

LO QUE SABEMOS

REALIDAD, RIESGOS Y RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO



ADVANCING SCIENCE. SERVING SOCIETY

EL PANEL DE CLIMATOLOGÍA DE AAAS

Mario Molina (Presidente)

University of California, San Diego y Scripps Institution of Oceanography

James McCarthy (Copresidente)

Harvard University

Diana Wall (Copresidente)

Colorado State University

Richard Alley

Pennsylvania State University

Kim Cobb

Georgia Institute of Technology

Julia Cole

University of Arizona

Sarah Das

Woods Hole Oceanographic Institution

Noah Diffenbaugh

Stanford University

Kerry Emanuel

Massachusetts Institute of Technology

Howard Frumkin

University of Washington

Katharine Hayhoe

Texas Tech University

Camille Parmesan

University of Texas, Austin y University of Plymouth, UK

Marshall Shepherd

University of Georgia

Para mayor información sobre el panel y la iniciativa, visite:

whatwewknow.aaas.org



ADVANCING SCIENCE. SERVING SOCIETY

La abrumadora evidencia de cambio climático provocado por los humanos documenta tanto los impactos actuales con significativos costos como los extraordinarios riesgos futuros para la sociedad y los sistemas naturales. La comunidad científica ha convocado conferencias, publicado reportes, ha hablado en foros y proclamado, a través de declaraciones por parte de prácticamente cada academia científica nacional y principal organización científica pertinente — incluyendo la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia — que el cambio climático pone el bienestar de la gente de todas las naciones en riesgo.

Las encuestas muestran que muchos estadounidenses piensan que el cambio climático es aún un tema de significativo desacuerdo científico.¹ Por consiguiente, es importante y cada vez más urgente que el público sepa que ahora hay un alto nivel de acuerdo entre climatólogos en que el cambio climático causado por los humanos es real. Además, pese a que el público está dándose cuenta de que el cambio climático incrementa la probabilidad de ciertos desastres locales, mucha gente aún no entiende que hay una pequeña, pero real posibilidad de cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles con impactos altamente perjudiciales para la gente en Estados Unidos y alrededor del mundo.

No es el propósito de este documento explicar por qué se ha dado esta desconexión entre el conocimiento científico y la percepción del público. Tampoco buscamos proveer otra revisión extensiva de la evidencia científica sobre el cambio climático. En cambio, presentamos tres mensajes clave sobre cambio climático para cada estadounidense:

1. Climatólogos concuerdan: El cambio climático está sucediendo aquí y ahora.

Con base en evidencia bien establecida, alrededor de 97% de los climatólogos ha concluido que el cambio climático causado por los humanos está sucediendo. Este acuerdo está documentado no solo por un estudio individual, sino por un flujo convergente de evidencia durante las pasadas dos décadas, de encuestas a científicos, análisis de contenido de estudios de revisión por pares y declaraciones públicas emitidas por prácticamente cada organización de membresía científica experta en este campo. La temperatura global promedio ha aumentado alrededor de 1.4° F durante los

pasados 100 años. El nivel del mar está elevándose y algunos tipos de eventos extremos —como olas de calor y eventos de gran precipitación— están sucediendo con mayor frecuencia. Recientes hallazgos científicos indican que el cambio climático es probablemente responsable del aumento en la intensidad de varios de estos eventos en años recientes.

2. Estamos en riesgo de empujar nuestro sistema climático hacia cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles con impactos altamente perjudiciales.

El clima en la Tierra está en camino hacia un calor más allá de la gama de lo que se había experimentado a lo largo de los pasados millones de años.² El rango de incertidumbre para el calentamiento a lo largo de la vía actual de emisiones es lo suficientemente ancho para abarcar consecuencias masivamente perjudiciales para las sociedades y los ecosistemas: Conforme las temperaturas globales se elevan, hay un riesgo real, no importa cuán pequeño, de que una o más partes críticas del sistema climático de la Tierra experimentarán cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles. Es inquietante que los científicos no saben qué tanto calentamiento es requerido para desencadenar tales cambios al sistema climático.

3. Conforme más rápido actuemos, más bajo el riesgo y el costo. Y hay mucho que podemos hacer.

Esperar en vez de actuar inevitablemente aumentará los costos, intensificará los riesgos y bloqueará opciones para abordar el riesgo. El CO₂ que producimos se acumula en la atmósfera por décadas, siglos y más. No es como la contaminación del smog o desperdicios en nuestros lagos y ríos, en donde los niveles responden rápidamente

a los efectos de políticas seleccionadas como blanco. Los efectos de las emisiones del CO₂ no pueden ser revertidas de una generación a la siguiente hasta que no haya una manera rentable, a gran escala para eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera. Además, a medida que las emisiones continúan y el calentamiento aumenta, el riesgo se incrementa.

Si llevamos a cabo decisiones informadas ahora, podemos reducir riesgos para generaciones futuras y para nosotros mismos y ayudar a las comunidades a adaptarse al cambio climático. La gente ha respondido con éxito a otros retos ambientales importantes como la lluvia ácida y el agujero de ozono con beneficios más grandes que los costos; y los científicos trabajando con los economistas entienden que hay maneras para manejar los riesgos del cambio climático al tiempo que se balancea la prosperidad económica actual y futura.

Como científicos no es nuestro papel decirle a la gente lo que debería hacer o lo que debe creer sobre la creciente amenaza del cambio climático. Pero consideramos que es nuestra responsabilidad como profesionales asegurar, en la mejor de nuestras capacidades, que la gente entienda lo que sabemos: El cambio climático causado por los humanos está sucediendo; enfrentamos riesgos de cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles; y responder ahora reducirá el riesgo y el costo de actuar.

I. REALIDAD CLIMÁTICA

A. Los climatólogos concuerdan: Los humanos están impulsando el cambio climático.

En 2013, solo 42% de los adultos estadounidenses entendió que “la mayoría de los científicos piensan que el calentamiento global está sucediendo” y 33% dijo, “...hay mucho desacuerdo entre científicos sobre si el calentamiento global está sucediendo o no”. Veinte por ciento dijo “no saber suficiente para decir”.¹

Inclusive los estadounidenses que han llegado a reconocer que el cambio climático está ocurriendo saben que hay límites en su capacidad para emitir este juicio a partir de sus propias experiencias. Podría parecer que está lloviendo más o menos a menudo, que es más caluroso que de costumbre, o que hay más tormentas que en el pasado. Pero, ¿es esto un verdadero cambio climático o solo variación natural? ¿Puede un invierno particularmente frío o nevado como el experimentado en el este de Estados Unidos en 2013 y 2014, o variaciones en la tasa de cambio de temperatura de la superficie global poner en duda el

Muchos estadounidenses creen que los científicos están en desacuerdo. Con base en evidencia bien establecida, alrededor de 97% de los climatólogos han concluido que los humanos están cambiando el clima.

calentamiento global? Si el clima está cambiando, ¿son las actividades humanas responsables, o está siendo causado por factores naturales?

Los estadounidenses recurren a los expertos en busca de dirección. Si la gente cree que los expertos dudan sobre si el calentamiento global está sucediendo o no, no es de sorprender que ellos tendrán menos confianza en sus propias creencias. La percepción de desacuerdo entre los expertos tiene otras consecuencias para la gente norteamericana. La investigación muestra que los estadounidenses que creen que los expertos científicos están en desacuerdo sobre el cambio climático causado por los humanos son menos proclives a creer que est pueda tener serias consecuencias. No apreciar el consenso científico reduce el apoyo para dar una amplia respuesta social a los retos y riesgos que presenta el cambio climático.³

Entonces déjenos aclarar: Con base en evidencia bien establecida, alrededor de 97% de los climatólogos concluyen que los humanos están cambiando el clima.

Este acuerdo generalizado está documentado no solamente por un estudio individual sino por un flujo convergente de evidencia en las pasadas dos décadas de encuestas a científicos,^{4,5} análisis de contenido de literatura revisada por colegas,^{3,6} y de declaraciones públicas emitidas por prácticamente cada organización de membresía científica experta en este tema.⁷ La evidencia es abrumadora: Los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera están elevándose. Las temperaturas están subiendo. Las primaveras están llegando más temprano. Los mantos de hielo se están derritiendo. El nivel del mar está elevándose. Los patrones de lluvia y sequía están cambiando. Las ondas de calor están empeorando, al igual que la precipitación extrema. Los océanos se están acidificando.

La ciencia que vincula las actividades humanas con el cambio climático es análoga a la ciencia que relaciona el fumar con enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Médicos, científicos cardiovasculares, expertos en salud pública y otros, concuerdan con que fumar provoca cáncer. Y este consenso entre la comunidad de salud ha convencido a la mayoría de los estadounidenses que los riesgos a la salud por fumar son reales. Un consenso similar existe ahora entre los climatólogos, un consenso que mantiene que el cambio climático está ocurriendo y que la actividad humana es la causa. La Academia Nacional de las Ciencias, por ejemplo, dice que “el sistema de la Tierra se está calentando y que mucho de este calentamiento se debe muy probablemente a actividades humanas”.⁸

B. El cambio climático está ocurriendo ahora. Y se va a poner peor.

Sin importar dónde vivan, los estadounidenses están experimentando los efectos del cambio climático. Por supuesto, siempre han ocurrido eventos climáticos extremos de intensidad variada. Álbumes de fotos familiares, sabiduría tradicional de la comunidad y libros de historia recuentan las grandes tormentas, sequías e inundaciones que las comunidades han sufrido.

Contra este telón de fondo de variación natural, sin embargo, algo diferente está sucediendo. Los gases de efecto invernadero de fuentes hechas por el hombre como chimeneas y tubos de escape han alterado nuestro sistema climático. Los gases de efecto invernadero han súper cargado el clima, justo como los esteroides súper cargaron el bateo en el béisbol de las Grandes Ligas. Durante el curso de una temporada de béisbol en la era de los esteroides, presenciamos más —y más largos— cuadrangulares, aún

El cambio climático ya está ocurriendo. Más ondas de calor, mayor alza del nivel del mar y otros cambios con consecuencias para la salud humana, los ecosistemas naturales y la agricultura ya están ocurriendo en Estados Unidos y en el mundo entero. Estos problemas muy probablemente empeorarán en los próximos diez a veinte años y más allá.

cuando no podemos atribuir ningún cuadrangular específico a los esteroides. De manera similar, aún cuando no podemos atribuir un evento climático particular al cambio climático, algunos tipos de eventos extremos, como las ondas de calor, ahora son más frecuentes.

El clima extremo no es solo un concepto abstracto. Es una realidad que afecta a la gente en todo el país. En 2013, dos de tres estadounidenses dijeron que el clima en Estados Unidos ha sido peor en varios de los últimos años, doce puntos porcentuales más desde la primavera de 2012. Muchos (51%) dicen que el clima en su área local ha empeorado en varios de los últimos años. No sorprende entonces, que la brecha entre lo que sabemos como científicos (que los impactos del calentamiento global están aquí y ahora) y lo que perciben los estadounidenses, se está haciendo más angosta: Alrededor de seis de cada diez estadounidenses ya dicen que, “El calentamiento global está afectando el clima en EE. UU.”.⁹

La ciencia central del calentamiento global

Tras permanecer relativamente estable a aproximadamente 280 partes por millón (ppm) por milenio, el dióxido de carbono (CO₂) comenzó a elevarse en el siglo diecinueve cuando la gente quemaba combustibles en cantidades cada vez mayores. Esta tendencia al alza continúa hoy en día con las concentraciones que rompieron la marca de 400 ppm tan solo el año pasado. La tasa de incremento durante los pasados 100 a 150 años ha sido mucho más rápida que en otros periodos de la historia de la Tierra. El efecto de calentamiento del CO₂ y otros gases que atrapan calor está bien establecido y puede ser demostrado con simples experimentos científicos y observaciones satelitales. Sin el efecto “invernadero” natural de los gases en nuestra atmósfera, la Tierra sería un planeta congelado.

Además de los gases de efecto invernadero, muchas otras fuerzas pueden provocar cambios en el clima de la Tierra -- incluyendo la creación y destrucción de la corteza de la Tierra, el sendero tambaleante del planeta alrededor (e inclinado hacia) del sol, la variación en la generación de energía del sol, erupciones volcánicas, cambiantes corrientes oceánicas y cambios naturales en el CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Estos factores han impulsado al planeta a través de las eras de calor abrazador y mantos de hielo de una milla de grosor. Pero décadas de gases de efecto invernadero generados por los humanos son ahora la principal fuerza que conduce la dirección del cambio climático, aplastando los efectos de estos otros factores. Varios estudios muestran que los efectos combinados de

los propulsores naturales del clima no pueden explicar el incremento en la temperatura que ha sido observado en la pasada mitad del siglo.

Desde finales del siglo diecinueve, la temperatura promedio global de la Tierra se ha elevado alrededor de 1.4° F. Pese a que este podría parecer un pequeño cambio, la temperatura ha permanecido casi tan estable como aquella del cuerpo humano a lo largo del curso de la civilización occidental. Justo como una fiebre de 1.4° F sería vista como significativa en el cuerpo de un niño, un cambio similar en la temperatura de nuestra Tierra también presenta una preocupación para la sociedad humana.

La diferencia fue de alrededor de 9° F entre la última Edad de Hielo, cuando la mitad de América del Norte estuvo cubierta con un manto de hielo de una milla de grosor, y hoy en día. Sin embargo, mientras el calentamiento ha ocurrido a lo largo de miles de años, la atmósfera de hoy ya se ha calentado un 1.4° F en tan solo 100 años. La tasa de cambio de la temperatura proyectada para este siglo es mayor que la de cualquier periodo de calentamiento global extendido durante los pasados 65 millones de años. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático manifiesta que continuar por un camino de rápido incremento en el CO₂ atmosférico podría causar otros 4 a 8° F de calentamiento antes del año 2100.¹⁰

He aquí un breve resumen de algunos de los impactos del cambio climático que ya están ocurriendo y que aumentarán durante los años por venir:

Hielo Marino

El hielo marino ártico se ha reducido dramáticamente y la tasa de pérdida está acelerándose.¹¹ En septiembre de 2012, el hielo marino del verano ártico cayó un nuevo bajo récord hasta la mitad del promedio histórico — una pérdida en área casi el doble del tamaño de Alaska.¹²

Mantos de Hielo y Glaciares

El derretimiento de los mantos de hielo en Groenlandia y Antártica también se ha acelerado notablemente.¹³ Los glaciares siguen derritiéndose rápidamente, lo que contribuye a la elevación del nivel del mar y afecta también el suministro de agua para hasta mil millones de personas alrededor del mundo.¹⁴

Acidificación de los Océanos

Los océanos están absorbiendo mucho del CO₂ que las chimeneas y los tubos de escape emiten hacia la atmósfera. Como resultado, los océanos están acidificándose

rápidamente, con impactos tempranos ya documentados en organismos con conchas como las ostras. La tasa actual de acidificación es probablemente la más rápida en 300 millones de años.¹⁵

Impactos Ecológicos

Conforme el mundo se ha vuelto más caliente, varias de las plantas y los animales del mundo, en la tierra y en los océanos, han comenzado a moverse hacia los polos. Cuando es posible, algunas especies terrestres se están moviendo hacia arriba de las laderas de las montañas y las especies marinas se están moviendo hacia profundidades más bajas y latitudes más altas. Estos cambios están ocurriendo en cada continente y en cada océano.^{16, 17, 18} En algunos lugares, los cambios de temporada están dándose dos o tres semanas antes de lo que hacían hace tan solo unas cuantas décadas.¹⁹ Los organismos que no puedan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas — porque no pueden moverse lo suficientemente rápido o porque no tienen espacio — estarán en peores condiciones.

Las extinciones probablemente aumentarán en la medida en que el cambio climático se combine con otras presiones ambientales relacionadas con los humanos. Además, los impactos del cambio climático en los procesos de ecosistemas como la descomposición, la producción vegetal y el ciclo de nutrientes — procesos que determinan cuánto CO₂ derivado de combustibles fósiles continuarán almacenando la tierra y el océano en las décadas venideras — son en gran parte desconocidos.

Elevación del Nivel del Mar

El alza del nivel del mar también se ha acelerado, elevando las oleadas de tormenta y empujando agua salada hacia los acuíferos de los que dependen las comunidades costeras para obtener agua fresca y aumentando la extensión de las inundaciones costeras. Durante las últimas dos décadas, los niveles del mar se han elevado casi el doble de rápido que el promedio durante el siglo veinte.²⁰ La intrusión de agua salada puede ser vista en el sur de la Florida en donde el alza del nivel del mar está contribuyendo a la infiltración de agua salada en los pozos costeros.²¹

Inundaciones, Ondas de Calor y Sequías

El calentamiento global ha cambiado el patrón de precipitación a nivel mundial.²² Las inundaciones en la mitad norte del este de Estados Unidos, las Grandes Planicies, y sobre gran parte del Medio Oeste han estado aumentando,

especialmente en varias de las pasadas décadas. Estas tendencias de inundación regional en el noreste y en el Medio Oeste superior están ligadas a incrementos en la precipitación extrema y son consistentes con las tendencias mundiales motivadas por el cambio climático.²³ Al mismo tiempo, áreas como el suroeste de EE. UU. están experimentando más sequías que también son consistentes con patrones de cambio climático global proyectados por modelos climáticos como una consecuencia de crecientes niveles de CO₂.²⁴

Desde 1950, las ondas de calor en todo el mundo se han vuelto más largas y más frecuentes.²⁵ Un estudio indica que el área del mundo que ha sufrido temperaturas extremadamente calurosas en tiempo de verano se ha incrementado 50 veces y la huella del calentamiento global ha sido firmemente identificada en estas tendencias.²⁷ En Estados Unidos, las nuevas altas temperaturas récord ahora superan regularmente en número los nuevos bajos récords en una proporción de 2:1.²⁸

Incendios Forestales

El cambio climático ha amplificado la amenaza de los incendios forestales en varios lugares. En el oeste de los Estados Unidos, tanto el área quemada por los incendios forestales como la duración de la temporada de fuegos han aumentado sustancialmente en décadas recientes. Un derretimiento más temprano de la nieve de primavera y temperaturas de primavera y verano más elevadas, contribuyen a este cambio.²⁹ El cambio climático ha incrementado la amenaza de los “megaincendios,” grandes fuegos que queman proporcionalmente áreas más vastas.³⁰ El calentamiento también ha resultado en incendios forestales que invaden algunas regiones en las que habían estado ausentes en la historia reciente.³¹

Efectos en la Salud y el Bienestar

El trastorno climático ya está afectando la salud y el bienestar humanos en varias maneras y se espera que las amenazas a la salud se intensifiquen.³² Algunos de los impactos relativamente bien conocidos incluyen los efectos directos del calor y los efectos de otras condiciones climáticas como sequías, inundaciones y tormentas severas. Las ondas de calor causan muerte y enfermedad en residentes urbanos, ancianos, gente de escasos recursos y ciertos otros grupos especialmente vulnerables.³³ Mientras que las muertes y enfermedades relacionadas con el calor han disminuido en décadas recientes, gracias a mejores pronósticos, sistemas de alerta temprana, más

aire acondicionado, se espera que factores como el envejecimiento de la población aumenten la vulnerabilidad.³⁴ Las tormentas e inundaciones pueden lastimar y matar víctimas en el corto plazo, mientras que las consecuencias residuales podrían abarcar desde crecimiento de moho en edificios inundados (agravando el asma) y suministro de agua potable contaminada, a estrés postraumático y otros trastornos de salud mental.^{35, 36} Algunos contaminantes del aire aumentan con el cambio climático con el potencial de agravar enfermedades cardíacas y respiratorias. Algunos productos vegetales, como el polen de ambrosía, alcanzan mayores concentraciones durante periodos más largos cada año, afectando gente con alergias.^{37,38,39,40}

Los científicos han estudiado exhaustivamente el impacto del cambio climático sobre el riesgo de enfermedades infecciosas.⁴¹ El cambio climático afecta el ciclo de vida y la distribución de “vectores” que acarrean enfermedades —mosquitos, chinches y roedores, que transmiten enfermedades como el virus del Nilo Occidental, encefalitis equina, enfermedad de Lyme, fiebre maculosa de las Montañas Rocallosas y el Síndrome Pulmonar por Hantavirus.⁴² Hay incertidumbre sobre cómo el cambio climático afectará el riesgo de enfermedades infecciosas, porque varios factores, además del clima, afectan la propagación de la enfermedad. El rol del cambio climático en las gamas de enfermedades transmitidas por vectores en Estados Unidos, como la enfermedad de Lyme, el virus del Nilo Occidental y dengue, es un área activa de investigación.⁴³

Cambio Climático y Seguridad Nacional

Reportes recientes del Departamento de Defensa de EE. UU. (DOD, por sus siglas en inglés) y estudios de la Academia Nacional de las Ciencias han llamado la atención sobre las implicaciones del cambio climático actual y el futuro probable para la seguridad nacional de los EE. UU.⁴⁴ Ellos identifican preocupaciones costeras obvias en relación con la elevación del nivel del mar y otras ligadas a tormentas, disponibilidad de agua fresca y productividad agrícola alrededor del mundo. Por ejemplo: “El cambio climático podría tener impactos geopolíticos significativos alrededor del mundo, lo que contribuye a la pobreza, la degradación ambiental y la mayor debilitación de gobiernos frágiles. El cambio climático contribuirá a la escasez de alimento y agua, aumentará la propagación de enfermedades y podría incitar o exacerbar la migración masiva.”⁴⁵ En el contexto de otras dinámicas globales que dan lugar a inestabilidad política y tensiones sociales, los cambios en el clima son considerados potenciales multiplicadores de amenaza o

aceleradores de inestabilidad según la Junta de Asesoría Militar de la CNA (por sus siglas en inglés) — un panel de los líderes militares retirados de más alto rango de nuestra nación.⁴⁶ Además, los efectivos de seguridad nacional a menudo son los primeros en responder a nivel mundial a las necesidades humanitarias asociadas con desastres naturales incluyendo tifones, huracanes e inundaciones.

El cambio climático puede influenciar la competencia por recursos y pone nuevas cargas en economías, sociedades e instituciones gubernamentales. Los reportes señalan el hecho de que estas cargas pueden desencadenar violencia. Hay un creciente reconocimiento de que el desplazamiento de grandes números de personas por escasez de agua y fallida agricultura, como en la historia reciente de Siria, puede exacerbar tensiones que resultan en agitación civil. Funcionarios superiores y oficiales del DOD de EE. UU. ahora están hablando en público con regularidad sobre cómo un alza no disminuida en emisiones de gases de efecto invernadero podría añadir cargas adicionales a la infraestructura y capacidad de misión de nuestras fuerzas militares.⁴⁷

II. RIESGOS CLIMÁTICOS

Manejamos riesgo todos los días, a menudo sin pensar en ello. Nos abrochamos el cinturón de seguridad, aseguramos a nuestros hijos en sus asientos en el auto y compramos seguros para una multitud de posibilidades poco probables, pero serias, como perder nuestros hogares o pertenencias por robo, fuego o inundación. No pensamos que estas cosas ocurrirán, pero no podemos estar seguros de que no lo harán. Incertidumbre significa riesgo. Mucho de nuestro manejo de riesgo del día a día es reducir el peligro directamente. Por ejemplo, compramos automóviles con los últimos aparatos de seguridad y los usamos. Pero otra forma de manejar los riesgos es dispersándolos, como con los seguros. Esto ayuda con la recuperación si ocurre lo impensable.

Cuando estudiamos el cambio climático a largo plazo, enfrentamos estas mismas incertidumbres y riesgos. Las proyecciones del clima para el año 2100 (cuando muchos niños nacidos este año aún estarán vivos) dan un amplio rango de temperaturas plausibles. No tenemos certidumbre de si experimentaremos el extremo alto o bajo del rango de temperaturas, pero los riesgos de los malos resultados aumentan enormemente en el extremo alto de los escenarios del calentamiento.

En analogía, estamos actuando como gente que toma

Debido a los altos riesgos, es valioso entender no solo lo que es **más probable** que suceda, sino lo que **podría** suceder a nuestro clima. Existe la posibilidad de que las temperaturas se eleven mucho más y los impactos serán mucho peores de lo esperado. Lo que es más, conforme aumenta la temperatura global, se incrementa el riesgo de que una o más partes importantes del sistema climático de la Tierra experimenten cambios que podrían ser abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles, causando grandes daños y altos costos.⁴⁸

riesgos con su salud (e.g., con comportamientos como fumar o decisiones mediocres en cuanto a alimentos), pero que aún así espera vivir vidas largas, libres de enfermedades serias.

Para tomar decisiones sobre el manejo de un riesgo, consideramos la probabilidad de que un evento particular sucederá, las consecuencias de si ocurriera y el costo de acciones eficaces para prevenirlo. Estos son los mismos pasos que se consideran cuando se toman decisiones sobre cambio climático. El proceso comienza con entender los riesgos. ¿Qué probabilidad hay de que ocurran cambios climáticos extremos? — y si suceden, ¿Qué consecuencias enfrentaremos? ¿Cuánto costará prevenir el riesgo?

A. Escenarios de alto riesgo: las proyecciones del extremo alto

Cuando hay un margen de incertidumbre, las proyecciones del extremo alto representan riesgo de cola o riesgo de desastre, un concepto común en el mundo de las finanzas. Como la mayoría de la gente entiende, ninguna inversión es una cosa segura. Hay una gama de

posibilidades sobre cómo le irá a esa inversión. Uno podría perder todo lo invertido o ganar varias veces lo que se pagó, pero el resultado más probable es más cercano al medio entre estos extremos. Aunque la probabilidad de un resultado muy malo— o riesgo de cola— es pequeño, no puede ser ignorado. Es por eso que los asesores a menudo recomiendan en contra de invertir más de lo que uno puede darse el lujo de perder.

Con nuestra salud y bienestar futuros en juego, es cuestión de sentido común considerar los riesgos de cola del cambio climático como parte de los planes futuros. Considere el ejemplo de una comunidad costera en Florida. Hay tres futuros a considerar. Aún bajo el escenario más optimista (reducciones muy agresivas de los gases de efecto invernadero y derretimiento mínimo), se proyecta que el nivel del mar se elevará alrededor de un pie este siglo.⁴⁹ La proyección intermedia del trayecto actual es de alrededor de dos pies. Esta es una posibilidad bastante probable. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) estima la probabilidad de una elevación del nivel del mar de 2 a 3 pies para llegar a más de un 60%.⁵⁰ Pero la proyección de riesgo de cola como es vaticinado por la Evaluación Nacional del Clima de Estados Unidos ve a la comunidad lidiando con un alza del nivel del mar de cerca de 7 pies.⁵¹

A continuación vemos algunas de las proyecciones del extremo alto y riesgos de cola en los que incurrimos al seguir el camino actual para el CO₂ y otras emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de estas proyecciones se derivan de simulaciones por computadora de la Tierra y su sistema climático. Estos modelos aplican el mejor conocimiento que la ciencia ofrece sobre cómo funciona nuestro clima y cómo cambiará en el futuro. Varios de estos modelos existen y todos ellos han sido validados en diversos grados por su habilidad de reproducir cambios climáticos pasados.

Temperatura Global

Según el IPCC, dado el camino actual de las emisiones de carbono, el extremo alto del rango “probable” para el esperado aumento en la temperatura global es de alrededor de 8° F hacia fines del siglo.⁵² Esto es similar al calentamiento de alrededor de 9° F que puso fin a la última edad de hielo. Es importante recordar que el cambio de temperatura debido a las emisiones de CO₂ es esencialmente irreversible por cientos de años porque este CO₂ es eliminado de la atmósfera, pero muy lentamente por procesos naturales.⁵³

Inundaciones, Ondas de Calor y Sequías

Globalmente, si la sociedad sigue el escenario del extremo alto, se proyecta que los eventos de calor extremo que actualmente ocurren solo una vez cada veinte años, ocurrirán anualmente.⁵⁴ El calentamiento global también resultará en cambios en los patrones de precipitación y concentración de precipitación en aguaceros más fuertes—factores de riesgo críticos para inundación y sequía.

Nivel del Mar

Las proyecciones de la elevación del nivel del mar durante el próximo siglo varían considerablemente, con los escenarios del extremo alto produciendo un alza de hasta 6 o 7 pies para el 2100.^{55,56} Alrededor de 7 a 8 millones de personas en Estados Unidos viven a 6 pies de la línea de la marea alta local y el oleaje por tormenta puede extender la inundación más allá de la línea de la marea alta, como se vio en la Supertormenta Sandy.⁵⁷ Los eventos de inundación costera que en la actualidad ocurren una vez cada cien años ocurrirán con mucha más frecuencia, posiblemente tan a menudo como una vez al año para varias ubicaciones, lo que volverá a varias ciudades y comunidades inhabitables de ser así.⁵⁸

Las emisiones actuales de gases de efecto invernadero tendrán un impacto considerable en la elevación del nivel del mar más allá del año 2100. Además de impulsar el crecimiento del nivel del mar en el siglo veintiuno, las emisiones actuales podrían resultar en un alza del nivel del mar dramáticamente más elevado en el futuro distante, posiblemente más allá de los 16 pies, lo que es más alto que la elevación de varias ciudades grandes alrededor del mundo. Hay un ligero riesgo de que dicha gran elevación ocurrirá más rápido de lo esperado (ver abajo).⁵⁹

B. Abrupto cambio climático

La mayoría de las proyecciones del cambio climático presumen que cambios futuros — emisiones de gases de efecto invernadero, aumentos de temperaturas y efectos como alza del nivel del mar—sucederán de manera creciente. Una cantidad determinada de emisión resultará en una cantidad determinada de aumento de temperatura que resultará en una cantidad determinada suave elevación del nivel mar de manera incremental. Sin embargo, el registro geológico del clima refleja instancias en las que un cambio relativamente pequeño en un elemento del clima conllevó a cambios abruptos en el sistema en su conjunto. En otras palabras, empujar las temperaturas globales más allá de ciertos umbrales podría desencadenar cambios abruptos,

impredecibles y potencialmente irreversibles que tienen impactos masivamente perjudiciales y de gran escala. En ese punto, incluso si no añadimos CO₂ a la atmósfera, procesos potencialmente imparables son puestos en marcha. Podemos pensar en esto como una repentina falla en los frenos y la dirección del clima, en los que el problema y sus consecuencias no son algo que podamos controlar. En términos climáticos, cambio abrupto significa cambio que ocurre en periodos tan cortos como décadas o incluso años.⁶⁰

El riesgo de cambio climático abrupto es particularmente desafiante porque, aunque es posible, tenemos pocas mediciones históricas para guiar nuestro juicio sobre la probabilidad. El colapso financiero de 2008 fue un buen ejemplo de este tipo de riesgo. No teníamos historia de los bienes raíces entrelazados con los mercados financieros a la que recurrir y pocos expertos reconocieron los indicadores de riesgo que resultaron en enormes y rápidas consecuencias económicas. No sorprende que utilizáramos una metáfora de burbujas estallando para tales eventos financieros altamente perjudiciales. No reconocemos que estamos en uno —las cosas parecen estables, cuando de repente no lo están.

Si las emisiones humanas causan la elevación de las temperaturas hacia el extremo alto de nuestras proyecciones, aumentamos el riesgo de empujar partes de nuestro sistema climático más allá de ciertos umbrales que resultan en cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles a nuestro planeta y en impactos para estadounidenses y gente alrededor del mundo.

Algunos de los sistemas planetarios relacionados con el clima —tanto físicos como biológicos— que podrían desencadenar tales cambios abruptos para el planeta, si son empujados más allá de sus límites, incluyen: el colapso a gran escala del manto de hielo, el colapso de parte de la Corriente del Golfo, la muerte de la selva amazónica y la desaparición de los arrecifes de coral. Inquietantemente, hay una confianza baja en las estimaciones de los umbrales de temperatura que desatarían dichos cambios. Aunque algunos escenarios — como la alteración de la Corriente del Golfo/Circulación Meridional de Retorno del Atlántico (AMOC, por sus siglas en inglés) y la rápida liberación de metano del suelo marino — son considerados muy poco probables según esta investigación más reciente, esto no significa que su posibilidad ha bajado a cero.⁶¹ Dada la complejidad de estos sistemas y las incertidumbres sobre cómo responderán al calentamiento del alto extremo, podría haber sorpresas de las que aún

no estamos conscientes. Como dice el Reporte de la Academia Nacional de las Ciencias sobre Impactos Abruptos del Cambio Climático: “... ‘los dragones’ en el sistema climático aún podrían existir”.⁶²

Algunos escenarios potenciales de cambio climático incluyen:

Colapso de Ecosistemas

El cambio climático amenaza con el colapso de algunos ecosistemas y amplifica las presiones de extinción en las especies, que ya han elevado las tasas de extinción muy por encima de las tasas de fondo naturales.^{63,64,65} El índice de cambio climático actual podría ser tan rápido como cualquier periodo de calentamiento extendido durante los pasados 65 millones de años y se pronostica que se acelerará en las décadas venideras.⁶⁶ Cuando un cambio climático rápido es añadido a otras fuentes de presión de extinción como la acidificación de los océanos, el uso de la tierra, especies invasoras y/o explotación, es probable que las tasas de extinción resultantes posicionen a nuestra era entre un puñado de severas crisis de biodiversidad en el récord geológico de la Tierra.

Colapso del Hielo en el Mar Ártico

Las temperaturas árticas más cálidas han causado la rápida retracción del hielo del verano en el Ártico durante la pasada década, con consecuencias potencialmente grandes incluidos cambios en el clima y las condiciones del tiempo alrededor del hemisferio norte. Las proyecciones sugieren que el hielo marino del fin del verano podría desaparecer completamente en las décadas venideras.⁶⁷ La pérdida del hielo marino del Ártico tiene serias consecuencias para el sistema climático de la Tierra. El hielo marino del Ártico cubre una importante porción de la superficie del planeta y refleja la luz del sol de vuelta hacia el espacio que de otra manera calentaría al océano. La pérdida de hielo marino ártico crea un circuito de retroalimentación dado que el hielo perdido resulta en calentamiento adicional del océano. La pérdida de hielo tiene importantes efectos en el Ártico y podría tener efectos sobre los patrones del clima y se extendería a las latitudes más bajas.^{68,69}

Colapso del Manto de Hielo a Gran Escala

El derretimiento a gran escala, tanto de Groenlandia como de los Mantos de Hielo de la Antártica, incluye pérdidas a gran escala de hielo, que tiene el potencial de resultar en decenas de pies de elevación del nivel del mar. Aunque

se proyecta que no es probable que la mayoría de estas pérdidas ocurran antes del 2100, podríamos pasar el punto en que estas pérdidas serán puestas en marcha en las décadas por venir, con al menos una ligera probabilidad de que ya lo hayamos hecho.⁷⁰

En la Antártica, la inestabilidad del hielo marino/manto marino amenaza con pérdidas abruptas y grandes del Manto de Hielo de la Antártica Occidental (WAIS, por sus siglas en inglés) y porciones del Manto de Hielo de la Antártica Oriental. Cualquier pérdida de hielo significativa podría ser posiblemente irreversible durante miles de años. Simulaciones de calentamiento y pérdida de hielo durante periodos calurosos más tempranos de los pasados 5 millones de años indican que estas áreas pueden contribuir 23 pies de elevación del nivel marino.⁷¹

Algunos estudios indican que la pérdida de hielo abrupta e irreversible de WAIS es posible, pero la incertidumbre acerca del umbral es tal que no es posible decir qué alza en la temperatura es necesaria para desencadenar el colapso.⁷²⁻⁷³ Un cambio abrupto en el WAIS en este siglo es considerado posible, con una probabilidad desconocida pero quizás baja.⁷⁴ Recientemente se ha observado una aceleración de pérdida de hielo de WAIS y no es posible descartar o confirmar si estos cambios están asociados con la desestabilización de WAIS.⁷⁵

Desestabilización del Metano del Suelo Marino

El metano congelado en las plataformas poco profundas del Océano Ártico representa un circuito de retroalimentación poco probable, pero potencialmente fuerte en un clima que se está calentando. El metano es un gas de efecto invernadero de corta vida, pero potente. Aunque es probable que la liberación de estos depósitos, debido al calentamiento global, sea lenta y mitigada por la disolución en el mar, los depósitos son grandes y vulnerables al calentamiento esperado en el sendero de emisiones más altas.⁷⁶ La liberación de hidratos de metano ártico hacia la atmósfera podría incrementar más—quizá sustancialmente—el índice de calentamiento global.⁷⁷

Derretimiento del Permacongelamiento

La liberación de CO₂ y metano a partir del derretimiento del permacongelamiento en el Ártico representa otro circuito de retroalimentación crítico desencadenado por el calentamiento global. La cantidad de carbono almacenada en el permacongelamiento es la reserva más grande de carbono orgánico inmediatamente accesible en tierra.⁷⁸ Sin embargo, el calentamiento por retroalimentación positiva, debido

Conforme más nos tardemos en responder, más aumentarán los riesgos del cambio climático. Por el contrario, cuanto más rápido tomemos acción, mayores opciones tendremos para reducir el riesgo y limitar el costo humano y económico del cambio climático.

a la pérdida de carbono de los suelos congelados, por lo general no se encuentra en los principales modelos de cambio climático.⁷⁹

No sorprende que las emisiones de metano y dióxido de carbono del derretimiento del permacongelamiento son consideradas como una incertidumbre clave en las proyecciones del cambio climático.

Inquietantemente, hay poca confianza en las estimaciones de emisiones esperadas a partir del derretimiento del permacongelamiento.⁸⁰ Aunque una liberación abrupta en la escala de tiempo de unas cuantas décadas es considerada poco probable, esta conclusión está basada en ciencia inmadura y capacidades de monitoreo escasas.⁸¹ El extremo alto del mejor rango de estimación para el total del carbón liberado a partir del permacongelamiento derretido para 2100 es 250 GtC en el sendero más elevado. Otras estimaciones individuales son mucho más altas.⁸²

III. RESPUESTA CLIMÁTICA

A. Cuanto más pronto actuemos, menor el riesgo y el costo.

Qué pasos debe tomar la sociedad para enfrentar el reto del cambio climático —las preguntas de cuándo, cómo y hasta qué punto respondemos— son un tema sobre el cual todos los estadounidenses deben decidir.

Instamos a que estas decisiones sean guiadas por dos hechos inescapables: Primero, los efectos de cualquier emisión adicional de CO₂ durará siglos. Segundo, hay un riesgo de cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles en el sistema climático de la Tierra con impactos masivamente perjudiciales.

Las emisiones de gases de efecto invernadero hoy día consignan al planeta a calentamiento inevitable y otros impactos en el futuro. Conforme continuamos el aumento

de emisiones de gas de efecto invernadero, aceleramos y agravamos los efectos y riesgos del cambio climático en el futuro. Por el contrario, cuanto más rápido llevemos a cabo un esfuerzo concertado para restringir la quema de combustibles fósiles como nuestra principal fuente de energía y liberar el CO₂ hacia el aire, menores serán el riesgo y el costo.

B. Hay muchas cosas que podemos hacer.

Los Estados Unidos son una de las sociedades más innovadoras y con más recursos en el mundo. Somos una nación de solucionadores de problemas. Cuando los científicos identificaron las graves amenazas ambientales planteadas por la lluvia ácida y el agujero de la capa de ozono, trabajaron junto con otras partes interesadas —consumidores, industria y gobierno— para desarrollar soluciones que reducirían con éxito la amenaza al tiempo que minimizaban impactos económicos de corto y largo plazo. Sin embargo, como esperamos que este documento deje claro, responder con éxito al cambio climático pondrá a prueba nuestra determinación e ingenio en maneras distintas a cualquier desafío ambiental que hayamos enfrentado.

Varias de nuestras metrópolis —Nueva York, Seattle, Boston y Chicago son solo unas cuantas— han evaluado la evidencia científica y decidieron reducir las emisiones de gas de efecto invernadero y prepararse para los impactos del cambio climático.

Creemos que nuestra responsabilidad como científicos es asegurarnos, lo mejor que podamos, de que la gente entienda por completo las realidades y los riesgos climáticos que enfrentamos. Experiencia previa muestra que nosotros y las generaciones futuras tendremos mejores condiciones cuando la ciencia informe efectivamente la toma de decisiones y la acción. Armados con conocimiento

científico sobre la gravedad de ciertos problemas ambientales, nuestra nación ha utilizado con éxito propuestas innovadoras para abordar estos retos.

En resumen, responder efectivamente al desafío del cambio climático requiere una profunda comprensión de que actualmente hay un alto grado de acuerdo entre climatólogos sobre el hecho de que el cambio climático está ocurriendo ahora, por actividades humanas y que los riesgos —incluyendo la posibilidad de cambios abruptos y perjudiciales que aumentarán a medida de que las emisiones de gases de efecto invernadero continúen.

Hemos enfrentado con éxito desafíos ambientales anteriormente. Hay mucho que podemos hacer para responder a los desafíos y riesgos del cambio climático, particularmente si aprovechamos la fuerza de innovación de los Estados Unidos.

LA BIBLIOGRAFÍA

- 1 Leiserowitz et al. (2013). *Climate change in the American mind: Americans' global warming beliefs*. Yale Project on Climate Change Communication and the George Mason University Center for Climate Change Communication. <http://environment.yale.edu/climate-communication/files/Climate-Beliefs-April-2013.pdf>
- 2 National Research Council (2013). *Abrupt Impacts of Climate Change: Anticipating Surprises*. Washington, DC: The National Academies Press.
- 3 Oreskes, N. (2004). The scientific consensus on climate change. *Science*, 306. http://cmbc.ucsd.edu/Research/Climate_Change/Oreskes%202004%20Climate%20change.pdf
- 4 Doran, P. and M. Zimmerman (2009). Examining the scientific consensus on climate change. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 90 (3), 22–23. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009EO030002/abstract>
- 5 Cook et al. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8 024024. doi:10.1088/1748-9326/8/2/024024
- 6 Ibid.
- 7 National Aeronautics and Space Administration. Consensus. <http://climate.nasa.gov/scientificconsensus>
- 8 National Research Council (2010). *Advancing the Science of Climate Change*. Washington, DC: The National Academies Press.
- 9 Leiserowitz et al. (2013). *Extreme weather and climate change in the American mind*, April 2013. Yale Project on Climate Change Communication and the George Mason University Center for Climate Change Communication. <http://www.climatechangecommunication.org/report/climate-changeamerican-mind-series-spring-2013>
- 10 IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY. Table SPM.2, Page 25.
- 11 Ibid.
- 12 National Snow and Ice Data Center (2012). Arctic sea ice extent settles at record seasonal minimum. *Arctic Sea Ice News and Analysis*, September 19, 2012. <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2012/09/arctic-sea-ice-extent-settles-at-record-seasonal-minimum/>
- 13 IPCC (2013). Summary for Policymakers.
- 14 Ibid.
- 15 Hönisch et al. (2012). The geological record of ocean acidification. *Science*, 335 (6072), 1058–63. doi:10.1126/science.1208277
- 16 Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 37, 637–69.
- 17 Cleland, E.E., I. Chuine, A. Menzel, H. A. Mooney, M. D. Schwartz (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 357–65.
- 18 Parmesan, C. and G. Yohe (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
- 19 Linderholm, Hans W. (2006). Review: Growing season changes in the last century. *Agricultural and Forest Meteorology*, 137. http://research.eeescience.utoledo.edu/lees/papers_PDF/Linderholm_2006_AFM.pdf
- 20 IPCC (2013). Summary for Policymakers.
- 21 Langevin, C. D. and Zygnerski, M. (2013). Effect of sea-level rise on salt water intrusion near a coastal well field in southeastern Florida. *Ground Water*, 51, 781–803. doi: 10.1111/j.1745-6584.2012.01008.x
- 22 Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47, 123–38.
- 23 Melillo et al. (2013). *Third National Climate Assessment Draft Report*. Washington, DC: United States Global Change Research Program.
- 24 Ibid.
- 25 Trenberth, K. E., P. D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J. A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden, and P. Zhai (2007). Chapter 3, Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY.
- 26 Hansen, James, Makiko Sato, and Reto Ruedy (2012). Perception of climate change. August 6, 2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 10.1073/pnas.1205276109. <http://www.pnas.org/content/early/2012/07/30/1205276109.abstract>
- 27 Gutowski, W. J., G. C. Hegerl, G. J. Holland, T. R. Knutson, L. O. Mearns, R. J. Stouffer, P. J. Webster, M. F. Wehner, and F. W. Zwiers (2008). Causes of Observed Changes in Extremes and Projections of Future Changes. In *Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands*. [T. R. Karl, G. A. Meehl, C. D. Miller, S. J. Hassol, A. M. Waple, and W. L. Murray (eds.)]. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington, DC.
- 28 Meehl, G. A., C. Tebaldi, G. Walton, D. Easterling, and L. McDaniel (2009). Relative increase of record high maximum temperatures compared to record low minimum temperatures in the U.S. *Geophysical Research Letters*, 36, L23701. doi:10.1029/2009GL040736.
- 29 Karl, T. R., G. A. Meehl, and T. C. Peterson (2009). *Global Climate Change Impacts in the United States*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 30 Melillo et al. (2013).

- 31 Ibid.
- 32 McMichael T., H. Montgomery, and A. Costello (2012). Health risks, present and future, from global climate change. *BMJ* 2012; 344:e1359. doi: 10.1136/bmj.e1359.
- 33 Luber, G. and M. McGeehin (2008). Climate change and extreme heat. *American Journal of Preventive Medicine*, 35 (5), 429–35.
- 34 Kalkstein, L. S., S. Greene, D. M. Mills, and J. Samenow (2011). An evaluation of the progress in reducing heat-related human mortality in major US cities. *Natural Hazards*, 56, 113–29.
- 35 Lane, K., K. Charles-Guzman, K. Wheeler, et al. (2013). Health effects of coastal storms and flooding in urban areas: A review and vulnerability assessment. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, Article ID 913064. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/913064>
- 36 Landesman, L. Y. (2005). *Public Health Management of Disasters*. Second Edition. Washington, DC: American Public Health Association.
- 37 Kinney, P. L. (2008). Climate change, air quality, and human health. *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 459–67.
- 38 Tagaris, E., K. Manomaiphiboon, K. J. Liao, L. R. Leung, J. H. Woo, S. He, P. Amar, and A. G. Russell (2007). Impacts of global climate change and emissions on regional ozone and fine particulate matter concentrations over the United States. *Journal of Geophysical Research*, 112 (33), D14312.
- 39 Ziska, L., K. Knowlton, C. Rogers, D. Dalan, N. Tierney, M. A. Elder, W. Filley, J. Shropshire, L.B. Ford, and C. Hedberg (2011). Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 4248–51.
- 40 Ariano, R., G. W. Canonica, and G. Passalacqua (2010). Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 104, 215–22.
- 41 Altizer S., R. S. Ostfeld, P. T. Johnson, S. Kutz, and C. D. Harvell (2013). Climate change and infectious diseases: From evidence to a predictive framework. *Science*, 341 (6145), 514–19.
- 42 Karl, T. R., G. A. Meehl, and T. C. Peterson (2009). *Global Climate Change Impacts in the United States*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 43 Ibid.
- 44 United States Department of Defense (2011). *2014 Quadrennial Defense Review*. Washington, DC. http://www.defense.gov/pubs/2014_Quadrennial_Defense_Review.pdf
- 45 National Research Council (2011). *National Security Implications of Climate Change for U.S. Naval Forces*. Washington, DC: The National Academies Press.
- 46 Goodman, S. and G. Sullivan (2013). Climate change as a “threat multiplier.” *Politico*. <http://www.politico.com/story/2013/02/climate-change-is-threat-multiplier-87338.html>
- 47 Castellaw, Lt. Gen. J., R. Adm. D. Tittley (2014). The U.S. military leads on climate change. *The Hill*. <http://thehill.com/blogs/congress-blog/energy-environment/200412-the-us-military-leads-on-climatechange>
- 48 National Research Council (2013).
- 49 IPCC (2013). Summary for Policymakers.
- 50 Ibid.
- 51 Melillo et al. (2013).
- 52 IPCC (2012). IPCC Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. “Likely” defined by the IPCC as a probability of 66%–100%.
- 53 IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 54 IPCC (2012). *Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 55 Melillo et al. (2013).
- 56 Ibid.
- 57 Strauss, B. H. et al. (2012). Tidally adjusted estimates of topographic vulnerability to sea level rise and flooding for the contiguous United States. *Environmental Research Letters*, 7, 014033. doi:10.1088/1748-9326/7/1/014033.
- 58 Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, L. V. Alexander, S. K. Allen, N. L. Bindoff, F.-M. Bréon, J. A. Church, U. Cubasch, S. Emori, P. Forster, P. Friedlingstein, N. Gillett, J. M. Gregory, D. L. Hartmann, E. Jansen, B. Kirtman, R. Knutti, K. Krishna Kumar, P. Lemke, J. Marotzke, V. Masson-Delmotte, G. A. Meehl, I. I. Mokhov, S. Piao, V. Ramaswamy, D. Randall, M. Rhein, M. Rojas, C. Sabine, D. Shindell, L. D. Talley, D. G. Vaughan and S.-P. Xie (2013). Technical Summary. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY.
- 59 Strauss, B. (2013). Rapid accumulation of committed sea-level rise from global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. http://assets.climatecentral.org/pdfs/Strauss_PNAS-2013-v2.pdf
- 60 National Research Council (2013).
- 61 Ibid.
- 62 Ibid.
- 63 Ibid.
- 64 Ibid.
- 65 Peterson, T. C., D. M. Anderson, S. J. Cohen, M. Cortez-Vázquez, R. J. Murnane, C. Parmesan, D. Phillips, R. S. Pulwarty, and J. M. R. Stone (2008). Why Weather and Climate Extremes Matter. In *Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. Regions of Focus: North*

America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands. [T. R. Karl, G. A. Meehl, C. D. Miller, S. J. Hassol, A. M. Waple, and W. L. Murray (eds.)]. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington, DC.

66 National Research Council (2013).

67 Ibid.

68 Francis, J. A. and S. J. Vavrus (2012). Evidence Linking Arctic Amplification to Extreme Weather in Mid-Latitudes, *Geophysical Research Letters*, 39, L06801. doi:10.1029/2012GL051000.

69 Tang, Q., X. Zhang, X. Yang, and J. A. Francis (2013). Cold winter extremes in northern continents linked to Arctic sea ice loss. *Environmental Research Letters*, 8, 014036.

70 Stocker et al. (2013).

71 Stocker et al. (2013).

72 Ibid.

73 National Research Council (2013).

74 Ibid.

75 Stocker et al. (2013).

76 Ibid.

77 Ibid.

78 Ibid.

79 Ibid.

80 Ibid.

81 National Research Council (2013).

82 Stocker et al. (2013).

FOTO CORTESÍA DE CHRIS LINDER © WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION

Nos gustaría agradecer a las siguientes personas y organizaciones por proveer ayuda financiera para la iniciativa Lo Que Sabemos de AAAS:

Grantham Foundation for the Protection of the Environment

La Fundación Grantham busca aumentar el conocimiento sobre problemas ambientales urgentes y apoya a individuos y organizaciones que trabajan para encontrar soluciones.

Lawrence H. Linden

Robert Litterman

The MacArthur Foundation

La Fundación John D. and Catherine T. MacArthur apoya a personas creativas y a instituciones eficaces comprometidas con construir un mundo más justo, verde y pacífico.

Rockefeller Family Fund

El Rockefeller Family Fund es una organización familiar de caridad con sede en los Estados Unidos, que inicia, cultiva y financia esfuerzos estratégicos para promover una sociedad sustentable, justa, libre y participativa.

Henry M. Paulson