endémicas.
2. Variabilidad térmica diaria	Las fluctuaciones de temperatura durante el día influyen más que los promedios diarios sobre la replicación viral y el desarrollo del vector.	Necesidad de incluir variabilidad térmica en los modelos predictivos y no solo promedios climáticos.
3. Precipitación y criaderos	Lluvias moderadas generan hábitats para larvas, pero lluvias intensas pueden eliminar criaderos por arrastre.	La relación entre lluvias y brotes no es lineal; requiere modelos sensibles a intensidad y frecuencia de la precipitación.
4. Respuestas eco-evolutivas del vector y el virus	Los vectores presentan plasticidad fenotípica y capacidad de adaptación rápida a nuevas condiciones; los virus RNA evolucionan velozmente.	Complica la predicción de brotes y puede alterar la efectividad de intervenciones tradicionales.
5. Inundaciones e incidencia de brotes	Las inundaciones pueden causar un descenso temporal de casos (por arrastre de criaderos), seguido de un aumento posterior (por acumulación de agua estancada).	Requiere monitoreo continuo post-inundación y respuesta rápida tras los primeros 7-14 días del evento.
6. Movilidad humana post-inundación	El desplazamiento de personas a refugios temporales incrementa la densidad poblacional y el contacto humano-vector.	Mayor probabilidad de transmisión en albergues; necesidad de control vectorial y vigilancia en estos espacios.
7. Daño a infraestructura sanitaria	Las inundaciones afectan el acceso a servicios de salud, saneamiento y programas	Urgente establecer planes de contingencia sanitaria para eventos extremos.

Dimensión de análisis	Descripción / Evidencia	Implicaciones para la salud pública
	de control vectorial.	
8. Modelos predictivos climáticos y no climáticos	Se requiere integrar factores climáticos (temperatura, precipitación, humedad) con no climáticos (movilidad, urbanización, servicios de salud, densidad poblacional).	Fortalece los sistemas de alerta temprana y mejora la efectividad de las intervenciones localizadas.
9. Limitaciones metodológicas actuales	Falta de datos de alta resolución, incertidumbre evolutiva y dificultades en la integración multiescalar de variables ambientales y sociales.	Es prioritario invertir en monitoreo, tecnología SIG, big data, y fomentar colaboración entre disciplinas para mejorar la vigilancia epidemiológica.
10. Recomendaciones para políticas públicas	Promover vigilancia intensificada en zonas vulnerables, adaptar estrategias de control vectorial al contexto local, integrar salud ambiental en planificación urbana.	Políticas de salud resilientes al cambio climático; infraestructuras sostenibles; programas comunitarios de sensibilización y participación.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- La interacción entre cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores requiere un enfoque integral de salud pública y medio ambiente.
- Los eventos extremos, como inundaciones, intensifican la transmisión de dengue y chikungunya.
- Estrategias de vigilancia y control adaptadas a contextos locales son esenciales para mitigar riesgos.

Ejercicio 2

Instrucciones: Responda las siguientes preguntas seleccionando la alternativa correcta. Justifica tu elección en una línea.

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor el impacto de la temperatura en la transmisión del dengue?
 - a) Reducir la capacidad de reproducción del mosquito.
 - b) Aumentar la duración del período de incubación extrínseco.
 - c) Acelerar el desarrollo larvario y acorta el período de incubación.
 - d) Disminuye la tasa de replicación viral.

2. Luego de una inundación, ¿cuál es el patrón más frecuente en la incidencia de arbovirus?
 - a) Aumento inmediato y sostenido.
 - b) Disminución prolongada sin rebrote.
 - c) Disminución inicial seguida de un aumento posterior.
 - d) Estabilidad en la incidencia.

3. ¿Qué característica ecológica del virus del dengue facilita su adaptación a nuevas condiciones ambientales?
 - a) Su genoma estable.
 - b) Su transmisión exclusivamente vertical.
 - c) Su baja capacidad de replicación.
 - d) Su alta tasa de mutación y evolución rápida.

CAPITULO 3: Salud laboral frente al cambio climático

Introducción

En este capítulo se integran y analizan los hallazgos de dos estudios recientes -uno enfocado en las condiciones de salud de los trabajadores del transporte terrestre (Hernández-Duarte et al., 2024) y otro en el desempeño de los sistemas de salud en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático y el nivel de desarrollo en 38 países de la OCDE (Braithwaite et al., 2025)- a fin de ofrecer una base teórica sólida que sirva de insumo tanto para docentes como para estudiantes y profesionales de la medicina. Se complementa este análisis con aportes de otros estudios y fuentes reconocidas en la materia.

El cambio climático constituye uno de los desafíos globales del siglo contemporáneo y afecta de manera directa e indirecta diversos sectores, entre ellos la salud ocupacional y el funcionamiento de los sistemas de salud. Los trabajadores del transporte terrestre, elemento vital para la movilidad urbana y el suministro de bienes, están expuestos a condiciones laborales que se ven agravadas por los efectos del cambio climático, como altas temperaturas, variabilidad en las precipitaciones y eventos extremos (Hernández-Duarte et al., 2024). Simultáneamente, los sistemas de salud deben enfrentar el doble reto de adaptarse a demandas crecientes derivadas de condiciones climáticas adversas y reducir su propia huella de emisiones para contribuir a la mitigación de la crisis climática (Braithwaite et al., 2025).

Figura 3: Comparaciones de emisiones de CO₂ por tipo de transporte.



Fuente: Pinterest.

De esta manera, el presente capítulo analiza, desde una perspectiva ecosistémica y de salud pública, las implicaciones del cambio climático en dos niveles: primero, a nivel de la salud ocupacional de los trabajadores del transporte terrestre y, segundo, en el desempeño y capacidad adaptativa de los sistemas de salud de países desarrollados.

La integración de estas dos perspectivas permite una visión holística de cómo los desafíos ambientales se interrelacionan con la salud y la calidad de los servicios de salud, elemento importante para la planificación y la toma de decisiones en políticas sanitarias.

La sinergia entre salud ocupacional y desempeño del sistema sanitario es clave para diseñar estrategias integradas de mitigación y adaptación. Este capítulo promueve una mirada crítica e interdisciplinaria que permita a estudiantes y profesionales de la medicina comprender los desafíos presentes y futuros, e intervenir activamente en la creación de entornos laborales saludables y sistemas de salud sostenibles.

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar riesgos físicos, ambientales y psicosociales agravados por el clima en el transporte y la salud laboral.
- Evaluar la resiliencia de los sistemas de salud ante riesgos climáticos y su huella ambiental.
- Proponer intervenciones ergonómicas, organizacionales y de promoción de la salud.

Cambio Climático y Salud Ocupacional

El cambio climático modifica patrones meteorológicos, elevando temperaturas y alterando la frecuencia e intensidad de eventos extremos, lo cual repercute en la salud de las poblaciones, incluida la fuerza laboral. La exposición prolongada a altas temperaturas y condiciones meteorológicas adversas puede desencadenar problemas de salud tanto físicos como mentales. En el sector del transporte terrestre, los conductores se enfrentan a largas jornadas de exposición al sol, vibraciones, posturas forzadas y estrés derivado de la inseguridad vial, condiciones que se agravan en contextos de crisis climática (Hernández-Duarte et al., 2024).

La literatura muestra que el estrés térmico, la mala calidad del aire y las vibraciones continuas son factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, respiratorias y trastornos musculoesqueléticos. Además, condiciones psicosociales adversas, como la incertidumbre laboral, la sobrecarga de trabajo y los riesgos inherentes a las condiciones climáticas extremas, pueden contribuir a la aparición de trastornos de ansiedad, depresión y estrés postraumático (Organización Internacional del Trabajo, 2019). Estos problemas de salud no solo afectan el bienestar de los trabajadores, sino que también repercuten en la productividad y en el rendimiento global del sector.

Por otro lado, los sistemas de salud se ven presionados por el aumento de las demandas generadas por fenómenos climáticos extremos y la creciente incidencia de enfermedades relacionadas con el ambiente, como las enfermedades transmitidas por vectores, el golpe de calor y los problemas respiratorios provocados por la contaminación. Los sistemas de salud deben, además, reducir su propio impacto ambiental, pues este sector es responsable de más del 4% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Braithwaite et al., 2025).

La evaluación del desempeño de los sistemas de salud en el contexto del cambio climático se apoya en la comparación de indicadores como la

capacidad de adaptación, la calidad de la atención, el acceso a servicios y la eficiencia en el uso de recursos. Medidas como la reducción de la huella de carbono, la implementación de tecnologías limpias y la mejora de la infraestructura sanitaria son esenciales para que los sistemas de salud se preparen para responder a los desafíos emergentes.

Impacto del cambio climático en la salud ocupacional de trabajadores del transporte terrestre

Según Hernández-Duarte et al. (2024), la revisión sistemática exploratoria evidenció que los trabajadores del transporte terrestre presentan, en su mayoría, problemas de salud tanto a nivel físico como mental. Entre los hallazgos se destacan:

Problemas físicos: Los conductores exhiben una alta incidencia de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, asociadas tanto a la exposición a altas temperaturas y a la contaminación atmosférica, especialmente en grandes zonas urbanas, como a la exposición prolongada a vibraciones y posturas forzadas. Estos factores se asocian con un mayor riesgo de hipertensión, dislipidemias y complicaciones pulmonares, que se ven exacerbadas por la presencia de contaminantes como el PM2.5.

Problemas mentales: A nivel emocional, se identificaron trastornos como ansiedad, estrés crónico y depresión. La exposición constante a condiciones climáticas adversas, junto con jornadas laborales extensas y condiciones de trabajo estresantes, contribuye a un deterioro en la salud mental de estos trabajadores. La revisión destaca, además, casos de eco-ansiedad, un fenómeno emergente asociado al conocimiento del impacto del cambio climático.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar estrategias de prevención y promoción de la salud en el ámbito laboral. Se sugiere la adopción de políticas públicas orientadas a mejorar las condiciones de trabajo, tales como la adecuación de horarios, la provisión de equipos de protección personal, y la promoción de estilos de vida saludables que integren la actividad física y la correcta alimentación.

Factores de riesgo y estrategias de intervención

Los factores de riesgo identificados se pueden clasificar en dos grandes categorías:

Factores ambientales y laborales: Entre estos se encuentran la exposición al calor extremo, la contaminación del aire y las condiciones de trabajo inadecuadas, las cuales generan estrés térmico y exposición a sustancias

contaminantes. Además, la infraestructura vial en deterioro en ciudades vulnerables a inundaciones y deslizamientos agrava estas condiciones, incrementando el riesgo de lesiones y enfermedades crónicas.

Factores psicosociales: La presión por cumplir con horarios estrictos, el aislamiento social durante largas jornadas y la incertidumbre ante eventos climáticos extremos contribuyen a un estado de estrés constante que puede derivar en trastornos mentales. La revisión recomienda la creación de programas de apoyo psicológico y la implementación de políticas que favorezcan la conciliación entre el trabajo y la vida personal.

En términos de intervención, se hacen énfasis en la necesidad de políticas integrales que aborden tanto la prevención de riesgos físicos como la promoción de la salud mental. Por ejemplo, la implementación de programas de bienestar que incluyan evaluaciones periódicas de salud, capacitaciones en ergonomía y el uso de tecnologías de monitoreo ambiental para alertar sobre condiciones de calor extremo o mala calidad del aire pueden ser determinantes para reducir la carga de enfermedades en este sector.

Desempeño del sistema de salud en el marco del cambio climático

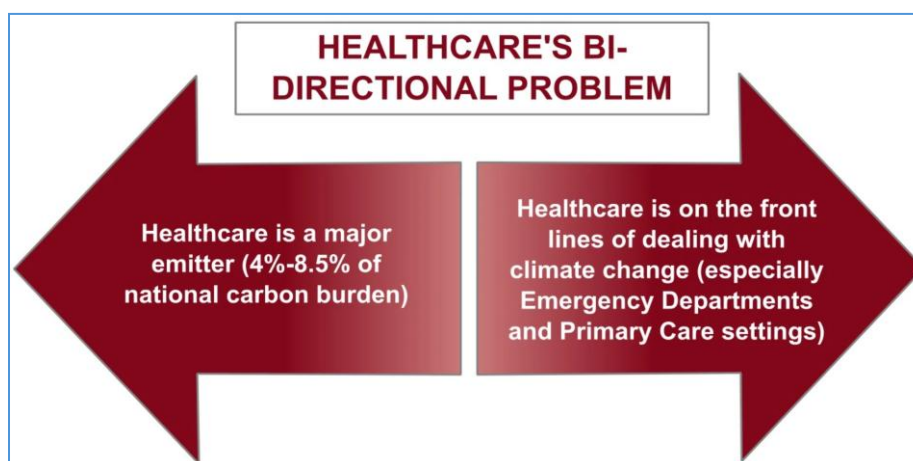
El estudio de Braithwaite et al. (2025) se centra en evaluar el desempeño de los sistemas de salud de 38 países de la OCDE en función de tres dimensiones clave: las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero (GHGe), la vulnerabilidad ante el cambio climático y el Índice de Desarrollo Humano (HDI). Utilizando métodos de Escalamiento Multidimensional y Análisis Cluster, se han identificado perfiles que permiten clasificar a los países según sus fortalezas y debilidades en la respuesta a los desafíos climáticos.

Los resultados revelan que los países se agrupan en cinco perfiles, que van desde “Vulnerable low emitters” hasta “Goldilocks zone”. Esta clasificación permite identificar, por ejemplo, que países con menor capacidad de adaptación y recursos limitados (como algunos países latinoamericanos que, sin embargo, se agrupan en perfiles de baja emisión) presentan mayores desafíos para adecuar sus sistemas de salud a las demandas climáticas. En contraste, países con altos niveles de desarrollo humano y recursos adecuados (perfil Goldilocks) muestran un rendimiento superior en términos de calidad de atención, acceso a servicios y preparación ante eventos extremos.

Los desafíos para los sistemas de salud en el contexto del cambio climático son dos: la mitigación de sus propias emisiones de gases contaminantes y la adaptación para responder a un aumento en la demanda de servicios de

salud derivados de los impactos climáticos. Braithwaite et al. (2025) subrayan que, en muchos países, los sistemas de salud dependen en gran medida del uso de energía fósil y de cadenas de suministro que contribuyen a su huella de carbono. Por ello, iniciativas como la transición a fuentes de energía renovable y la implementación de tecnologías limpias son fundamentales para alcanzar metas de neutralidad en carbono.

Figura 4: El desafío de la atención sanitaria.



Fuente: Braithwaite, J., (2025)

Además, el estudio enfatiza la importancia de fortalecer la resiliencia de los sistemas de salud. Esto implica mejorar la infraestructura sanitaria para hacerla más resistente a eventos extremos (por ejemplo, inundaciones u olas de calor), aumentar la capacidad de respuesta y garantizar que se disponga de un número suficiente de recursos humanos y financieros para atender aumentos súbitos en la demanda asistencial. La integración de estrategias de alerta temprana, basadas en indicadores climáticos y de salud, es una herramienta esencial para prever y mitigar los efectos adversos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

La metodología propuesta por Braithwaite et al. (2025) para agrupar países en perfiles permite identificar mejores prácticas y áreas donde es necesario un mayor esfuerzo. Por ejemplo, los países clasificados en el perfil "Goldilocks zone" presentan una combinación equilibrada de bajas emisiones, alta capacidad de adaptación y elevados índices de desarrollo humano. Estos países pueden servir de modelo para aquellos que se encuentran en perfiles más vulnerables, ya que demuestran que es posible alcanzar un desempeño superior a través de políticas integradas que promuevan la eficiencia energética, la inversión en infraestructura y la calidad de la atención sanitaria.

La aplicación de modelos de benchmarking en el sector salud permite a los responsables políticos comparar su desempeño con el de otros países, identificar áreas de mejora y tomar decisiones basadas en evidencia. En este sentido, la utilización de indicadores estándar como el HDI, la vulnerabilidad climática y las emisiones per cápita de GHGe constituye una herramienta valiosa para orientar las inversiones y el diseño de políticas públicas.

Sistemas de salud resilientes y entornos laborales saludables

Una observación fundamental que se desprende del análisis de ambos estudios es que existe una interdependencia entre la salud de los trabajadores –en este caso, los conductores de transporte terrestre– y el desempeño general del sistema de salud. Por un lado, la salud de estos trabajadores afecta la eficiencia operativa y la seguridad del transporte de bienes esenciales; por otro, un sistema de salud robusto y resiliente es fundamental para atender tanto las enfermedades crónicas derivadas de condiciones laborales adversas como las emergentes por eventos climáticos extremos.

El fortalecimiento de la salud ocupacional debe considerarse como parte de una estrategia más amplia de adaptación y mitigación del cambio climático en el sector salud. La implementación de políticas que promuevan ambientes de trabajo seguros y saludables, así como la mejora continua en la calidad de los servicios sanitarios, son medidas complementarias que potencian la resiliencia de toda la sociedad. Esta sinergia es especialmente relevante en entornos donde la falta de recursos y la vulnerabilidad climática se suman a la exposición laboral a riesgos diversos.

Considerando lo expuesto, se sugieren varias acciones estratégicas para abordar los desafíos identificados,

Fortalecimiento de la prevención en salud ocupacional:

- Implementar programas periódicos de evaluación médica y monitoreo de factores de riesgo entre los trabajadores del transporte terrestre.
- Desarrollar capacitaciones en ergonomía, manejo del estrés y adaptación a condiciones climáticas extremas.
- Fomentar la promoción de estilos de vida saludables (actividad física, alimentación adecuada, etc.) para reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

Políticas públicas y regulación ambiental:

- Establecer normativas que obliguen a las empresas de transporte a adoptar tecnologías más limpias y a reducir su huella de carbono, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.
- Incentivar la transición hacia modos de transporte activos y sostenibles, como la bicicleta y el transporte público eléctrico, que además de mejorar la calidad del aire, potencian la salud de la población.

Innovación en infraestructura sanitaria y adaptación a eventos climáticos:

- Mejorar la resiliencia de la infraestructura de salud mediante inversiones en sistemas de energía renovable, diseño de instalaciones adaptadas a condiciones extremas y desarrollo de sistemas de alerta temprana para eventos climáticos (OMS, 2020).
- Integrar tecnologías de información y comunicación para la vigilancia epidemiológica y el monitoreo en tiempo real de indicadores de salud relacionados con el clima.

Fomento de la investigación y la colaboración interdisciplinaria:

- Promover estudios longitudinales y de alta resolución que permitan evaluar el impacto del cambio climático en la salud ocupacional y en el desempeño de los sistemas de salud en distintos contextos geográficos.
- Incentivar la colaboración entre instituciones académicas, organismos gubernamentales y organizaciones internacionales para compartir datos, experiencias y mejores prácticas en el manejo de estos desafíos.

Educación y sensibilización:

- Desarrollar programas educativos dirigidos a docentes, estudiantes y profesionales de la medicina que integren conceptos de salud ambiental, cambio climático y su impacto en la salud ocupacional.
- Difundir campañas de sensibilización que informen sobre los riesgos asociados a la exposición prolongada a condiciones laborales adversas y sobre la importancia de adoptar hábitos de salud preventivos.

Este contexto resalta la necesidad de adoptar enfoques interdisciplinarios que aborden simultáneamente los retos ambientales y sanitarios.

Discusión y perspectivas futuras

La convergencia de la evidencia presentada por los autores revisados nos permite afirmar que el cambio climático afecta de manera integral tanto a la salud de los trabajadores del transporte como al funcionamiento de los sistemas de salud. Mientras que la primera evidencia subraya los impactos

directos sobre la salud ocupacional –destacando problemas cardiovasculares, respiratorios y mentales– la segunda aporta una perspectiva macro sobre cómo las emisiones de gases, la vulnerabilidad climática y los índices de desarrollo humano influyen en la capacidad de los sistemas de salud para adaptarse y mitigar los efectos del clima.

Una de las principales implicaciones de esta síntesis es la urgencia de adoptar estrategias que no solo se enfoquen en la mitigación de las emisiones contaminantes, sino que también promuevan la resiliencia en todos los niveles del sistema. La integración de la salud ocupacional y la salud pública en políticas ambientales coherentes y multidisciplinarias es esencial para garantizar un desarrollo sostenible y la preservación de la salud en la era del cambio climático.

En el ámbito de la salud ocupacional, el reto consiste en identificar y reducir los riesgos inherentes a los ambientes laborales afectados por condiciones climáticas extremas. Se requiere que los responsables políticos y las empresas del sector transporte implementen medidas que garanticen ambientes de trabajo seguros; estas medidas incluyen desde intervenciones ergonómicas hasta el uso de tecnologías innovadoras para el monitoreo ambiental y la mejora de la calidad del aire.

Por otro lado, el rendimiento del sistema de salud en el contexto del cambio climático exige una revisión de los modelos de gestión actuales. Es indispensable que los sistemas de salud se modernicen y adopten enfoques sostenibles que integren la innovación tecnológica, la eficiencia en el uso de recursos y la resiliencia ante eventos catastróficos. Los estudios ponen de manifiesto que la capacidad de adaptación de los sistemas de salud varía significativamente entre países, lo que sugiere que el intercambio de prácticas exitosas y la cooperación internacional son cruciales para mejorar la capacidad de respuesta a nivel global.

A futuro, se espera que la integración de estrategias de mitigación y adaptación en el sector salud se intensifique, especialmente a medida que se dispone de más información y datos de alta resolución. La creación de plataformas interactivas y el uso de inteligencia artificial para el monitoreo de indicadores climáticos y de salud podrían transformar la manera en que se anticipan y gestionan los brotes de enfermedades, así como las emergencias derivadas del cambio climático. Además, la colaboración entre instituciones de salud, gobiernos y organizaciones internacionales deberá ser fortalecida para posibilitar una respuesta coordinada y eficaz ante los desafíos emergentes.

El presente capítulo ha desarrollado una visión integrada sobre los desafíos que el cambio climático impone tanto a la salud ocupacional de los trabajadores del transporte terrestre como a la eficiencia y resiliencia de los sistemas de salud.

Los hallazgos ponen de relieve que la exposición a condiciones ambientales extremas afecta de forma directa y significativa la salud física y mental de estos trabajadores, de igual manera el análisis de estos estudios destaca la importancia de evaluar la capacidad de adaptación y mitigación de los sistemas de salud en función de indicadores clave como las emisiones per cápita, la vulnerabilidad climática y el desarrollo humano.

La sinergia entre estas dos áreas -salud ocupacional y salud del sistema- es esencial para formular políticas integrales que aborden los múltiples riesgos derivados del cambio climático. Es imperativo que se implementen estrategias de prevención que incluyan intervenciones en el lugar de trabajo, mejoras en la infraestructura sanitaria y la promoción de un estilo de vida activo y sostenible. Asimismo, se recomienda la creación de alianzas intersectoriales que faciliten el intercambio de buenas prácticas y la implementación de programas de salud pública orientados a la mitigación del impacto ambiental.

Finalmente, la necesidad de continuar la investigación en este campo es ineludible. La generación de datos de alta calidad y la aplicación de modelos predictivos integrados permitirán un mejor entendimiento de las interacciones complejas entre el ambiente, la salud laboral y el desempeño de los sistemas sanitarios. De esta forma, se podrá avanzar hacia la formulación de políticas que aseguren una transición justa y sostenible en el contexto de la crisis climática.

Este capítulo ofrece una visión completa y multidisciplinaria para docentes, estudiantes y profesionales en medicina, enfatizando la necesidad de abordar el cambio climático desde la perspectiva de la salud ocupacional y del rendimiento del sistema de salud, y sentando las bases para el desarrollo de políticas públicas y estrategias de intervención en un mundo en constante transformación ambiental.

Tabla 3: Cambio climático, salud ocupacional y resiliencia del sistema de salud

Dimensión	Descripción del impacto	Estrategias recomendadas
Salud física en el transporte	Alta incidencia de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y musculoesqueléticas por exposición a calor, contaminación y vibraciones prolongadas.	Evaluaciones médicas periódicas, ergonomía laboral, reducción de emisiones en transporte, ventilación adecuada, pausas activas y acceso a hidratación.
Salud mental y psicosocial	Estrés crónico, ansiedad, depresión y eco-ansiedad asociados a inseguridad laboral, jornadas extensas y condiciones climáticas extremas.	Programas de apoyo psicológico, regulación de horarios, políticas de conciliación familiar-laboral, formación en manejo del estrés.
Eventos extremos (inundaciones, olas de calor)	Aumento de riesgos físicos (accidentes, golpes de calor) y daños a la infraestructura vial y sanitaria.	Sistemas de alerta temprana, planificación urbana resiliente, rutas seguras, refugios climáticamente adaptados, protocolos de emergencia.
Sistema de salud y emisiones	Los sistemas de salud son responsables de más del 4% de las emisiones globales de GEI.	Transición a energías renovables, eficiencia energética, compras sostenibles, hospitales verdes, optimización de residuos médicos.
Capacidad de adaptación sanitaria	Vulnerabilidad ante demanda asistencial creciente por enfermedades relacionadas con el clima y eventos extremos.	Infraestructura resistente, aumento de recursos humanos capacitados, integración de vigilancia climática y de salud, sistemas de información georreferenciada.
Perfil país según desempeño climático en salud	Clasificación en perfiles según emisiones, vulnerabilidad y HDI: desde países altamente vulnerables hasta países "Goldilocks" con alto desarrollo y bajo impacto.	Benchmarking internacional, adaptación de buenas prácticas, cooperación global, fortalecimiento de políticas públicas basadas en evidencia y contextualizadas a las necesidades locales.

Dimensión	Descripción del impacto	Estrategias recomendadas
Políticas públicas integradas	Necesidad de coordinación entre sectores laborales, ambientales y sanitarios para mejorar la salud laboral y la sostenibilidad del sistema.	Reformas normativas, incentivos a transporte limpio, inclusión de la salud ocupacional en planes climáticos nacionales, participación comunitaria.

Elaboración propia

Conclusiones

- La interrelación entre factores ambientales y salud humana exige políticas integrales y sostenibles.
- La planificación urbana y rural debe considerar la salud como un eje central.
- La prevención, educación y participación ciudadana son claves para enfrentar retos ambientales.

Ejercicio 3

Instrucciones:

A partir de la lectura de la introducción y el análisis de la tabla resumen, responda brevemente las siguientes preguntas:

1. **Pregunta de reflexión abierta:**

Explique en sus propias palabras cómo el cambio climático puede afectar la salud mental de un conductor de transporte terrestre. Mencione al menos dos factores que influyen en este proceso.

.....
.....
.....
.....
.....

2. **Selección múltiple (una opción correcta):**

¿Cuál de las siguientes estrategias contribuye tanto a la mitigación del cambio climático como a la mejora de la salud ocupacional en el sector transporte?

- A) Ampliar el horario laboral para cubrir más rutas.
- B) Sustituir unidades diésel por transporte eléctrico y capacitar al personal en ergonomía.
- C) Aumentar la velocidad promedio de conducción.
- D) Reducir el número de descansos permitidos en las jornadas.

3. **Verdadero o Falso (justificar)**

Los sistemas de salud tienen alguna responsabilidad en la emisión de gases de efecto invernadero.

Responda:

V o F. Justifique su respuesta brevemente.

.....
.....
.....
.....

CAPITULO 4: Mitigación del cambio climático y co-beneficios para la salud

Introducción

Este capítulo explora, desde una perspectiva integrada de salud pública y economía, cómo las estrategias de mitigación del cambio climático pueden generar importantes beneficios colaterales (co-beneficios) en la salud cardiovascular, así como cómo estos beneficios se relacionan con los impactos económicos en el contexto sudamericano. Se analizan y sintetizan dos estudios clave: uno que evalúa sistemáticamente los co-beneficios sobre la salud cardiovascular de diversas estrategias de mitigación (Shrestha, Nukala, Islam, Badgery-Parker, & Foo, 2024) y otro que aborda los impactos económicos asociados a los efectos del cambio climático en la salud en América del Sur (Sarmiento et al., 2023). Además, se incorporan aportaciones de otras investigaciones que proporcionan fundamentos teóricos sólidos para comprender la intersección entre mitigación climática, salud cardiovascular y economía, ofreciendo así una herramienta didáctica para docentes, estudiantes universitarios y profesionales en medicina.

De cara al cambio climático, se ha documentado que factores ambientales modificables, tales como la contaminación del aire, las temperaturas extremas y los fenómenos meteorológicos adversos, tienen un impacto directo de calidad negativa en la incidencia de enfermedades cardiovasculares (CVD), que representan la principal causa de mortalidad a nivel mundial (World Health Organization [WHO], 2018). En este contexto, las estrategias de mitigación del cambio climático -como el aumento del uso de energías renovables, la promoción del transporte activo, la expansión de los espacios verdes y la transición hacia dietas basadas en alimentos de origen vegetal- han surgido no solo para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también para producir co-beneficios significativos en la salud cardiovascular (Shrestha et al., 2024).

Por otro lado, en regiones como América del Sur, la vulnerabilidad ante el cambio climático se traduce en impactos económicos considerables, los cuales afectan directamente a los sistemas de salud y a los ciudadanos. La revisión realizada por Sarmiento et al. (2023) evidencia la complejidad de los impactos económicos asociados a los efectos del cambio climático en la salud, resaltando la necesidad de políticas que integren tanto medidas de mitigación como estrategias adaptativas que reduzcan los costos en salud y mejoren la resiliencia económica y social.

En este contexto, las estrategias de mitigación del cambio climático no solo tienen un impacto ambiental, sino que también ofrecen co-beneficios sustanciales para la salud, particularmente en la prevención de enfermedades del corazón.

Medidas como la transición a energías renovables, el fomento del transporte activo, el diseño de ciudades más verdes y la adopción de dietas basadas en alimentos de origen vegetal, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoran simultáneamente factores clave como la calidad del aire, la actividad física y la nutrición, todos ellos determinantes directos de la salud cardiovascular.

La evidencia científica demuestra que estas acciones, además de proteger el planeta, reducen hospitalizaciones, mejoran la esperanza de vida y disminuyen el gasto sanitario. En América del Sur, región particularmente vulnerable al cambio climático, estas estrategias se presentan como una oportunidad única para integrar sostenibilidad ambiental y salud pública, reduciendo la carga económica que representa la atención de enfermedades crónicas y mejorando la calidad de vida de la población.

Este capítulo se propone articular ambas perspectivas: la evidencia de co-beneficios cardiovasculares derivados de estrategias de mitigación y los impactos económicos en el ámbito sudamericano, para ofrecer una visión comprensiva que facilite la aplicación de este conocimiento en la enseñanza y en la práctica médica.

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar estrategias de mitigación con co-beneficios cardiovasculares (energías renovables, movilidad activa, espacios verdes, dieta).
- Explicar cómo la reducción de contaminantes y la movilidad activa disminuyen morbilidad y mortalidad.
- Evaluar costo-efectividad e integrar indicadores (GEI, PM2.5, hospitalizaciones) para recomendaciones basadas en evidencia.

Fundamentos teóricos sobre cambio climático, mitigación y salud cardiovascular

La relación entre el cambio climático y la salud cardiovascular se fundamenta en el hecho de que el aumento de las temperaturas, la variabilidad climática y la contaminación del aire contribuyen a la aparición y exacerbación de factores de riesgo cardiovascular. Investigaciones han demostrado que el incremento en la exposición a temperaturas extremas y la presencia elevada de contaminantes como el PM 2.5 (partículas finas) se asocian con un

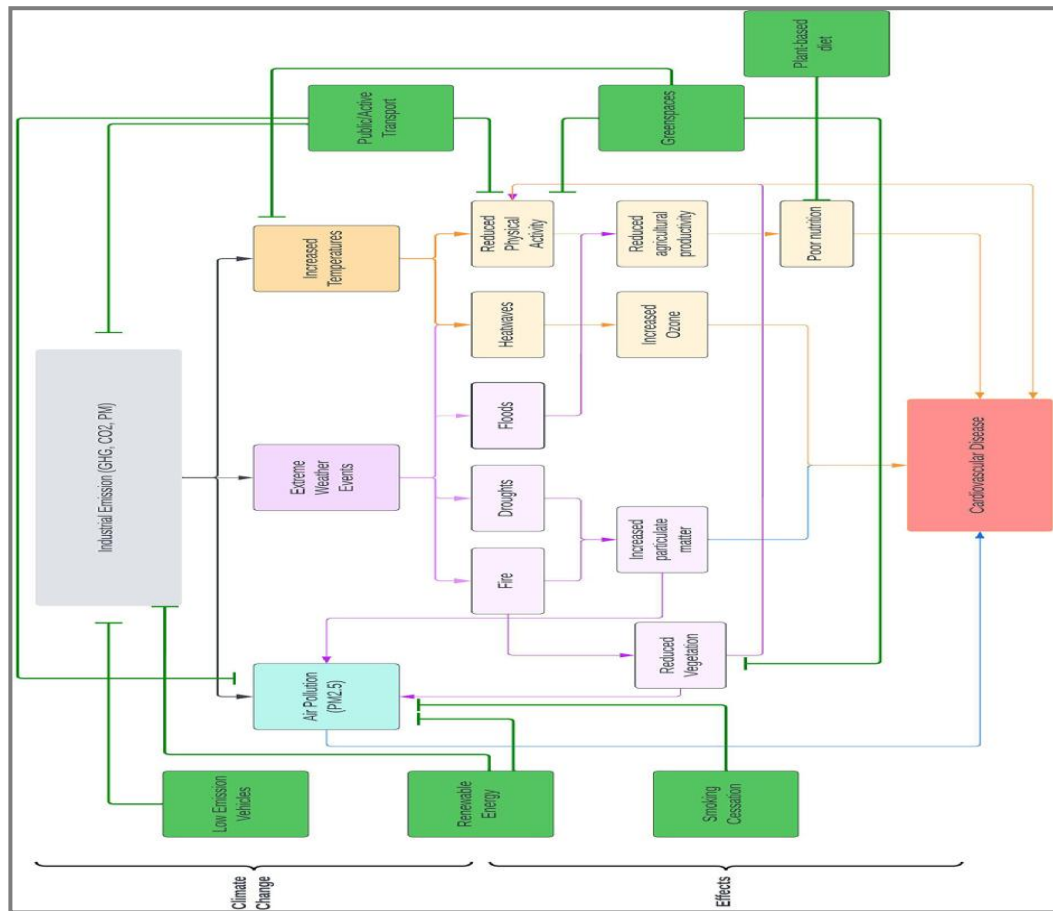
aumento en las tasas de hospitalización y mortalidad por enfermedades cardiovasculares (Medina-Ramón & Schwartz, 2008; WHO, 2020). En este sentido, la acción climática se presenta como una herramienta para reducir estos riesgos, puesto que al disminuir la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la calidad del aire se logran beneficios directos para la salud cardíaca.

El concepto de co-beneficios surge al reconocer que las medidas adoptadas para mitigar el cambio climático pueden tener efectos adicionales y positivos en la salud de la población, sin que estos sean los objetivos primarios de la intervención. Por ejemplo, promover el transporte activo no solo reduce emisiones contaminantes, sino que, al mismo tiempo, incrementa la actividad física de la población, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares. De igual manera, la incorporación de energías renovables y la reducción de emisiones industriales disminuyen la concentración de contaminantes atmosféricos, lo que se traduce en menores tasas de morbilidad cardiovascular.

Shrestha et al. (2024) realizaron una revisión sistemática que evidencia cómo estrategias de mitigación –incluyendo dietas basadas en verduras, aumento de áreas verdes, promoción del transporte activo y utilización de energías renovables– están asociadas con reducciones en la incidencia de eventos cardiovasculares, tales como ataques al miocardio y hospitalizaciones por insuficiencia cardíaca. Estos hallazgos resaltan que la acción climática puede tener beneficios inmediatos y medibles en la salud, lo cual constituye un argumento robusto para la implementación de políticas ambientales y de salud pública integradas.

La transición de fuentes de energía fósil a fuentes renovables es una de las principales estrategias de mitigación del cambio climático. El uso de energías renovables, como la solar, eólica o hidroeléctrica, reduce las emisiones de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos, mejorando la calidad del aire. Shrestha et al. (2024) destacan que los estudios de modelado han encontrado una asociación fuerte entre la utilización de energías renovables y la disminución de hospitalizaciones por enfermedades cardiovasculares. Se ha demostrado que una mayor proporción de energía renovable en la matriz energética se correlaciona con una reducción significativa del riesgo de eventos cardiovasculares, debido a menores concentraciones de PM_{2.5} y otros contaminantes.

Figura 5: Trayectoria de las estrategias de mitigación de enfermedades cardiovasculares



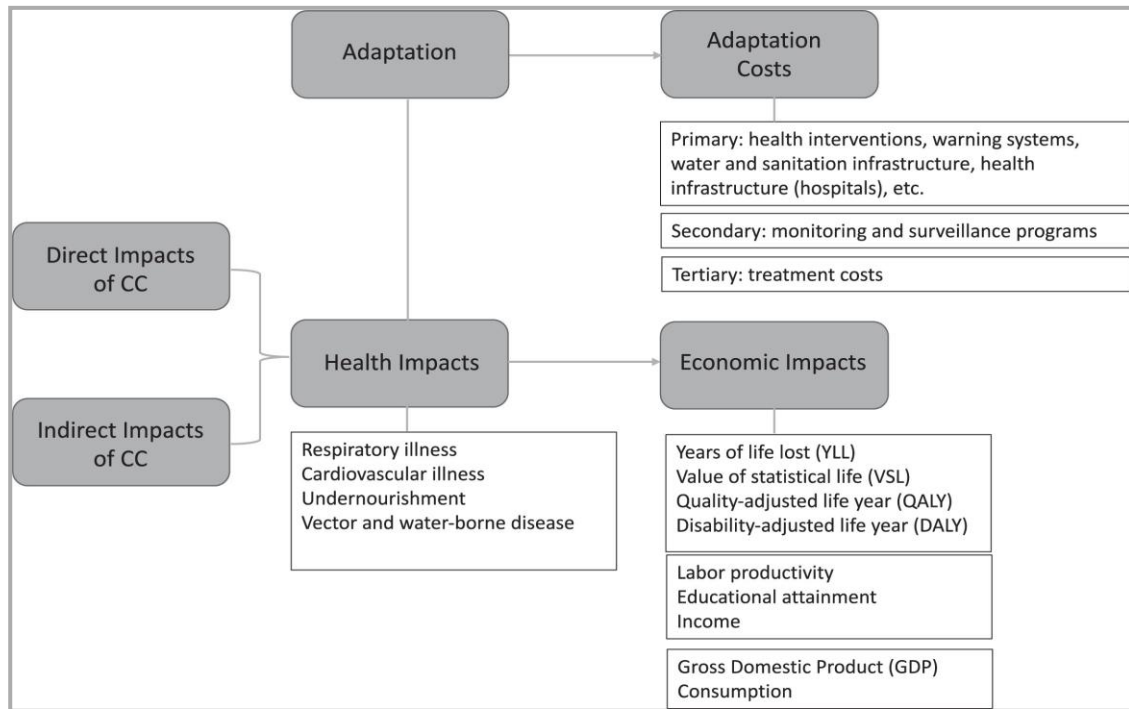
Fuente: Shrestha et al. (2024)

Adicionalmente, el cambio a energías limpias favorece un entorno ambiental más saludable y, por ende, contribuye a la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares. La evidencia sugiere que disminuir la exposición a agentes contaminantes reduce la inflamación sistémica y la oxidación, procesos que están implicados en la fisiopatología de la aterosclerosis y otros mecanismos que conducen a eventos cardíacos.

La promoción y fomento del transporte activo de cara a la movilidad sostenible, es otra estrategia importante que, incluye caminar, utilizar la bicicleta, de igual manera apostar por la mejora del transporte público. Estas medidas, además de disminuir las emisiones contaminantes del sector transporte, incentivan la actividad física, lo que es un factor protector contra las enfermedades cardiovasculares (Sallis et al., 2016). Shrestha et al. (2024) encontraron que los modelos de simulación que proyectaron un mayor uso

del transporte activo mostraron reducciones notables en la incidencia de infartos y otras patologías relacionadas con la inactividad física.

Figura 6: Trayectoria de los costos relacionados con la salud del cambio climático



Fuente: Sarmiento, J. et al (2023)

Estudios han evidenciado que la incorporación de actividades físicas diarias, como el ciclismo o caminar, puede reducir el riesgo de mortalidad cardiovascular en un rango del 10% al 20% (Lee et al., 2012). Por ello, promover ciudades diseñadas para la movilidad activa y con infraestructura segura para peatones y ciclistas se traduce en beneficios tanto para el medio ambiente como para la salud pública.

La transformación de los patrones de consumo alimentario hacia dietas basadas en alimentos de origen vegetal es otra estrategia de mitigación clave. Estas dietas no sólo tienen una huella ambiental significativamente menor en términos de emisiones de GHG y uso de recursos, sino que también están asociadas con un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares (Sabate & Soret, 2014). Shrestha et al. (2024) revisaron estudios de modelado que predicen que la adopción generalizada de dietas mediterráneas o vegetarianas puede reducir la mortalidad cardiovascular en porcentajes que oscilan entre el 20% y el 26%, en comparación con dietas omnívoras convencionales.

El efecto protector de estas dietas se explica en parte por una mayor ingesta de antioxidantes, fibra, y grasas insaturadas, así como por la reducción en el consumo de grasas saturadas y colesterol. Además, la producción agrícola basada en vegetales emite menos gases de efecto invernadero, lo cual refuerza el argumento de que estas dietas son estrategias de co-beneficio tanto para la salud como para el ambiente (Willett et al., 2019).

La incorporación y expansión de espacios verdes en áreas urbanas es otra estrategia que contribuye a la mitigación del cambio climático y tiene un efecto directo en la salud cardiovascular. Los estudios de cohorte han demostrado que la proximidad a áreas verdes se asocia con una menor incidencia de eventos cardiovasculares (Crouse et al., 2017; Tamosiunas et al., 2017). La presencia de árboles y parques puede mejorar la calidad del aire mediante la captura de partículas contaminantes y, a la vez, proporciona entornos que facilitan la actividad física y reducen el estrés.

La revisión de Shrestha et al. (2024) concluye que aumentar el área per cápita de espacios verdes no solo contribuye a la absorción de CO₂, sino que también mejora los indicadores de salud cardiovascular, reduciendo la presión arterial y disminuyendo el riesgo de infarto de miocardio en poblaciones urbanas. De igual forma, la planificación urbana que integra infraestructura verde favorece un diseño de ciudad menos contaminado y más propicio para la vida saludable (Lee & Maheswaran, 2011). Los corredores verdes, reforestación, el reciclaje potencian el control de la temperatura.

Impacto económico de las estrategias de mitigación en la salud en América del Sur

América del Sur es una región caracterizada por una alta vulnerabilidad al cambio climático. Factores como la deforestación, el crecimiento urbano descontrolado y la dependencia de actividades agrícolas hacen que los países suramericanos enfrenten desafíos particulares en términos de adaptación y mitigación. Los impactos económicos asociados a la salud –ya sea por el incremento en la carga de enfermedades o por los gastos adicionales en infraestructura sanitaria– pueden ser significativos, afectando el Producto Interno Bruto (PIB) y la capacidad de inversión en salud.

Sarmiento et al. (2023) realizaron una revisión del alcance que analizó 23 estudios y concluyeron que los efectos en salud derivados del cambio climático implican costos económicos altos, especialmente en países que ya enfrentan limitaciones en infraestructura y financiamiento en salud.

Por ejemplo, se documentaron incrementos en la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, que no solo generan gastos directos en atención médica, sino también pérdidas indirectas por disminución de la productividad y absentismo laboral.

Diversos estudios de modelado han intentado cuantificar los beneficios económicos derivados de la implementación de estrategias de mitigación. Un estudio realizado en Estados Unidos, citado por Shrestha et al. (2024), estimó que la adopción de medidas de mitigación podría prevenir aproximadamente 10,000 muertes prematuras al año para 2050, lo que se traduce en un valor estadístico de la vida (VSL) de alrededor de 150 mil millones de dólares. Estos cálculos, basados en reducciones en la mortalidad cardiovascular y otros beneficios en salud, demuestran que las inversiones en mitigación tienen retornos económicos significativos a largo plazo.

En el contexto sudamericano, aunque la evidencia es limitada a ciertos países y áreas regionales, existe un consenso emergente sobre la necesidad de estimar no solo los costes directos en salud, sino también los beneficios sociales y económicos asociados con la prevención de enfermedades y la reducción de pérdidas productivas. La implementación de medidas como el fomento de dietas saludables, transporte activo y urbanismo sostenible no solo mejora la salud, sino que también reduce los costos asociados a la atención médica, la pérdida de productividad y el deterioro de la calidad de vida.

Los modelos utilizados para evaluar los impactos económicos incluyen análisis de coste-efectividad, evaluaciones de coste de la enfermedad y modelos de Equilibrio General Computable (CGE). Estos modelos permiten simular escenarios futuros en los cuales se implementan políticas de mitigación, y se comparan con escenarios de "business as usual". Por ejemplo, uno de los estudios revisados modeló la sustitución de vehículos convencionales por transporte activo en ciudades suramericanas, estimando una reducción significativa en las emisiones de PM2.5 y una consecuente mejora en la salud cardiovascular, lo cual se tradujo en ahorros en costos de hospitalizaciones y en mejoras de la productividad laboral (Sarmiento et al., 2023).

Asimismo, evaluaciones del ciclo de vida (LCA) han demostrado que la transición hacia dietas basadas en plantas conlleva una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que se asocia con una disminución en los costes económicos indirectos relacionados con la atención de enfermedades cardiovasculares. Estas metodologías, complementadas con análisis de sensibilidad y escenarios de incertidumbre,

permiten robustecer la evidencia y proporcionar estimaciones precisas que pueden ser utilizadas por formuladores de políticas en la región.

La aplicación simultánea de estrategias de mitigación en diferentes sectores ofrece una doble ventaja: mejora la salud de la población y genera ahorros económicos colectivos. Por ejemplo, la implementación de energías renovables y el fomento del transporte activo no solo reducen la contaminación del aire -lo que disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares-, sino que también contribuyen a la eficiencia energética y a la reducción de costos en el sistema de salud (Shrestha et al., 2024; Sarmiento et al., 2023).

El enfoque de co-beneficios resulta particularmente valioso en el contexto de recursos limitados, ya que permite maximizar el retorno de inversión en salud pública. La evidencia sugiere que los países que adoptan políticas integrales tienen mayores posibilidades de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y, a la vez, disminuir la carga económica asociada a la atención médica y la pérdida de productividad.

Implicaciones para la planificación de políticas públicas

Una de las aportaciones más relevantes de estos estudios es que proporcionan un marco para que los gobiernos y las instituciones de salud puedan diseñar políticas públicas basadas en la evidencia. La integración de estrategias de mitigación que generen co-beneficios debe considerarse una prioridad en la agenda de salud pública. Esto implica:

Desarrollo de Políticas Integradas: Formular políticas que conjuguen la reducción de emisiones contaminantes con intervenciones directas en salud, como campañas de promoción de la actividad física, mejoras en infraestructura urbana para la movilidad sostenible y programas de educación nutricional.

Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D): Fomentar estudios que evalúen tanto los beneficios en salud como los ahorros económicos derivadas de la implementación de estas estrategias. La colaboración interdisciplinaria entre economistas, epidemiólogos, ingenieros ambientales y especialistas en salud es crucial para diseñar intervenciones de alta efectividad.

Herramientas de Monitoreo y Evaluación: Implementar sistemas de seguimiento que midan en tiempo real los avances en la reducción de emisiones, así como los indicadores de salud cardiovascular. Esto permitirá ajustar estrategias y demostrar la relación costo-beneficio de las políticas adoptadas.

La capacitación de profesionales de la salud y la sensibilización de la población son aspectos fundamentales para el éxito de cualquier estrategia de mitigación. En la enseñanza de la asignatura “Salud y Ecosistemas”, es imperativo enfatizar que la acción climática y la promoción de la salud están interrelacionadas, y que los esfuerzos para combatir el cambio climático pueden traducirse en beneficios tangibles en la salud y el bienestar de la población. La incorporación de este conocimiento en los currículos académicos fomenta un enfoque integral y multidisciplinario, fundamental para la formación de nuevos médicos y profesionales de la salud comprometidos con el desarrollo sostenible.

Las investigaciones ofrecen evidencia convincente de que las estrategias de mitigación del cambio climático pueden producir co-beneficios sustanciales en la salud cardiovascular, además de generar impactos económicos positivos. Se resalta que la promoción de energías renovables, el fomento del transporte activo, la transición a dietas basadas en alimentos vegetales y el mejoramiento de la infraestructura urbana mediante la incorporación de espacios verdes tienen un doble efecto: reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoran los indicadores de salud, lo que se traduce en menores costos en el sistema de salud y en un aumento en la productividad.

Desde la perspectiva económica, los estudios revisados sugieren que las inversiones en mitigación climática no solo previenen costos en salud, sino que también pueden favorecer el crecimiento económico a largo plazo, al reducir la carga de enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida. Estas evidencias son particularmente relevantes en América del Sur, donde las limitaciones en infraestructura y recursos plantean desafíos adicionales, pero al mismo tiempo ofrecen grandes oportunidades para transformar el sistema mediante políticas de desarrollo sostenible.

Sin embargo, la integración de estos co-beneficios también presenta desafíos metodológicos y de implementación. La heterogeneidad en los métodos de evaluación, la variabilidad en la calidad de las evidencias y la necesidad de incorporar variables contextuales (como los niveles de desarrollo y vulnerabilidad local) son aspectos que requieren mayor atención en investigaciones futuras. Es esencial que se desarrollen estudios observacionales a largo plazo y ensayos de intervención que permitan cuantificar de manera precisa las reducciones en la incidencia de enfermedades cardiovasculares y los ahorros económicos derivados de estas estrategias.

En términos pedagógicos, la inclusión de este conocimiento en la formación académica de estudiantes y profesionales de la salud es de valor para

preparar a los futuros líderes en salud pública. Comprender la interrelación entre acción climática y salud permite diseñar y aplicar intervenciones que integren medidas de mitigación con estrategias de promoción de la salud. Además, el enfoque de co-beneficios proporciona un marco positivo para motivar la acción tanto en ámbitos gubernamentales como comunitarios, destacando que las inversiones en salud ambiental pueden tener retornos significativos en términos de vidas salvadas y calidad de vida mejorada.

El presente capítulo ha analizado de manera integral los co-beneficios de las estrategias de mitigación del cambio climático en la salud cardiovascular y sus implicaciones económicas en el contexto sudamericano. La evidencia revisada indica que la transición a energías renovables, la promoción del transporte activo, la adopción de dietas basadas en alimentos vegetales y la mejora del entorno urbano son estrategias que, además de mitigar el cambio climático, generan importantes beneficios para la salud cardiovascular. Estos beneficios se traducen en una reducción de la morbilidad y mortalidad por enfermedades del corazón y, en consecuencia, en ahorros económicos significativos para los sistemas de salud y la sociedad.

La combinación de estos enfoques ofrece un doble retorno de inversión: se mejora la salud de la población y se reducen los costos económicos relacionados con la atención médica y la pérdida de productividad. Asimismo, la aplicación de modelos de evaluación económicos y de salud, tales como análisis de coste-efectividad y evaluaciones de ciclo de vida, permite estimar con mayor precisión el impacto de estas estrategias y fundamentar políticas públicas basadas en evidencia.

Para lograr un impacto real, es necesario que tanto las autoridades gubernamentales como los responsables de la formulación de políticas en el sector salud adopten un enfoque integrado y multidisciplinario. La educación y la sensibilización sobre la intersección entre salud y clima deben fortalecerse en los currículos académicos, para que las futuras generaciones de profesionales en medicina cuenten con las herramientas necesarias para enfrentar el impacto negativo en un entorno climático cambiante.

La integración de estrategias de mitigación del cambio climático en políticas de salud no sólo es ambientalmente necesaria, sino que representa una oportunidad única para mejorar la salud cardiovascular a nivel global y reducir los costos económicos derivados de la atención médica. El conocimiento y la aplicación de estos co-beneficios deben convertirse en parte central de la agenda de salud pública y del debate académico en casi todas las asignaturas, donde se intente fortalecer la conciencia sobre salud ambiental y planetaria.

Este capítulo presenta una base teórica y empírica robusta sobre los co-beneficios de las estrategias de mitigación del cambio climático en la salud cardiovascular, integrando además un análisis de los impactos económicos en América del Sur. Se espera que el contenido sirva de insumo para la enseñanza, la investigación y la aplicación de políticas públicas orientadas a un desarrollo sostenible y a la mejora integral de la salud en un mundo en transformación.

Tabla 4: Mitigación del cambio climático y co-beneficios para la salud

Estrategia de mitigación	Impacto ambiental	Co-beneficio para la salud cardiovascular
Transición energías renovables	Disminución de emisiones de CO ₂ y PM2.5	Reducción de hospitalizaciones por enfermedades cardíacas y mejor calidad del aire.
Transporte activo (caminar, bicicleta)	Reducción del uso de combustibles fósiles en transporte	Incremento de la actividad física, disminución del riesgo de infarto y enfermedades cardiovasculares.
Dietas basadas en plantas	Menor huella ecológica, menor uso de recursos y emisiones en producción alimentaria	Menor incidencia de obesidad, hipertensión y enfermedades coronarias; reducción de la mortalidad cardiovascular.
Espacios verdes urbanos	Captura de carbono, regulación térmica y reducción de contaminación atmosférica	Disminución del estrés, mejor presión arterial, reducción del riesgo de infarto de miocardio.
Urbanismo sostenible e infraestructura resiliente	Reducción del efecto isla de calor y mayor eficiencia energética	Mejora de la movilidad, calidad de vida y acceso a entornos saludables; prevención de enfermedades crónicas
Evaluación económica en políticas públicas	Uso eficiente de recursos, planificación a largo plazo	Reducción de costos sanitarios, aumento de la productividad y menor carga económica por enfermedades evitables.

Elaboración propia.

Conclusiones

- La salud está fuertemente influenciada por determinantes sociales que requieren abordajes multisectoriales.
- Las políticas públicas deben priorizar la equidad y el acceso universal.
- La educación y la participación comunitaria son esenciales para la sostenibilidad de las intervenciones.

Ejercicio 4

Instrucciones: Lea atentamente la tabla y responde a las siguientes preguntas.

1. Pregunta de desarrollo corto:

Explique en sus palabras cómo una dieta basada en alimentos vegetales puede contribuir al mismo tiempo a mitigar el cambio climático y a mejorar la salud del corazón.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Selección múltiple (una opción correcta):

¿Cuál de las siguientes estrategias representa un ejemplo claro de co-beneficio climático y cardiovascular?

- A) Aumentar el consumo de carne roja para fortalecer la dieta.
- B) Construir autopistas para aumentar la velocidad vehicular.
- C) Incentivar el uso de bicicletas en zonas urbanas.
- D) Ampliar la extracción de petróleo para reducir el desempleo.

3. Responda verdadero o falso a la siguiente pregunta, además argumente su respuesta

La exposición prolongada al contaminante PM2.5 se asocia con menor riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Verdadero.....

Falso.....

CAPITULO 5: Inundaciones, biodiversidad y enfermedades emergentes

Introducción

El cambio climático está transformando el comportamiento y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, entre los cuales se encuentran las inundaciones. Estos eventos, además de tener consecuencias devastadoras en infraestructura y economía, generan un amplio espectro de impactos en la salud pública. En particular, se ha observado que las inundaciones pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por vectores, lo que se debe, en parte, a la alteración de hábitats naturales y a cambios en la biodiversidad. La presente sección explora la interacción entre inundaciones y emergencias epidemiológicas, enfocándose en la forma en que estas alteraciones ambientales pueden favorecer la proliferación de vectores y la emergencia de nuevas enfermedades.

De igual manera se destaca la necesidad de entender el momento y la magnitud con la que las inundaciones afectan la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos. Asimismo, se enfatiza que la relación no es lineal, ya que en ocasiones se evidencia una disminución inicial de los casos tras el evento seguida de un aumento en la incidencia a mediano plazo. Esta dualidad en la respuesta epidemiológica subraya la importancia de contar con sistemas de vigilancia sólidos que permitan cuantificar estas variaciones y diseñar respuestas oportunas.

Además, la biodiversidad juega un rol central en la modulación de la transmisión de enfermedades. La pérdida o alteración de hábitats naturales puede cambiar la composición de especies vectores y, en consecuencia, modificar las rutas de transmisión de patógenos, lo que favorece la aparición de enfermedades emergentes. Este capítulo abordará cómo las inundaciones influyen en la biodiversidad y, a partir de ello, en la incidencia de enfermedades, proporcionando una visión integrada entre la dinámica ecológica y la salud humana.

Este capítulo analiza la compleja relación entre eventos de inundación, la biodiversidad y la aparición de enfermedades emergentes, con especial énfasis en los brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos. Se fundamenta en el artículo de Coalson et al. (2021) - "La compleja relación epidemiológica entre las inundaciones y los brotes humanos de enfermedades transmitidas por mosquitos: una revisión exploratoria" - y se integra con aportaciones de otros estudios y literatura científica para ofrecer una base teórica sólida. El capítulo está dirigido a docentes, estudiantes

universitarios y profesionales en medicina interesados en comprender cómo las dinámicas ambientales interactúan con la salud pública en un contexto de cambio climático.

Objetivos de Aprendizaje:

- Analizar riesgos emergentes regionales, así como los mecanismos fisiológicos y epidemiológicos implicados.
- Evaluar la capacidad de respuesta de los sistemas de salud ante eventos extremos.
- Proponer estrategias de adaptación con enfoque de equidad y justicia climática.

Efecto de las inundaciones en la biodiversidad y la transmisión de enfermedades

Las inundaciones, al alterar la dinámica de los ecosistemas, tienen efectos directos en la ecología de los vectores de enfermedades. Según Coalson et al. (2021), las inundaciones pueden afectar la densidad poblacional de mosquitos de manera compleja. Por un lado, la intensa precipitación y la posterior inundación pueden “lavar” o eliminar temporalmente los criaderos existentes, lo que explica la disminución de incidencia en la fase aguda posterior al evento. Sin embargo, a medida que el agua se asienta y se forman nuevos charcos o áreas inundadas, se crean ambientes propicios para la reproducción de mosquitos, generando un incremento en la población vectorial en periodos subagudos (entre 1 y 4 semanas) o medios (1-4 meses).

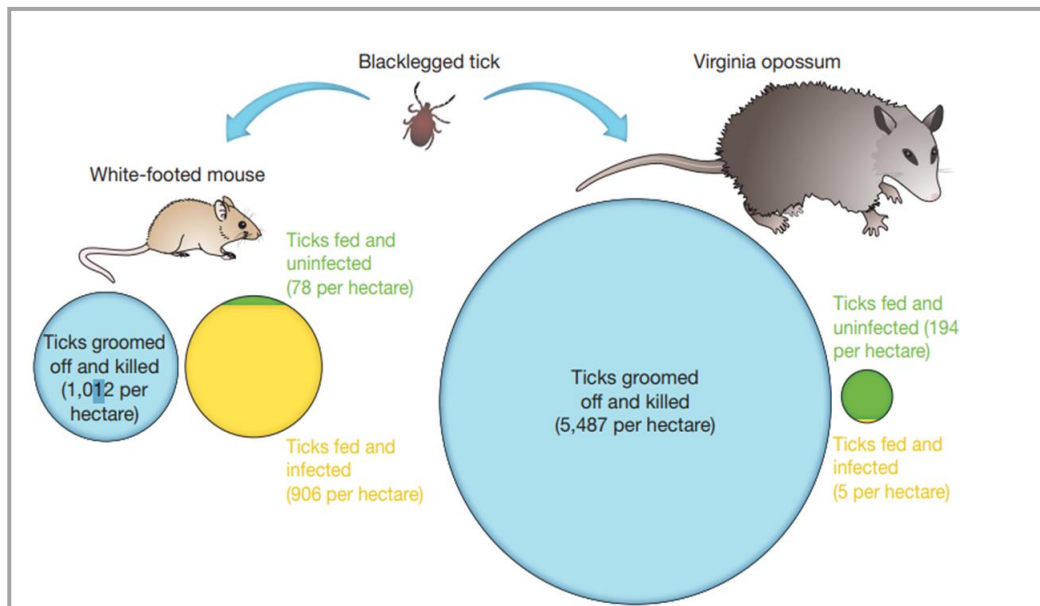
Esta respuesta no es uniforme y depende de variables contextuales como el tipo de mosquito, características del hábitat y las condiciones ambientales previas y posteriores al evento. La ecología de vectores como el *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, responsables de la transmisión de dengue, chikungunya y Zika, es especialmente sensible a estos cambios. La formación de nuevas áreas con agua estancada proporciona ideales condiciones de reproducción para estos insectos, lo que incrementa las posibilidades de transmisión de patógenos.

Factores como la salinidad del agua en casos de inundaciones costeras o tsunamis pueden modificar la composición de especies vectores. Por ejemplo, inundaciones que involucran agua salobre pueden limitar la reproducción de ciertas especies, mientras que favorecen a otras que se han adaptado a condiciones de alta salinidad (Galaviz, J, et al., 2019). Estos cambios en la composición de vectores pueden alterar la dinámica

epidemiológica y dar lugar a patrones atípicos en la transmisión de enfermedades, lo que constituye un área importante para la investigación.

La biodiversidad es fundamental para el equilibrio de los ecosistemas y actúa como un regulador natural de la transmisión de enfermedades. Ecosistemas ricos en biodiversidad suelen proporcionar barreras naturales que limitan la proliferación descontrolada de vectores, a través de mecanismos como la competencia, la depredación y la presencia de especies no vectores que reducen el número de insectos transmisores (Keesing et al., 2010).

Figura: 7: Rol de las especies hospedadoras en la transmisión de la enfermedad de Lyme en el noreste de EE. UU.



Fuente: Keesing et al. (2010)

Sin embargo, eventos extremos como las inundaciones pueden perturbar estos equilibrios. La destrucción de hábitats naturales, junto con la fragmentación ecológica, puede reducir la biodiversidad, eliminando especies competidoras o depredadoras que controlan la población de mosquitos. De esta manera, la pérdida de biodiversidad puede traducirse en un aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas por estos vectores. Estudios recientes han relacionado la disminución en la diversidad biológica con un incremento en el riesgo de transmisión de enfermedades.

Adicionalmente, la variabilidad en la intensidad y duración de las inundaciones interactúa con la estructura del ecosistema. En áreas donde las inundaciones son recurrentes, es posible que algunos ecosistemas desarrollen mecanismos adaptativos y mantengan una cierta estabilidad en la diversidad, mientras que en regiones menos acostumbradas a estos eventos la biodiversidad puede verse severamente comprometida, facilitando la propagación de enfermedades emergentes.

Relaciones epidemiológicas entre inundaciones y brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos

La revisión de Coalson et al. (2021) evidencia que el efecto de las inundaciones sobre la incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos varía en función del tiempo transcurrido después del evento. En muchos estudios, se observa que durante la primera semana tras una

inundación se registra una disminución en los casos, probablemente debido al arrastre de larvas y destrucción de criaderos. Sin embargo, en periodos subagudos (de 1 a 4 semanas) y medios (1 a 4 meses) se documenta un incremento en la incidencia, especialmente en casos de dengue y malaria.

Este patrón refleja la dinámica natural de recuperación ecológica: una vez que el agua disminuye, se forman nuevos hábitats adecuados para la cría de mosquitos. Además, este aumento puede estar influido por otros factores como el desplazamiento de poblaciones y la interrupción de actividades de control vectorial. Por ejemplo, en estudios realizados en Asia, se ha identificado que ...la incidencia de dengue aumenta significativamente en los dos a cuatro meses posteriores a episodios de inundación urbana... lo que indica una relación de tiempo-lag (Carvajal et al., 2018).

La heterogeneidad en los resultados de los estudios sobre la relación entre inundaciones y brotes de enfermedades se debe, en parte, a la existencia de múltiples factores moderadores. Entre estos se incluyen las características del evento de inundación (intensidad, duración, extensión), las condiciones ambientales previas, las capacidades de respuesta y mitigación de cada comunidad, y los factores socioeconómicos que pueden influir en la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación.

Por ejemplo, en áreas con sistemas de salud robustos y programas de vigilancia epidemiológica, es posible detectar y responder rápidamente a cualquier incremento en la incidencia de enfermedades. En contraste, en regiones con infraestructura deficiente o con alta vulnerabilidad social, los brotes pueden ser más severos y difíciles de controlar.

Además, el acceso a servicios de salud y las condiciones de vida (como la calidad de la vivienda y el saneamiento) juegan un papel fundamental en la mitigación del impacto epidemiológico de las inundaciones.

Se ha señalado que la integración de datos ambientales y socioeconómicos permite comprender mejor estos patrones y, a su vez, diseñar estrategias de prevención y respuesta más efectivas. Estudios recientes han recomendado el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y modelos predictivos que integren variables climáticas y sociodemográficas para identificar áreas de alto riesgo y planificar intervenciones dirigidas (Morin et al., 2013; Rohr et al., 2011).

Uno de los principales desafíos identificados en la literatura es la falta de estandarización en la operacionalización de "inundación" como variable de exposición. Las inundaciones se definen de diversas formas en distintos estudios, lo que dificulta la comparación directa de los resultados. Algunos

trabajos utilizan métricas basadas en precipitaciones excepcionales (por ejemplo, desviaciones de la media o umbrales específicos), mientras que otros se enfocan en la presencia o ausencia de eventos extremos (como tsunamis o ciclones). Esta variabilidad metodológica genera incertidumbre y limita la capacidad de establecer relaciones causales firmes entre inundaciones y brotes de enfermedades.

Ante esta situación, se ha propuesto la necesidad de desarrollar un marco metodológico estandarizado que permita clasificar y cuantificar de forma precisa los eventos de inundación. La utilización de índices normalizados y la aplicación de modelos no lineales para capturar las relaciones entre las variables climáticas y la incidencia de enfermedades representan pasos importantes en esta dirección (Tricco et al., 2018). Asimismo, se requiere una mayor integración de estudios multicéntricos que abarquen diversas regiones geográficas y contextos socioeconómicos, con el fin de mejorar la generalización de los resultados y enriquecer la evidencia disponible.

Repercusión para la salud pública y la conservación de la biodiversidad

La capacidad de los sistemas de salud para responder a los brotes desencadenados por inundaciones depende en gran medida de la existencia de programas de vigilancia temprana, infraestructura resiliente y la coordinación intersectorial. Se sugiere que, en regiones donde los sistemas de salud disponen de datos en tiempo real y de protocolos de respuesta rápida, es posible mitigar de forma significativa el impacto de las inundaciones sobre la salud. En este sentido, la integración de tecnologías de monitoreo climático y epidemiológico, junto con estrategias de comunicación efectiva, es crucial para la prevención y el control de brotes.

Por otro lado, la atención a la salud pública debe complementarse con estrategias que favorezcan la conservación de la biodiversidad. La biodiversidad contribuye a la estabilidad de los ecosistemas y, en muchos casos, actúa como barrera natural contra la propagación excesiva de vectores. Proteger y restaurar hábitats naturales, como los humedales y bosques ribereños, no solo preserva la diversidad biológica, sino que también reduce el riesgo de brotes de enfermedades.

Una de las lecciones clave extraídas de la literatura es la necesidad de abordar la gestión del agua de manera integral. Las inundaciones, cuando se gestionan adecuadamente, pueden transformarse en una oportunidad para la restauración de ecosistemas acuáticos. La implementación de infraestructuras verdes, como parques de retención de agua y sistemas de

drenaje urbano sostenibles, puede reducir el impacto directo de las inundaciones al tiempo que mejora la calidad del agua y promueve un entorno saludable para la vida silvestre (Gill et al., 2007).

Estas intervenciones, además de prevenir la proliferación excesiva de vectores, tienen el potencial de generar beneficios en otros sectores, como el agrícola y el urbano, al mejorar la disponibilidad y calidad del agua. Dichos proyectos requieren de una planificación intersectorial y de la colaboración entre autoridades ambientales, urbanísticas y de salud, lo que refuerza la importancia de los enfoques integrados en la gestión del cambio climático (World Meteorological Organization, 2021). La gestión integral del agua mediante infraestructuras verdes puede transformar las inundaciones en oportunidades para restaurar ecosistemas, mejorar la calidad del agua y reducir riesgos de salud, exigiendo colaboración intersectorial en la adaptación al cambio climático (Organización Meteorológica Mundial, 2021).

La educación y la sensibilización son herramientas fundamentales para afrontar los desafíos derivados de las inundaciones y su impacto en la salud. Es imperativo que las comunidades comprendan el vínculo entre los eventos climáticos extremos y la aparición de brotes de enfermedades. Campañas de educación ambiental pueden capacitar a la población para reconocer los signos tempranos de brotes, adoptar medidas de prevención y colaborar en la gestión de inundaciones a nivel local.

La comunicación efectiva debe incluir la disseminación de información sobre la importancia de mantener las áreas limpias, la eliminación de posibles criaderos de mosquitos y el uso responsable del agua. Además, la participación comunitaria en la vigilancia y en la adopción de medidas de respuesta temprana puede fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a los impactos del cambio climático (Coalson et al., 2021).

Necesidad de estandarización y estudios multicéntricos para la investigación futura

Como se ha señalado, una de las principales limitaciones en la investigación actual es la falta de estandarización en la definición y medición de eventos de inundación. Los estudios existentes emplean diversas métricas para caracterizar las inundaciones, lo que complica la comparación y síntesis de resultados. Futuros trabajos deberán esforzarse por desarrollar un marco común que permita clasificar los eventos de inundación de manera uniforme, utilizando, por ejemplo, índices normalizados basados en mediciones de precipitación, duración y extensión del evento (Tricco et al., 2018).

Asimismo, resulta esencial llevar a cabo estudios multicéntricos que consideren diferentes regiones geográficas y condiciones socioeconómicas. Estos estudios permitirían evaluar de forma integral cómo las variables ambientales y sociales interactúan en la modulación del riesgo de brotes de enfermedades, aportando datos robustos que sirvan de base para modelos predictivos y sistemas de alerta temprana.

Incorporación de modelos no lineales y análisis de lag

El análisis de lag es una técnica utilizada en el estudio de series temporales para examinar cómo los valores de una variable en un momento dado se relacionan con los valores de otra (o de la misma) variable en periodos posteriores; en otras palabras, permite identificar y cuantificar el efecto retardado o diferido entre variables.

La relación entre inundaciones y brotes de enfermedades no es lineal, pues se observan patrones de disminución inicial seguidos de aumentos en la incidencia. La utilización de modelos no lineales –por ejemplo, Distributed Lag Non-linear Models, Modelos de Efectos Distribuidos en el Tiempo (DLNM)– puede captar mejor la complejidad de estas relaciones. Dichos modelos permiten identificar periodos de lag en los cuales el impacto de las inundaciones se manifiesta plenamente, facilitando una respuesta oportuna de las autoridades de salud.

La identificación de estos “periodos críticos” es fundamental para optimizar las intervenciones en salud pública, ya que permite anticipar y mitigar el aumento en la incidencia de enfermedades en el mediano plazo. La integración de análisis de lag en estudios epidemiológicos representa, además, una oportunidad para mejorar la precisión en la cuantificación del impacto de eventos extremos (Coalson et al., 2021).

La incidencia de brotes de enfermedades tras inundaciones está fuertemente condicionada por factores socioeconómicos que influyen en la vulnerabilidad de las poblaciones. Elementos como la calidad de la vivienda, el acceso a servicios de salud, el nivel de educación y las condiciones de saneamiento son determinantes en la capacidad de una comunidad para enfrentar y recuperarse de eventos climáticos extremos. Estudios previos han demostrado que comunidades con altos niveles de pobreza y baja infraestructura de salud tienen una mayor probabilidad de sufrir brotes severos tras inundaciones.

Integrar estos factores en los análisis epidemiológicos y en los modelos predictivos puede enriquecer la capacidad de diseñar estrategias de intervención más precisas y personalizadas. La colaboración entre

ecologistas, sociólogos, economistas y epidemiólogos resulta crucial para abordar estas interacciones complejas y potenciar la resiliencia comunitaria.

Las implicaciones de la relación entre inundaciones, biodiversidad y brotes de enfermedades emergentes son amplias y requieren una respuesta coordinada entre diversos sectores. Las autoridades de salud y medio ambiente deben trabajar conjuntamente en la elaboración de políticas integrales que combinen la mitigación de riesgos ambientales con la promoción de la salud pública.

La planificación urbana, por ejemplo, debe incorporar infraestructuras que reduzcan el riesgo de inundaciones y, a la vez, restauren ecosistemas que actúen como barreras naturales contra la proliferación excesiva de vectores.

La implementación de “soluciones basadas en la naturaleza”, como la restauración de humedales y la creación de corredores verdes, no solo mejora la calidad del aire y regula el ciclo del agua, sino que también contribuye a mantener la biodiversidad y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades (Gill et al., 2007).

Un llamado a la sociedad

Para enfrentar efectivamente los retos derivados de las inundaciones, es fundamental promover la educación y el empoderamiento comunitario. La formación de líderes locales, la capacitación en gestión de desastres y la sensibilización sobre la importancia de la biodiversidad pueden fortalecer la resiliencia de las comunidades. La participación comunitaria en la vigilancia ambiental y en la elaboración de planes de respuesta ante emergencias es clave para reducir los efectos adversos de las inundaciones en la salud.

Programas de divulgación y educación en salud ambiental deben ser integrados en los currículos escolares y en la formación de profesionales de la salud. Esto contribuirá a crear una cultura de prevención y a mejorar la capacidad de respuesta ante eventos extremos, al tiempo que se fomenta una mayor conciencia sobre la interrelación entre ecosistemas y salud (WHO, 2020).

Alerta temprana, monitorización continua y proyección futura

Una de las conclusiones más importantes de la revisión de Coalson et al. (2021) es la urgencia de implementar sistemas de alerta temprana que permitan detectar cambios en la incidencia de enfermedades tras eventos de inundación. El uso de tecnologías modernas, como sensores ambientales, imágenes satelitales y análisis en tiempo real de datos meteorológicos,

puede proporcionar información valiosa para anticipar brotes y activar respuestas coordinadas.

Es fundamental que estos sistemas integren indicadores ambientales y epidemiológicos, permitiendo establecer asociaciones causales y predecir con mayor precisión el comportamiento de las enfermedades en función de las condiciones cambiantes del clima. De esta forma, se pueden diseñar estrategias de intervención más efectivas y minimizar el impacto en la salud pública.

Investigación multidisciplinaria

El campo de la salud y los ecosistemas requiere de un enfoque interdisciplinario que involucre a ecologistas, epidemiológicos, sociólogos, economistas y científicos del clima. Se recomienda fomentar colaboraciones entre instituciones académicas, organismos gubernamentales y organizaciones internacionales para la realización de estudios multicéntricos que aborden la compleja interacción entre inundaciones, biodiversidad y brotes de enfermedades.

La investigación futura debe centrarse en desarrollar marcos metodológicos estandarizados que permitan comparar los impactos en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos. Además, es necesario profundizar en el conocimiento de las respuestas eco-evolutivas de vectores ante eventos extremos y en cómo estas respuestas pueden alterar la transmisión de enfermedades.

La conservación de la biodiversidad debe considerarse una estrategia complementaria en la lucha contra la expansión de enfermedades transmitidas por vectores. Proteger los hábitats naturales y promover la restauración ecológica puede servir de barrera natural contra la proliferación de vectores y reducir la incidencia de brotes. Las políticas de salud pública y medio ambiente deben estar alineadas para fomentar prácticas de uso sostenible del suelo y conservación de ecosistemas, lo que no solo protege la biodiversidad, sino que también mejora la salud humana.

La promoción de áreas protegidas, la reforestación y la implementación de corredores ecológicos son intervenciones que pueden tener un doble beneficio. Por una parte, restauran el equilibrio de los ecosistemas, y por otra, disminuyen el riesgo de aparición de enfermedades emergentes relacionadas con la pérdida de biodiversidad. Esta sinergia entre conservación y salud es un área prometedora que merece mayor atención tanto a nivel de investigación como de formulación de políticas.

El presente capítulo ha ofrecido una visión integral sobre la relación entre inundaciones, biodiversidad y la aparición de enfermedades emergentes, a partir de la revisión realizada por Coalson et al. (2021) y complementado con aportaciones de la literatura científica. Se ha demostrado que las inundaciones actúan como un factor disruptivo que, a través de la alteración de hábitats naturales y la redistribución de vectores, puede desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos. Asimismo, se ha resaltado la importancia de la biodiversidad en la regulación de la transmisión de enfermedades y cómo su pérdida o alteración puede incrementar el riesgo epidemiológico.

Asimismo, el capítulo destaca la necesidad de implementar sistemas de monitoreo y alerta temprana, tales como la integración de estrategias intersectoriales que involucren a autoridades de salud, medio ambiente y desarrollo urbano para hacer frente a estos desafíos. La educación y la sensibilización comunitaria se presentan como elementos esenciales para fortalecer la resiliencia y promover la acción preventiva ante eventos extremos.

Las implicaciones para la salud pública son amplias: desde mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas de salud hasta adoptar políticas de conservación que mitiguen el riesgo de brotes. En el contexto del cambio climático, la planificación y la coordinación intersectorial son fundamentales para reducir tanto los impactos directos como los indirectos sobre la salud de la población.

En definitiva, abordar la compleja relación entre inundaciones, biodiversidad y enfermedades emergentes requiere un enfoque multidisciplinario que considere la variabilidad ambiental, los factores socioeconómicos y las dinámicas ecológicas. La integración de este conocimiento en la formación de profesionales de la salud y en el diseño de políticas públicas es clave para mejorar la resiliencia de nuestras comunidades y sistemas sanitarios frente a los desafíos del cambio climático.

Este capítulo ha permitido integrar la evidencia científica sobre la influencia de las inundaciones en la biodiversidad y la transmisión de enfermedades emergentes, ofreciendo una base teórica y práctica que resulta esencial para la formación y la acción en el campo de la salud y los ecosistemas. La comprensión de estas interrelaciones es importante para mejorar la resiliencia de los sistemas de salud y para diseñar estrategias de prevención que protejan tanto la biodiversidad como la salud humana en un mundo en constante cambio.

Tabla 5: Inundaciones, biodiversidad y enfermedades emergentes

Dimensión	Descripción del impacto	Implicaciones para la salud pública
Ecología de vectores	Las inundaciones lavan criaderos temporalmente, pero luego generan nuevos espacios de reproducción. Aumentan los mosquitos en 1-4 semanas post evento.	Riesgo de brotes de dengue, malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores; necesidad de vigilancia en el periodo subagudo.
Composición de especies vectoriales	Cambios en salinidad o temperatura alteran la presencia de especies adaptadas a nuevas condiciones.	Nuevas dinámicas de transmisión; aparición de especies vectoras no habituales.
Pérdida de biodiversidad	Las inundaciones y la fragmentación de hábitats reducen la diversidad biológica, disminuyendo la competencia natural contra vectores.	Mayor densidad de vectores y aumento de transmisión de enfermedades.
Factores socioeconómicos	Alta vulnerabilidad en comunidades con infraestructura deficiente, pobreza o acceso limitado a salud.	Brotes más severos y difíciles de controlar; inequidad en la carga epidemiológica.
Infraestructura sanitaria y urbana	Destrucción de servicios de salud, viviendas y redes de saneamiento.	Dificultades para el control vectorial, mayor exposición a riesgos biológicos.
Vigilancia y alerta temprana	Poca integración de datos ambientales y de salud limita la anticipación de brotes.	Necesidad de sistemas integrados de monitoreo y respuesta rápida.
Restauración de ecosistemas y resiliencia	Protección de humedales, corredores verdes y biodiversidad actúa como barrera natural para los vectores.	Reducción del riesgo de transmisión y fortalecimiento de la salud comunitaria.
Educación y participación comunitaria	Conocimiento limitado sobre el vínculo entre inundaciones y salud.	Promueve la prevención, vigilancia vecinal y acción temprana ante criaderos y enfermedades.
Necesidad de	Falta de uniformidad en la	Urgente desarrollo de

Dimensión	Descripción del impacto	Implicaciones para la salud pública
investigación y estandarización	definición de “inundación” dificulta la comparación de estudios.	metodologías comunes, estudios multicéntricos y modelos predictivos basados en análisis de lag y sistemas no lineales.

Elaboración propia.

Conclusiones

- El cambio climático amplifica los riesgos para la salud pública en múltiples dimensiones.
- La respuesta efectiva requiere fortalecer los sistemas de salud y su capacidad de adaptación.
- La integración de la equidad y la justicia climática es esencial en las políticas de salud frente al cambio climático.

Ejercicio 5:

Instrucciones: Lea atentamente la tabla anterior y responda las siguientes preguntas:

1. Pregunta de desarrollo:

¿Por qué las inundaciones pueden producir tanto una disminución inicial como un aumento posterior en la población de mosquitos vectores? Explica brevemente el mecanismo.

.....
.....
.....
.....
.....

2. Pregunta de opción múltiple:

¿Cuál de las siguientes estrategias contribuye a reducir el riesgo de transmisión de enfermedades tras una inundación?

- A) Eliminar árboles y aumentar el uso de pesticidas en zonas urbanas.
- B) Restaurar humedales, promover corredores verdes y monitorear criaderos.
- C) Aumentar la densidad de viviendas cerca de ríos.
- D) Esperar a que los brotes se manifiesten antes de intervenir.

3. Verdadero o falso:

La pérdida de biodiversidad actúa como un mecanismo de protección frente a enfermedades transmitidas por vectores.

Verdadero ()

Falso ()

Sustente su respuesta:

.....
.....
.....
.....
.....

CAPITULO 6: Salud infantil y cambio climático: efectos de por vida

Introducción

El cambio climático se ha convertido en una amenaza crítica para la salud global, y entre las poblaciones más vulnerables se encuentran los niños. Aunque los niños son los menos responsables de la crisis climática, son quienes soportarán la mayor parte de sus consecuencias, debido a su desarrollo físico y psíquico en curso y a su dependencia de los adultos para recibir cuidados y protección (UNICEF, 2014). Las alteraciones en los patrones climáticos –como el aumento de las temperaturas, fenómenos meteorológicos extremos, y la deteriorada calidad del aire– generan efectos que comienzan incluso antes del nacimiento, configurando un “efecto de por vida” en la salud infantil (Pacheco, 2020; Watts et al., 2019).

Durante la exposición teórica se examina cómo los factores ambientales relacionados con el cambio climático influyen en la salud de los niños desde el periodo prenatal hasta la adolescencia y la adultez. Se abordan los procesos de programación fetal, los efectos epigenéticos, la exposición a contaminantes y el impacto en el desarrollo neurológico y fisiológico. Asimismo, se discuten las implicaciones a nivel de políticas públicas, estrategias de prevención y la necesidad de enfoques multidisciplinarios que vinculen salud infantil y medidas de mitigación climática.

Para ello, este capítulo integra y analiza los hallazgos de dos estudios fundamentales –“Los efectos catastróficos del cambio climático en la salud infantil comienzan antes del nacimiento” (Pacheco, 2020) y “El informe de 2019 de The Lancet Countdown sobre la salud y el cambio climático: garantizar que la salud de un niño que nace hoy no esté definida por un clima cambiante” (Watts et al., 2019). El objetivo es proporcionar información, con la apertura de un tema que preocupa mucho y que, poco se dice, sobre cómo el cambio climático afecta la salud infantil y su efecto negativo se mantiene a lo largo de toda la vida.

Objetivos de Aprendizaje

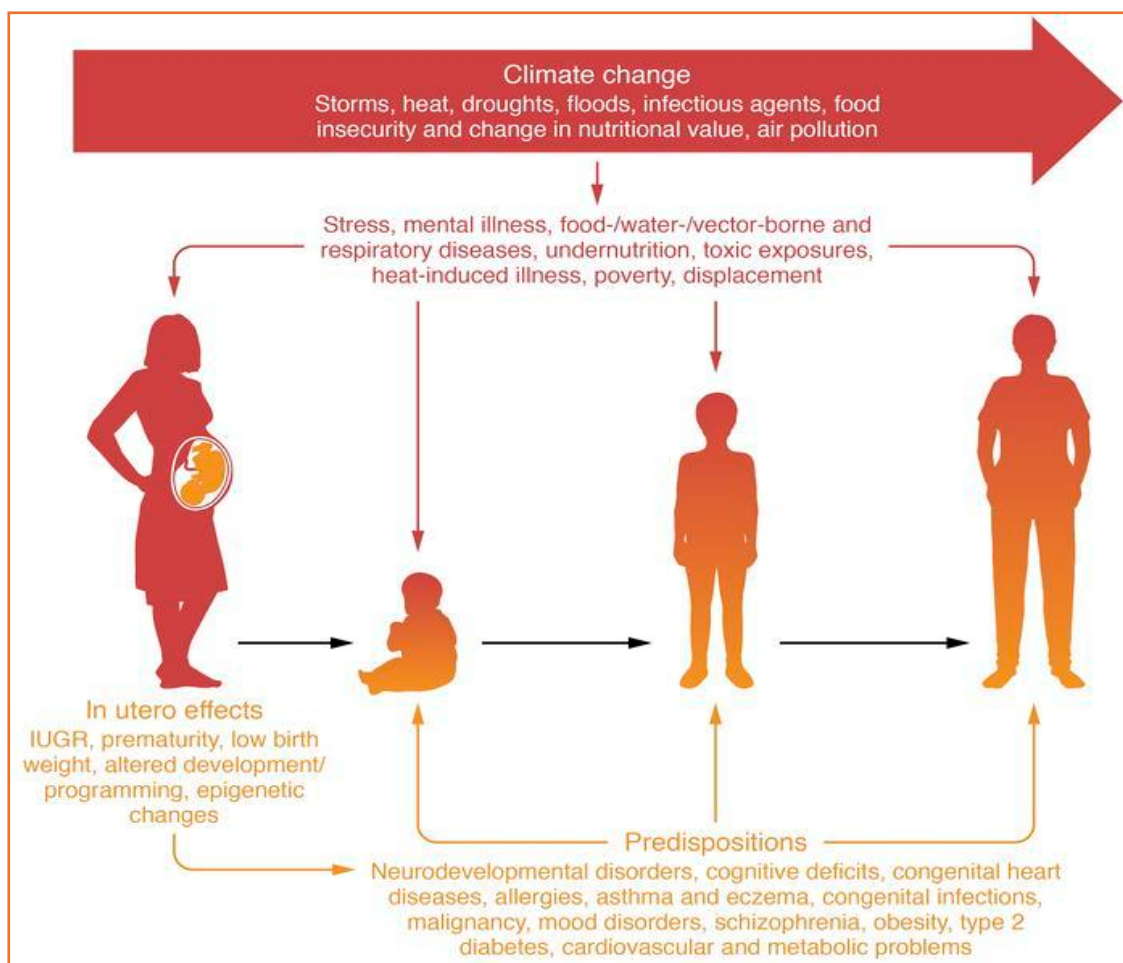
- Diferenciar marcos conceptuales (salud planetaria, Una Sola Salud, determinantes ambientales).
- Aplicar valoración de evidencia y priorización multicriterio para seleccionar intervenciones.
- Diseñar protocolos de vigilancia con indicadores y articular actores para su implementación.

Programación fetal, vulnerabilidad prenatal y sus efectos transgeneracionales

La salud de un niño se ve moldeada desde el inicio de su desarrollo, y cada exposición durante el periodo prenatal puede tener repercusiones a lo largo de toda la vida. Pacheco (2020) destaca que la exposición de la mujer embarazada a eventos climáticos extremos -como olas de calor, inundaciones, sequías y contaminación atmosférica- tiene efectos catastróficos sobre el feto. Entre estos efectos se incluyen alteraciones en la regulación hormonal y el estrés oxidativo, los cuales pueden conducir a cambios epigenéticos. Esta “programación fetal” establece la base para un mayor riesgo de enfermedades durante la infancia, así como en etapas posteriores de la vida, abarcando desde trastornos metabólicos (como la diabetes tipo 2) y cardiovasculares hasta condiciones neuropsiquiátricas.

La modulación epigenética es fundamental en este contexto: la exposición a contaminantes del aire, por ejemplo, puede inducir modificaciones en la metilación del ADN y en la expresión de genes relacionados con la inflamación y el metabolismo energético (Shukla et al., 2019). Estos cambios, aunque sutiles en un primer momento, pueden contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas, afectando la capacidad del organismo para responder a futuros insultos ambientales. En este sentido, el concepto de “fetal programming” sugiere que la calidad del ambiente intrauterino es determinante para la salud a largo plazo del individuo.

Figura 8: Los efectos adversos del cambio climático sobre la salud de los niños comienzan antes de que nazcan



Fuente: Pacheco (2020)

El estrés materno inducido por eventos climáticos extremos también repercute negativamente en el desarrollo fetal. Situaciones de desastres naturales, como inundaciones o huracanes, provocan que las mujeres embarazadas experimenten niveles elevados de estrés, lo que a su vez se asocia con un mayor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer (LBW, por sus siglas en inglés). Estudios epidemiológicos han demostrado que el estrés prenatal está vinculado a una alteración en la función del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal (HHA), lo que puede predisponer a la descendencia a trastornos emocionales y de comportamiento, como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (ADHD) y otros problemas

de neurodesarrollo (King, 2012 et al; Dancause et al., 2015; Lafortune, et al, 2021).

Además, la calidad de la nutrición materna se ve comprometida en contextos de crisis climática, donde la inseguridad alimentaria se incrementa debido a la reducción en la producción agrícola. La desnutrición materna afecta la disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo fetal, lo que puede provocar retardos en el crecimiento intrauterino y aumentar el riesgo de desnutrición en la infancia. Tales condiciones no solo afectan el desarrollo físico, sino también el cognitivo, estableciendo una trayectoria de desventajas que se extiende a lo largo de toda la vida del niño (Roseboom et al., 2011).

Consecuencias en la infancia y la adultez: enfermedades cardiovasculares y metabólicas

Diversos estudios han mostrado que la exposición prenatal a condiciones adversas relacionadas con el cambio climático incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares en la adultez. Watts et al. (2019) indican que un feto sometido a estrés térmico, exposición a contaminantes o deficiencias nutricionales durante el embarazo tiene una mayor predisposición a sufrir hipertensión, aterosclerosis y otros trastornos del sistema cardiovascular a lo largo de su vida. Estos hallazgos se enmarcan en la teoría del “origen del destino de la salud”, la cual postula que las condiciones ambientales durante el desarrollo fetal influyen decisivamente en la susceptibilidad a enfermedades crónicas en etapas posteriores (Barker, 2004).

La relación entre el bajo peso al nacer y el incremento en la incidencia de enfermedades cardiometabólicas ha sido bien documentada. Un estudio clásico basado en la investigación de la hambruna holandesa estableció que los niños nacidos con LBW presentaban un mayor riesgo de desarrollar enfermedades del corazón y diabetes en la adultez (Roseboom et al., 2011). Estos efectos se deben en parte a la programación adaptativa: en condiciones de escasez, el organismo del feto realiza ajustes fisiológicos para maximizar la eficiencia en el uso de los nutrientes, lo que, en entornos de abundancia postnatal, puede desencadenar procesos patológicos.

Influencia negativa en el desarrollo neurológico y del sistema inmunológico

La exposición a contaminantes y al estrés materno no solo afecta la salud cardiovascular y metabólica, sino que también incide en el desarrollo neurológico y en la capacidad del sistema inmunológico. Estudios recientes han evidenciado que la exposición prenatal a altos niveles de partículas en

suspensión (PM2.5), ozono y otros contaminantes está asociada con alteraciones en el desarrollo cerebral, que se traducen en problemas de cognición, déficits en el rendimiento escolar y un mayor riesgo de trastornos neuropsiquiátricos, tales como el autismo y la esquizofrenia (Calderón-Garcidueñas et al., 2015; Pagalan et al., 2019).

Además, la exposición a agentes infecciosos y la falta de nutrientes durante el periodo prenatal pueden comprometer el sistema inmunológico del recién nacido, dejándolo más susceptible a infecciones y enfermedades autoinmunes. La “programación inmune” influenciada por el entorno intrauterino es un área emergente de estudio, que sugiere que las condiciones adversas en el embarazo pueden alterar el desarrollo normal del sistema inmunológico y predisponer a una respuesta inflamatoria exacerbada en la infancia y la adultez (Ahdoot et al., 2015).

El cambio climático y los eventos extremos tienen también un profundo impacto en la salud mental de los niños. La exposición prenatal al estrés materno y a eventos traumáticos, como desastres naturales, puede influir en el desarrollo socioemocional, incrementando el riesgo de ansiedad, depresión y trastornos de conducta. Pacheco (2020) señala que los niños no solo sufren las consecuencias físicas de la exposición a ambientes adversos, sino que también pueden experimentar “eco-ansiedad”, un estado de angustia relacionado con la percepción de un futuro ambiental incierto.

La literatura muestra que la salud mental infantil es un componente esencial del bienestar general y que los trastornos psicológicos en la infancia pueden tener consecuencias duraderas, afectando el rendimiento académico, la integración social y la productividad a lo largo de la vida (Ahdoot et al., 2015; UNICEF, 2014). Así, los efectos del cambio climático en la salud infantil deben considerarse de manera holística, abarcando tanto las dimensiones físicas como las mentales.

Visión global e intergeneracional

El Informe de The Lancet Countdown de 2019, citado por Watts et al. (2019), enfatiza la urgente necesidad de que la salud de los niños no sea definida por un clima cambiante. Este informe resalta que, sin intervenciones aceleradas, las futuras generaciones enfrentarán condiciones ambientales severamente comprometidas, lo que se traducirá en un incremento en enfermedades crónicas y reducción de la calidad de vida desde temprana edad. El informe concluye que una acción climática efectiva y coordinada es esencial para limitar el calentamiento global a niveles seguros y asegurar que los niños nacidos hoy tengan un futuro con menores riesgos en salud (Watts et al., 2019).

El reporte, resultado de una colaboración internacional interdisciplinaria, presenta 41 indicadores que abarcan desde la exposición a eventos extremos hasta la vulnerabilidad de grupos específicos, incluidas las poblaciones infantiles. Entre sus hallazgos se destaca que la mayoría de los indicadores de exposición a riesgos climáticos han mostrado incrementos significativos en los últimos años, lo que refuerza la necesidad de enfoques integrados para proteger a los niños (Watts et al., 2019).

El Informe de The Lancet Countdown se integra en un contexto global de esfuerzos para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. Al centrar la atención en la salud infantil, el informe subraya la importancia de políticas públicas que no sólo mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también promuevan la resiliencia de los sistemas de salud y protejan a los grupos más vulnerables. La posibilidad de que un niño nacido hoy enfrente un entorno con temperaturas significativamente más altas y mayores concentraciones de contaminantes, junto con la exposición a eventos extremos como inundaciones y sequías, es un recordatorio de la necesidad de actuar de forma urgente (Watts et al., 2019).

Las políticas orientadas a la reducción de emisiones y a la adaptación al cambio climático deben incorporar medidas específicas para proteger la salud infantil. Esto incluye la mejora de la calidad del aire, la promoción de entornos urbanos sostenibles y la inversión en programas de salud materno-infantil que tomen en cuenta los riesgos derivados del cambio climático.

Protección prenatal: estrategias para un mañana saludable

Dado que muchos de los efectos adversos del cambio climático en la salud infantil comienzan en el periodo prenatal, es crucial enfocar esfuerzos en mejorar el entorno de las mujeres embarazadas. Pacheco (2020) destaca que la mitigación de la exposición a contaminantes, la mejora en la nutrición y la reducción del estrés materno pueden tener efectos positivos a largo plazo en la salud del niño. Programas de vigilancia y prevención en salud materna, junto con políticas que reduzcan la contaminación ambiental (por ejemplo, transición a energías renovables y control de emisiones), son esenciales para prevenir los efectos catastróficos en el desarrollo fetal.

La promoción de campañas de educación para mujeres embarazadas, así como la implementación de revisiones médicas periódicas, pueden detectar y mitigar precozmente los efectos adversos. La formación de profesionales en salud materno-infantil debe incluir módulos sobre la influencia del cambio climático en el entorno intrauterino y estrategias para minimizar la exposición a factores de riesgo (Ahdoot et al., 2015; Pacheco, 2020).

Prevención de enfermedades crónicas y promoción del desarrollo saludable

La protección de la salud infantil a lo largo de la vida requiere intervenciones que perduren desde la infancia hasta la adultez. Se ha demostrado que mejoras en el ambiente físico y social pueden reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas en etapas posteriores de la vida. Por ejemplo, la implementación de políticas que aseguren la calidad del aire y la promoción de entornos urbanos verdes contribuyen a reducir la exposición a contaminantes y a fomentar un estilo de vida activo y saludable (Calderón-Garcidueñas et al., 2015).

Asimismo, la nutrición juega un papel crucial. Una alimentación adecuada durante la infancia no solo es esencial para el crecimiento y el desarrollo, sino que también puede contrarrestar los efectos negativos de la exposición ambiental a largo plazo. Intervenciones en el ámbito escolar, como programas de alimentación saludable, y políticas públicas que aseguren el acceso a alimentos nutritivos, son vitales para prevenir la desnutrición y sus consecuencias en la salud a lo largo de la vida (Sabate & Soret, 2014).

Fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y adaptación a eventos extremos

La preparación y la resiliencia ante eventos climáticos extremos son factores clave para reducir el impacto del cambio climático en la salud infantil. El desarrollo de sistemas de alerta temprana y protocolos de respuesta ante desastres pueden salvar vidas, especialmente en comunidades vulnerables. La integración de herramientas de monitoreo ambiental y epidemiológico permite anticipar brotes de enfermedades y activar medidas de prevención antes de que se desencadenen crisis sanitarias.

Asimismo, la inversión en infraestructura resiliente –como viviendas seguras, sistemas de drenaje eficientes y centros de atención médica equipados para emergencias climáticas– es fundamental para proteger a las familias y, en especial, a los niños, quienes son más susceptibles a los efectos adversos de estos eventos (WHO, 2018; United Nations Children's Fund [UNICEF], 2014).

La colaboración entre organismos gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales es necesaria para desarrollar e implementar estrategias de adaptación que consideren tanto la prevención de desastres como la promoción de la salud. La sensibilización y la capacitación en gestión de riesgos permiten a las comunidades responder

de manera efectiva a las crisis, reduciendo la vulnerabilidad de los grupos más pequeños.

Acción por el clima y la salud

Para abordar efectivamente los efectos del cambio climático en la salud infantil, es esencial que los gobiernos implementen políticas integradas que vinculen la mitigación ambiental con estrategias de salud pública. Estas políticas deben contemplar, por ejemplo, la transición hacia un modelo energético bajo en carbono, mejoras en la calidad del aire y programas integrales de salud materno-infantil que se adapten a las nuevas realidades climáticas.

El Informe de The Lancet Countdown (Watts et al., 2019) destaca que la salud de los niños nacidos hoy depende de las acciones que se tomen ahora para limitar el calentamiento global. Por ello, alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, que incluyen limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales, es esencial para proteger a las futuras generaciones. Las políticas públicas deben, además, garantizar que los sectores de salud y educación incorporen en sus agendas el monitoreo de indicadores climáticos y sanitarios, con el fin de adaptar la capacidad de respuesta ante eventos extremos.

Claves clínicas y de prevención

Desde la práctica clínica, es importante que los profesionales de la salud sean conscientes de los efectos a largo plazo que las exposiciones ambientales durante el embarazo y la infancia pueden tener en la salud. Esto incluye la necesidad de monitorear de cerca a niños que hayan estado expuestos a altos niveles de contaminación, estrés materno o nutrición insuficiente, implementando intervenciones tempranas que puedan modificar la trayectoria de salud futura.

Las guías clínicas deben incluir recomendaciones específicas para la evaluación de riesgos ambientales, así como estrategias de intervención que aborden tanto la prevención de enfermedades como la promoción de entornos saludables. La comunicación con los padres y cuidadores debe enfatizar la importancia de reducir la exposición a contaminantes y de fomentar hábitos de vida saludables desde el inicio de la vida del niño (Ahdoot et al., 2015; Pacheco, 2020).

Nuevamente vale mencionar que, la formación de profesionales de la salud y la educación en salud ambiental es fundamental para transformar el conocimiento en acción. Incluir en los currículos académicos temas como la programación fetal, la epigenética ambiental y los efectos del cambio

climático en la salud infantil permite que los futuros médicos y epidemiólogos comprendan la importancia de intervenir en el periodo prenatal y en la infancia para prevenir enfermedades crónicas.

De igual forma, la educación comunitaria orientada a padres, cuidadores y líderes locales puede fomentar prácticas preventivas y mejorar la resiliencia frente a eventos extremos. La difusión de información clara y basada en evidencia es un elemento central para generar cambio y para movilizar a la sociedad en la protección de los derechos y la salud de los niños (UNICEF, 2014).

Discusión y visión colectiva

El análisis de los artículos Los efectos catastróficos del cambio climático en la salud infantil comienzan antes del nacimiento (Pacheco, 2020) y El informe de 2019 de The Lancet Countdown sobre la salud y el cambio climático (Watts et al., 2019) pone de relieve que la exposición a condiciones ambientales adversas durante el periodo prenatal tiene consecuencias que se extienden a lo largo de la vida. Estas evidencias sugieren que las intervenciones dirigidas a mejorar el entorno ambiental y la calidad de vida de las mujeres embarazadas y sus hijos pueden revertir o mitigar parte de estos efectos adversos.

La noción de que “la salud de un niño que nace hoy no esté definida por un clima cambiante” es ambiciosa, pero indispensable. Para alcanzar esta meta, es crucial que las políticas globales, nacionales y locales integren medidas de mitigación del cambio climático con estrategias de promoción de la salud infantil. Esto incluye acciones desde la reducción de emisiones contaminantes hasta la mejora de la alimentación y la atención prenatal.

Además, la adopción de un enfoque de ciclo de vida es esencial: los esfuerzos deben concentrarse no solo en la etapa prenatal, sino también en garantizar un desarrollo saludable a lo largo de la infancia y la adolescencia, previniendo así la aparición de enfermedades crónicas. Los efectos acumulativos de la exposición a contaminantes, estrés y desnutrición pueden ser prevenidos mediante intervenciones tempranas y sostenidas, lo que en última instancia reduce la carga de enfermedad a nivel poblacional (Barker, 2004; Roseboom et al., 2011).

Otro aspecto relevante es la necesidad de fortalecer la investigación en este campo. Aunque ya existen estudios sólidos que vinculan exposiciones ambientales en el periodo prenatal con resultados adversos en la salud infantil, aún se requiere mayor cantidad de datos longitudinales y estudios observacionales que permitan identificar mecanismos precisos y cuantificar la

magnitud de estos efectos. La integración de enfoques de investigación multidisciplinarios, que combinen ciencias de la salud, la epidemiología, la biología molecular y la climatología, es fundamental para avanzar en la comprensión de estas interrelaciones (Ahdoot et al., 2015).

En el futuro, se espera que la mejora en la calidad de los datos ambientales y el uso de tecnologías avanzadas –como sistemas de monitoreo en tiempo real, big data y análisis predictivos– faciliten la generación de modelos precisos que permitan anticipar y mitigar los efectos negativos del cambio climático en la salud infantil. Estas herramientas no sólo informarán la acción inmediata, sino que también permitirán orientar mejor las políticas a largo plazo, garantizando que las próximas generaciones puedan vivir en un ambiente más saludable y seguro.

El cambio climático representa uno de los mayores retos para la salud mundial y, en particular, para la salud infantil. Este capítulo ha abordado de manera integral cómo los efectos catastróficos del cambio climático comienzan antes del nacimiento y pueden repercutir a lo largo de toda la vida del individuo. La exposición prenatal a condiciones adversas como el calor extremo, la contaminación del aire y el estrés materno se traduce en un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, metabólicas, neurodesarrollo mental y trastornos psicológicos en etapas posteriores (Pacheco, 2020; Watts et al., 2019).

La evidencia sugiere que la implementación de políticas de mitigación y adaptación puede producir co-beneficios significativos en la salud infantil, reduciendo la incidencia de enfermedades crónicas y mejorando la calidad de vida. Además, la educación y la promoción de un entorno saludable desde el periodo prenatal son clave para prevenir las consecuencias a largo plazo y romper el ciclo de vulnerabilidad que sufren los niños en entornos afectados por el cambio climático.

Se requieren esfuerzos coordinados a nivel global y local para integrar estrategias en salud, políticas climáticas y educación, a fin de asegurar un futuro sostenible para las próximas generaciones. La utilización de sistemas de monitoreo, el fortalecimiento de la investigación multidisciplinaria y la implementación de intervenciones tempranas son pilares fundamentales para enfrentar este desafío.

En definitiva, proteger la salud infantil en la era del cambio climático es un imperativo moral y científico. Los niños, siendo la población menos responsable del deterioro ambiental, son quienes sufrirán las consecuencias de la inacción. Es responsabilidad de los líderes, profesionales y académicos en salud y ecosistemas trabajar en conjunto para diseñar y aplicar medidas

que no solo mitiguen el cambio climático, sino que también aseguren que la próxima generación nazca en un mundo que ofrezca oportunidades reales para un desarrollo saludable y próspero.

Este capítulo presenta una síntesis detallada y multidisciplinaria sobre cómo el cambio climático afecta la salud infantil desde el periodo prenatal y a lo largo de toda la vida. Se enfatiza la importancia de intervenciones integradas y políticas públicas orientadas a mitigar estos efectos, asegurando un futuro saludable para las próximas generaciones. La evidencia analizada y las propuestas presentadas ofrecen una base esencial para la enseñanza y la práctica profesional en la asignatura “Salud y Ecosistemas”.

Tabla 6: Salud infantil y cambio climático: efectos de por vida

Aspecto	Descripción
Riesgo para la salud infantil	El cambio climático representa una amenaza significativa para la salud mundial, con un impacto particular en la infancia.
Efectos prenatales	La exposición prenatal a calor extremo, contaminación del aire y estrés materno incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y psicológicas.
Efectos a lo largo de la vida	Las consecuencias del cambio climático pueden manifestarse desde antes del nacimiento y prolongarse a lo largo de toda la vida del individuo.
Políticas de mitigación y adaptación	Implementar estas políticas puede generar co-beneficios en la salud infantil, como la reducción de enfermedades crónicas y la mejora de la calidad de vida.
Prevención y educación	La promoción de entornos saludables y la educación desde el periodo prenatal son esenciales para prevenir consecuencias a largo plazo.
Esfuerzos necesarios	Se requieren acciones coordinadas a nivel local y global, integrando salud, políticas climáticas y educación.
Pilares estratégicos	Incluyen sistemas de monitoreo, investigación multidisciplinaria e intervenciones tempranas para enfrentar el desafío del cambio climático.
Imperativo moral y científico	Proteger la salud infantil ante el cambio climático es una responsabilidad ética y científica, dado que los niños son los menos responsables pero los más afectados.
Llamado a la acción	Líderes, profesionales y académicos deben trabajar conjuntamente en medidas que aseguren un desarrollo infantil saludable en un entorno sostenible.
Aplicación	La síntesis presentada es útil como base para la

Aspecto	Descripción
educativa	enseñanza y la práctica profesional en la asignatura "Salud y Ecosistemas".

Elaboración propia

Conclusiones

- Se requieren enfoques integrados salud-ambiente para anticipar y mitigar riesgos.
- La evidencia debe orientar decisiones con co-beneficios sanitarios y ambientales en contextos locales.
- La equidad y la sostenibilidad deben guiar la planificación e implementación de intervenciones.

Ejercicio 6

Análisis de caso interdisciplinario

Título del ejercicio:

Prevención de enfermedades crónicas desde el útero: una mirada ambiental

Objetivo del ejercicio

Aplique los conocimientos sobre la relación entre exposición prenatal a factores climáticos adversos y la aparición de enfermedades crónicas a lo largo del ciclo de vida, integrando enfoques de salud pública, medicina preventiva y políticas ambientales.

Caso práctico

Contexto:

En una ciudad latinoamericana con altos niveles de contaminación del aire y frecuentes olas de calor, se ha identificado un incremento de partos prematuros y de recién nacidos con bajo peso al nacer (LBW). Las autoridades locales detectan que en las zonas más expuestas a factores ambientales extremos (cercanas a industrias, sin áreas verdes y con urbanismo deficiente), el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas en la infancia y juventud se ha triplicado en la última década.

Además, se observa un aumento preocupante de problemas de desarrollo cognitivo, ansiedad infantil y casos de asma en niños menores de 10 años. Estos niños también presentan una alta carga de estrés psicosocial y poco acceso a servicios de salud mental.

Preguntas para resolver (individuales o en grupos pequeños):

1. Identificación de riesgos

Mencione cuatro factores ambientales relacionados con el cambio climático que afectan la salud del feto y del niño en este caso.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. **Relación causal:**

Explique cómo el bajo peso al nacer, relacionado con la exposición prenatal a estrés térmico o contaminación, puede desencadenar enfermedades cardiovasculares en la adultez.

.....
.....
.....
.....
.....

3. **Intervención comunitaria:**

Proponga tres medidas preventivas y tres de promoción de la salud que podrían implementarse en esa comunidad para mitigar los efectos del cambio climático en la salud infantil.

.....
.....
.....
.....
.....

4. **Perspectiva intergeneracional:**

Redacte una breve reflexión (máx. 100 palabras) sobre por qué es importante proteger la salud infantil desde el periodo prenatal en el contexto del cambio climático.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. **Vinculación con políticas públicas:**

Imagine que Ud., es asesor/a en salud ambiental: ¿qué dos políticas públicas priorizarías para proteger a las mujeres embarazadas en contextos vulnerables como el descrito?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

CAPITULO 7: Sustentabilidad en la atención sanitaria y la salud planetaria

Introducción

En la era del cambio climático, el concepto de salud planetaria ha surgido como un paradigma transformador en la medicina y las políticas públicas. Esta noción reconoce que la salud humana depende directamente de la estabilidad ecológica y de la preservación de los sistemas naturales que sostienen la vida. La contaminación, la pérdida de biodiversidad, el uso insostenible de recursos y el aumento de las emisiones contaminantes no solo deterioran el medio ambiente, sino que también incrementan la carga de enfermedades crónicas, infecciosas y mentales en la población.

Los sistemas de salud, tradicionalmente concebidos para curar enfermedades, enfrentan ahora el desafío de reconfigurarse para ser sostenibles, resilientes y parte activa en la mitigación del cambio climático. Esto implica reducir su huella ecológica, adaptar sus servicios a fenómenos extremos y formar profesionales capaces de tomar decisiones clínicas que consideren tanto la salud individual como el impacto ambiental.

Incorporar la salud planetaria en la educación superior en salud, especialmente en contextos como América Latina, es vital para preparar a las nuevas generaciones frente a desafíos sanitarios emergentes. Esta integración exige una transformación curricular, el fortalecimiento de capacidades docentes, la inclusión de conocimientos indígenas y la promoción de alianzas interinstitucionales e internacionales. Además, requiere una práctica clínica consciente del medio ambiente, comprometida con la justicia ambiental y alineada con los principios de equidad, prevención y sostenibilidad.

El rápido deterioro del medio ambiente y el cambio climático representan desafíos sin precedentes para la salud global. En este contexto, la salud planetaria emerge como un campo integrador que reconoce que la salud humana está íntimamente vinculada con el estado de los ecosistemas y los límites ecológicos que sustentan la vida (Whitmee et al., 2015). La sostenibilidad en la atención sanitaria no solo implica la adopción de prácticas que reduzcan la huella de carbono y el consumo de recursos, sino que también se orienta hacia la transformación de los modelos de atención clínica y la formación de los profesionales en salud. Este capítulo examina la necesidad de integrar la salud planetaria tanto en las directrices clínicas como en la educación superior en salud, focalizándose en la implementación

de estrategias que permitan transitar hacia un sistema de salud sostenible y resiliente.

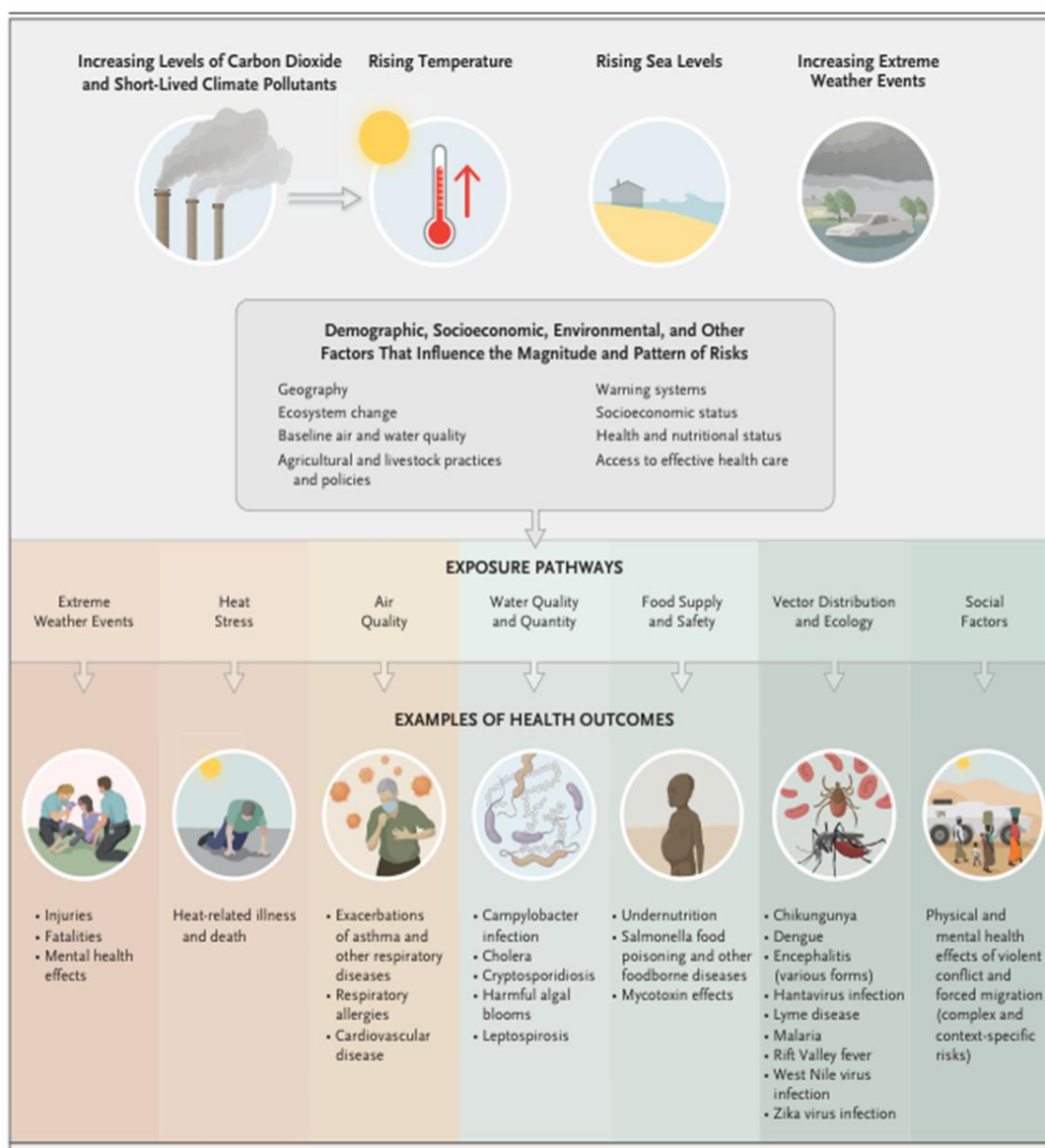
Objetivos de Aprendizaje:

- Caracterizar la exposición ambiental y sus vías de ingreso al organismo.
- Analizar evidencia toxicológica y epidemiológica y estimar la carga de enfermedad atribuible.
- Proponer intervenciones regulatorias/comportamentales y estrategias de comunicación de riesgos.

Salud planetaria y estabilidad en la atención sanitaria

La salud planetaria se define como “la salud de las personas, sociedades y la biosfera” (Whitmee et al., 2015), subrayando la interconexión entre la salud humana y la integridad de los ecosistemas. Este paradigma reconoce que factores como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación ambiental y la degradación de los recursos naturales tienen efectos directos e indirectos sobre la salud de la población. En el ámbito de la atención sanitaria, la sostenibilidad implica la reducción de la huella ambiental de los sistemas de salud, la optimización del uso de recursos y la implementación de prácticas que integren la prevención y mitigación de riesgos ambientales (Herrmann et al., 2022).

Figura 9: Consecuencias para la salud y vías de exposición que vinculan el cambio climático con la salud humana



Fuente: Haines, A., & Ebi, K. (2019).

Dentro del contexto clínico, integrar la salud planetaria significa repensar las directrices clínicas para que incluyan, de forma sistemática, consideraciones ambientales. Esto abarca desde la evaluación de la exposición a contaminantes, el fomento de estilos de vida saludables y sostenibles, hasta la promoción de intervenciones de bajo impacto ambiental. La necesidad de incorporar estos aspectos se hace evidente ante la creciente presión por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y asegurar que los

sistemas de salud contribuyan a la mitigación del cambio climático (Herrmann et al., 2022).

El enfoque de salud planetaria se basa en el reconocimiento de que los desafíos ambientales, sociales y económicos están inextricablemente ligados. La degradación ambiental y el cambio climático no solo afectan la calidad del aire, el agua y la biodiversidad, sino que también inciden en la incidencia de enfermedades crónicas y transmisibles. Por ejemplo, la disminución de la calidad del aire y el aumento de contaminantes están asociados con enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Calderón-Garcidueñas et al., 2015).

Asimismo, el desarrollo sostenible exige que los sistemas de salud se reorganicen para ser resilientes, adaptables y ecológicamente responsables. Este cambio requiere un replanteamiento desde la prevención hasta la intervención clínica, con el fin de minimizar el impacto ambiental de la atención sanitaria sin comprometer la calidad de la atención (MacNeill et al., 2021). Integrar la salud planetaria en la práctica clínica y la educación superior se presenta, por lo tanto, como una estrategia clave para abordar simultáneamente los retos de salud y medio ambiente.

El artículo "Integrar la salud planetaria en las directrices clínicas para transformar de forma sostenible la atención sanitaria" (Herrmann et al., 2022) plantea que, a pesar del creciente reconocimiento de los problemas ambientales, los principios de salud planetaria aún están subrepresentados en las guías clínicas basadas en la evidencia. La revisión de 49 guías clínicas de países como Reino Unido, Estados Unidos, China, India, Australia y Brasil reveló que términos clave como "cambio climático", "contaminación del aire" y "emisiones" se mencionan en porcentajes muy bajos (por ejemplo, "air pollution" en 20% de las guías y "emissions" en 10%) y, generalmente, se asocian a cuestiones epidemiológicas más que a estrategias concretas de mitigación en la práctica clínica (Herrmann et al., 2022).

Una directriz destacada es la del National Institute for Health and Care Excellence (NICE) del Reino Unido, que ya incluye un párrafo introductorio sobre la responsabilidad de promover una atención sanitaria ambientalmente sostenible. Esta guía, en particular, menciona los beneficios ambientales de fomentar el transporte activo y una dieta baja en grasas saturadas procedentes de animales, evidenciando un primer paso hacia la integración de los principios de salud planetaria en la práctica clínica (NICE, 2021).

Propuestas para la integración sistemática

Para integrar de forma efectiva la salud planetaria en las directrices clínicas, se proponen varias dimensiones clave (Herrmann et al., 2022):

Prevención y co-beneficios: Las guías deben enfatizar intervenciones preventivas que, además de mejorar la salud, reduzcan la huella ambiental. Por ejemplo, promover el transporte activo no solo mejora la salud cardiovascular, sino que también reduce la contaminación.

Etiología y epidemiología ambiental: Es fundamental describir cómo factores ambientales, como la contaminación y el cambio climático, influyen en la etiología y epidemiología de las enfermedades. Esto podría incluir, por ejemplo, la relación entre el aumento de las temperaturas y la incidencia de enfermedades respiratorias.

Medidas de adaptación: Las guías deben proporcionar recomendaciones para adaptar la atención sanitaria a condiciones climáticas extremas, como estrategias para pacientes con diabetes durante olas de calor.

Impacto ambiental de procedimientos: Es pertinente evaluar el impacto ambiental de procedimientos diagnósticos y terapéuticos, favoreciendo aquellos que generan menor contaminación sin comprometer la eficacia clínica.

Intervenciones de bajo impacto: Deben promoverse intervenciones que reduzcan la sobreutilización de recursos, tales como la promoción de estilos de vida saludables y la reducción del uso innecesario de tecnologías médicas de alto consumo energético.

Tabla 7: Dimensiones para la integración de la salud planetaria en directrices clínicas

Dimensión	Descripción	Ejemplo aplicado
Prevención y co-beneficios	Promover acciones que mejoren simultáneamente la salud humana y reduzcan el impacto ambiental.	Fomentar el transporte activo (caminar, bicicleta) para reducir enfermedades cardiovasculares y emisiones.
Etiología y epidemiología ambiental	Incluir la influencia de factores ambientales en el origen y la distribución de enfermedades.	Relacionar el aumento de temperaturas con el incremento de enfermedades respiratorias.
Medidas de adaptación	Proporcionar estrategias clínicas para enfrentar condiciones ambientales	Recomendaciones específicas para pacientes con enfermedades crónicas

Dimensión	Descripción	Ejemplo aplicado
	extremas asociadas al cambio climático.	durante olas de calor.
Impacto ambiental de procedimientos	Evaluar y priorizar intervenciones médicas con menor huella ambiental sin comprometer la eficacia clínica.	Seleccione pruebas diagnósticas de menor consumo energético cuando sea clínicamente viable.
Intervenciones de bajo impacto	Reducir la sobreutilización de tecnologías médicas y recursos, fomentando estilos de vida saludables y sostenibles.	Promoción de actividad física, alimentación saludable y reducción de uso de equipos médicos innecesarios.

Elaboración propia

Estas propuestas requieren además la creación de comités directivos multidisciplinarios en los que participen no solo profesionales médicos, sino también expertos en ecología, ingeniería, economía y ciencias sociales. Dichos comités posibilitarán una evaluación más completa y equilibrada de la evidencia disponible y facilitarán la integración de conceptos que, aunque complejos, son esenciales para una atención sanitaria sostenible (Herrmann et al., 2022).

Contextualización y retos regionales

El artículo “La necesidad de integrar la Salud Planetaria en la educación superior en salud en América Latina” (Markov, 2025) aborda los desafíos y las oportunidades para incorporar este enfoque en los currículos de salud en la región. América Latina se caracteriza por ser una región con alta biodiversidad y vulnerabilidad climática, pero a la vez presenta limitaciones en la infraestructura y los recursos educativos en salud. Aunque existe un creciente interés por parte de estudiantes y docentes, la enseñanza se encuentra predominantemente orientada a modelos biomédicos tradicionales, lo que dificulta la incorporación de perspectivas interdisciplinarias que integren salud, ambiente y justicia social.

Entre los principales retos se destacan: la falta de financiamiento, la resistencia institucional, la deficiencia tecnológica y la escasez de formación docente en salud planetaria. Estos obstáculos se ven agravados por las desigualdades socioeconómicas y la brecha en el acceso a la educación superior, lo que limita la formación de un número suficiente de profesionales capacitados para enfrentar los desafíos del cambio climático en el ámbito de la salud (Markov, 2025; Fajardo Dolci et al., 2019).

La educación en Salud Planetaria debe sustentarse sobre pilares que permitan desarrollar competencias integrales y transversales. Entre ellos se destacan:

Comprensión profunda del cambio climático: Los estudiantes deben adquirir conocimientos sobre las causas y consecuencias del cambio climático, incluyendo la ciencia detrás del efecto invernadero, la variabilidad climática y sus implicaciones para la salud.

Interconexión entre salud humana y ambiental: Es esencial que se comprenda la relación íntima entre la degradación ambiental y la aparición de enfermedades. Esto incluye el estudio de los determinantes sociales de la salud y cómo factores como la contaminación, la pérdida de biodiversidad y la degradación de recursos naturales inciden en el bienestar humano.

Soluciones y co-beneficios para la salud: La formación debe enfatizar las estrategias de mitigación y adaptación que no solo reducen el impacto ambiental, sino que también generan beneficios directos en la salud, como el fomento del transporte activo, la alimentación saludable y la eficiencia en el uso de recursos en instalaciones sanitarias.

Habilidades de comunicación y liderazgo: Los futuros profesionales deben ser capacitados para comunicar de manera efectiva los riesgos ambientales y sus implicaciones para la salud, tanto a pacientes como a responsables políticos, y para participar en la formulación de políticas públicas.

Equidad y Justicia Ambiental: Es esencial que la formación incluya el reconocimiento de las desigualdades en la exposición a riesgos ambientales y promueva estrategias para abordar las disparidades en salud, especialmente entre las poblaciones más vulnerables.

Tabla 8: Pilares fundamentales en la educación en Salud Planetaria

Pilar Formativo	Descripción	Competencias que se desarrollan
Comprensión profunda del cambio climático	Se refiere a la adquisición de conocimientos sólidos sobre las causas y consecuencias del cambio climático, incluyendo la ciencia del efecto invernadero, la variabilidad climática y sus impactos en la salud humana, tanto directa como indirectamente.	Capacidad de analizar fenómenos climáticos complejos, interpretar evidencia científica sobre sus efectos en la salud y anticipar riesgos sanitarios derivados del clima.
Interconexión	Promueve el entendimiento de	Desarrollo del

Pilar Formativo	Descripción	Competencias que se desarrollan
entre salud humana y ambiental	que la salud humana está estrechamente vinculada al estado de los ecosistemas. Se estudian los efectos de la contaminación, la pérdida de biodiversidad y la degradación de recursos naturales en la aparición y propagación de enfermedades.	pensamiento sistémico, habilidad para evaluar los efectos ambientales sobre la salud y comprensión de los determinantes ecológicos de la enfermedad.
Soluciones y co-beneficios para la salud	Enfatiza la implementación de estrategias de mitigación y adaptación que beneficien tanto al ambiente como a la salud humana. Los ejemplos incluyen el transporte activo, una dieta saludable y sostenible, y el uso eficiente de recursos en instituciones de salud.	Habilidad para diseñar intervenciones sostenibles, implementar soluciones con beneficios múltiples (ambientales y sanitarios) y evaluar su efectividad en contextos reales.
Habilidades de comunicación y liderazgo.	Busca formar profesionales capaces de comunicar de forma clara los riesgos ambientales a distintos públicos, incluidos pacientes, comunidades y autoridades. También promueve la participación activa en la formulación de políticas públicas de salud y medio ambiente.	Competencias en liderazgo, trabajo en equipo, educación ambiental, divulgación científica y participación en procesos de gobernanza y toma de decisiones.
Equidad y justicia ambiental	Impulsa el reconocimiento de las desigualdades en la exposición a riesgos ambientales y promueve la implementación de medidas para corregir dichas disparidades, especialmente entre las poblaciones más vulnerables, como comunidades indígenas, rurales o en situación de pobreza.	Sensibilidad ética, compromiso con la equidad social, capacidad para diseñar políticas y programas que incluyan justicia ambiental como eje central de la salud pública.

Elaboración propia.

En el contexto latinoamericano, es vital adaptar estos pilares a las realidades locales. Esto implica la incorporación de estudios de caso pertinentes, la inclusión de lenguas indígenas en materiales educativos y la promoción de

alianzas internacionales para intercambiar experiencias y recursos (Markov, 2025; Peres et al., 2023).

Estrategias para la integración curricular

Para lograr una integración eficaz de la salud planetaria en la educación superior en salud, se proponen las siguientes estrategias:

Reforma curricular integral: Actualizar los planes de estudio para incluir módulos obligatorios sobre cambio climático, salud ambiental y sostenibilidad. Esto puede hacerse de manera transversal a lo largo de todo el ciclo formativo, en lugar de asignaturas aisladas (Kline et al., 2024).

Capacitación docente: Implementar programas de formación para docentes que permitan ampliar sus conocimientos en salud planetaria y metodologías de enseñanza interdisciplinaria, facilitando así la transmisión efectiva de estos contenidos a los estudiantes.

Uso de tecnologías digitales: Incorporar herramientas digitales y plataformas en línea que permitan el acceso a recursos educativos, simuladores y casos clínicos relacionados con la salud planetaria. Esto no solo amplía el alcance de la formación, sino que también ayuda a superar barreras geográficas y económicas.

Colaboración interinstitucional: Fomentar alianzas entre universidades, organizaciones no gubernamentales, organismos internacionales y sectores públicos y privados para desarrollar proyectos conjuntos, intercambiar recursos y promover la investigación en salud planetaria.

Inclusión de saberes ancestrales: Reconocer y valorar los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas con relación a la gestión del ambiente y la salud. La integración de estos saberes en la formación puede enriquecer la perspectiva de los estudiantes y promover enfoques culturales inclusivos y respetuosos.

Evaluación y actualización continua: Desarrollar indicadores de calidad y evaluaciones periódicas de los programas de salud planetaria para asegurar que se mantengan actualizados con la evolución del conocimiento científico y las necesidades del entorno.

Tabla 9: Claves para la integración curricular de la salud planetaria

Estrategia	Descripción	Propósito educativo
Reforma curricular integral	Actualización de los planos de estudio para incluir contenidos obligatorios sobre cambio climático, salud ambiental y sostenibilidad, integrándolos transversalmente en todas las etapas de formación.	Formar profesionales con una visión ambiental holística, no limitada a materias específicas.
Capacitación docente	Formación continua para profesores sobre salud planetaria y metodologías interdisciplinarias, con el fin de mejorar la calidad de enseñanza y la capacidad de integrar estos temas en el aula.	Garantizar que los docentes sean agentes activos del cambio curricular y promotores del pensamiento ambiental.
Uso de tecnologías digitales	Incorporación de plataformas en línea, simuladores y recursos multimedia que facilitan el aprendizaje sobre salud planetaria, superando limitaciones geográficas y económicas.	democratizar el acceso al conocimiento ambiental y mejorar la experiencia educativa interactiva.
Colaboración interinstitucional	Establecimiento de redes entre universidades, ONGs, organismos internacionales y sectores públicos/privados para desarrollar proyectos, compartir recursos y fomentar la investigación conjunta.	Promover el trabajo colaborativo, la innovación educativa y la generación de conocimiento aplicado.
Inclusión de saberes ancestrales	Integración de los conocimientos tradicionales de comunidades indígenas en torno al cuidado del ambiente y la salud, reconociendo su valor cultural y su contribución a la sostenibilidad.	Enriquecer el enfoque formativo con perspectivas interculturales y promover la equidad educativa.
Evaluación y actualización continua	Diseño de mecanismos de monitoreo que aseguran la calidad, pertinencia y evolución constante de los contenidos formativos, de acuerdo con los avances científicos y las necesidades sociales.	Mantener la relevancia académica y la excelencia formativa en un contexto de cambio ambiental acelerado.

Elaboración propia

Transformación de la Práctica Clínica

Incorporar la salud planetaria en la práctica clínica implica un cambio paradigmático. Las directrices clínicas que integran consideraciones ambientales, como las propuestas por Herrmann et al. (2022), no solo buscan mejorar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, sino también reducir la huella ecológica del sistema de salud. Por ejemplo, promover el uso de técnicas diagnósticas de bajo consumo energético y optimizar la gestión de residuos hospitalarios son prácticas que pueden tener un impacto significativo en la sostenibilidad del sector. Además, al enfatizar estrategias preventivas—como la promoción de estilos de vida saludables y la reducción de la exposición a contaminantes—se generan co-beneficios que mejoran tanto la salud individual como la del planeta.

En este sentido, se requiere que las instituciones de salud adopten una visión holística y adoptiva, integrando la reducción de emisiones, el uso eficiente de recursos y la promoción de energías renovables en su operación diaria (MacNeill et al., 2021). Las iniciativas de “salud climática”, que promueven la atención sanitaria respetuosa con el medio ambiente, deben ser vistas como parte integrante de la responsabilidad social del sector salud.

La transformación de los sistemas de salud hacia modelos sostenibles requiere el compromiso de los responsables políticos y la implementación de políticas públicas que integren la salud planetaria en sus agendas. Según el estudio de Herrmann et al. (2022), más de 50 países se han comprometido a desarrollar sistemas de salud “climate-smart” para 2030. Estas políticas deben abordar tanto la mitigación de emisiones como la adaptación a los impactos del cambio climático. Es fundamental que las políticas de salud pública incluyan indicadores ambientales como parte de la evaluación de la calidad de la atención sanitaria, lo que permitirá hacer un seguimiento del desempeño y fomentar prácticas innovadoras que reduzcan el impacto ambiental.

La gobernanza en salud, en este contexto, debe ser intersectorial y colaborativa, involucrando a organizaciones gubernamentales, instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Este enfoque colaborativo facilita el intercambio de información, la implementación de mejores prácticas y la creación de redes de apoyo que pueden acelerar la transición hacia sistemas de salud más sostenibles (WHO, 2021).

La sostenibilidad en la atención sanitaria se fortalece cuando la formación de profesionales de la salud se alinea con los nuevos desafíos ambientales. La necesidad de integrar la salud planetaria en los currículos, tal como se destaca en el artículo de Markov (2025), es imperativa para preparar a los futuros médicos y epidemiólogos. La incorporación de contenidos que aborden la relación entre la salud y el ambiente, la justicia ambiental y la resiliencia climática, permite que los profesionales comprendan la complejidad de los desafíos actuales y desarrollen estrategias innovadoras para mitigarlos.

Además, es vital fomentar la investigación en este campo. La evaluación de nuevas tecnologías, la optimización de procesos y el estudio de interacciones complejas entre factores ambientales y la salud requieren enfoques multidisciplinarios. La creación de centros de investigación en salud planetaria y la promoción de colaboraciones internacionales son pasos esenciales para generar evidencia local y guiar la implementación de políticas adaptadas a cada contexto regional (Omrani et al., 2020).

Las universidades pueden desempeñar un papel decisivo en esta transformación si invierten en infraestructura educativa, impulsan alianzas estratégicas y promueven programas de posgrado y becas que incentiven la investigación en salud ambiental. Por ejemplo, iniciativas como el Diploma en Clima y Salud de la Universidad de Colorado y los cursos en línea desarrollados por el Consorcio Global sobre Educación en Clima y Salud (GCCHE) son modelos que pueden replicarse y adaptarse a otros contextos (Global Consortium on Climate and Health Education, 2023).

A pesar de los avances, la integración de la salud planetaria en la atención sanitaria y la educación superior aún enfrenta desafíos considerables. Entre ellos se encuentran la insuficiencia de financiamiento, la resistencia a cambios curriculares en sistemas tradicionales, la falta de capacitación docente en temas ambientales y las barreras estructurales que impiden la colaboración intersectorial.

Asimismo, la desigualdad en el acceso a la educación y a la atención sanitaria de calidad es un obstáculo importante, especialmente en regiones con altos niveles de vulnerabilidad ambiental, como América Latina. Estas disparidades impiden que un gran número de profesionales acceda a una formación actualizada y adaptada a los desafíos del cambio climático. Superar estos retos requiere de políticas de inversión robustas, reformas educativas y una gobernanza coordinada que integre a todos los actores relevantes (Astorga et al., 2023; Markov, 2025).

No obstante, existen oportunidades significativas en este campo. La creciente conciencia sobre los impactos del cambio climático en la salud y el fuerte respaldo de organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, están impulsando cambios en la política y la práctica. Las iniciativas de formación y los repositorios de recursos digitales, como los proporcionados por el Global Consortium on Climate and Health Education, facilitan la difusión del conocimiento y el acceso a materiales educativos en múltiples idiomas, lo que puede ayudar a reducir las desigualdades y fomentar una formación integral en salud planetaria (Markov, 2025; Global Consortium on Climate and Health Education, 2023).

La sostenibilidad en la atención sanitaria y la promoción de la salud planetaria son imperativos clave en la era del cambio climático. La integración de principios de salud planetaria en las directrices clínicas y en la educación superior en salud permite no solo reducir la huella ambiental de los sistemas de salud, sino también mejorar la calidad y equidad de la atención médica. Los artículos analizados demuestran que, aunque aún existen desafíos en cuanto a financiamiento, formación y gobernanza, los avances en esta área son fundamentales para lograr sistemas de salud resilientes y sostenibles.

El artículo de Herrmann et al. (2022) muestra que la inclusión de términos ambientales en las guías clínicas es un primer paso vital, pero aún se requiere una integración más profunda que abarque desde la etiología y la prevención hasta la evaluación del impacto ambiental de los procedimientos médicos. Por su parte, la necesidad de incorporar la salud planetaria en la educación superior en salud, particularmente en América Latina, es un llamado urgente para preparar a los profesionales ante los desafíos de un entorno deteriorado y cambiante (Markov, 2025).

Para avanzar en este camino, es esencial que los sectores de salud, educación y política trabajen de forma conjunta e interdisciplinaria, impulsando reformas curriculares, fortaleciendo la investigación y promoviendo la colaboración internacional. Solo a través de un enfoque integral, basado en evidencia y orientado hacia la equidad, podremos construir un sistema de salud que no solo aborde las necesidades actuales, sino que también garantice un futuro sostenible para las próximas generaciones.

La transformación de la atención sanitaria hacia modelos que integren la salud planetaria representa, en última instancia, una inversión en el bienestar de la humanidad y en la preservación del medio ambiente. Es responsabilidad de docentes, investigadores, profesionales de la salud y responsables políticos liderar este cambio, con miras a construir sistemas de

salud que sean verdaderamente sostenibles y que protejan la vida en todas sus dimensiones.

Este capítulo presenta información detallada sobre la sustentabilidad en la atención sanitaria y la salud planetaria. Se ha destacado la necesidad de integrar los principios de salud planetaria tanto en las directrices clínicas como en la formación de profesionales en salud, enfatizando la interconexión entre la salud humana, la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Las propuestas y estrategias aquí descritas contribuyen de manera positiva a la seguridad sanitaria global en un contexto de cambio climático acelerado.

Conclusiones

- La articulación salud-ecosistemas orienta decisiones basadas en evidencia.
- La identificación de riesgos y co-beneficios permite priorizar intervenciones efectivas y equitativas.
- Es clave mantener vigilancia, evaluación y mejora continua de las estrategias propuestas.

Ejercicio 7

Simulación de comité clínico en salud planetaria

Objetivo del ejercicio:

Aplicar los principios de salud planetaria en la toma de decisiones clínicas y educativas, considerando la sostenibilidad ambiental, la prevención y la equidad.

Escenario de simulación

Contexto:

Un hospital público en una ciudad de El Caribe está rediseñando sus protocolos clínicos para alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y reducir su huella ambiental. Un comité multidisciplinario ha sido convocado para asesorar sobre:

- La integración de la salud planetaria en sus guías clínicas.
- La implementación de prácticas sostenibles de atención médica.
- La formación continua del personal de salud en sostenibilidad ambiental.

Su equipo representa a este comité. Deberán analizar el siguiente caso y responder las preguntas.

Caso clínico-situacional

Una paciente de 48 años con diagnóstico reciente de hipertensión acude por consulta de seguimiento. Vive en una zona urbana con altos niveles de contaminación del aire y escasa cobertura de áreas verdes. Presenta además obesidad grado I, estrés crónico y sedentarismo.

El hospital ha comenzado a aplicar nuevas directrices que buscan reducir el uso de fármacos cuando sea posible, priorizar intervenciones no farmacológicas y fomentar el transporte activo.

Preguntas de análisis

1. Intervención clínica sostenible:

¿Qué estrategias de manejo no farmacológico podrían aplicarse para mejorar la salud de la paciente y, al mismo tiempo, contribuir a la salud del planeta?

.....
.....
.....
.....

2. **Guías clínicas ecológicas:**

Proponga al menos dos recomendaciones que deben incluirse en las guías clínicas de hipertensión para alinearse con el enfoque de salud planetaria.

.....
.....
.....
.....
.....

3. **Educación del paciente:**

¿Cómo explicaría a este paciente, en términos simples, por qué su salud está conectada con el entorno ambiental?

.....
.....
.....
.....
.....

4. **Transformación institucional:**

Mencione una medida concreta que el hospital podría implementar para reducir su impacto ambiental sin afectar la calidad de la atención médica.

.....
.....
.....
.....
.....

5. **Justicia ambiental:**

¿Qué barreras sociales o económicas podrían impedir que este paciente adopte un estilo de vida saludable? ¿Qué soluciones le propondría?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Sugerencias de aplicación docente

Este ejercicio puede desarrollarse en grupos de 4-5 estudiantes durante una clase práctica, con un tiempo estimado de 45 minutos. Se recomienda concluir con una discusión plenaria para compartir las propuestas y reflexionar sobre cómo integrar la salud planetaria en la práctica clínica y educativa.

CAPITULO 8: Contaminantes, plásticos y salud ecosistémica

Introducción

La sociedad contemporánea se caracteriza por una cultura del “comprar, usar y tirar”, la cual ha llevado a una producción masiva de plásticos y otros productos químicos que, si bien ayudan en las tareas del día a día, han generado consecuencias ambientales y sanitarias de gran envergadura. La contaminación plástica se ha extendido hasta alcanzar espacios que parecían intocables, desde regiones polares hasta ambientes urbanos densamente poblados. En este contexto, la transformación de macroplásticos en micro y nanoplásticos –partículas que son prácticamente invisibles– ha incrementado el riesgo de exposición tanto para la fauna como para la salud humana (Rivas Gutiérrez et al., 2023).

Los plásticos, originalmente creados para facilitar la vida moderna, han evolucionado desde compuestos naturales hasta polímeros altamente sofisticados, derivados principalmente del petróleo. Esta transformación tecnológica ha extendido su utilidad en todos los ámbitos, incluyendo la medicina, pero también ha generado una de las mayores amenazas ambientales del siglo XXI. Su acumulación y lenta degradación afectan tanto a la biodiversidad como a la salud humana, principalmente por la formación de micro y nanoplásticos que contaminan el aire, el agua y los alimentos. Comprender su evolución, tipos, impactos y posibles soluciones es fundamental para los futuros profesionales de la salud, quienes deben liderar cambios sostenibles en su práctica clínica y comunitaria.

Por otra parte, el creciente flujo y uso de sustancias químicas y materiales sintéticos no sólo impacta la salud ambiental, sino que también tiene implicaciones directas con el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. El artículo de Steinhäuser et al. (2022) subrayan la urgente necesidad de establecer un marco regulador internacional vinculante para la gestión sostenible de estos productos, integrando la economía circular, la reducción en la producción y el impulso de nuevos métodos de reciclaje. Este capítulo se propone sintetizar y analizar de forma crítica estos planteamientos, ofreciendo una discusión que abarque la definición, evolución, impactos y estrategias de manejo de los contaminantes plásticos en el contexto de la salud ecosistémica.

Objetivos de Aprendizaje

- Evaluar políticas públicas con criterios de efectividad, equidad y sostenibilidad.

- Comparar estudios de caso y construir un plan de acción intersectorial con metas e indicadores.
- Integrar educación y participación comunitaria en la implementación y la vigilancia.

Evolución y naturaleza de los plásticos

Los plásticos, definidos como polímeros que pueden ser moldeados mediante calor y presión, tienen sus orígenes en procesos de polimerización de compuestos orgánicos derivados principalmente del petróleo. Inicialmente diseñado con propiedades muy básicas y robustas, el desarrollo tecnológico a mediados del siglo XX permitió mejorar su versatilidad y funcionalidad. En la actualidad, se identifican diversas categorías:

Plásticos naturales: Materiales originalmente presentes en la naturaleza que pueden ser modificados por procesos simples de moldeo.

Plásticos semisintéticos: Productos derivados de materiales naturales que han sido alterados químicamente al mezclarse con otros compuestos.

Plásticos sintéticos: Resultados de procesos de modificación molecular a partir de materias primas como el petróleo, carbón o gas (Rivas Gutiérrez et al., 2023).

Tabla 10: Clasificación de los plásticos según su origen

Tipo de plástico	Descripción	Origen/Transformación
Plásticos naturales	Materiales presentes en la naturaleza que pueden moldearse mediante procesos físicos simples (como calor o presión).	Se obtiene directamente de fuentes biológicas (como celulosa, almidón, caseína).
Plásticos semisintéticos	Derivados de materiales naturales modificados químicamente al combinarse con otros compuestos.	Se transforma químicamente una base natural para mejorar propiedades como flexibilidad.
Plásticos sintéticos	Resultan de procesos de polimerización artificial a partir de materias primas fósiles.	Se producen desde cero utilizando derivados del petróleo, carbón o gas natural.

Elaboración propia

Esta clasificación no solo permite comprender la diversidad de usos y aplicaciones, sino también diagnosticar la problemática ambiental que se ha generado, dado que la mayoría de los plásticos sintéticos son altamente persistentes en el ambiente y difíciles de degradar de forma natural.

La búsqueda de materiales sostenibles ha impulsado la investigación de plásticos biocompatibles y bioplásticos obtenidos de biomasa. Sin embargo, pese a representar una alternativa teóricamente más amigable, la mayoría de estos nuevos materiales presentan limitaciones en cuanto a reciclabilidad y degradación en condiciones ambientales reales. Así, el mero cambio de un tipo de plástico por otro no soluciona el problema de fondo; es necesario repensar todo el ciclo de vida de estos productos.

Contaminación plástica en los ecosistemas

El uso desmedido y la inadecuada gestión de los residuos plásticos han permitido que estos materiales se ubiquen en casi todos los compartimentos ambientales:

Acuáticos: Los océanos y mares concentran grandes volúmenes de desechos plásticos. Estudios han evidenciado que una alta proporción de las botellas de plástico y otros artículos flotan en la superficie, además de que fragmentos son arrastrados a profundidades donde afectan la fauna marina.

Aéreos: Investigaciones recientes han documentado la presencia de microplásticos en el aire, incluso en zonas remotas, lo que sugiere que el viento puede transportar estos contaminantes a largas distancias. Esto genera una “neblina” invisible que aumenta la exposición tanto de animales como de humanos a partículas de detección difícil.

Terrestres: La acumulación de micro y nanoplásticos en el suelo es igualmente preocupante. En ámbitos agrícolas, por ejemplo, se ha detectado que estos contaminantes pueden alterar la calidad del suelo, afectar la disponibilidad de nutrientes y, en consecuencia, impactar la cadena alimentaria.

Tabla 11: Impacto ambiental de los residuos plásticos

Compartimento ambiental	Descripción	Impacto principal
Acuáticos	Los mares y océanos reciben grandes volúmenes de residuos plásticos flotantes y sumergidos.	Afecta la fauna marina por ingestión o atrapamiento; deteriorar hábitats submarinos.
Aéreos	Microplásticos presentes en	Incrementa la exposición

Compartimento ambiental	Descripción	Impacto principal
	el aire han sido detectados incluso en zonas remotas, transportados por corrientes de viento.	de animales y humanos a partículas inhalables de difícil detección.
Terrestres	Los micro y nanoplásticos se acumulan en suelos, especialmente agrícolas.	Alteran la estructura del suelo, interfieren con la disponibilidad de nutrientes y afectan la cadena alimentaria.

Elaboración propia

Transformación de macro a nanoplásticos

La acción de factores ambientales como la radiación solar, la abrasión y las variaciones térmicas favorecen la desintegración progresiva de los macroplásticos en partículas de dimensiones microscópicas. Este proceso no solo incrementa el número de partículas en el ambiente, sino que genera formas que son más fácilmente absorbidas por organismos vivos. Dado que las partículas de menor tamaño tienen mayor capacidad para penetrar en tejidos y acumularse en cadenas tróficas, se plantean serias implicaciones tanto para la salud ambiental como para la salud pública.

Salud ecosistémica y humana: toxicidad e ingestión de partículas

El riesgo a la salud derivado de la contaminación plástica se manifiesta principalmente de dos maneras. En primer lugar, la ingestión accidental de partículas plásticas por parte de animales (tanto acuáticos como terrestres) puede causar obstrucciones en el sistema digestivo, reducir la absorción de nutrientes y desencadenar procesos inflamatorios que finalmente llevan a la mortalidad.

En segundo lugar, las partículas diminutas, incluidos nanoplásticos, pueden ingresar al torrente sanguíneo de los humanos y otros organismos, actuando como portadores de compuestos tóxicos y aditivos químicos. Diversos estudios han señalado la posibilidad de que estos contaminantes se acumulen a lo largo de la cadena alimentaria, representando un riesgo a largo plazo para la salud.

Una característica particularmente preocupante de los micro y nanoplásticos es su capacidad para adsorber sustancias químicas tóxicas, como metales pesados, pesticidas y compuestos orgánicos persistentes. Al unirse a estas sustancias, los plásticos actúan como vectores, facilitando la bioacumulación y biomagnificación en organismos de mayor nivel trófico. Esta sinergia

potencializa los efectos adversos, pudiendo inducir alteraciones celulares, cambios en la expresión genética y disfunciones en sistemas inmunológicos y endocrinos tanto en animales como en humanos.

La exposición continua a micro y nanoplasticos, junto con otros contaminantes asociados, se ha relacionado con diversos problemas de salud. Entre ellos se destacan:

Trastornos respiratorios: La inhalación de partículas finas puede irritar las vías respiratorias, generar inflamación y, en casos agudos, desencadenar enfermedades crónicas.

Problemas gastrointestinales: La ingestión accidental de partículas plásticas puede alterar el microbiota intestinal y provocar problemas digestivos.

Efectos sistémicos: Una vez absorbidos, estos contaminantes pueden acumularse en diferentes órganos, afectando funciones celulares y, potencialmente, alterando sistemas endocrinos y neurológicos.

La alteración del equilibrio ecológico es uno de los impactos más alarmantes de la contaminación plástica. Los ecosistemas marinos, por ejemplo, han experimentado una disminución en la biodiversidad debido a la combinación de ingestión de partículas, las alteraciones de los hábitats y la introducción de sustancias químicas tóxicas. El desequilibrio provocado en las redes tróficas puede desencadenar un efecto dominó, repercutiendo sobre la resiliencia de los ecosistemas y la capacidad de estos para recuperarse de eventos perturbadores.

Figura 10: Impactos adversos del cambio climático causado por el ser humano



Fuente: IPPC. Cambio Climático 2023.

El término “nuevas entidades” se ha utilizado para describir la carga que representan los productos sintéticos –incluyendo plásticos, pesticidas y otros químicos– para el sistema terrestre. Según lo expuesto por Steinhäuser et al. (2022), la producción masiva y la liberación incontrolada de estas sustancias han llevado a que ya se excedan ciertos límites planetarios, poniendo en riesgo la estabilidad de los procesos ecológicos fundamentales. Entre las principales preocupaciones se encuentran la persistencia, movilidad y toxicidad de estos compuestos, características que dificultan su remediación y control.

La producción y el procesamiento de plásticos, junto con el transporte y la disposición final de sus residuos, requieren un elevado consumo de energía, principalmente derivados de combustibles fósiles. Esta demanda energética no solo contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sino que también interactúa de manera directa con otros procesos que afectan el clima, como la deforestación para la extracción de materias primas y la generación de residuos (Steinhäuser et al., 2022). El vínculo entre la contaminación química y el cambio climático evidencia la necesidad de gestionar de forma integrada estos problemas ambientales.

El uso extensivo de productos químicos en la fabricación de plásticos y su liberación al ambiente ocasiona una serie de efectos adversos en la biodiversidad. La contaminación de cuerpos de agua, suelos y aire puede provocar cambios en la estructura de las comunidades biológicas, afectar la reproducción de especies y disminuir la resiliencia de los ecosistemas frente a eventos extremos, como sequías o inundaciones. La pérdida de biodiversidad, a su vez, reduce la capacidad de los ecosistemas para prestar servicios ambientales esenciales, como la purificación del agua y el mantenimiento de ciclos biogeoquímicos.

Marco Regulador Global

Uno de los puntos clave planteados por Steinhäuser et al. (2022) es la urgencia de establecer un acuerdo internacional vinculante que regule la producción, uso y gestión de químicos y materiales. Dicho marco debería incluir:

Especificaciones cualitativas y cuantitativas claras: Definir límites de producción y establecer objetivos de reducción para minimizar la carga ambiental de los productos sintéticos.

Estrategias para la desintoxicación ambiental: Impulsar medidas que permitan reducir gradualmente la presencia de compuestos tóxicos en el ambiente y promover su recuperación mediante procesos de reciclaje y reutilización.

Fomento a la economía circular: Incentivar prácticas orientadas a la prolongación de la vida útil de los productos y al aprovechamiento máximo de los materiales secundarios.

Según lo referido por los investigadores, la creación de un organismo intergubernamental, similar al IPCC o al IPBES, que funcione como interfaz entre la ciencia y la política, podría facilitar la implementación de las medidas y el seguimiento de estas.

Estrategias de economía circular

La transición hacia una economía circular es uno de los pilares fundamentales para enfrentar la crisis de contaminación plástica. Esto implica:

Reducción y optimización de los flujos de materiales: Disminuir la producción de residuos y Disminuir la producción de residuos y prolongar la vida útil de los productos a través de diseños modulares, reparables y reutilizables.

Impulso al reciclaje de alta calidad: Fomentar tecnologías que permitan recuperar la mayor cantidad de materia prima posible sin comprometer la calidad del material. Fomentar tecnologías que permitan recuperar la mayor cantidad de materia prima posible sin comprometer la calidad del material final.

Sustitución de materias primas fósiles por alternativas biológicas o recicladas: Aunque los bioplásticos representan una alternativa, es potencial de biodegradabilidad para evitar que Aunque los bioplásticos representan una alternativa, es fundamental evaluar su ciclo de vida y potencial real de biodegradabilidad para evitar que se conviertan en nuevos contaminantes (Rivas Gutiérrez et al., 2023; Steinhäuser et al., 2022).

Para lograr un cambio significativo, es indispensable la educación ambiental y la divulgación de los riesgos asociados a la contaminación plástica. Las instituciones educativas, los organismos de salud pública y las entidades gubernamentales deben trabajar conjuntamente para diseñar programas de formación y campañas de concienciación que aborden:

- La adecuada separación y tratamiento de residuos.
- El impacto de los contaminantes plásticos en la salud humana y ecológica.

- Las ventajas de un consumo responsable y la aplicación de principios de economía circular en la vida diaria.

Esta labor educativa debe estar dirigida no solo a la población general, sino también a profesionales del área de la salud y el medio ambiente, para que puedan implementar y difundir buenas prácticas en sus respectivos ámbitos.

La necesidad de contar con estrategias preventivas y de control es imperativa, y se fundamenta en la promoción de políticas públicas que integran la salud ambiental dentro de los marcos de protección de la salud pública.

Destino de la biodiversidad y los ecosistemas sobre la salud humana

Los efectos de la contaminación plástica se extienden más allá de la salud humana, afectando gravemente a la biodiversidad. Las alteraciones de hábitats, la reducción en la diversidad de especies y la incidencia de eventos de mortalidad en fauna y flora son algunos de los síntomas de un ecosistema en desequilibrio. La pérdida de biodiversidad, a su vez, disminuye la capacidad de los ecosistemas para ofrecer servicios esenciales, como la regulación del clima, la purificación del aire y el agua, y la polinización, entre otros. Frente a este panorama, resulta esencial la adopción de medidas integradas que vinculen el manejo sostenible de residuos, la regulación de la producción de químicos y el fortalecimiento de las áreas protegidas.

Para docentes y formadores en el área de salud y ecosistemas, es fundamental incorporar en el currículo contenidos actualizados sobre:

Ciencia del plástico y la química de materiales: Profundización en la naturaleza y transformación de los polímeros, el ciclo de vida de los plásticos y sus interacciones con el ambiente.

Impacto en la salud pública: Estudios de caso, revisión de la literatura y análisis crítico de los efectos de contaminantes plásticos sobre la salud humana y ambiental.

Economía circular y sostenibilidad: Metodologías y proyectos orientados a la reutilización, reciclaje y reducción del consumo de recursos primarios.

El desarrollo de talleres, cursos y seminarios que aborden estos temas contribuirá a formar profesionales capacitados para afrontar estos desafíos de manera intersectorial.

Los profesionales de la salud tienen un rol clave en la detección y mitigación de los riesgos asociados a la exposición a contaminantes. Se recomienda:

Implementar protocolos de diagnóstico y seguimiento para identificar posibles efectos adversos relacionados con la exposición a micro y nanoplasticos.

Colaborar con instituciones ambientales y de investigación para monitorear la calidad del ambiente y desarrollar estrategias de prevención.

Promover campañas de sensibilización y educación dirigidas a la población, enfatizando la importancia de prácticas sostenibles y de consumo responsable.

La formulación de políticas públicas integrales que contemplen tanto la protección de la salud como la conservación de los ecosistemas es imperativa. Entre las acciones prioritarias se destacan:

La implementación de un marco global vinculante para la gestión de químicos y materiales, que incluye objetivos claros de reducción en la producción y emisión de contaminantes.

El fortalecimiento de la economía circular mediante incentivos a la reutilización, el reciclaje y el desarrollo de tecnologías limpias.

La integración de estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático en los planos de gestión ambiental, considerando la interacción estrecha entre la contaminación química y las alteraciones climáticas.

El análisis presentado en este capítulo evidencia que la crisis de contaminación plástica es una problemática multidimensional que requiere una respuesta coordinada desde diversas áreas del conocimiento. La persistencia de los plásticos en el ambiente, su transformación en partículas de menor tamaño y la capacidad que tienen para actuar como portadoras de sustancias tóxicas constituyen riesgos significativos para la salud pública y la biodiversidad. Asimismo, la interacción entre la producción masiva de productos químicos y el cambio climático subraya la urgencia de replantear los sistemas de producción y consumo bajo el paradigma de la sostenibilidad.

Tanto la revisión de la literatura aportada por Rivas Gutiérrez et al. (2023) como el análisis de Steinhäuser et al. (2022) convergen en la idea de que es necesario transformar el modelo actual, implementando estrategias de economía circular, estableciendo marcos regulatorios internacionales y promoviendo la educación ambiental. Para ello, se requiere el compromiso de gobiernos, instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y la sociedad en general.

La integración de políticas públicas que fomentan el diseño de productos sostenibles, el fortalecimiento de la economía circular y la aplicación de tecnologías limpias representan pasos cruciales para mitigar el impacto de los contaminantes plásticos. A la par, la formación y sensibilización de profesionales y ciudadanos permitirá desarrollar una cultura de consumo responsable y de prevención de riesgos ambientales, que a su vez redundará en la protección de la salud ecosistémica y humana.

En suma, abordar la problemática de los contaminantes plásticos exige una respuesta interdisciplinaria que considere no solo los aspectos técnicos y científicos, sino también los aspectos éticos, políticos y sociales. Solo mediante la integración de esfuerzos desde distintos frentes será posible revertir la tendencia actual y avanzar hacia un modelo sostenible que asegure el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Tabla 12: Plásticos, salud y sostenibilidad

Aspecto clave	Descripción	Relevancia para Medicina
Tipos de plásticos	Naturales, semisintéticos y sintéticos. Derivados del petróleo y modificados para usos específicos.	Comprender su composición ayuda a identificar sus riesgos y aplicaciones seguras en salud.
Contaminación en ecosistemas	Presencia de macro, micro y nanoplásticos en aire, agua y suelos.	Relacionado con exposición respiratoria, digestiva y cutánea en humanos.
Transformación en micro/nanoplásticos	Fragmentación por acción del sol, viento o fricción.	Aumenta su capacidad de penetrar tejidos y bioacumularse.
Impacto en salud humana	Trastornos respiratorios, gastrointestinales, disrupciones endocrinas e inmunológicas.	Conocimiento esencial para diagnóstico preventivo y educación al paciente.
Economía circular	Modelo que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de plásticos.	Impulsa el uso racional de insumos médicos y fomenta el compromiso profesional ambiental.
Marco regulador internacional	Propuesta de tratados globales para limitar producción y mejorar gestión de químicos y plásticos.	Apoya políticas públicas en salud ambiental.
Rol del profesional de la salud	Diagnóstico, vigilancia, educación, investigación y participación en campañas.	Actor clave en la prevención de enfermedades asociadas a la contaminación plástica.

Elaboración propia.

Conclusiones

- Se consolida un enfoque salud-ecosistemas para orientar decisiones basadas en evidencia.
- La priorización de intervenciones depende de la evaluación del riesgo y del contexto local.
- La equidad y la sostenibilidad deben permear la planificación y evaluación de políticas y programas.

Ejercicio 8

Título del ejercicio: *Evaluando el riesgo: plástico en la salud y el entorno*

Instrucciones:

1. Formar grupos de 3 a 4 personas.
2. Elijan uno de los siguientes escenarios:
 - a) Unidad hospitalaria con alto consumo de materiales plásticos.
 - b) Comunidad rural con presencia de microplásticos en fuentes de agua.
 - c) Centro urbano con contaminación aérea por partículas plásticas.

Actividad:

- Analicen el escenario utilizando el contenido y las tablas de este capítulo.
- Identifiquen tres posibles riesgos para la salud asociados al tipo de exposición.
- Propongan dos medidas de intervención desde el rol del médico (clínico, preventivo o comunitario).
- Expliquen cómo podrían incorporar principios de economía circular o salud planetaria en la solución propuesta.

Producto final:

- Elaboren una presentación breve (5 minutos) para compartir sus hallazgos y propuestas con el resto de los grupos.

CAPITULO 9: Crisis climática y nuevas amenazas para la salud humana

Introducción

La humanidad se encuentra inmersa en el denominado “Antropoceno”, una era en la que la acción humana ha alterado profundamente los sistemas naturales del planeta. Entre los efectos más destacados se encuentra la crisis climática, que ha provocado cambios significativos en la temperatura global, patrones de precipitación y frecuencia de fenómenos extremos. Estos cambios, a su vez, han influido en la dinámica de transmisión de enfermedades, generando así nuevas amenazas para la salud humana. Tal situación se agrava cuando se combinan procesos como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la intensificación de actividades agrícolas, generando un escenario propicio para la emergencia y reemergencia de infecciones zoonóticas y enfermedades transmitidas por vectores (Segala et al., 2025).

La crisis climática representa uno de los desafíos más apremiantes y complejos de la actualidad, cuyas repercusiones trascienden el ámbito ambiental para incidir de manera directa sobre la salud humana y la integridad de los ecosistemas. En el contexto de la asignatura Salud y Ecosistemas, resulta fundamental que los futuros profesionales de la medicina comprendan las múltiples interrelaciones entre los fenómenos climáticos, la degradación ambiental y los determinantes sanitarios. El deterioro progresivo de los sistemas naturales –producto de las emisiones descontroladas de gases de efecto invernadero, la pérdida de biodiversidad, el cambio en el uso del suelo y la sobreexplotación de recursos– ha desestabilizado el equilibrio planetario, comprometiendo la capacidad de los ecosistemas para sostener la vida humana en condiciones saludables.

La alteración de ciclos biogeoquímicos, la modificación de hábitats y la intensificación de eventos climáticos extremos no solo favorecen la proliferación y expansión geográfica de vectores de enfermedades infecciosas, sino que también propician el fenómeno del “spillover”, es decir, la transmisión de patógenos de origen animal a humanos. Estas transformaciones aumentan el riesgo de brotes epidémicos y pandémicos, como se ha evidenciado con enfermedades emergentes tales como el SARS, el MERS y la COVID-19. Al mismo tiempo, el cambio climático agrava los determinantes estructurales de la salud, al impactar sobre la seguridad alimentaria, el acceso a agua potable, el saneamiento y la infraestructura sanitaria.

En este escenario, la salud pública enfrenta nuevas amenazas, como la redistribución geográfica de enfermedades transmitidas por vectores (dengue, zika, malaria), el aumento de enfermedades transmitidas por el agua en contextos de inundaciones, y el incremento de la resistencia antimicrobiana producto del uso indiscriminado de antibióticos en situaciones de desastre. Todo ello refuerza la necesidad de adoptar un enfoque integral que combine estrategias de prevención, mitigación, adaptación y resiliencia ante los riesgos sanitarios derivados del cambio climático. En respuesta a esta problemática, el uso de tecnologías digitales y sistemas de información geográfica emerge como una herramienta clave para la vigilancia epidemiológica, la predicción de brotes y la gestión eficiente de recursos sanitarios. La integración de estas tecnologías en los sistemas de salud, junto con la formación interdisciplinaria y la inversión en investigación aplicada, constituye una vía prometedora para anticipar y mitigar los efectos adversos de la crisis climática sobre la salud.

La presente revisión se propone explorar los vínculos entre la crisis ecológica-climática y la emergencia de nuevas infecciones, analizando los mecanismos fisiopatológicos, epidemiológicos y sociales que inciden en este complejo proceso. Además, se abordará el papel de las tecnologías digitales en la vigilancia y mitigación de estos riesgos, a partir de la experiencia y el mapeo de ecosistemas de salud digital en contextos de alta carga de enfermedades, como se reporta en el estudio de Manyazewal et al. (2023).

Este libro de asignatura proporciona a los estudiantes de medicina los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para comprender la profunda interdependencia entre el bienestar humano y la salud del planeta. A través de un enfoque científico y ético, se promueve la adquisición de competencias para el análisis crítico, la actuación profesional responsable y la participación activa en la formulación de soluciones sostenibles. En este sentido, salud y ecosistemas se erige como un componente esencial en la formación médica en el momento actual, orientado a la promoción de una salud planetaria que garantice la equidad, la sostenibilidad y la justicia intergeneracional.

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar conceptos clave y riesgos emergentes para la salud en la crisis climática.
- Analizar la evidencia y priorizar intervenciones según vulnerabilidad y contexto local.
- Proponer estrategias de prevención/mitigación/adaptación con enfoque de equidad y comunicación de riesgos.

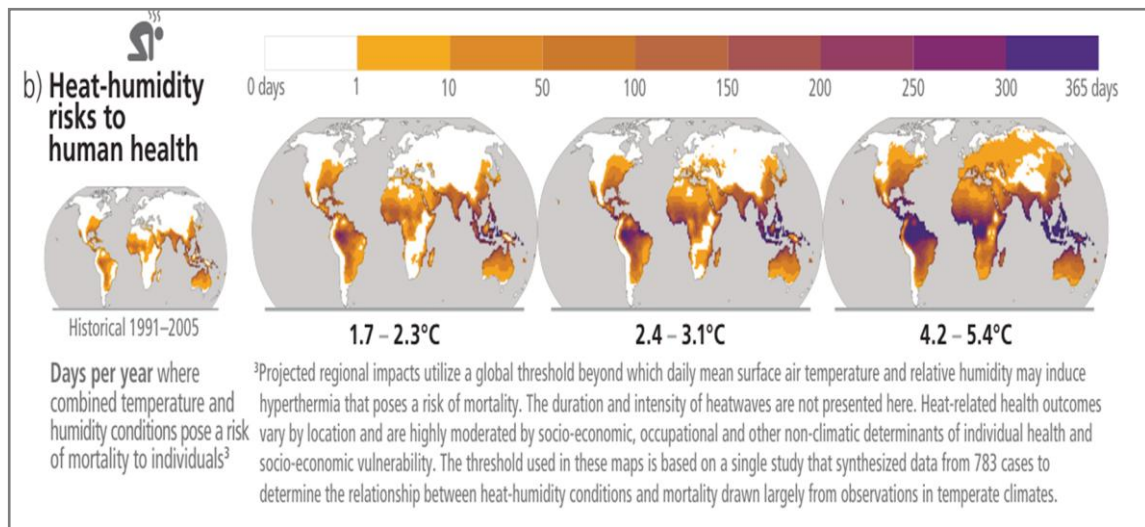
La crisis climática, su acción negativa en la salud y ecosistemas

En la actualidad, las emisiones incontroladas de gases de efecto invernadero, la deforestación masiva, el sobre explotamiento de recursos y los cambios en el uso del suelo han superado los límites ecológicos que alguna vez aseguraron el equilibrio de los sistemas terrestres. Según datos del IPBES (2019), hasta un millón de especies de plantas y animales se encuentran amenazadas de extinción, lo que afecta negativamente la estabilidad de los ecosistemas y, por ende, la salud del ser humano. Estos procesos no solo deterioran la biodiversidad, sino que también modifican la estructura y la función de los hábitats, alterando los ciclos biogeoquímicos y la capacidad de regeneración natural.

El aumento de la temperatura global, estimado en un mínimo de +2 °C y potencialmente llegando a +2,9 °C según proyecciones recientes (Calvin et al., 2023, citado en Segala et al., 2025), incrementa la velocidad de degradación de materiales naturales y favorece la proliferación de ciertos patógenos. Las condiciones más cálidas y húmedas resultantes generan ambientes propicios para el desarrollo y expansión de vectores, como mosquitos y garrapatas, lo que tiene implicaciones directas en la aparición de enfermedades infecciosas emergentes.

La pérdida acelerada de biodiversidad tiene consecuencias directas sobre la estabilidad de las redes tróficas. La reducción en el número de especies, sobre todo en zonas de alta deforestación, obliga a las poblaciones animales a cambiar sus patrones de comportamiento y hábitat, incrementando el contacto entre especies silvestres y poblaciones humanas. Este contacto estrecho facilita el “spillover” o derrame de patógenos –un fenómeno en el cual virus y otros microorganismos, que previamente se restringían a reservorios animales, logran infectar a humanos (Segala et al., 2025). La emergencia de enfermedades como el SARS, MERS y COVID-19 es un claro ejemplo de cómo las alteraciones en los ecosistemas pueden tener impacto negativo a escala global.

Figura 11: Riesgos del calor y la humedad para la salud humana



Fuente: IPCC. Cambio Climático 2023.

Días al año en los que la combinación de temperatura y humedad supone un riesgo de mortalidad para las personas: Los impactos regionales proyectados utilizan un umbral global más allá del cual la temperatura media diaria del aire en la superficie y la humedad relativa pueden inducir hipertermia, lo que supone un riesgo de mortalidad. No se presentan aquí la duración ni la intensidad de las olas de calor. Los efectos sobre la salud relacionados con el calor varían según la ubicación y están muy influenciados por determinantes socioeconómicos, ocupacionales y otros factores no climáticos de la salud individual y la vulnerabilidad socioeconómica. El umbral utilizado en estos mapas se basa en un único estudio que sintetizó datos de 783 casos para determinar la relación entre las condiciones de calor y humedad y la mortalidad, obtenidos principalmente a partir de observaciones en climas templados (IPCC 2023)

Además, los cambios en la estructura de la comunidad biológica, conocidos como efecto de dilución, pueden facilitar la transmisión de infecciones. En situaciones donde se reduce la diversidad de hospedadores, los patógenos tienen mayores probabilidades de transmitirse a especies sensibles, incluidas las humanas (Ostfeld et al., 2003; Myserud et al., 2016, citados en Segala et al., 2025).

Riesgos para la salud humana y enfermedades transmitidas por vectores

El aumento de las temperaturas, junto con la modificación en los patrones de lluvia, mejora las condiciones ambientales para la reproducción y supervivencia de vectores de enfermedades. Por ejemplo, el dengue, el Zika y la fiebre amarilla han ampliado su distribución geográfica, alcanzando áreas previamente inhóspitas para los mosquitos vectores (Brady et al., 2013; Caminade et al., 2019, citados en Segala et al., 2025). La reducción del periodo de incubación extrínseca –el tiempo que tarda el patógeno en desarrollarse dentro del vector– favorece tasas de transmisión más altas, lo que a su vez puede precipitar brotes epidémicos en comunidades vulnerables.

El caso de la malaria es especialmente ilustrativo. Estudios han demostrado que el pico óptimo de transmisión de la malaria ocurre alrededor de 25 °C; Sin embargo, con el aumento de la temperatura, se observa una redistribución de las zonas endémicas, incrementando la incidencia en regiones de mayor altitud que antes estaban protegidas por climas más fríos (Caminade et al., 2019).

Los fenómenos meteorológicos extremos –como inundaciones, huracanes y sequías– tienen un impacto directo en la infraestructura de agua, saneamiento e higiene (WASH). Durante eventos extremos, la contaminación de fuentes de agua se incrementa, facilitando la propagación de enfermedades como el cólera, la disentería y la hepatitis. En entornos de crisis, como campos de reubicación o asentamientos temporales, la falta de acceso a agua potable y un saneamiento adecuado aumenta de forma exponencial el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua (UNICEF, 2024).

Las alteraciones de los patrones de precipitación y el aumento en la frecuencia de inundaciones generan condiciones óptimas para el desarrollo y dispersión de patógenos, lo que puede desencadenar brotes masivos en poblaciones y vulnerables.

La estrecha relación entre la degradación ambiental y la salud humana se evidencia en el fenómeno de derrame. La deforestación y la pérdida de hábitats obligan a especies silvestres a desplazarse y entrar en contacto con comunidades humanas, facilitando la transmisión de patógenos de origen animal a humanos. Casos recientes, como el origen de la COVID-19, han subrayado la importancia de comprender y prevenir estos eventos, puesto

que la transmisión de virus desde reservorios animales a la población humana puede tener consecuencias pandémicas (Segala et al., 2025).

Las prácticas de consumo, como el uso de carne de animales salvajes (carne de caza), y el comercio ilegal de fauna, también han contribuido a aumentar la probabilidad de estos eventos, al exponer a los humanos a fluidos y secreciones contaminadas de especies portadoras de virus.

Otro aspecto preocupante es el incremento de la resistencia antimicrobiana (AMR). Las condiciones asociadas a los desastres climáticos –incluyendo la migración masiva, el hacinamiento en refugios temporales y la ruptura de servicios básicos de salud– favorecen el uso indiscriminado de antibióticos. La utilización excesiva y, en muchos casos, inadecuada, de estos fármacos genera una presión selectiva que permite la aparición y diseminación de cepas bacterianas resistentes. La RAM representa una amenaza que podría socavar los avances de la medicina moderna, afectando la eficacia de tratamientos vitales como la quimioterapia, la cirugía y la terapia para enfermedades infecciosas (Segala et al., 2025).

La integración de tecnologías digitales en el monitoreo y control de riesgos

El estudio de Manyazewal et al. (2023) proporciona una perspectiva innovadora sobre cómo las tecnologías digitales pueden ser herramientas fundamentales para enfrentar los desafíos en salud derivados de la crisis climática. En África, la inversión en infraestructura digital –como el acceso a internet, la telefonía móvil y la tecnología de banda ancha– ha sido determinante para mejorar la vigilancia epidemiológica de enfermedades infecciosas y no transmisibles.

El uso de plataformas digitales y aplicaciones móviles permite un monitoreo en tiempo real de la incidencia de enfermedades y de los factores climáticos asociados. Los sistemas de alerta temprana, que integran datos satelitales, informes de campo y análisis predictivos, constituyen herramientas poderosas para anticipar brotes epidémicos y facilitar la toma de decisiones en políticas de salud pública. Por ejemplo, el mapeo de ecosistemas de salud digital en África ha permitido identificar correlaciones negativas entre indicadores de tecnología y la incidencia de tuberculosis y malaria, evidenciando que una mayor conectividad y desarrollo digital se asocian con menores cargas de estas enfermedades (Manyazewal et al., 2023).

La integración de la salud digital también abre la posibilidad de implementar estrategias de economía circular en el sector sanitario. Estas estrategias incluyen desde el diseño de sistemas de gestión de datos que optimizan

recursos hasta el desarrollo de plataformas colaborativas que permiten la compartición de información y la innovación en el campo de la salud. La inversión en tecnologías digitales, por tanto, no solo facilita la supervisión y respuesta a emergencias sanitarias, sino que también contribuye a mejorar la eficiencia económica y promueve la equidad en el acceso a servicios de salud.

Sin embargo, es importante reconocer que la implementación de tecnologías digitales en salud enfrenta desafíos importantes, especialmente en regiones con infraestructuras limitadas. Factores como la baja cobertura de Internet, la escasez de dispositivos y la falta de capacitación técnica pueden obstaculizar el despliegue de soluciones innovadoras. Por ello, es crucial que los gobiernos y las organizaciones internacionales desarrollen políticas que fortalezcan la infraestructura tecnológica y fomenten la transferencia de conocimientos para garantizar que las intervenciones digitales tengan un impacto sostenible y equitativo.

Frente a los riesgos evidenciados, se hace imperativo adoptar un enfoque multidimensional que combine estrategias de adaptación, mitigación y preparación ante emergencias.

Los gobiernos deben implementar marcos regulatorios que integren la gestión ambiental con la salud pública. Esto implica la creación de alianzas entre sectores, la promoción de normativas que limiten las emisiones de gases de efecto invernadero y la protección de áreas clave para la biodiversidad. Además, la implementación de protocolos de vigilancia epidemiológica que incorporen tanto datos climáticos como de salud es esencial para responder de manera oportuna a las emergencias.

La inversión en la expansión y mejora de las tecnologías digitales es fundamental para apoyar la vigilancia, prevención y respuesta a brotes epidémicos. Se deben promover iniciativas que impulsen el acceso a internet, la conectividad en áreas rurales y el uso de plataformas digitales colaborativas. Asimismo, es vital incentivar la formación de profesionales en tecnología de la información aplicada a la salud para optimizar el uso de estas herramientas en la detección temprana de riesgos y en la implementación de intervenciones basadas en datos (Manyazewal et al., 2023).

El componente educativo resulta esencial para afrontar la crisis climática. Los programas de formación universitaria y de actualización para profesionales de la salud deben incorporar contenidos relacionados con la salud ambiental, el impacto del cambio climático y la resistencia antimicrobiana. La sensibilización de la ciudadanía, a través de campañas de divulgación,

contribuirá a fomentar prácticas de consumo responsable y promoverá la participación comunitaria en la vigilancia de riesgos.

La planificación de respuesta ante desastres debe incluir protocolos específicos para situaciones de crisis climáticas. Esto abarca la creación de centros de comando integrados, el fortalecimiento de la capacidad hospitalaria en zonas de alto riesgo y la implementación de sistemas de atención a la salud que sean resilientes frente a eventos extremos. La coordinación entre organismos locales, nacionales e internacionales es determinante para garantizar una respuesta rápida y eficaz ante crisis que puedan desencadenar brotes de enfermedades infecciosas.

Es imprescindible promover la investigación interdisciplinaria que permita comprender mejor la relación entre el cambio climático y la emergencia de nuevas enfermedades. La financiación de proyectos de investigación, la colaboración entre universidades y centros de investigación y la difusión de resultados en foros académicos son pasos esenciales para construir una base científica sólida que permita desarrollar intervenciones efectivas. La innovación en el diseño de tecnologías de salud digital y en la creación de modelos predictivos constituye un área de gran potencial para mejorar la resiliencia de los sistemas de salud ante los desafíos del futuro.

Por lo tanto, la crisis climática se configura como uno de los retos más complejos y urgentes de nuestro tiempo. Las alteraciones de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y el aumento de fenómenos meteorológicos extremos han creado un escenario en el que emergen nuevas amenazas para la salud humana. Desde el incremento en las enfermedades transmitidas por vectores hasta la propagación de infecciones por agua y el fenómeno del derrame zoonótico, cada uno de estos elementos exige una respuesta integradora y basada en evidencia científica.

Asimismo, la resistencia antimicrobiana, impulsada por el uso indiscriminado de antibióticos en contextos de crisis y la degradación ambiental, añade una capa adicional de complejidad que pone en riesgo los avances de la medicina moderna. Frente a estos desafíos, la integración de tecnologías digitales en la vigilancia y gestión de la salud se presenta como una herramienta estratégica, capaz de transformar la forma en que se monitorean y se responden a las emergencias sanitarias.

Es fundamental que gobiernos, instituciones académicas, organizaciones internacionales y la sociedad civil trabajen de manera conjunta para fortalecer los sistemas de salud, mejorar la infraestructura tecnológica y promover políticas integradas de adaptación y mitigación. Solo a través de un

enfoque multidimensional y coordinado será posible enfrentar la crisis climática y salvar la salud de las generaciones presentes y futuras.

En síntesis, el futuro de la salud humana en el contexto de una crisis climática está condicionado no solo por las condiciones ambientales adversas, sino también por la capacidad colectiva para transformar los desafíos en oportunidades de innovación, aprendizaje y cambio. La adopción de medidas basadas en la evidencia, la inversión en salud digital y la promoción de un desarrollo sostenible son pilares esenciales para responder a las nuevas amenazas emergentes y garantizar un futuro resiliente.

Tabla 13: Crisis climática y nuevas amenazas para la salud humana

Dimensión crítica	Consecuencias ecosistémicas	Implicaciones en la Salud Humana
Emisiones de gases de efecto invernadero	Incremento del calentamiento global; alteraciones de los patrones climáticos y estrés térmico; aceleración en la degradación de materiales naturales.	Aumento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, golpes de calor y mayor morbilidad en poblaciones vulnerables.
Deforestación y cambio en el uso del suelo	Pérdida y fragmentación de biodiversidad; alteraciones en la estructura y función de hábitats; cambios en los ciclos biogeoquímicos.	Incremento del riesgo de zoonosis (por ejemplo, derrame de patógenos que originan SARS, MERS o COVID-19) y brotes de enfermedades infecciosas debido a un mayor contacto humano-fauna.
Aumento de la temperatura global	Modificación de los ciclos de reproducción de vectores; aceleración de la degradación de materiales naturales; condiciones ambientales más cálidas y húmedas.	Expansión geográfica de enfermedades transmitidas por vectores (como dengue, Zika, fiebre amarilla, malaria) y aumento en la incidencia de brotes epidémicos.
Eventos climáticos extremos (huracanes, sequías, inundaciones)	Alteran la infraestructura WASH (agua, saneamiento e higiene)	Mayor propagación de enfermedades transmitidas por el agua (cólera, disentería, hepatitis) y deterioro en la capacidad de respuesta de los sistemas de salud en situaciones de crisis.
Reducción de la diversidad biológica	Disminución del control biológico natural (efecto de dilución) por la pérdida de especies; alteraciones de redes tróficas y de la estabilidad ecológica.	Incremento en la transmisión de infecciones, dado que la menor diversidad de hospedadores facilita el contagio de patógenos a especies sensibles, incluidas las humanas.
Resistencia antimicrobiana (RAM)	Crecimiento y proliferación de cepas bacterianas resistentes debido a la degradación	Reducción en la eficacia de tratamientos médicos (como quimioterapia, cirugía o terapias antiinfecciosas), lo

Dimensión crítica	Consecuencias ecosistémicas	Implicaciones en la Salud Humana
	ambiental y al uso inadecuado de antibióticos en crisis.	que puede conducir a un aumento de mortalidad y complicaciones en salud.
Limitaciones en salud digital en regiones vulnerables	Débil infraestructura tecnológica y escasa capacidad de monitoreo en tiempo real.	Dificultad para detectar brotes oportunamente y para coordinar respuestas sanitarias, lo que incrementa la vulnerabilidad y la inequidad en el acceso a servicios de salud.
Avances en tecnología digital aplicada a la salud	Implementación de sistemas de alerta temprana y monitoreo en tiempo real a través de plataformas digitales y análisis predictivos.	Mejora en la detección temprana de brotes, optimización de la respuesta en salud pública y fortalecimiento de la equidad en el acceso a servicios sanitarios mediante el uso de tecnologías.

Elaboración propia.

Conclusiones

- La síntesis evidencia la necesidad de decisiones basadas en datos que articulen salud y ambiente en el contexto analizado.
- Las intervenciones deben priorizar poblaciones vulnerables y considerar co-beneficios sanitarios y ambientales.
- Se recomienda fortalecer vigilancia, comunicación de riesgos y evaluación de impacto para mejora continua.

Ejercicio 9

Debate estructurado

Tema del debate:

¿Debe la formación médica priorizar la salud planetaria como eje transversal en todos sus niveles?

Objetivo:

Promover el análisis crítico y la argumentación entre estudiantes sobre la incorporación obligatoria de contenidos de salud y cambio climático en la formación médica.

Dinámica:

Organización del grupo:

Dividir a la clase en dos equipos: a favor y en contra.

Un equipo defenderá la incorporación obligatoria de contenidos de salud planetaria en todas las asignaturas médicas.

El otro equipo argumentará que estos contenidos deben abordarse como materias opcionales o en programas especializados.

Fases del debate:

Introducción (5 minutos por equipo): Presentación de posturas.

Discusión cruzada (15 minutos): Rebatir los argumentos del equipo contrario.

Conclusiones (3 minutos por equipo): Cierre con reflexiones clave.

Moderación y evaluación:

Un/a docente modera el debate.

Se puede usar una rúbrica sencilla que valore: claridad argumentativa, uso de evidencias, estructura del discurso y respeto en la interacción.

Reflexión final (colectiva):

¿Qué aprendizajes deja este debate?

¿Cuál es el rol del futuro profesional médico ante la crisis climática?

CAPITULO 10: Justicia ambiental y Una Salud para todos

Introducción

La creciente urbanización y los efectos acumulativos del deterioro ambiental han puesto de manifiesto la urgente necesidad de abordar los desequilibrios existentes en el acceso a un ambiente sano y, por ende, a una salud de calidad. La justicia ambiental se presenta como un paradigma esencial que busca asegurar que todas las personas, sin importar su condición social, racial o económica, tengan acceso equitativo a un entorno saludable y a los beneficios que éste genera. Este enfoque, cuando se articula con el concepto One Health –que reconoce la interdependencia entre la salud humana, la salud animal y la salud del ecosistema– constituye una vía prometedora para diseñar políticas integrales que promuevan “una salud para todos” (Murray et al., 2022; Yglesias-González et al., 2022).

La integración de estos desafíos nace desde una perspectiva de justicia ambiental, donde se reconoce que el deterioro ambiental no afecta de manera uniforme a todas las comunidades. Las poblaciones de bajos ingresos y las minorías étnicas, históricamente marginadas, sufren de forma desproporcionada las consecuencias de la degradación ambiental, quedando expuestos a mayores niveles de contaminantes e infraestructuras deficientes que afectan directamente su calidad de vida y su salud.

Este enfoque multidimensional exige la adopción de políticas públicas integradas que, mediante la coordinación de sectores como la salud, el urbanismo y el medio ambiente, promuevan la equidad y la sostenibilidad. Asimismo, la educación en salud debe incorporar estos principios para formar a futuros médicos y epidemiólogos capaces de identificar y abordar las desigualdades ambientales, contribuyendo activamente a la construcción de sistemas de salud resilientes y sostenibles.

Este capítulo analiza los fundamentos conceptuales y empíricos de la justicia ambiental en el contexto urbano, especialmente en América Latina y el Caribe, donde las desigualdades históricas y los desafíos ambientales convergen para generar condiciones de riesgo para la salud. Se abordarán además las propuestas de acción climática que vinculan la salud humana con el cuidado de los ecosistemas, reconociendo que la protección del ambiente resulta indispensable para prevenir enfermedades y promover la equidad en salud.

En síntesis, la justicia ambiental se presenta no solo como un imperativo ético, sino como la base sobre la cual se debe construir un modelo de desarrollo

que proteja y promueva la salud de las generaciones presentes y futuras en un mundo cada vez más afectado por los desafíos climáticos y ecosistémicos.

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar principios de justicia ambiental y Una Salud aplicados a la relación salud-ecosistemas.
- Evaluar desigualdades y riesgos para priorizar acciones en poblaciones vulnerables.
- Diseñar estrategias de prevención/mitigación/adaptaciones basadas en evidencia con criterios de equidad y sostenibilidad.

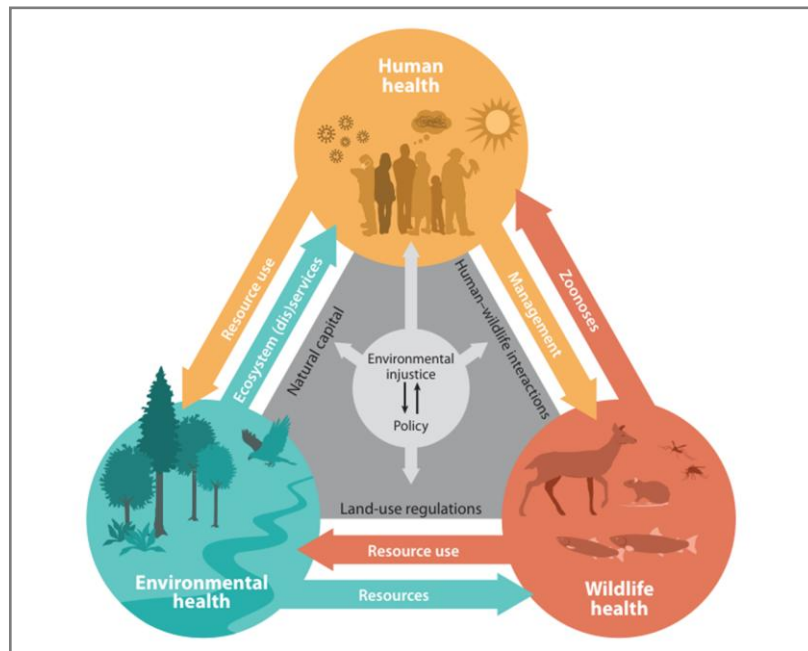
Justicia ambiental: definición y contexto histórico

La justicia ambiental se define como el principio que aboga por la distribución equitativa de los beneficios ambientales y la asunción justa de los riesgos derivados de la contaminación y la degradación del medio ambiente.

Históricamente, comunidades pobres y de minorías étnicas han sido desproporcionadamente afectadas por prácticas que deterioran la calidad ambiental, como la ubicación de industrias contaminantes o la falta de acceso a espacios verdes (Mohai et al., 2009; Schlosberg & Collins, 2014). El concepto surgió como respuesta a políticas de segregación ambiental –tales como la práctica del "redlining" en Estados Unidos– que marginaron a grupos vulnerables, perpetuando desigualdades que impactan directamente en la salud (Grove et al., 2018; Nardone et al., 2021).

La justicia ambiental constituye un pilar esencial en la intersección entre la salud humana y la integridad de los ecosistemas. En un contexto global marcado por el aumento incontrolado de las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación masiva y la sobreexplotación de recursos naturales, los límites ecológicos que una vez aseguraron el equilibrio de los sistemas terrestres han sido superados. Según el IPBES (2019), hasta un millón de especies se encuentran amenazadas de extinción, lo que repercute negativamente en la estabilidad de los ecosistemas y, por consiguiente, en la salud de las poblaciones.

Figura 12: Injusticias ambientales



Fuente: Murray (2022)

La justicia ambiental se fundamenta en la premisa de que el deterioro del medio ambiente y la degradación de los recursos naturales no afectan a todas las comunidades de manera equitativa. Diversas investigaciones publicadas han destacado que, las comunidades con menor capacidad económica y política son las que sufren de forma más intensa los efectos adversos de la contaminación, la pérdida de biodiversidad y la degradación de hábitats (Mohai et al., 2009). Estas disparidades se traducen en mayores índices de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otros problemas crónicos en grupos vulnerables, reforzando la necesidad de adoptar políticas que promuevan la equidad y el acceso universal a un ambiente sano.

Además, el reconocimiento de la injusticia ambiental implica comprender cómo la distribución desigual de los recursos y las cargas ambientales impacta directamente la calidad de vida. Por ejemplo, la presencia de contaminantes en el aire, el agua y el suelo en áreas marginadas no solo deteriora la biodiversidad, sino que también agrava los determinantes sociales de la salud, contribuyendo a un ciclo de vulnerabilidad que afecta a generaciones enteras. En este sentido, integrar principios de justicia ambiental en la formulación de políticas públicas y en la educación en salud permite no solo reducir la exposición a riesgos ambientales, sino también fomentar modelos de desarrollo sostenible y resiliente.

La integración de la justicia ambiental en la formación de profesionales de la salud es, por lo tanto, una necesidad imperante. Las futuras generaciones de médicos y epidemiólogos deben estar preparadas para identificar y abordar las desigualdades en la exposición a factores ambientales, participando activamente en la construcción de sistemas de salud que incorporen la sustentabilidad y la equidad como ejes centrales. La evidencia reciente subraya que la acción coordinada y multidimensional es indispensable para transformar los desafíos ambientales en oportunidades de innovación, prevención y cambio, garantizando así un futuro en el que la salud humana no se vea comprometida por la degradación del medio ambiente.

Una Salud: un enfoque integrado

El enfoque One Health parte del reconocimiento de que la salud de los seres humanos, la de los animales y la de nuestros ecosistemas están intrínsecamente conectados. Esta perspectiva multidisciplinaria se ha convertido en un marco crucial para enfrentar los desafíos globales, especialmente en entornos urbanos donde la densidad poblacional, la interacción con la fauna y las alteraciones del ambiente crean condiciones favorables para la emergencia de enfermedades (Cunningham et al., 2017; Daszak et al., 2000). Sin embargo, para que One Health sea plenamente eficaz en el contexto urbano, es necesario incorporar explícitamente elementos de justicia ambiental, ya que la distribución inequitativa de recursos y riesgos ambientales afecta de forma directa la salud de las comunidades (Murray et al., 2022).

En las ciudades, la planificación urbana y la distribución de infraestructuras ecológicas suelen reflejar desigualdades históricas. Los barrios más acomodados cuentan con abundantes espacios verdes, mejores sistemas de aire acondicionado y menor exposición a contaminantes, lo que favorece una mayor calidad de vida y reduce los riesgos de enfermedades asociadas a la contaminación ambiental, como problemas respiratorios y cardiovasculares (Nesbitt et al., 2019; Nowak et al., 2022). En contraste, las zonas de bajos ingresos –a menudo marcadas por procesos de segregación residencial y desinversión histórica– presentan niveles más altos de contaminación, menos áreas de recreación y una limitada capacidad de adaptación frente a eventos climáticos extremos, incrementando la vulnerabilidad de sus habitantes (Cushing et al., 2015).

El fenómeno de las islas de calor urbano, resultado de la superficie de superficies impermeables y de la falta de vegetación, ejerce un impacto desproporcionado en comunidades vulnerables. Los barrios con menor acceso a áreas verdes tienden a sufrir temperaturas más elevadas, lo que se

asocia con un incremento en las tasas de mortalidad por golpes de calor, enfermedades cardiovasculares y problemas respiratorios (Heaviside et al., 2017). La inequidad en la distribución del alivio térmico se traduce no solo en riesgos sanitarios, sino también en una reducción en la calidad de los servicios ecosistémicos que, de otro modo, ofrecerían beneficios en términos de regulación del clima y purificación del aire.

La cercanía a fuentes de contaminación, como industrias, calles con alto tráfico vehicular o sitios de estudio, es otro factor que contribuye a la desigualdad en salud urbana. Las comunidades marginadas a menudo se sitúan en proximidad a estos focos contaminantes, lo que incrementa la exposición a partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados. Esta exposición se vincula con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como asma, cáncer y trastornos metabólicos, exacerbando las disparidades de salud existentes (Cushing et al., 2015).

La Perspectiva One Health con enfoque de justicia ambiental en ciudades

El artículo “Una Salud para Todos” (Murray et al., 2022) propone una integración innovadora al combinar el enfoque One Health con principios de justicia ambiental para abordar los desequilibrios en entornos urbanos. Este enfoque reconoce que, para generar comunidades resilientes y saludables, es fundamental asegurar que las políticas públicas aborden tanto los determinantes ambientales como los sociales de la salud. La incorporación de una lente de justicia ambiental en One Health permite identificar y corregir las diferencias en la distribución de recursos, como el acceso a espacios verdes y ambientes libres de contaminación, lo que a su vez favorece la mitigación de riesgos para la salud (Murray et al., 2022).

En este sentido, la agenda “Una Salud para Todos” enfatiza la importancia de:

Acceso Equitativo a Ecosistemas Saludables: Promover la creación y conservación de áreas verdes en zonas urbanas marginadas para mejorar la calidad del aire, regular las temperaturas y brindar espacios para la recreación y el bienestar psicológico.

Participación comunitaria y educación ambiental: Involucrar a las comunidades en la planificación y gestión de sus entornos, fomentando la participación ciudadana y el acceso a información sobre riesgos ambientales y salud.

Políticas integradas de salud y medio ambiente: Desarrollar marcos de acción que coordinen los esfuerzos entre diferentes sectores –salud, urbanismo,

medio ambiente y políticas sociales— para garantizar que las intervenciones sean holísticas y respondan a las necesidades de los grupos más vulnerables.

Por otro lado, el artículo “Respuesta Código Rojo para la Salud en América Latina y el Caribe” (Yglesias-González et al., 2022) pone de aliviar la urgencia de una acción climática que proteja la salud de las poblaciones en la región. América Latina y el Caribe presentan escenarios muy heterogéneos, en los que las desigualdades sociales se agravan por la falta de inversiones en salud y por infraestructuras inadecuadas para enfrentar los efectos del cambio climático. Entre los principales desafíos se encuentran:

Vulnerabilidad ante Fenómenos Meteorológicos Extremos: La región enfrenta huracanes, sequías y olas de calor que impactan significativamente en la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua potable y la continuidad de los servicios de salud.

Desplazamientos y Migración: Los eventos climáticos extremos han incrementado los movimientos migratorios, generando asentamientos informales donde las condiciones de vida son precarias y el acceso a servicios básicos es limitado.

Inequidad en la Distribución del Gasto en Salud: Aunque algunos países han incrementado la inversión en salud, la distribución de estos recursos sigue siendo altamente desigual, afectando especialmente a las comunidades rurales y a las poblaciones urbanas marginadas.

La propuesta de “Código Rojo” aboga por que los gobiernos de la región asuman compromisos financieros y políticos robustos para responder al desafío climático, integrando la protección de la salud en sus políticas de mitigación y adaptación. Esto incluye, por ejemplo, la incorporación de la salud en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) y el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas de salud mediante inversiones en infraestructura climáticamente inteligente (Yglesias-González et al., 2022).

Para alcanzar una salud equitativa, es indispensable que las políticas públicas integren tanto la dimensión ambiental como la social. Entre las estrategias recomendadas se encuentran:

Incorporar criterios de justicia ambiental en la planificación urbana, asegurando que el desarrollo de infraestructuras y servicios ecosistémicos beneficie a todos los sectores de la sociedad. Esto incluye la creación de corredores verdes, sistemas de transporte sostenibles y la promoción de energías renovables.

Antes de implementar proyectos de desarrollo, se deben realizar evaluaciones que identifiquen riesgos potenciales para las comunidades vulnerables y definir medidas de mitigación que eviten impactos negativos en la salud.

Fomentar la participación de las comunidades en la toma de decisiones mediante mecanismos de consulta y colaboración. La transparencia en la gestión de recursos y en la elaboración de políticas es fundamental para generar confianza y garantizar la rendición de cuentas.

Inversión en infraestructura de salud y medio ambiente

El fortalecimiento de la infraestructura es clave para reducir las disparidades en salud y garantizar un acceso equitativo a servicios de calidad. Se recomienda:

Implementar programas que incentivan el aumento de áreas verdes en barrios desfavorecidos, lo cual no solo mejora la calidad del aire y reduce la temperatura, sino que también fomenta la actividad física y el bienestar mental.

Adaptar los centros de salud a las nuevas condiciones climáticas mediante la incorporación de tecnologías de monitoreo ambiental, sistemas de alerta temprana para eventos extremos y la capacitación de profesionales en temas de salud ambiental.

Promover el uso de tecnologías digitales para mejorar la vigilancia epidemiológica y la respuesta ante emergencias, basándose en experiencias exitosas documentadas en otros contextos, como se evidencia en la cartografía de ecosistemas digitales en África (Manyazewal et al., 2023).

La formación y la sensibilización son herramientas fundamentales para transformar la realidad. Se propone, la incorporación en los currículos académicos de carreras relacionados con la salud y el medio ambiente conceptos clave de justicia ambiental, para que futuros profesionales comprendan la importancia de abordar las desigualdades en el acceso a un ambiente saludable. En este sentido, el desarrollo oportuno de campañas informativas que expliquen la interrelación entre la degradación ambiental y la salud, mostrando ejemplos concretos de cómo las prácticas injustas afectan a comunidades vulnerables. Este enfoque contribuirá a empoderar a las comunidades ya movilizar la opinión pública a favor de políticas más justas.

Incentivar la colaboración entre científicos de diversas disciplinas—salud pública, ecología, urbanismo, economía y ciencias sociales—para generar conocimiento integrador y aplicar soluciones basadas en evidencia en contextos reales.

Financiamiento y cooperación internacional

Las disparidades en la capacidad de respuesta requieren un compromiso tanto nacional como internacional para asegurar los recursos adecuados, entre ellos la promoción del acceso a fondos internacionales, como el Fondo Verde para el Clima, y simplificar los procesos de solicitud para que países con menos recursos técnicos y financieros puedan implementar proyectos de mitigación y adaptación, colaboraciones entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales, sector privado y organismos internacionales para compartir conocimientos, tecnología y recursos financieros, favoreciendo la implementación de soluciones escalables y sostenibles, mecanismos de ayuda internacional para que estos sean más accesibles y respondan a las necesidades específicas de las regiones afectadas por desigualdades ambientales, asegurando que la inversión en salud y medio ambiente tenga un impacto directo en la mejora de la calidad de vida de las comunidades vulnerables (Yglesias-González et al., 2022).

El creciente impacto de la degradación ambiental y el cambio climático sobre la salud humana impone la urgencia de revisar y transformar las políticas públicas. Las evidencias actuales indican que los impactos adversos —tales como el aumento de enfermedades respiratorias, la prevalencia de enfermedades crónicas y la emergencia de infecciones zoonóticas— se concentrarán en las comunidades ya más desfavorecidas, agravando así las desigualdades preexistentes. La implementación de enfoques integrales que combinan la justicia ambiental y la salud, tales como el modelo One Health con un enfoque de equidad, es fundamental para evitar que las consecuencias sean irreversibles.

Si bien las propuestas de integración y acción son robustas en teoría, su implementación enfrenta numerosos desafíos, entre ellos la coordinación intersectorial son a menudo limitada por intereses políticos y económicos divergentes. Superar la fragmentación requiere voluntad política y mecanismos de gobernanza que faciliten la integración de distintos sectores.

Especialmente en países de bajos y medianos ingresos, la falta de infraestructuras adecuadas y de recursos financieros puede obstaculizar la ejecución de planes integrados de salud y medio ambiente. Es por ello por lo que, la adopción de nuevas políticas, sobre todo aquellas que implican inversiones significativas y cambios en la planificación urbana y regional,

puede enfrentar resistencia tanto de actores establecidos como de comunidades que han sufrido históricamente procesos de exclusión.

A pesar de los desafíos, la integración de la justicia ambiental en las políticas de salud representa una oportunidad única para transformar la manera en que se gestionan los problemas ambientales y de salud. Una visión a largo plazo contempla, pasar de un modelo lineal basado en la explotación de recursos a uno de economía circular que priorice la regeneración de los ecosistemas y la equidad social, empoderar a las comunidades locales mediante la educación, la participación activa en la planificación de sus entornos y el acceso a tecnologías digitales que fortalecen la vigilancia y la respuesta ante emergencias. De otro lado, reconocer el valor de los ecosistemas y de las redes sociales como pilares fundamentales para la salud y el bienestar humano, promoviendo políticas que protejan y restauren la biodiversidad y fomenten la cohesión social.

El abordaje de la salud desde la perspectiva de la justicia ambiental es esencial para garantizar una distribución equitativa de los beneficios y riesgos ambientales. Integrar el enfoque One Health con principios de justicia ambiental permite entender que la salud humana, la salud animal y la salud de los ecosistemas son interdependientes, y que las inequidades en el acceso a recursos ambientales de calidad se traducen en disparidades en salud. Tanto en contextos urbanos como en regiones específicas de América Latina y el Caribe, es imperativo que los gobiernos y las instituciones impulsen políticas inclusivas que prioricen la protección del medio ambiente como herramienta para mejorar la salud pública.

La acción climática, acompañada de inversiones en infraestructura de salud y medio ambiente, la participación ciudadana y la cooperación internacional, es el camino para transformar desafíos en oportunidades. Solo mediante un enfoque multidimensional y una verdadera integración de los principios de justicia ambiental en todos los niveles de formulación de políticas será posible lograr una salud para todos, protegiendo tanto a las personas como a los ecosistemas en un mundo que se urbaniza y enfrenta cambios ambientales profundos.

En definitiva, la justicia ambiental no es un complemento opcional, sino la base sobre la cual debe construirse un modelo de desarrollo sostenible que asegure el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Las lecciones aprendidas de experiencias en ciudades de América Latina, el Caribe y otras regiones nos muestran que, para avanzar hacia un futuro equitativo y saludable, es esencial reestructurar nuestros sistemas de gobernanza y

promover la intersección de la salud pública, la protección ambiental y la justicia social.

Tabla 14: Justicia ambiental y Una Salud para todos

Categoría	Descripción	Implicaciones para la Salud y los Ecosistemas
Definición y Contexto Histórico	La justicia ambiental se define como el principio que aboga por la distribución equitativa de los beneficios ambientales y la asunción justa de los riesgos derivados de la contaminación y degradación del medio ambiente. Surgió como respuesta a prácticas segregacionistas (ej. redlining) que marginaban a comunidades vulnerables.	Las desigualdades ambientales históricas en la exposición a riesgos explican diferencias en la salud, afectando especialmente a poblaciones de bajos ingresos y minorías étnicas.
Impacto de la Degradación Ambiental	Las emisiones incontroladas de gases de efecto invernadero, la deforestación masiva, la sobreexplotación de recursos y los cambios en el uso del suelo han superado los límites ecológicos tradicionales. Según el IPBES (2019), hasta un millón de especies están amenazadas de extinción.	La pérdida de biodiversidad y las alteraciones de los hábitats afectan la estabilidad de los ecosistemas, comprometiendo servicios esenciales (purificación de aire, agua, regulación climática) y, por ende, la salud humana.
Aumento de Temperaturas y Emergencias Sanitarias	El incremento global de la temperatura, proyectado en +2 a +2,9 °C favorece la degradación de materiales naturales y la proliferación de vectores (mosquitos, garrapatas), reduciendo el período de incubación extrínseco y ampliando la transmisión de enfermedades.	Se observa la expansión geográfica de enfermedades como dengue, Zika y malaria, con brotes epidémicos en áreas antes poco afectadas; los riesgos para la salud se intensifican ante eventos climáticos extremos.
Desigualdad y Efecto de Dilución	La pérdida de biodiversidad y la reducción de la diversidad de hospedadores (efecto de dilución) incrementan el riesgo de transmisión de patógenos, pues la menor competencia	Las comunidades con menos diversidad biológica se ven expuestas a un mayor contagio de infecciones zoonóticas y

Categoría	Descripción	Implicaciones para la Salud y los Ecosistemas
	natural permite que estos se propaguen más fácilmente en poblaciones sensibles.	enfermedades infecciosas, lo cual agrava las disparidades en salud.
Integración del Enfoque One Health	El enfoque One Health subraya la conexión intrínseca entre la salud humana, animal y ecosistémica. La incorporación de principios de justicia ambiental en este marco permite abordar las desigualdades en la distribución de riesgos y recursos ambientales.	Favorece políticas integradas que promuevan la equidad y la resiliencia, garantizando mejores condiciones de vida en comunidades vulnerables y fortaleciendo la capacidad de respuesta ante emergencias.
Planificación Urbana e Infraestructura	Los cambios en la planificación urbana, caracterizados por la segregación y falta de espacios verdes, se traducen en entornos con mayores niveles de contaminación y temperaturas elevadas, afectando la calidad de vida de sus habitantes.	Las zonas con menor acceso a áreas verdes y recursos adecuados experimentan mayores índices de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y estrés por calor, aumentando la vulnerabilidad urbana.
Participación y Educación Ambiental	La inclusión de saberes ancestrales y la promoción de la educación ambiental permiten empoderar a las comunidades, mejorar la participación ciudadana y fomentar prácticas de consumo responsable, orientadas hacia la equidad y la sostenibilidad.	Contribuye a la reducción de riesgos ambientales y a la mejora de la salud pública mediante una mayor conciencia y compromiso social, generando cambios en políticas y comportamientos.
Cooperación Internacional y Financiamiento	La colaboración entre gobiernos, instituciones académicas y organizaciones internacionales resulta esencial para financiar y ejecutar políticas de mitigación y adaptación que aborden tanto la salud como el medio ambiente.	Facilitar el desarrollo de iniciativas globales y locales que integren la gestión ambiental con la salud pública, promoviendo inversiones en infraestructura sostenible y tecnología para la vigilancia epidemiológica.

Elaboración propia.

Conclusiones

- Destaca la articulación salud-ambiente en el marco del tema analizado.
- Las intervenciones deben considerar co-beneficios sanitarios y ambientales y priorizar a poblaciones vulnerables.
- Es clave fortalecer vigilancia, comunicación de riesgos y evaluación de impacto para mejora continua.

Ejercicio 10

Diseño de una Propuesta de Políticas de Justicia Ambiental para la Salud Pública

Objetivo:

Analizar los fundamentos históricos y actuales de la Justicia Ambiental y elaborar una propuesta de política pública que aborde las desigualdades en la exposición a riesgos ambientales, con especial énfasis en su impacto en la salud de las comunidades vulnerables.

Instrucciones:

Lectura y análisis individual:

Lea detenidamente la introducción sobre Justicia Ambiental, la cual define el concepto, su evolución histórica, las implicaciones para la salud humana y los ecosistemas. Preste especial atención a cómo las prácticas segregacionistas (por ejemplo, el redlining) han influido en las condiciones ambientales y sanitarias de las comunidades marginadas.

Formulación de la propuesta:

Contextualización: Redacte un breve resumen (150-200 palabras) en el que explique la importancia de integrar la Justicia Ambiental en la formulación de políticas de salud pública. En su resumen, destaque la relación entre degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y disparidades en la calidad de vida.

.....
.....
.....
.....

Propuesta de políticas:

En un documento breve (300-400 palabras), elabore una propuesta de políticas públicas para una ciudad o región de su elección, que incluya al menos los siguientes elementos:

- Estrategias para mejorar el acceso a espacios verdes y la calidad del aire en zonas de bajos ingresos.
- Medidas para garantizar un entorno urbano que reduzca la exposición a contaminantes (por ejemplo, limitación de industrias altamente contaminantes en áreas residenciales).

- Mecanismos para fomentar la participación ciudadana y la educación ambiental en comunidades vulnerables.
- Establezca la integración de la Justicia Ambiental en los planos de desarrollo urbano y salud pública, en colaboración con los sectores de vivienda, transporte y medio ambiente.

.....
.....
.....
.....

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahdoot, S., Pacheco, S. E., & COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH (2015). *Global Climate Change and Children's Health. Pediatrics*, 136(5), e1468-e1484. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3233>
- Barker, D. J. P. (2004). Los orígenes del desarrollo de las enfermedades en adultos . *Revista del Colegio Americano de Nutrición*, 23 (6 Supl.), 588S-595S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719428>
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., Delatte, H., Grech, M. G., Leishman, P. T., Maciel-de-Freitas, R., Styer, L. M., Smith, D. L., Scott, T. W., Gething, P. W., & Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites & vectors*, 6, 351. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>
- Braithwaite, J., Tran, Y., Fisher, G. et al. Desempeño del sistema de salud en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático y el estado de desarrollo en 38 países de la OCDE. *Sci Rep* 15, 5101 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89485-0>
- Bullard, RD (2000). *Dumping in Dixie: Raza, clase y calidad ambiental*, Tercera edición (3.ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429495274>
- Calderón-Garcidueñas, L., Kavanaugh, M., Block, M., D'Angiulli, A., Delgado-Chávez, R., Torres-Jardón, R., González-Maciel, A., Reynoso-Robles, R., Osnaya, N., Villarreal-Calderon, R., Guo, R., Hua, Z., Zhu, H., Perry, G., & Diaz, P. (2012). Neuroinflammation, hyperphosphorylated tau, diffuse amyloid plaques, and down-regulation of the cellular prion protein in air pollution exposed children and young adults. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*, 28(1), 93-107. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-110722>
- Caminade, C., McIntyre, K. M., & Jones, A. E. (2019). Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436(1), 157-173. <https://doi.org/10.1111/nyas.13950>
- Carvajal, T. M., Viacrusis, K. M., Hernandez, L. F. C., Ho, H. T., Amalin, D. M. y Watanabe, K. (2018). Métodos de aprendizaje automático revelan el patrón temporal de la incidencia del dengue asociado con el clima en la zona metropolitana de Manila, Filipinas. *BMC Infectious Diseases*, 18 (1), 183. <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3066-0>
- Coalson, J. E., Anderson, E. J., Santos, E. M., Madera García, V., Romine, J. K., Luzingu, J. K., Domingue, B., Richard, D. M., Little, A. C., Hayden, M. H., & Ernst, K. C. (2021). La compleja relación epidemiológica entre las inundaciones y los brotes humanos de enfermedades transmitidas por mosquitos: una revisión exploratoria. *Perspectivas de salud ambiental*, 129(9), CID: 096002. <https://doi.org/10.1289/EHP8887>

- Cunningham, A. A., Daszak, P., & Wood, J. L. N. (2017). One Health, emerging infectious diseases and wildlife: two decades of progress? *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 372(1725), 20160167. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0167>
- Crouse, D. L., Pinault, L., Balram, A., Hystad, P., Peters, P. A., Chen, H., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Ménard, R., Robichaud, A., & Villeneuve, P. J. (2017). Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study. *The Lancet. Planetary health*, 1(7), e289-e297. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30118-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30118-3)
- Dancause, KN, Laplante, DP, Hart, KJ, O'Hara, MW, Elgbeili, G., Brunet, A. y King, S. (2015). El estrés prenatal debido a un desastre natural predice la adiposidad en la infancia: El Estudio de las Inundaciones de Iowa . *Journal of Obesity*, 2015, 570541. <https://doi.org/10.1155/2015/570541>
- Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife--threats biodiversity and human health. *Science (New York, N.Y.)*, 287(5452), 443-449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>
- Dolci, G., Santacruz Varela, J., Contrera Toro, I. F., Yorio Nieto, M. A., Pichs García, L. A., Zambrana Ávila, G. W., et al. (2019). Formación de médicos generales en América Latina: Un reto para la salud universal. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 43 , e83. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.83>
- Estrategia mundial de la OMS sobre salud, medio ambiente y cambio climático 2020-2030. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005105>
- Galavíz-Parada, J. Diego, Vega-Villasante, Fernando, Marquetti, María del Carmen, Guerrero-Galván, Saúl, Chong-Carrillo, Olimpia, Navarrete Heredia, José L., & Cupul-Magaña, Fabio G.. (2019). Efecto de la temperatura y salinidad en la eclosión y supervivencia de *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) procedentes del occidente de México. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 71(2), . Epub 30 de septiembre de 2019. Recuperado en 19 de abril de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602019000200003&lng=es&tlng=es
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R. y Pauleit, S. (2007). Adaptación de las ciudades al cambio climático: El papel de la infraestructura verde. *Entorno Construido*, 33 (1), 115-133. <https://doi.org/10.2148/BENV.33.1.115>
- Grove, J. M., Locke, D. H., & O'Neil-Dunne, J. P. (2014). An ecology of prestige in New York City: examining the relationships among population density, socio-economic status, group identity, and

- residential canopy cover. *Environmental management*, 54(3), 402-419.
<https://doi.org/10.1007/s00267-014-0310-2>
- Haines, A., & Ebi, K. (2019). The imperative for climate action to protect health. *The New England Journal of Medicine*, 380(3), 263-273.
<https://doi.org/10.1056/NEJMr1807873>
 - Helo Sarmiento J, Melo O, Ortiz-Alvarado L, Pantoja Vallejos C, Reyes-Mandujano IF. Economic impacts associated with the health effects of climate change in South America: a scoping review. *Lancet Reg Health Am.* 2023 Sep 27; 26:100606. PMID: 37876671; PMCID: PMC10593565 <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100606>
 - Hernández-Duarte, W. A., Guerrero-Calderon, D. P., Duarte-Gómez, W. J., Fonseca-Paipa, A. N., Rodríguez-Muñoz, M., Tellez-Morales, M. A., et al. (2024). Health conditions in land transport workers and climate change: Exploratory systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 22(2), e20241268. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2024-1268>
 - Herrmann, Alina et al. (2022) Integrar la salud planetaria en las directrices clínicas para transformar de forma sostenible la atención sanitaria. *The Lancet Planetary Health*, Volumen 6, Número 3, e184-e185 [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00041-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00041-9/fulltext)
 - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Summary for policymakers. En H. Lee & J. Romero (Eds.), *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-34). IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
 - Instituto Nacional para la Excelencia en la Salud y la Atención (2021). Desarrollo de las directrices NICE: Integración de la sostenibilidad ambiental (Proceso y métodos [PMG20]). <https://www.nice.org.uk/process/pmg20/resources/developing-nice-guidelines-integrating-environmental-sustainability-pdf-8778544229>
 - IPBES (2019): Informe de evaluación global sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos. ES Brondizio, J. Settele, S. Díaz y HT Ngo (editores). Secretaría de la IPBES, Bonn, Alemania. 1148 páginas. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
 - Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K. E., Mitchell, C. E., Myers, S. S., Bogich, T., & Ostfeld, R. S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468(7324), 647-652. <https://doi.org/10.1038/nature09575>

- King, S., Dancause, K., Turcotte-Tremblay, A. M., Veru, F., & Laplante, D. P. (2012). Using natural disasters to study the effects of prenatal maternal stress on child health and development. *Birth defects research. Part C, Embryo today: reviews*, 96(4), 273-288. <https://doi.org/10.1002/bdrc.21026>
- Kline, Madeleine, Julia Malits, Natalie Baker, Hugh Shirley, Ben Grobman, William Callison, Stephen Pelletier, Kari Nadeau, David Jones, y Gaurab Basu. 2024. "Climate Change, Environment, and Health: The implementation and initial evaluation of a longitudinal, integrated curricular theme and novel competency framework at Harvard Medical School". *PLOS Climate* 3:e0000412. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000412>
- La revista Lancet, Editorial. Salud y cambio climático: cómo hacer que el vínculo sea importante *The Lancet*, Volumen 394, Número 10211, 1780. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00041-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00041-9/fulltext)
- Lafortune, S., Laplante, D. P., Elgbeili, G., Li, X., Lebel, S., Dagenais, C., & King, S. (2021). Effect of Natural Disaster-Related Prenatal Maternal Stress on Child Development and Health: A Meta-Analytic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(16), 8332. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168332>
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Lancet Physical Activity Series Working Group (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet (London, England)*, 380(9838), 219-229. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
- Lee, A. C., & Maheswaran, R. (2011). The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of public health (Oxford, England)*, 33(2), 212-222. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdq068>
- Limaye, V. S. , Max, W. , Constible, J. y Knowlton , K. (2019). Estimación de los costos para la salud de 10 eventos sensibles al clima en EE. UU. durante 2012. *GeoHealth*, 3 (9), 245-265. <https://doi.org/10.1029/2019GH000202>
- MacNeill, A. J., McGain, F. y Sherman, J. D. (2021). Hospitales de cero emisiones netas: Un llamado a la acción climática en la atención médica. *The Lancet Planetary Health*, 5 (2), e66-e68. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30302-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30302-9)
- MacNeill, A. J., McGain, F., & Sherman, J. D. (2021). Planetary health care: a framework for sustainable health systems. *The Lancet. Planetary health*, 5(2), e66-e68. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00005-X)

- Manyazewal, T., et al. (2023). Mapeo de ecosistemas de salud digital en África: Un enfoque innovador. *npj Digital Medicine*, 6, 97. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00839-2>
- Markov, D. E. (2025). La necesidad de integrar la Salud Planetaria en la educación superior en salud en América Latina. *SciComm Report*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.32457/scr.v5i1.2816>
- Medina-Ramón, M., y Schwartz, J. (2008). Temperatura, temperaturas extremas y mortalidad: Un estudio de aclimatación y modificación de efectos en 50 ciudades de EE. UU. *Medicina Ocupacional y Ambiental*, 65 (1), 15-21. <https://doi.org/10.1136/oem.2007.034175>
- Mohai, P., Pellow, D., y Roberts, J. T. (2009). Justicia ambiental. *Revista Anual de Medio Ambiente y Recursos*, 34 , 405-430. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-082508-094348>
- Mohd Tohit, NF, Aidid, EM, y Haque, M. (2024). Cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores: Una revisión exploratoria de los impactos ecológicos y en la salud pública. *Revista de Ciencias Médicas de Bangladesh*, 23 (4), 915-933. <https://doi.org/10.3329/bjms.v23i4.76500>
- Morin, C. W., Comrie, A. C., & Ernst, K. (2013). Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environmental health perspectives*, 121(11-12), 1264-1272. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>
- Murray, MH, Buckley, J., Byers, KA, Fake, K., Lehrer, EW, Magle, SB, Stone, C., Tuten, H. y Schell, CJ (2022). Una Salud para Todos: Promover la salud humana y de los ecosistemas en las ciudades mediante la integración de una perspectiva de justicia ambiental. *Revisión anual de ecología, evolución y sistemática* , 53 , 403-426. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102220-031745>
- Mysterud, A., Easterday, WR, Stigum, VM, Aas, AB, Meisingset, EL y Viljugrein, H. (2016). Aparición contrastante de la enfermedad de Lyme en distintos ecosistemas. *Nature Communications*, 7, 11882. <https://doi.org/10.1038/ncomms11882>
- Nardone, A., Rudolph, K. E., Morello-Frosch, R., & Casey, J. A. (2021). Redlines and Greenspace: The Relationship between Historical Redlining and 2010 Greenspace across the United States. *Environmental health perspectives*, 129(1), 17006. <https://doi.org/10.1289/EHP7495>
- Nardone, A., Casey, J. A., Morello-Frosch, R., Mujahid, M., Balmes, J. R., & Thakur, N. (2020). Associations between historical residential redlining and current age-adjusted rates of emergency department visits due to asthma across eight cities in California: an ecological study. *The Lancet*.

Planetary health, 4(1), e24-e31. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30241-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30241-4)

- Nesbitt, L., Meitner, MJ, Girling, C., Sheppard, SRJ y Lu, Y. (2019). ¿Quién tiene acceso a la vegetación urbana? Un análisis espacial de la equidad verde distributiva en 10 ciudades de EE. UU. Paisaje y Planificación Urbana, 181, 51-79. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.007>
- Nowak, DJ, Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M. y Pasher, J. (2022). Eliminación de la contaminación atmosférica por los bosques urbanos en Canadá y su efecto en la calidad del aire y la salud humana. Urban Forestry & Urban Greening, 77, 127741. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127741>
- Omrani, O. E., Dafallah, A., Paniello Castillo, B., Amaro, B. Q. R. C., Taneja, S., Amzil, M., Sajib, M. R. U., & Ezzine, T. (2020). Envisioning planetary health in every medical curriculum: An international medical student organization's perspective. Medical teacher, 42(10), 1107-1111. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1796949>
- Organización Mundial. (2021) . Trabajando juntos por equidad y poblaciones más sanas. Organización Mundial de la Salud. . <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/372714/9789240067530-eng.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial (2021). Estado del Clima Mundial 2021 (OMM-N.º 1287). https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10927
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Calidad y salud del aire ambiente (exterior) [Hoja informativa]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health>
- OMS. (2020). Marco operativo para la construcción de sistemas de salud resilientes al clima https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/189951/9789241565073_eng.pdf#page=14
- Organización Mundial de la Salud (2020). Calidad del aire ambiental (exterior) y salud. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Orientaciones de la OMS para proteger la salud frente al cambio climático mediante la planificación de la adaptación de la salud [WHO guidance to protect health from climate change through health adaptation planning]. Ginebra: OMS. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- Organización Mundial de la Salud. (2018). Cambio climático y salud [Hoja informativa]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2018 Informe Especial COP24: Salud y Cambio Climático - ver capítulo 3 «Infraestructura sanitaria resiliente». <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514972>
- Ostfeld, RS y LoGiudice, K. (2003). Desintegración comunitaria, pérdida de biodiversidad y erosión de un servicio ecosistémico. *Ecología*, 84 (5), 1421-1427. <https://doi.org/10.1890/02-3125>
- Pacheco, S. E. (2020). Los efectos catastróficos del cambio climático en la salud de los niños comienzan antes del nacimiento. *Revista de investigación clínica*, 130 (2), 562-564. <https://doi.org/10.1172/JCI135005>
- Pagalan, L., Bickford, C., Weikum, W., Lanphear, B., Brauer, M., Lanphear, N., Hanley, G. E., Oberlander, T. F., & Winters, M. (2019). Association of Prenatal Exposure to Air Pollution with Autism Spectrum Disorder. *JAMA pediatrics*, 173(1), 86-92. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.3101>
- Pérez, Frederico, María Pasionaria Blanco Centurión, Juliana Monteiro Bastos da Silva, y Ana Laura Brandão. 2023. "Mapeo de la formación en salud pública en América Latina: perspectivas para las instituciones formadoras". *Rev Panam Salud Publica* 47 (e25). <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.25>
- Rivas Gutiérrez, J., Gracia Cortés, M. del C., & Gómez Bañuelos, JR (2023). Los plásticos y el daño a la salud de los seres vivos y los ecosistemas. *Biocenosis*, 34 (1), 93-103. <https://doi.org/10.22458/rb.v34i1.4828>
- Rohr, JR, Dobson, AP, Johnson, PTJ, Kilpatrick, AM, Paull, SH, Raffel, TR, et al. (2011). Fronteras en la investigación del cambio climático y las enfermedades . *Tendencias en Ecología y Evolución*, 26 (. Tendencias 6), 270-277 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.002>
- Roseboom, T. J., Painter, R. C., van Abeelen, A. F., Veenendaal, M. V., & de Rooij, S. R. (2011). Hungry in the womb: what are the consequences? Lessons from the Dutch famine. *Maturitas*, 70(2), 141-145. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.06.017>
- Sabaté, J., & Soret, S. (2014). Sustainability of plant-based diets: back to the future. *The American journal of clinical nutrition*, 100 Suppl 1, 476S-82S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071522>
- Sallis, J. F., Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Frank, L. D., Pratt, M., Salvo, D., Schipperijn, J., Smith, G., Cain, K. L., Davey, R., Kerr, J., Lai, P. C., Mitáš, J., Reis, R., Sarmiento, O. L., Schofield, G., Troelsen, J., Van Dyck, D., De Bourdeaudhuij, I., ... Owen, N. (2016). Physical activity in relation

- to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. *Lancet* (London, England), 387(10034), 2207-2217. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01284-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01284-2)
- Schlosberg, D., y Collins, LB (2014). De la justicia ambiental a la justicia climática: El cambio climático y el discurso de la justicia ambiental. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cambio Climático*, 5 (3), 359-374. <https://doi.org/10.1002/wcc.275>
 - Segala, FV, Guido, G., Stroffolini, G., Masini, L., Cattaneo, P., Moro, L., Motta, L., Gobbi, F., Nicastri, E., Vita, S., Iatta, R., Otranto, D., Locantore, P., Occa, E., Putoto, G., Saracino, A., & Di Gennaro, F. (2025). Perspectivas sobre la crisis ecológica y climática: infecciones emergentes que amenazan la salud humana. *Acta Trópica*, 262 , 107531. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2025.107531>
 - Shrestha, P., Nukala, S. K., Islam, F., Badgery-Parker, T., y Foo, F. (2024). Los cobeneficios de las estrategias de mitigación del cambio climático en la salud cardiovascular: Una revisión sistemática. *The Lancet Regional Health - Western Pacific*, 48, 101098. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2024.101098>
 - Shukla, A., Bunkar, N., Kumar, R., Bhargava, A., Tiwari, R., Chaudhury, K., Goryacheva, I. Y., & Mishra, P. K. (2019). Air pollution associated with epigenetic modifications: Transgenerational inheritance and underlying molecular mechanisms. *The Science of the total environment*, 656, 760-777. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.381>
 - Smith, K., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J., Revich, B., Sauerborn, R., Aranda, C., BERRY, H. y BUTLER, C. (2014). Salud humana: impactos, adaptación y cobeneficios . En CB Field, V. Barros y DJ Dokken (Eds.), *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Parte A: Aspectos globales y sectoriales. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (1.ª ed., págs. 709-754). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf
 - Steinhäuser, KG, Von Gleich, A., Große Ophoff, M. y Körner, W. (2022). La necesidad de un marco global vinculante para la gestión sostenible de productos químicos y materiales: interacciones con el clima y la biodiversidad. *Química sostenible* , 3 (2), 205-237. <https://doi.org/10.3390/suschem3020014>
 - Tamosiunas, A., Grazuleviciene, R., Luksiene, D., Dedele, A., Reklaitiene, R., Baceviciene, M., Vencloviene, J., Bernotiene, G., Radisauskas, R., Malinauskiene, V., Milinaviciene, E., Bobak, M., Peasey, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). Accessibility and use of urban green

spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study. *Environmental health: a global access science source*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-20>

- Tozan, Y., Sjödin, H., Muñoz, Á. G., & Rocklöv, J. (2020). Transmission dynamics of dengue and chikungunya in a changing climate: do we understand the eco-evolutionary response? *Expert review of anti-infective therapy*, 18(12), 1187-1193. <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1794814>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., ... Strauss, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Unicef. (2024). Tema relacionado con WASH: agua, saneamiento e higiene. Disponible en: <https://www.unicef.org/wash>
- UNICEF. 2014 Los desafíos del cambio climático: los niños en la primera línea - ver sección 4 «Infraestructura y servicios adaptados a la infancia». <https://www.unicef.org/media/49966/file/Challenges-of-Climatic-Change-2014.pdf>
- Yglesias-González, M., Rojas-Rueda, D., Vinuela-Veloz, A., Bacchetta, C., Hermida, P., Bensimon, M., & Haines, A. (2022). Respuesta Código Rojo para la Salud en América Latina y el Caribe: Mejorar la salud de las personas mediante la acción climática. *The Lancet Regional Health - Americas*, 11, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100248>
- Watts, Nick, et al (2019) El informe de 2019 de The Lancet Countdown sobre la salud y el cambio climático: garantizar que la salud de un niño que nace hoy no esté definida por un clima cambiante. *The Lancet*, Volumen 394, Número 10211, 1836-1878. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(19\)32596-6/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(19)32596-6/abstract)
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet (London, England)*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Eze, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., Soucat, A., ... Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The

Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. Lancet (London, England), 386(10007), 1973-2028.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)

Shirley Galibia SANCHEZ APOLO

ORCID: 0000-0003-1721-7751

ssanchez@utmach.edu.ec

Doctora en Medicina y Cirugía. Universidad de Cuenca. Ecuador

Máster en Docencia Universitaria. Universidad Internacional Iberoamericana.
México.

Magíster en Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
Universidad La República. Chile.

Máster en Prevención de Riesgos Laborales. Universidad Europea de Madrid.
España.

Diplomado en Medicina Legal y Ciencias Forenses. Universidad Ricardo Palma.
Perú.

Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión de Calidad. Universidad Benito
Juárez. México.

Diplomado en Nutrición y Dietética. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

Diplomado en Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación. Universidad Técnica
de Machala. Ecuador.

Docente en Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

ISBN: 978-9942-33-996-6



Compás
capacitación e investigación