



CAMBIO CLIMÁTICO.

EL TRABAJO DEL PERIODISTA DE CIENCIA



Clementina Equihua Zamora
María Emilia Beyer Ruiz
COORDINADORAS



Somedicyt

GRADIENTE



Colección sobre comunicación
pública de la ciencia

COLECCIÓN DE LIBROS GRADIENTE

En las últimas décadas se han venido sumando al quehacer de divulgar la ciencia cientos de personas con muy diversas profesiones y con diferentes necesidades de capacitación en el campo de la comunicación pública de la ciencia. Esto ha estimulado la aparición de varias alternativas de formación, principalmente cursos y diplomados presenciales y en línea. También se han generado algunas publicaciones de libros y revistas sobre el quehacer de divulgar. En esta línea se inscribe la presente colección de libros, como una aportación de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, AC, que se suma a los recursos académicos existentes para la formación en el campo, tanto de aquellos divulgadores en activo que deseen fortalecer sus competencias, como de personas con la inquietud de sumarse al quehacer de la comunicación pública de la ciencia.

El nombre “gradiente” toma como metáfora el concepto usado en varias disciplinas científicas, que se refiere a la variación en la magnitud de una misma variable en diferentes puntos del espacio, posiciones, regiones u objetos, entre otros. Los gradientes pueden provocar un fenómeno o un flujo tendiente a la igualación de las magnitudes que son distintas.

A través de los libros que integran la colección “Gradiente”, divulgadores con trayectoria en un cierto tema comparten sus conocimientos y experiencias con otros colegas que los tienen en menor grado. De esta manera, la colección busca contribuir al flujo de ideas, modelos y reflexiones que propicien el crecimiento profesional de los divulgadores y el desarrollo de la divulgación como campo de conocimiento y de actividad.

Cambio climático. El trabajo del periodista de ciencia

*Clementina Equihua Zamora
Ma. Emilia Beyer Ruiz
(Coordinadoras)*



Consejo Directivo Somedicyt (2018-2019)

Ma. de Lourdes Patiño Barba
Presidenta

Ernesto Márquez Nerey
Vicepresidente

Patricia Aguilera Jiménez
Secretaria

Federico Nájera Febles
Tesorero

Cambio climático. El trabajo del periodista de ciencia

Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C.

Revisión de estilo:

Patricia Magaña

Diseño de portada:

Eliete Martín del Campo Treviño

Diseño editorial:

Mauricio Alejandro Vargas Díaz

D.R. 2018 Somedicyt, A.C.

Primera edición: noviembre 2018

Derechos reservados conforme a la ley.

Carretera Federal México-Cuernavaca km 23.5

Col. San Andrés Totoltepec, C.P. 14400

Delegación Tlalpan, Ciudad de México, CDMX

www.somedicyt.org.mx

ISBN Colección: 978-607-99144-1-7

ISBN: 978-607-99144-2-4

Hecho en México

Créditos

Coordinadoras

Clementina Equihua Zamora
Ma. Emilia Beyer Ruiz

Autores

Prólogo

Clementina Equihua Zamora y Ma. Emilia Beyer Ruiz

Introducción

Clementina Equihua Zamora y Ma. Emilia Beyer Ruiz

El cambio climático a nivel del piso

Horacio Salazar

La ecuación dorada

Ángela Posada-Swafford

Cubrir cambio climático: una propuesta metodológica para el uso de fuentes científicas

Aleida Rueda

El cambio climático como giro narrativo en el periodismo de ciencia

Ana Claudia Nepote

Acontecimientos importantes en la historia del cambio climático

Clementina Equihua Zamora

Glosario

Clementina Equihua Zamora y *The Climate Reality Project*

Bibliografía citada y recomendada

Índice

Prólogo	6
Introducción	8
Clima y calentamiento global.....	8
El periodismo frontera urgente y necesaria para combatir el Cambio Climático.....	11
El cambio climático a nivel del piso	13
Bibliografía	21
La ecuación dorada	23
Mundo de hielo.....	23
Herramientas para contar buenas historias.....	26
En las trincheras.....	30
Ciencia novelada para niños	33
La historia corta de no ficción	34
Cubrir cambio climático: una propuesta para contar historias periodísticas a partir de artículos científicos	37
El reto de comunicar cambio climático.....	37
<i>Los papers</i> , ¿indispensables para contar la ciencia?.....	39
Una propuesta metodológica	40
<i>Sucsynth</i> , a la práctica	41
<i>Papers</i> para contar historias periodísticas: la importancia de la metáfora	42
Bibliografía	44
El cambio climático como giro narrativo en el periodismo de ciencia	46
Historias que se calientan a fuego lento.....	46
El cambio climático como parte del Antropoceno.....	48
Recomendaciones finales para orientar algunas narrativas sobre cambio climático	50
Bibliografía	53
Acontecimientos importantes en la historia del cambio climático	55
Bibliografía	58
Glosario	60
Bibliografía	70
Bibliografía citada y recomendada	72
Semblanzas de los autores	74

Prólogo

Una búsqueda sencilla por los términos “climate change” en sitios de internet académicos para periodistas de habla inglesa como la Fundación Nieman para periodismo y el Centro Shorenstein, ambos de Harvard, o el American Press Institute arrojan la lista de centenares de artículos (143, 96 y 102 respectivamente) que pueden servir de apoyo para los periodistas que necesitan cubrir noticias relacionadas con el cambio climático. Otro sitio que arroja apoyos interesantes es el programa Knight de Periodismo de Ciencia del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés). Además, existen sitios *web* dedicados exclusivamente a abastecer con recursos e información al periodista de ciencia, como el *Reporting on Climate Adaptation* de la Escuela de Periodismo de Missouri. Este sitio, mantiene alrededor de 200 fuentes con información organizada y de fácil búsqueda para los reporteros que abordan el cambio climático quienes lidian con las complejidades de las historias relacionadas con dicho fenómeno. Además este sitio cuenta con una guía, que se describe como “en evolución”, y que explica los términos y temas para entender el cambio climático desde el punto de vista social. En general, en la *web* es posible llevar a cabo diversas búsquedas para apoyo en la labor del periodista y otros especialistas en la comunicación de temáticas relacionadas con el cambio climático. La mayoría de estos apoyos provienen de escuelas de periodismo en universidades y entidades académicas, o de grupos organizados de periodistas (por ejemplo de *The World Federation of Science Journalists*, (WFSJ)). Para los reporteros de habla hispana son pocos los sitios de apoyo pero, a pesar de que el número de fuentes sea menor, existe material valioso. Tal es el caso del sitio *Clases de Periodismo* que cuenta con las *Claves para cubrir historias sobre cambio climático* y con la Guía para periodistas sobre el cambio climático. Ambos materiales son indispensables para quienes abordan, entre otros temas, las negociaciones internacionales para atender el cambio climático. Por su parte, la sección América Latina y el Caribe del sitio www.scidev.net cuenta con el artículo *Cambio climático: cómo contar la noticia del siglo* de James Fahn que también hace recomendaciones específicas como lo dice él, para “el mundo en desarrollo”, dado que los “países más pobres son los más vulnerables al cambio climático”.

Para México, la Secretaría de Medio Ambiente publicó en 2009 *Cambio climático. Manual para comunicadores* y en 2011 salió a la luz *México y el cambio climático global* de Cecilia Conde, que aborda generalidades sobre el clima y cambio climático útiles para que los reportajes sobre el tema cuenten con conceptos clave bien explicados.

De todos estos materiales, vale la pena destacar, por ejemplo, *Covering Climate Change, with Urgency and Creativity* de la Fundación Nieman. Este artículo apoya ampliamente al periodista de habla inglesa haciendo un recuento detallado de cómo se ha abordado este asunto en varios lugares de Alaska, pero además sugiere que, para no dejar al público “una sensación generalizada de impotencia”, se le recomiende a la gente qué puede hacer para enfrentar o evitar los problemas. Recomendación indispensable que se aborda también en varios de los artículos de este libro.

A pesar del tiempo que ha pasado desde que surgieron las primeras observaciones del cambio climático y de la importancia que sabemos tiene el tema, la cobertura de los medios sigue siendo fragmentada e incompleta, como lo señala en el exhaustivo análisis que realizó para su tesis de licenciatura Cecilia Rosen Ferlini en 2001. Esa fragmentación se comprende conforme se estudia el tema, pues hoy sabemos que el cambio climático es un fenómeno con muchas aristas

que van desde la ciencia y un conocimiento abstracto, hasta el vínculo que se forma entre esa complejidad y las decisiones que toma la sociedad cotidianamente, desde las personales hasta las de los distintos grupos organizados que la conforman. Con respecto a este último punto, es frecuente que el ciudadano perciba que éste es un problema que solamente pueden atender a gran escala las empresas o los gobiernos. Es precisamente en el vínculo con la sociedad que es relevante el papel del comunicador, ya que puede unir ambos extremos del problema y contribuir, de manera significativa, a la toma de acciones personales de diversa índole hasta motivar para que la sociedad participe reconociendo y atacando el problema. El comunicador puede emitir líneas narrativas que vayan hacia los tomadores de decisiones pero igualmente, emitir mensajes particulares que fomenten mediante la información, cambios en estilo de vida personales.

Esta obra tiene el objetivo de constituirse como un apoyo para los periodistas y comunicadores de habla hispana que buscan abordar al cambio climático desde diversas perspectivas. Consideramos que gracias a la experiencia de los autores, el lector encontrará herramientas útiles para llevar a cabo su papel como comunicador, a partir de las reflexiones y recomendaciones provenientes de algunos de los periodistas de ciencia más reconocidos.

Agradecemos profundamente a la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), particularmente a su presidenta Lourdes Patiño Barba por la iniciativa e impulso para lograr la publicación de esta obra. Expresamos nuestro agradecimiento también a Patricia Magaña Rueda por la revisión final de todos los manuscritos, a Natalia Lever e Itzel Morales de *The Climate Reality Project* su apoyo durante la elaboración del libro y por el material proporcionado para el glosario. Nuestra gratitud a Javier Crúz por la revisión del capítulo *Cubrir el cambio Climático*, a Estrella Burgos por *El cambio climático como giro narrativo en el periodismo de ciencia* y a Víctor Barradas por ayudar a aclarar algunas dudas técnicas de la introducción. Por supuesto, agradecemos a nuestras familias por su aliento e inagotable apoyo incondicional.

Clementina Equihua Zamora y María Emilia Beyer Ruiz

Introducción

La entrega del premio Nobel de Química de 1995 llamó la atención de la población mundial porque, por primera vez en la historia de la humanidad, el trabajo de investigación de un grupo de científicos señalaba que las actividades humanas tenían un impacto en el planeta. Los premiados fueron el mexicano Mario Molina y sus colegas Paul J. Crutzen y F. Sherwood. Se señaló entonces que las reacciones de los gases de clorofluorocarbonos o CFC estaban destruyendo la capa de ozono atmosférico sobre la Antártica. Los CFC son gases que utilizaba la industria de refrigerantes para los aires acondicionados, refrigeradores y propelantes para aerosoles, entre muchos usos más.

El daño en la capa de ozono alarmaba por el posible efecto que tendría el paso de rayos ultravioleta en la salud humana y, por supuesto, en muchísimos organismos del planeta, incluyendo las plantas de consumo humano y el fitoplancton. El resultado de los trabajos de investigación de Molina y sus colegas (publicados inicialmente en 1974) así como los trabajos de científicos de otras instituciones, llevó a la comunidad internacional a discutir el tema con la intención de regularizar la producción y uso de estos compuestos químicos y, en la medida de lo posible, eliminarlos de todo proceso industrial. El resultado de esta iniciativa fue el Protocolo de Montreal.

En enero de 2018 Susan E. Strhan y Anne Douglas, dos investigadoras de la NASA, publicaron el artículo científico *Decline in Antarctic Ozone Depletion and Lower Stratospheric Chlorine Determined From Aura Microwave Limb Sounder Observations* en la revista científica *Geophysical Research Letters*. En este estudio reportan los resultados de sus observaciones sobre la capa de ozono y explican que midieron la cantidad de ozono (O_3) en la atmósfera sobre la Antártica utilizando datos del satélite *Microwave Limb Sounder* (MLS). Las científicas realizaron las mediciones al principio y al final del invierno. En su artículo concluyen que la cantidad de cloro libre en la estratósfera de la región antártica está disminuyendo y, junto con ella, también está disminuyendo la destrucción de la capa de ozono. Susan E. Strhan y Anne Douglas reconocen que el Protocolo de Montreal está funcionando.

El papel que jugaron los medios para informar sobre el problema ambiental de la pérdida de la capa de ozono fue relevante porque se habló de los posibles problemas de salud y se buscó activar la conciencia ciudadana. La información oportuna en los medios atrajo la atención del público, quien presionó para que los gobiernos y empresas tomaran medidas para detener la fabricación de estos compuestos. Como mencionan las investigadoras de la NASA, el Protocolo de Montreal ha sido un éxito pero ¿por qué no ha sucedido lo mismo con otros problemas ambientales, particularmente con el cambio climático global?

Clima y calentamiento global

El caso de los CFC y el agujero de ozono es relevante en el contexto del cambio climático debido a que fue uno de los primeros problemas ambientales que llamó la atención de la sociedad, y porque señaló la vulnerabilidad del daño al sistema terrestre ante la actividad humana. No se habla mucho del impacto de los CFC en el clima del planeta, pero en 1975 el científico Indio V. Ramanathan ya había publicado en la revista *Science* el artículo *Greenhouse Effect Due to Chlorofluorocarbons: Climatic Implications* en el que explica que, de mantenerse el aumento en las concentraciones de CFC en la atmósfera, aumentarían las temperaturas de la superficie del planeta. Esto



El efecto de invernadero natural en la Tierra. Ilustra cómo llega la radiación del sol a nuestro planeta, una parte regresa al espacio y otra se queda atrapada gracias a los gases de efecto de invernadero. Imagen modificada de la EPA, EUA.

se debe a que los CFC y los clorocarbonos absorben radiación de la superficie y la emiten a la temperatura de la atmósfera, pero con el aumento de sus concentraciones se reduce el flujo neto de radiación. Esta energía atrapada incrementa la temperatura de la superficie y de la atmósfera, lo que se conoce como efecto de invernadero.

Pero ¿qué es el efecto invernadero? Una de las propiedades de la atmósfera terrestre es su capacidad para mantener estable la temperatura de nuestro planeta. Se debe a que los gases que la componen atrapan parte de las radiaciones del sol manteniendo cálida la superficie de la Tierra. Esto quiere decir que las fluctuaciones de temperatura que vivimos día a día, mes con mes o año con año son relativamente estables. Intuitivamente contamos con esa información porque sabemos que durante el invierno es necesario abrigarse más que con respecto a la primavera.

Históricamente el ser humano ha tenido interés en sistematizar esta información porque le es útil para regular sus actividades durante el año y para asegurar su bienestar. Por ejemplo, los antiguos egipcios necesitaban saber cuándo era la época de lluvias y de inundaciones para planear la siembra de los cultivos de los que dependía su futuro en tiempos de invierno o sequías. Los mayas hacían observaciones cuidadosas de los astros, en parte para entender cómo se relacionaba con sus ciclos de producción, y así podemos relatar muchísimas historias más de culturas antiguas. Con el paso de los siglos la forma de adquirir este conocimiento cambió y para el siglo XIX los primeros científicos no solamente tenían un mejor conocimiento del clima sino que ya empezaban a tener una idea de que la acumulación de CO₂ en la atmósfera ocasionaba variaciones en la temperatura del planeta. El primero en hablar del “efecto de invernadero” fue el físico y matemático francés J. Fourier quien, mediante un simple experimento, comparó el efecto del aire de la Tierra con un invernadero. David Wogan en *Why we know about the greenhouse gas*



effect explica que Fourier sabía que las superficies calentadas emiten radiación, así que razonó que debería de haber algo en nuestro planeta regulando su temperatura. Este algo, la atmósfera terrestre, emitía la suficiente energía térmica para evitar que el planeta se congele y que se sobrecaliente. La historia completa sobre la investigación del cambio climático la relata Alice Bell en *A very short history of climate change research* publicada por la *International Science Council*.

Hoy se sabe muy bien cómo funciona este “invernadero planetario”. La luz solar que llega a la Tierra queda atrapada en la superficie por los gases de la atmósfera, principalmente el vapor de agua, que funcionan como una capa protectora que mantiene una parte del calor en la superficie y otra la refleja de vuelta hacia el espacio. La temperatura promedio del planeta permanece estable cuando las cantidades de energía retenida y energía reflejada son las mismas, pero cambia de manera predecible, dependiendo de la duración del día y la estación del año.

Como lo explica la guía *Conocimiento climático: los principios esenciales de la ciencia climática* del programa *U.S. Global Change Research*, el clima de la Tierra está regulado por interacciones complejas que involucran al Sol, a los océanos, a la atmósfera, las nubes, al hielo, a la tierra y la vida, es por eso que varía en cada región del planeta. Los océanos influyen por la cantidad de energía solar que almacenan y las corrientes atmosféricas y oceánicas que provocan este almacenamiento de energía. A su vez éstas son afectadas por movimientos tectónicos y grandes descargas de agua fresca, producto del derretimiento de los hielos polares.

La misma guía explica que la composición de gases en la atmósfera modula la cantidad de energía solar que es absorbida o irradiada del planeta. Los gases de efecto invernadero en la atmósfera: vapor de agua, dióxido de carbono y metano, que se encuentran de manera natural y en muy pequeñas cantidades en la atmósfera, juegan un papel muy importante en esta regulación del clima, por lo que, cuando cambian sus concentraciones tienen un efecto mayor en éste. Los gases de efecto invernadero, particularmente el agua y el CO_2 , circulan en la atmósfera por medio de los ciclos biogeoquímicos que mueven a estos elementos entre el océano, la tierra, los seres vivos y la atmósfera. La abundancia de CO_2 en la atmósfera se reduce al acumularse en sedimentos del

fondo marino y en tejidos vegetales, pero aumenta cuando se eliminan los bosques por la deforestación y se queman los combustibles fósiles.

Las partículas, denominadas “aerosoles”, que se encuentran en el aire también participan en la regulación del clima de nuestro planeta ya que reflejan energía del sol, la absorben y la irradian, o son puntos que generan acumulación de agua en las gotas que luego caerán como lluvia, nieve o granizo. Estas partículas son de diversos tamaños y orígenes, y pueden ser sólidas o líquidas. Los aerosoles de origen natural son el polvo, la sal de mar y la ceniza de incendios naturales y de volcanes. Muchas de las actividades humanas también contribuyen con la producción de aerosoles a la atmósfera, por ejemplo, el hollín de la combustión de los combustibles fósiles o por reacciones químicas de compuestos como el amonio y el dióxido de azufre de actividades agrícolas. La presencia de aerosoles en la atmósfera es compleja porque absorben, reflejan y emiten (irradian) energía. En el documento *Conocimiento climático: Los principios esenciales de la ciencia climática* publicado por el Programa de Investigación sobre Cambio Climático, de los Estados Unidos, se dice que los aerosoles pueden ayudar al enfriamiento del planeta cuando reflejan la luz hacia el espacio o provocar calentamiento si absorben y liberan energía en la atmósfera, pero esto dependerá del tipo de partículas, del lugar en donde estén y su concentración. La mayoría de los aerosoles reflejan la radiación solar de regreso al espacio, por lo que juegan un papel importante en el enfriamiento del planeta. Pero, en las áreas de mayor población urbana, en donde se producen muchas partículas que contienen carbón, los aerosoles absorben la radiación y la irradian calentando el aire, pero, además, son dañinas para la salud humana. La emisión de estas partículas, se controla por razones de salud, pero la Dra. Ellie Highwood de la Escuela de Meteorología de Universidad de Reading, Inglaterra, sugiere “controlar las emisiones de los aerosoles para mejorar la calidad del aire, puede llevar a más calentamiento climático”. La Dra. Highwood agrega que por medio de la geo-ingeniería se ha jugado con la idea de utilizar aerosoles para mitigar el calor de la atmósfera: “inyectándolos en la estratósfera para reflejar las radiaciones del sol hacia el espacio”. Sin embargo, reconoce que no se sabe cuál puede ser el impacto de dichas prácticas.

El ser humano ha tenido, desde sus orígenes, un impacto en el planeta: la invención de la agricultura y la ganadería fueron causas de cambio importantes, pero al aumentar la población mundial este impacto se incrementó y ha provocado, a su vez, otras modificaciones ambientales que son origen de serios problemas de orden ecológico. Hoy, desde cualquier ángulo que se le mire, es evidente la huella del ser humano en el planeta y se manifiesta de muchísimas maneras. La evidencia científica nos muestra que, como consecuencia de nuestras actividades, enfrentamos riesgos ambientales palpables y uno de ellos es el cambio climático.

El periodismo: frontera urgente y necesaria para combatir el Cambio Climático

El 8 de octubre de 2018 el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) publicó un reporte especial titulado *Global Warming of 1.5°C*. En éste, el IPCC indica que estamos en problemas graves. Apenas meses antes de la publicación, todas las proyecciones de escenarios posibles para la vida en el planeta apuntaban hacia la necesidad urgente de alcanzar, como máximo, un aumento en la temperatura de 2°C en las próximas décadas. En este reporte se señala que, entre otras acciones, era urgente que este límite no se rebasara, y para ello, se instó a los gobiernos a adquirir compromisos para reducir drásticamente la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, el reporte de emergencia señala que si queremos sobrevivir manteniendo los límites planetarios en equilibrio debemos hacer algo más urgente pues el rango se ha reducido: las investigaciones contenidas en el reporte anuncian que hay que evitar aumentar en más de 1.5°C el calentamiento en la temperatura a nivel global. Tenemos,

por lo tanto, medio grado centígrado menos para margen de maniobra. Cuando se comprenden las serias repercusiones que tendrá en nuestra vida ese medio grado, resulta sorprendente que los medios masivos de comunicación hayan dejado pasar la noticia sin insistir en su presencia mediática para abordar multitud de líneas narrativas que podrían concientizar a la población acerca de un futuro con mal augurio que está a la vuelta de la esquina. El cambio climático debería de ser noticia todos los días, dado que su vigencia lamentablemente no va a caducar. Y Horacio Salazar nos relata qué piensa la gente sobre el tema en el capítulo *El cambio climático a nivel de piso*. A pesar de la trascendencia y el impacto para el ser humano, el periodismo se ocupa poco de presentar datos de cambio climático con información actualizada, fidedigna más no catastrofista, que permita al ciudadano comprender que, como especie, tenemos un problema en los años venideros que involucra la salud de todos los ecosistemas del planeta. Esta obra pretende coadyuvar a que los periodistas aborden temáticas relacionadas con el cambio climático, sus impactos negativos y sus soluciones potenciales. La sociedad puede acompañar al periodista mientras se asoma por los laboratorios y lo sigue cuando se transforma en aventurero y expedicionario de tierras lejanas, mares profundos o hielos antárticos. Encontrar las historias que maravillan, comunican y atrapan la atención del público es un don que Ángela Posada-Swofford nos comparte en su capítulo titulado *La ecuación dorada*.

Por su parte, en el capítulo *Cubrir el cambio climático: una propuesta para contar historias periodísticas a partir de artículos científicos*, Aleida Rueda nos brinda un panorama de la cobertura que tiene el tema en el periodismo latinoamericano y nos invita a considerar la posición privilegiada que tiene el periodista de ciencia para la transmisión de mensajes relevantes. Ana Claudia Nepote nos comparte estrategias narrativas para encontrar los elementos con los que se cuentan las buenas historias. En *El cambio climático como giro narrativo en el periodismo de ciencia* la autora examina los modelos de comunicación catastrofista bajo los cuales se presenta el cambio climático ante el público y cuestiona si llegó la hora de cambiar la estrategia narrativa.

La sociedad no parece inclinada a tomar acciones prontas que modifiquen sus hábitos de vida, transportación y consumo, a pesar de las constantes llamadas de atención que recibimos a través de los medios de comunicación o de la experiencia personal, a partir de huracanes más frecuentes, bombas de lluvia que inundan ciudades en minutos, temporadas de sequía cada vez más prolongadas en las regiones desérticas del planeta e incendios cuyas gráficas de frecuencia y temporalidad son prácticamente idénticas a las obtenidas para documentar el aumento en la temperatura a nivel planetario.

En 2009 el *Center for Research on Environmental Decisions* de la Universidad de Columbia, en Nueva York, publicó la guía titulada *The Psychology of Climate Change Communication*. En el documento se demuestra que la forma en la que se inicia el reportaje, las palabras y el tono que se eligen para contar la historia y los ejemplos que se dan son fundamentales para generar la atención del público. La guía es espléndida, pero no se cuenta con una mirada hacia la sociedad latinoamericana, por lo que consideramos que en estas páginas los comunicadores que escriben en español pueden encontrar valiosos apoyos.

Todos debemos combatir este problema desde la trinchera que tengamos a la mano y es innegable que el periodista ocupa una posición fundamental en esta lucha. Necesitamos estar enterados. Necesitamos ocuparnos del problema. Necesitamos aprender a modificar hábitos y necesitamos comprender, y asumir, lo que nos espera si elegimos evadir el tema. Hablamos en plural porque es un problema para todos, más son los periodistas quienes están en capacidad de dirigirse al gran público. Ante la urgencia, esperamos que este manual ayude con herramientas conceptuales y estrategias narrativas para construir las historias que se necesitan para comunicar eficientemente el cambio climático todos los días.

Clementina Equihua Zamora y María Emilia Beyer Ruiz

El cambio climático a nivel del piso

Horacio Salazar

Hay muchas perspectivas acerca del cambio climático, entre ellas las cuestiones de ciencia, de política, de alcance global y, sobre todo, de cómo *cubrir* periodísticamente la que podríamos llamar *la madre de todas las coberturas*, por sus alcances, su relevancia y su complejidad. En este capítulo echaremos un vistazo lleno de curiosidad hacia el protagonista final: el público, el ciudadano común y corriente y particularmente el ciudadano de México. ¿Cómo ven los mexicanos el cambio climático?

De entrada hay que decir que México está considerado entre los países más vulnerables a sus efectos, en parte por su estructura geográfica pero también por su estructura socioeconómica. Pero claramente está en riesgo por su insuficiente capacidad preventiva. En su práctico manual sobre *El cambio climático*, tres expertos innegables —Mario Molina, José Sarukhán y Julia Carabias (2017)— señalan que las sociedades buscan adaptarse a los efectos del clima tanto para hacerse menos vulnerables como para mejorar su capacidad de recuperación. ¿Cuánto dañará a México el cambio climático? “Dependerá de la capacidad preventiva que haya desarrollado”, explican. “Mientras más preparada esté una sociedad, menor será su vulnerabilidad, su adaptación será mayor y menores serán los daños que sufra”.

Mucho nos enorgullece la diversidad natural y cultural de nuestro país. En gran parte se debe a su estructura: México se localiza en la llamada franja intertropical y está, en buena medida, definido por grandes macizos montañosos y rodeado de dos grandes océanos. Pero si en 27% del territorio, donde están nuestras selvas, llueve mucho, el 40% del resto del territorio es árido o semiárido. Y la topografía nos ofrece pendientes muy accidentadas que lucen muy bien en postales pero acentúan la fragilidad de nuestros asentamientos. Molina, Sarukhán y Carabias (2017: 108) le ponen números: 15% del territorio, 68% de la población y 71% del PIB están muy expuestos al riesgo de impactos adversos achacables directamente al cambio climático. Huracanes, sequías y otras calamidades golpean al país año tras año, y si bien eso ha mejorado la capacidad de respuesta y la sensibilidad tanto de la población como del gobierno, persiste el atraso en la planeación territorial y urbana, los sistemas de protección civil se ven rebasados, la información no llega a todos con suficiente profundidad y se requiere un gran esfuerzo de integración y alineación que nos ponga a todos en el ritmo y el canal apropiado.

¿Y qué piensa la gente? Empecemos con un dato sin duda positivo. A nivel general, las encuestas que se han realizado dicen que las sociedades latinoamericanas dan prioridad (71%) a la preparación contra el cambio climático *incluso si eso significa afectar su crecimiento económico*. Y 72% de los mexicanos consideran que la principal amenaza para México es el cambio climático (Zamora Sáenz 2018: 7). De hecho, el *Pew Research Center* evidencia que en nuestro país la preocupación por el impacto del cambio climático ha ido creciendo de tono. Los que valoraron la amenaza como “Muy grave” o “Algo grave” eran 81% en 2007, 88% en 2008, 90% en 2009, 93% en 2010 y también 93% en 2015 (*Pew Research Center*, 2017). Sin embargo, y antes de echar las campanas a vuelo, hay que decir que la Encuesta Nacional de Medio Ambiente, un ejercicio mucho más controlado, es bastante más sobria: solo 6% de los encuestados la considera la preocupación más relevante (Ímaz Gispert, 2015: 62).

Por eso, si a los mismos mexicanos se les pregunta qué clase de fenómenos asocian con el cambio climático, la respuesta más común (27%) es: “No sé”. Después vienen cambios bruscos de temperatura, cambios del clima no especificados, cambios del clima por contaminación, calentamiento global y otras respuestas.

Los mexicanos ofrecen respuestas más sensatas respecto a las causas principales del cambio climático. Tal vez en otras latitudes la causa principal pueda ser el abuso en el consumo de petróleo, carbón y gas, pero en México los ciudadanos consideraron como causa principal la tala inmoderada (72.8%). En *Cambio climático: una visión desde México*, Laura Arriaga y Leticia Gómez apuntan que para México, 30.5 por ciento de las emisiones de gases de invernadero se relacionan con actividades de cambio de uso de suelo, que más bien significan intensos procesos de deforestación (Martínez y Fernández, 2004: pp. 255-265).

Para los mexicanos encuestados otras causas del cambio climático son el consumo excesivo de combustibles fósiles (61.2%), la falta de interés de los políticos en asuntos ambientales (44.6%) y así por el estilo. Y hablando de esto último, es decir, del interés de la clase política por la temática ambiental, un dato revelador es que de las 16 iniciativas sobre cambio climático que se han presentado en el Senado durante la LXIII Legislatura, dos tuvieron dictamen negativo, una se desechó y las otras 13 siguen con estado de “pendientes” en alguna comisión (Zamora Sáenz, 2018: 20-27).

Por lo que se refiere a qué clase de impacto del cambio climático global les preocupa más, el mayor miedo de los mexicanos es la disponibilidad de agua (63% en México contra 59% en América Latina). En segundo lugar, lo que viene a cuento por la intensificación reciente en fenómenos meteorológicos extremos, temen lo contrario: que haya más inundaciones, trombas, tormentas y aguaceros. Tanto la escasez como la sobreabundancia de agua son preocupantes. Y por supuesto, dado que la consecuencia más flagrante del cambio climático es el calentamiento global, les preocupan los veranos más calientes, algo relevante para los modelos que pronostican para México, como consecuencia del cambio climático, algo así como 1.5 grados Celsius de aumento en la mayor parte del país, con casi 2 grados Celsius en la parte norte. Y si a los detalles anteriores agregamos la vulnerabilidad asociada a la pobreza, que limita las capacidades de acción y de recuperación, no resultará raro que esto resulte ser un problema de fondo para un país con 43.6 por ciento de pobres.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático elaboró en 2014 un mapa en el que marcó los 319 municipios mexicanos que se consideraron con vulnerabilidad “muy alta y “alta” (Zamora Sáenz, 2018: 5; Molina, Sarukhán y Carabias, 2017: 109). Los estados con más municipios vulnerables fueron Campeche, Tabasco, Sinaloa y las dos Baja Californias. En 2011, tres investigadoras habían levantado una encuesta sobre cambio climático entre 250 personas que residían en las áreas naturales protegidas de Baja California Sur (Olmos, González y Contreras, 2013). Se explicó a los encuestados la naturaleza del cambio climático y se les dijo que vulnerabilidad “se refiere al hecho de que podemos ser sujetos de los efectos negativos de dicho cambio climático (incremento del nivel del mar, aumento de sequías, intensidad de huracanes, lluvias intensas, fuertes vientos, climas extremos, etc.), ya sea como individuos, como miembros de una comunidad, como ciudadanos de un país o como parte de la población en general”.

En sus respuestas, 62 por ciento de los interrogados declaró saber qué es el cambio climático. Entre los daños que han constatado en su lugar de residencia, 47% dijeron que la merma más importante ha sido en la reducción de superficie forestal por cambio de uso del suelo; 17% citaron la pérdida o desplazamiento de fauna, y otro tanto mencionó la pérdida de vegetación. En cuanto a los impactos sobre el litoral, 15% habló de la reducción de la zona costera, 12% del aumento en el nivel del mar y 10% mencionó la mayor incidencia y fuerza de ciclones. Hablaron también de pesca: 65% dijo percibir reducción en la actividad por cambios no especificados en el mar; 53% dijo que los cambios de temperatura en las aguas mermaron las especies pesqueras, y 10% consideraron que las zonas de pesca se desplazaron por pérdida de playas. Tres de cada cuatro encuestados percibieron más sequías; 37% detectó erosión y deterioro de los suelos. Uno de cada cuatro dijo que el extremismo en el clima redujo el rendimiento de cosechas, y las sequías también hicieron perder cabezas de ganado a 63% de los interrogados.

Las autoras concluyeron que “en general las poblaciones humanas asentadas dentro de las ANP en BCS se han percatado y tienen el conocimiento empírico de cambios en el ambiente, derivados



del cambio climático, que les afecta tanto en aspectos económicos como sociales”, y si bien no hay garantías de que los fenómenos detectados sean consecuencia del cambio climático, las respuestas hablan de un conocimiento empírico sobre su entorno, a partir del cual se pueden construir saberes más enfocados.

Más aún: “el conocer y reconocer que existen cambios en la intensidad y frecuencia de lluvias, reducción de la cubierta vegetal que sirve como alimento al ganado, reducción de los periodos de pesca debido a una disminución del recurso, cambios en los patrones de cultivos, pérdida de biodiversidad, intensidad de sequías, reducción de la disponibilidad del recurso agua, así como la reducción de la actividad turística por cambios en las playas y paisajes adyacentes a los destinos turísticos dentro de las ANP de BCS, ayuda a que la comunidad se involucre en las medidas de mitigación de manera pertinente como actores de cambio fundamental en este tipo de localidades”.

Otra encuesta directa sobre un grupo específico la aplicó un profesor de la Universidad Pedagógica Nacional, a principios de 2018, a grupos de estudiantes de una escuela secundaria en la ciudad de México (Flores, 2018). El investigador buscó primero determinar qué clase de representaciones sociales sobre el cambio climático se hacían los estudiantes, y en segundo término identificar posibles diferencias entre los alumnos de primero, segundo y tercer grados.

Sin entrar en muchos detalles, puede decirse que los jovencitos asocian cambio climático sobre todo con factores meteorológicos como lluvia, sol y tierra (no incorporan causas humanas); ven el tema como parte de la asignatura de ciencias y ofrecen percepciones inexactas del cambio climático. Y aunque se declararon a favor de que se actúe para mitigar los impactos del fenómeno, en cuanto ello implicó afectar sus necesidades e intereses concretos, su ánimo positivo se redujo. Casi, obviamente, la conclusión del investigador señala la necesidad de educar mejor a los estudiantes en este tema, “esperando generar en los niños, jóvenes y adultos y en los responsables de las decisiones públicas una conciencia ambiental, que se traduzca en un comportamiento ambientalmente solidario, responsable y sustentable”.

Si volvemos de momento a la encuesta que aplicó en 2016 el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, veremos que al menos sí hay una sensación de urgencia. Cuatro de cada cinco mexicanos encuestados estuvieron de acuerdo en que para reducir los efectos del cambio climático global “tienen que hacerse grandes cambios en la manera en la que vive la humanidad”. Y acorde con una encuesta de la empresa Parametría, los mexicanos en general expresaron buena disposición a ser parte de medidas de mitigación como reducir el uso de electricidad y agua (49% muy dispuestos; 42% algo dispuestos), o bien de empezar a utilizar energías renovables en el nivel básico, poniendo en sus casas calentadores solares (29% muy dispuesto; 47% algo dispuesto). Pero igual que ocurrió en la encuesta con chicos de secundaria, la disposición favorable se redujo a medida que los cambios se veían más cercanos a la vida diaria. ¿Cuántos aceptarían usar transporte público en vez de autos? 27% muy dispuestos; 48% algo dispuestos. ¿Cuántos pagarían más impuestos para ayudar en este proceso? 3% muy dispuestos; 11% algo dispuestos; 40% poco dispuestos; 43% nada dispuestos.

En 2007, la BBC preguntó a ciudadanos de 21 países qué acciones deberían tomarse para enfrentar el riesgo del cambio climático: dar pasos importantes muy pronto, dar pasos modestos en los años por venir, o no es necesario hacer nada. Casi 69 por ciento de los encuestados eligieron la primera opción, y en México respondieron así 83 por ciento de los interrogados. ¿Y cómo debe cargarse el costo de las medidas reductivas? ¿Por igual a todos los países o con consideraciones particulares para los países en desarrollo? En México, 75 por ciento respondieron que “Los países menos ricos con crecimiento sustancial y emisiones crecientes deben limitar sus emisiones de gases de cambio climático junto con los países ricos”. Otro 14 por ciento consideró que “No debe esperarse que los países menos ricos que producen emisiones bajas limiten sus emisiones de gases de cambio climático junto con los países ricos” (Lever-Tracy, 2010: 340).

Si se consideran afectaciones directas sobre la vida de los ciudadanos, hay respuestas mezcladas. A la pregunta: “¿Usted favorece o se opone a que el gobierno requiera que las plantas de energía usen más fuentes alternas, como la eólica y la solar, aunque esto aumente el costo de la energía en el corto plazo?” los mexicanos respondieron: 32% si lo favorecen, 50% se oponen, 12% piden continuidad en las políticas energéticas y 7% no sabe/no contestó. ¿Y qué tal si la exigencia de usar energías más eficientes se aplica a los negocios, aunque ello implique precios más altos al consumidor? En México, 58% estuvieron de acuerdo y 38% en desacuerdo. Y a una tercera pregunta más cotidiana, que hablaba sobre pagar más por electrodomésticos o autos que no fueran eficientes en consumo de energía, 39% lo aceptó, 57% lo rechazó y el resto no contestó.

No hay que ir muy a fondo para tener claro que falta un largo trecho por recorrer. El volumen coordinado por Ímaz Gispert (2015) dice que en primer lugar la información no se percola apropiadamente hacia la población:

La gente asocia, en general, los efectos del cambio climático con eventos catastróficos, cambios de temperatura, cambios de estaciones e impactos en los recursos naturales, fenómenos a los cuales se muestran vulnerables. Las acciones de los gobierno se están quedando en la esfera de lo discursivo y no inciden en la vida cotidiana de la población, lo que impide su participación en el desarrollo e implementación de estrategias que permitan disminuir su vulnerabilidad.

Zamora Sáenz (2018: 28) coincide con esto, pero destaca que no solo ocurre en México sino en muchos otros países. Y Molina, Sarukhân y Carabias (2017: 191) dicen que “en el nivel individual, la gente que reconoce la realidad del cambio climático lo hace en su mayoría de una manera abstracta, por lo general sin una percepción adecuada de la dimensión real del problema”. Sin duda estamos hablando de una falla en el sistema de comunicación de la ciencia, que no ha permitido hasta la fecha hacer llegar, a la mayoría de los mexicanos, el tamaño del reto que significa combatir el cambio climático. Tampoco se ha producido la conexión entre elementos que vayan más allá de lo meteorológico, lo cual sugiere que en el fondo la percepción de los me-

xicanos pueda parecerse a algo así: el cambio climático significará que se pondrán peores las sequías, las lluvias, los calorones y los huracanes, dejando de lado muchos cambios insidiosos que podrían no ser perceptibles.

Lo anterior significa que el terreno está fértil para una misión imposible a cargo de los periodistas de ciencia: diseñar contenidos que hagan a los mexicanos tomar conciencia del alcance real del cambio climático, adoptar una actitud colaborativa y tener conocimiento pleno de lo que implicará combatir sus efectos, sin píldoras doradas. Falta socializar mucho conocimiento.

Y claro, como en las películas de acción en las que el espectador piensa que al héroe o heroína no le pueden pasar cosas peores pero que en efecto le ocurren, esta misión para los periodistas de ciencia tiene otros tres obstáculos formidables.

El primero tiene que ver con el modo en que los medios y el público ven a la ciencia, en contraste con cómo la ven los científicos. Para los primeros, la ciencia es poderosa porque ofrece en términos generales cierta garantía de cumplimiento; ven a la ciencia como productora de certeza. En cambio los científicos están llenos de dudas, y dado el modo en que se genera el conocimiento científico, en varios campos (que por supuesto son los más delicados) no hay consenso absoluto. Siempre hay científicos que proponen alternativas al pensamiento del consenso.

En el espinoso asunto del cambio climático, como es uno de los fenómenos más complejos que existen, con muchísimas variables, los investigadores deben recurrir a modelos matemáticos cuya precisión se discute continuamente. De ahí que las previsiones científicas sobre el cambio climático presenten mucha incertidumbre. Para los científicos, la incertidumbre es parte del trabajo: al comparar sus modelos contra la realidad pueden ir identificando qué partes de los modelos deben modificar para que el modelo se parezca más a lo real. La incertidumbre es un valor positivo. En cambio, para los periodistas y para el público en general esa incertidumbre es motivo de inquietud: ¿quieren que yo deje de manejar mi auto para emitir menos contaminantes, pero ni siquiera están de acuerdo en el pronóstico? ¡Pamplinas!

La ciencia del cambio climático tiene dos tipos principales de enemigos: por un lado están los *escépticos*, que dudan de los modelos, de sus alcances, de cómo se investiga pero dispuestos a entender; por otro lado están los “negacionistas”, quienes por alguna razón (a veces ideológica, otras veces religiosa, siempre política), siempre están a la caza de errores en el trabajo científico, para tratar de desacreditar no solo un dato, sino todo el modelo armado laboriosamente durante décadas. Para un negacionista, el cambio climático es un invento de los científicos que se niegan a compartir el conocimiento real con el pueblo o que, peor aún, están al servicio de intereses oscuros y por ello pretenden asustar con el petate del muerto.

Esto significa que entre las dudas de los propios científicos, dudas que hay que insistir, forman parte del proceso de construcción del conocimiento, y las reservas de los escépticos o los negacionistas, comunicar con claridad el riesgo que representa el cambio climático es una tarea formidable, si se combina con las tendencias depresivas a reducir los espacios de divulgación o periodismo de ciencia en los medios.

Un segundo obstáculo (conectado con el primero) ha sido, históricamente, la incapacidad de los científicos para venderse como fuentes fiables de conocimiento en esta materia, incapacidad que además se vio vulnerada por un episodio del que todavía no se recuperan plenamente: el llamado “climategate”.

Este episodio ocurrió a fines de 2009, cuando estaba muy próxima una de las reuniones cúpula sobre cambio climático en la capital de Dinamarca. Persona o personas desconocidas se infiltraron en un servidor de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de Anglia del Este, y en una maniobra desgraciadamente cada vez más común, sacaron del servidor miles de correos electrónicos y archivos de cómputo. Los materiales, de consumo interno, discutían con franqueza e ingenuidad las dificultades del modelado climático, pero fueron diseminados entre negacionistas del fenómeno que aprovecharon esta documentación para alegar, justo días antes de la cumbre de Copenhague, que el calentamiento global y el cambio climático eran una mentira,

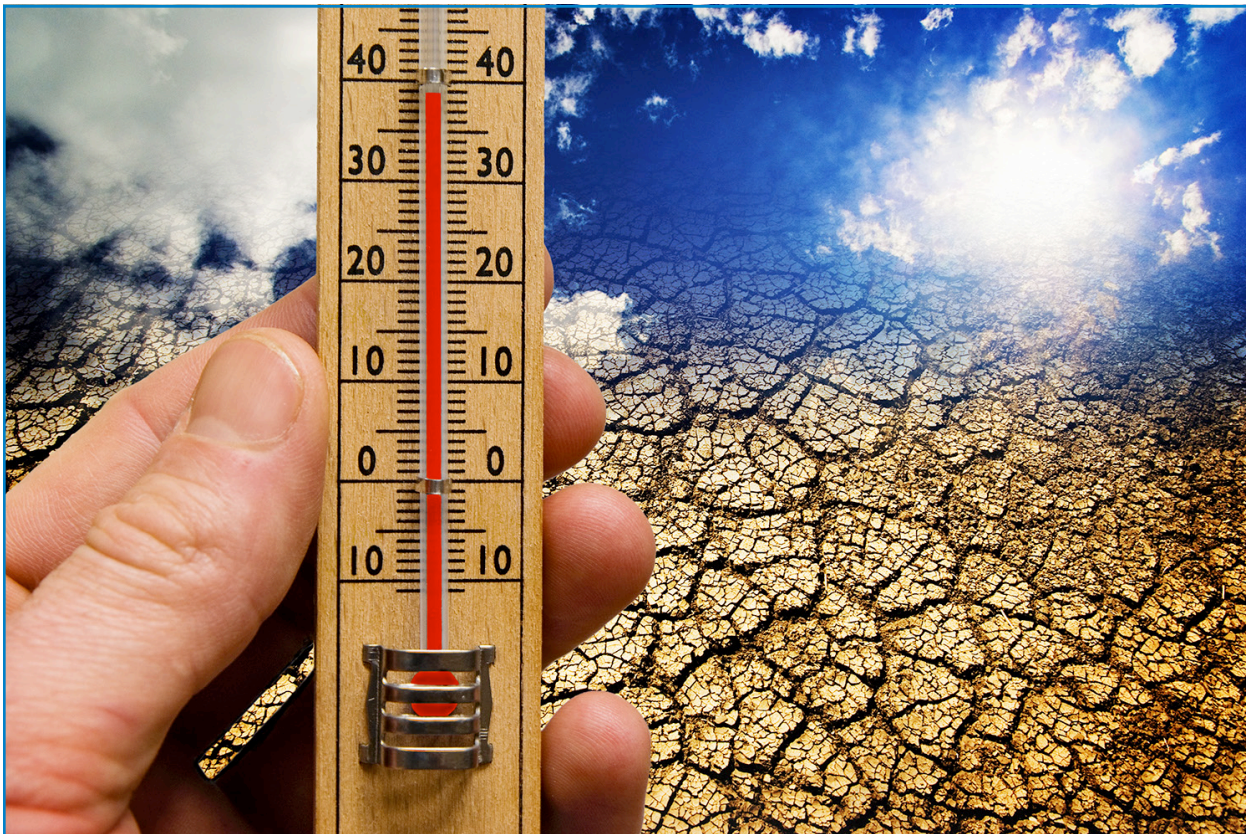
parte de una conspiración científica. Los negacionistas y los escépticos dedujeron de algunos mensajes que los científicos habían manipulado los datos para fabricar una amenaza inexistente. Cuando las negociaciones entre países iniciaron en Copenhague el 9 de diciembre en la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, los medios en general habían sucumbido a la tentación del “climategate” y la cobertura sería perdió vigor ante el olor a escándalo. El acuerdo final fue un texto no vinculante que carecía de objetivos, de plazos, de dientes.

Las principales organizaciones científicas al fin reaccionaron defendiendo la realidad del cambio climático, y se organizaron varios comités de investigación para indagar en el contenido del material robado. Y aunque su dictamen final fue que los científicos no habían cometido ningún acto reprobable, ya la duda estaba sembrada y el dictamen fue atacado como parte de la conspiración para asustar al planeta, algo que perduró por años a pesar de que las pruebas a favor de los científicos se han seguido apilando con cada vez más urgencia.

En su recuento del caso, Fred Pearce (2010) se pregunta:

¿Es fatalmente defectuosa la ciencia del cambio climático? ¿Las revelaciones del Climategate minaron el caso conforme al cual estamos experimentando un cambio climático hecho por el hombre? Absolutamente no. Nada descubierto en los correos destruye el argumento de que los humanos están calentando el planeta. Ninguno de los 1,073 correos, o de los 3,587 archivos conteniendo documentos, datos crudos y código de computadora altera la ciencia bicentenaria detrás del “efecto invernadero”. Podríamos desear que no fuera así, pero el mundo aún tiene un problema. Un gran problema.

Los científicos del clima quedaron muy dañados por el escándalo pero eso al menos los impulsó a ser más claros en sus mensajes. Cuando llegó la hora de emitir su Quinto Reporte de Evaluación en 2013, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus iniciales en



inglés) emitió la siguiente declaración: “Es *extremadamente probable* que la influencia humana ha sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX”. Aunque para el ciudadano común esto suena todavía un poco timorato, desde la perspectiva científica es casi una afirmación tajante: “extremadamente probable” significa una certidumbre del 95 al 100 por ciento.

La creciente firmeza de los modelos climáticos, más las realidades vividas ya por muchos países, han convertido al cambio climático en casi una certeza, a tal grado que en 2015 se logró el llamado Acuerdo de París, tras la 21ª. Conferencia de las Partes. Fueron 196 países los que al fin acordaron medidas voluntarias para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero con el objetivo de mantener el cambio de temperatura en menos de dos grados centígrados por encima de los niveles preindustriales.

Este enorme logro diplomático nos lleva al tercer gran obstáculo que deben enfrentar los periodistas de ciencia al comunicar lo relacionado con el cambio climático. En junio de 2017, el presidente de los Estados Unidos, Donald Trump, anunció su intención de retirar a su país del acuerdo, algo que conforme a las reglas solo podrá hacer efectivo en noviembre de 2020, poco antes de terminar su mandato. Una decisión así echa por tierra décadas de negociación multilateral, en una actitud egoísta muy criticada por todos sobre todo considerando que Estados Unidos es uno de los más importantes emisores de gases de efecto invernadero, solo superado por China.

La decisión de Trump es incluso inexplicable si se considera que su misma administración admite que, de seguir las tendencias actuales, la temperatura promedio del planeta podría subir hasta cuatro grados centígrados hacia el año 2100 (NHTSA, 2018: 5-34), e implica el propósito de no actuar conforme al consenso de las naciones. Esta actitud irracional se ha visto expresada por el mandatario estadounidense de formas incluso ridículas, como su afirmación de tener un “instinto natural” para la ciencia. A mediados de octubre de 2018, Trump declaró: “Estoy de acuerdo en que el clima cambia, pero va y viene, va y viene. Así que veremos”.

Ahora, es un hecho que, con Estados Unidos o sin ellos, los eventos y fenómenos relacionados con el cambio climático se siguen y se seguirán dando. A nivel local esto significa que es necesario seguir comunicando los impactos y medidas preventivas y de mitigación del cambio climático. Esto tiene que ser de la mano de los científicos y no contra ellos.

Una de las citas más conocidas del astrónomo Carl Sagan dice (Sagan, 1995: 36):

Hemos preparado una civilización global en la que los elementos más cruciales —el transporte, las comunicaciones y todas las demás industrias; la agricultura, la medicina, la educación, el ocio, la protección del medio ambiente, e incluso la institución democrática clave de las elecciones— dependen profundamente de la ciencia y la tecnología. También hemos dispuesto las cosas de modo que nadie entienda la ciencia y la tecnología. Eso es una garantía de desastre. Podríamos seguir así una temporada pero, antes o después, esta mezcla combustible de ignorancia y poder nos explotará en la cara.

“En el fondo, el solo mantenerse fuera de la contienda no significa adoptar la postura más valerosa, sino más bien pasar la pelota”, resume Stephen Schneider, uno de los científicos que puso al cambio climático en la mesa (Ward, 2008: 23).

Entonces, si resumimos de manera sucinta cómo ven los mexicanos el cambio climático, tendríamos que decir que lo interpretan aproximadamente como una radicalización de cambios meteorológicos relacionados con lluvia, calor y pérdida de productividad agrícola. Ni lo internalizan como algo próximo ni consideran en serio la necesidad de transformar radicalmente su comportamiento para alinearlos a conductas y patrones que reduzcan el impacto personal sobre el ambiente.

En este sentido, los mexicanos no difieren de los ciudadanos de otras latitudes, que acaso tengan una noción más clara de la naturaleza del cambio climático, pero coinciden en verlo como un fenómeno desligado de la sensación de urgencia necesaria para impulsar cambios de conducta.

¿Por qué ha sido tan difícil comunicar este fenómeno con el vigor o la claridad suficientes para trocar las buenas intenciones en actitudes y acciones, alineadas a las estrategias nacionales de mitigación y adaptación? Esta pregunta se la han hecho muchos analistas (por ejemplo, Moser y Dilling, 2004 y 2007), quienes responden que el del cambio climático es un problema complejo de características como las siguientes: 1) falta de inmediatez y visibilidad (los gases de efecto invernadero aumentan su concentración en partes por millón): “La mayoría de las personas no conectan conducir sus autos o activar un interruptor con la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera”; 2) distancia (el impacto en islas del Pacífico o incluso en costas nacionales pero lejos del hogar hacen que el problema sea visto como algo real, pero remoto); 3) lentitud del proceso (pocas personas pueden sentir urgencia si se les dice que, hagan lo que hagan, las concentraciones de gases de invernadero perdurarán por siglos en la atmósfera); 4) escepticismo acerca de las soluciones (las personas batallan para imaginar que un comportamiento suyo pueda tener impacto sobre un fenómeno planetario); 5) ir contra el interés propio (¿qué importa lo que yo haga si Donald Trump sacará a su país de la campaña para reducir emisiones, y vaya que ellos emiten mucho más que yo?); 6) desigualdades políticas y sociales (o sea: los países ricos emitieron toneladas y toneladas, y nosotros, que estamos apenas empezando a desarrollarnos, ¿tendremos que acotar nuestro crecimiento?); 7) fallas de comunicación (los medios pocas veces tocan el tema si no hay drama, o conflicto, o política u otros intereses). Y si se usan las palabras inapropiadas, los fenómenos asociados al cambio climático se ven como parte del marco “clima”, lo que a veces los hace ser vistos como “actos de Dios” y por ello refractarios a cualquier intervención humana. Frente a esta batería de obstáculos, comunicar apropiadamente la necesidad urgente de cambiar aparece como algo remoto.

El 8 de octubre de 2018, el IPCC emitió, a petición de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, un informe especial como preparación para la siguiente Conferencia de las Partes. El solo nombre del reporte basta para recordar las dificultades de comunicación: *Calentamiento global de 1.5°C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.*

Detrás de este título hay una advertencia más seria: el límite de 2°C del Acuerdo de París dejaría al mundo con daños irreversibles, de modo que sería mejor limitar el aumento de temperatura a 1.5°C, algo que según uno de los líderes del IPCC “es posible según las leyes de la química y la física, pero para ello se necesitarían cambios sin precedentes”. ¿Qué tipo de cambios? Habría que reducir las emisiones netas globales de dióxido de carbono, para el año 2030, en casi 45% respecto de los niveles de 2010. Y luego habría que seguir las reduciendo hasta llegar, allá por 2050, a un nivel de “cero neto” (IPCC, 2018). En otras palabras, es algo posible, sí, pero es también casi imposible si se consideran, la decisión de Trump y las voces discordantes que todavía a estas fechas siguen negando la existencia del cambio climático.

Lo razonable entonces es suponer que no se podrá alcanzar el tope de 1.5°C, y que lo más probable es que tampoco se logre el de 2.0° C. De hecho, parece más probable que la tendencia actual continúe y que para fines de siglo la temperatura haya aumentado cerca de los 4.0°C. Bajo esta previsión, es fundamental corregir los errores de comunicación y preparar a los mexicanos para encarar las consecuencias. En este marco, los más recientes análisis de comunicación dicen con claridad que no es suficiente *informar* al público. Caron Chess y Branden Johnson (Moser y Dilling, 2007: 223) dicen: “Muchos esfuerzos informativos por promover una conducta ambientalmente responsable se basan en una teoría implícita del comportamiento según la cual el pensamiento ‘correcto’ es seguido naturalmente por la conducta ‘correcta’”. Pero la información no basta. “Quizás lo más importante que se debe conocer para motivar la conducta son las creencias y valores de su audiencia... Los activistas y comunicadores deben seguir proveyendo información,

pero también deben entender qué más les importa a sus audiencias y ajustar conforme a ello sus acercamientos”.

¿Cómo proceder entonces? Hace casi una década, la Asociación Psicológica Estadunidense (APA, 2009) integró lo que llamó Fuerza de Trabajo en la interfaz entre la psicología y el Cambio Climático Global, bajo la premisa de que si el conocimiento del fenómeno no se traduce en acciones, hay que entender por qué las personas no actúan para poder luego definir estrategias para motivar a las personas a sí actuar.

El equipo de psicólogos concluyó tentativamente que existen barreras psicológicas que estorban la acción, barreras que se parecen sospechosamente a las características del cambio climático como problema. Entre estas barreras están la ignorancia, la falta de certidumbre, la desconfianza, la negación, la mala valoración de los riesgos, la sensación de falta de control y los hábitos perniciosos. La propuesta del informe, totalmente sensata, es aprovechar el conocimiento psicológico de las personas para atenuar las barreras e inducir, sobre la base de información transparente, un comportamiento que reduzca el impacto individual sobre el ambiente. Las conductas así modeladas seguramente permitirán disolver parte de las barreras, y ello a su vez permitirá ayudar a la conformación de ciudadanos mejor bien informados y preparados para adaptarse a los impactos que traerá a su vida el cambio climático.

Bibliografía

- APA, American Psychological Association. 2009. *Psychology and Global Climate Change. Addressing a multifaceted phenomenon and set of challenges*. [En línea] Disponible en <http://bit.ly/PsychologyCC>. [consultado el 20 de octubre, 2018].
- Banco Mundial. 2013. *Las dimensiones sociales del cambio climático en México*. Washington, DC, USA: Banco Mundial.
- Dryzek, J. S., R.B. Norgaard y D. Schlosberg. (Eds.). 2011. *The Oxford Handbook of Climate Change and Society* (Oxford Handbooks). Chippenham, Wiltshire: Oxford University Press.
- Fernández Reyes, R. (Dir.) y R. Mancinas Chávez. (Coord.). 2013. *Medios de comunicación y cambio climático*. Sevilla, Fénix Editora.
- Flores, R. C. 2018. *Representaciones en torno al cambio climático de los estudiantes de una escuela secundaria* (Cuadernos de investigación). México, Universidad Pedagógica Nacional.
- Johansen, B. E. 2017. *Climate Change: An Encyclopedia of Science, Society, and Solutions*. Santa Barbara, California: ABC-CLIO.
- Ímaz Gispert, M.A. (coord.). 2015. *La dimensión ambiental en los albores del siglo XXI. Miradas desde la diversidad. Encuesta Nacional de Medio Ambiente* (Los mexicanos vistos por sí mismos: Los grandes temas nacionales, 16), México: UNAM.
- IPCC. 2018. *Comunicado de prensa del IPCC*. [En línea] Disponible en: <http://bit.ly/IPCC-2018>. [consultado el 28 de octubre, 2018].
- León, B. (coord.) 2014. *El periodismo ante el cambio climático. Nuevas perspectivas y retos*. Barcelona: Editorial UOC.
- Lever-Tracy, C. 2010. *Routledge Handbook of Climate Change in Society* (Routledge International Handbooks). Nueva York: Routledge.
- Martínez, J. y A. Fernández. 2004. *Cambio climático: una visión desde México*. México: Semarnat-INE.
- Molina, M., J. Sarukhán y J. Carabias. 2017. *El cambio climático. Causas, efectos y soluciones* (La ciencia para todos, 241). México: Fondo de Cultura Económica.
- NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration. 2018. *Draft Environmental Impact Statement*. Washington: U. S. Department of Transportation.
- Olmos Martínez, E., M.E. González Ávila y M.R. Contreras Loera. 2013. *Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México*. Polis

- [En línea], 35: 2013. Disponible en: <http://bit.ly/PoblacionCC>. Publicado, 30-09-2013; [consultado el 26 de octubre, 2018].
- Pearce, F. 2010. *The Climate Files. The Battle for the Truth about Global Warming*. Londres: Guardian Books.
- Pew Research Center. 2017. Globally, People Point to ISIS and Climate Change as Leading Security Threats. [En línea] Disponible en; <http://bit.ly/ISISyCC>. [consultado el 22 de octubre, 2018].
- Rosen Ferlini, A.C. 2008. Análisis de la cobertura periodística del cambio climático en 2001 desde un modelo de funcionalidad. el periodismo de ciencia en la prensa escrita nacional y extranjera. Tesis Licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Sagan, C. 1995. *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Planeta.
- Sosa Rodríguez, F. 2015. "Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos". *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, Vol. 6 No. 2, mayo-agosto 2015, pp. 4-23.
- Ward, B. 2008. *Communicating on Climate Change: An Essential Resource for Journalists, Scientists and Educators*. Narragansett, RI: Metcalf Institute for Marine & Environmental Reporting.
- Zamora Sáenz, I. 2018. *Valoraciones sociales sobre el cambio climático en México*. Visor Ciudadano (57). Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República.

La ecuación dorada

Ángela Posada-Swofford

No dejaremos de explorar, y el fin de nuestra exploración será encontrar el punto de partida y conocer el lugar por primera vez.

T.S. Eliot

Me atrevo a pedirles que calienten su corazón leyendo, aprovechando esa chispa emocionante de la literatura, y que al mismo tiempo armen su cabeza con la racionalidad y la libertad que aportan la ciencia y el conocimiento.

Miguel Delibes Castro, biólogo español

Como todos los periodistas, los escritores de temas científicos debemos entender bien lo que reportamos, tener un buen ojo para las historias y conocer las mejores fuentes. Pero también debemos poder escribir mejor que cualquiera, porque la ciencia (el medio ambiente es ciencia) es difícil de vender.

Entonces en mi mente, la cosa es muy clara: la mejor forma de contar la ciencia por escrito es a través de la narrativa literaria, a través de los sentidos; sumergir al lector de lleno en un lugar y dejarlo que habite una mente. Hacerlo mirar por entre un microscopio; invitarlo a degustar una fruta genéticamente modificada. Ponerlo a escuchar el *wooshhhhh* de una turbina de viento, permitirle explorar ese qué, cómo, cuándo, dónde y por qué del periodismo, pero a su propio ritmo sin atarugarlo de información, sino dejándolo adentrarse en ella poco a poco, guiado por las herramientas de la buena literatura. Y al final de cuentas, lograr lo que yo creo es la ecuación dorada: primero maravillar, luego enseñar, y finalmente inspirar. Con la inspiración viene la concientización y con ella, la responsabilidad. Por su propio bien, las sociedades necesitan formar audiencias tan bien informadas como sensibles. Y como escritores de ciencia y medio ambiente, nuestra contribución más poderosa, son las palabras.

Aquí me limitaré a compartir ejemplos y algunos consejos que esos ejemplos ilustran. Creo que la mejor forma de convertirse en buen escritor es leer buena literatura. Mucha buena literatura. Pero si uno no entiende bien la ciencia acerca de la cual está escribiendo, entonces el castillo de naipes se viene abajo. El escritor colombiano Gabriel García Márquez solía decir que, antes de escribir una página, él leía cien. Tal cual. Porque lo que aparece escrito en un buen artículo de ciencia es la punta del témpano: las tres cuartas partes detrás de esa nota, todo lo que no se ve, es lo que el autor –un buen autor-- ha debido investigar y leer y aprender para que la nota fluya y se lea de forma irresistible, sin minimizar la rigurosidad de la ciencia.

Mundo de hielo

Una de mis obsesiones en todo sentido es la Antártica. Un continente en el que he estado cinco veces acompañando expediciones internacionales, incluyendo tres latinoamericanas. Y por cierto, aun no acabo de entender por qué México todavía no se ha entregado a estudiar esta masa de hielo que preside el clima en los trópicos y lo influencia todo, desde lo que se pesca en el

mar hasta lo que se saca de la tierra. Colombia, Ecuador y Perú han entendido que tener estaciones de investigaciones antárticas y realizar expediciones rutinariamente es algo tan crucial y estratégico en todo sentido, como estudiar el mar en sus propias costas. México aun tiene que aprender esa lección.

A continuación un trozo de mi libro *Hielo: bitácora de una expedicionaria antártica*, publicado por Grupo Planeta, Colombia, en noviembre de 2018:

La Antártica es un lugar especial. Su corazón está libre de la inevitable tragedia humana: aquí no hay guerras ni hambrunas. Nada se pudre —el frío ha llegado a conservar el cadáver de una foca durante más de mil años. Es un sitio autosuficiente, un continente que no pertenece a nadie. Es la luna de todas las naciones. Muchos de sus picos ni siquiera tienen nombre, menos aun han sido hollados por humanos. Aquí no hay ciudades ni complejos turísticos, y las únicas estructuras en pie son las estaciones internacionales de estudios científicos.

No obstante, la influencia directa del resto del mundo rodea sus costas como una sombra silenciosa. Microplásticos, disminución de vida marina, contaminación del hielo con sustancias químicas persistentes, todo eso comienza a roer el mapa antártico de afuera hacia adentro, como un pergamino al que se le queman los bordes.

La Antártica podrá estar lejana geográficamente de la mayoría de los ciudadanos del mundo, pero en realidad está a la vuelta de la esquina, presidiendo nuestra existencia con sus poderosas corrientes de agua y aire, y amenazando con algún día anegar las márgenes de los continentes. ¡Ah! pero todo ese poder esconde un secreto: este mundo helado es tan frágil y vulnerable como una pompa de jabón. Yo entro allí en puntillas. En los últimos 12 años de explorarla, he visto partes de este continente de cristal tornarse en un lugar diferente: sus masas de hielo se derriten inexorablemente, sus criaturas están siendo sustituidas por otras. **El cambio climático es real. Allá en el hielo, me miró directamente a los ojos.**

No puedo decir que Antártica es hermosa. Está más allá de eso. El continente es absurdamente bello y misterioso. Pero también es brutal. E indiferente. Como un asesino a sueldo.



Parafraseando a Stephen J. Pyne en su estupendo libro *The Ice*, la Antártida es el paisaje más intelectual de la Tierra, y no obstante, el continente no tiene historia antropológica ni recuerdos culturales. No ha sido cuna de ninguna civilización indígena; jamás fue origen de una escuela literaria o de pintura; nunca —al menos no hasta ahora— un ícono artístico la hizo suya: ‘El Hielo’, como lo bautizaron desde un principio, fue siempre demasiado distante cultural y geográficamente como para hacer mella en la civilización occidental. Solo los exploradores del siglo pasado, en sus diarios manchados con grasa de foca, intentaron captar el fantástico aislamiento y el significado de un lugar que desafía los convencionalismos del arte porque su interior puede llegar a ser un vacío de color, de sonidos, texturas y olores —una gran cámara de privación sensorial. En otras palabras, su mismísima simplicidad ha hecho de la Antártida algo alienígena.

De hecho, las ideas acerca de las regiones polares australes son tan recientes, que su corazón apenas fue sondeado durante el mismo año en que los científicos en Norteamérica y Europa comenzaron a entender la física cuántica y la estructura del átomo, en la primera década del siglo 20.

Pero ahora, empujada por el inexorable calentamiento y las tecnologías que lo escrutan, esta masa de hielo que rige el clima a escalas globales ha irrumpido en nuestra conciencia colectiva con la fuerza de un tsunami. Ningún país, por lejos que se encuentre, por más tropical que sea o alejado del mar que esté, escapa a su esfera de influencia y al efecto dominó que producen los cambios, cada vez más pronunciados, en ese ecosistema del frío. Por eso, hoy en día la Antártida es una exportadora de información cruda tan importante, que se ha convertido en parte esencial de la economía mundial del conocimiento.

De esa forma, aunque el aislamiento, el extremismo y el tamaño del continente blanco lo convirtieron en algo especial, la ciencia moderna lo ha hecho deseable, y la industrialización lo ha puesto al alcance.

Tierra de nadie y a la vez tierra de todos, la Antártica no tiene un gobierno propio, sino que la gente que allí trabaja por temporadas está sujeta a las leyes de sus respectivos países. El continente sí está regido por el Sistema del Tratado Antártico, un triunfo diplomático de la Guerra Fría que en 1959 prohibió las actividades militares y mineras, destinando a la Antártida como un lugar para la ciencia. El Tratado no reconoce los reclamos territoriales que varias naciones habían hecho antes de su firma, pero de todas formas esos países lo toman muy en serio; de hecho, algunos de los reclamos se solapan entre sí, y han causado fricción.

¿Un vistazo al futuro? Ojalá que no. ¿Habría que revisar partes de ese acuerdo? Tal vez. La geopolítica, las relaciones internacionales y la diplomacia de la ciencia: ¡Qué terreno tan provocativo e importante, delicado y lleno de sorpresas!

Tanto quiero a la Antártica y tanto quiero despertar ese amor entre los lectores, que hasta le compuse una oda libre, con mención a las consecuencias del cambio climático:

Antarctica glacialis

Ángela Posada-Swofford

Antarctica glacialis,
vieja, sabia, ser profundo
vestida de blanco y de noche
quiero ser administradora de tus témpanos
vigilante de nunataks
regente de tus silencios
contadora de auroras
auditora de pingüinos
y de toda su inocencia interrogante

*Es tu gelum hielo glacial
gélido hielo antártico
matrimonio de aire y mar y frío.
Son tus moléculas
la goma que une a un continente
entero;
eres sólido, diáfano, turbio
etéreo,
plástico*

*Quiero así a mi hielo helado
así quiero mis témpanos verde menta
mis vidrios azul cobalto
estáticos navegantes tabulares
cinturón de asteroides blancos*

*Tu brocado de cristales se viene abajo
víctima del calor azul, calor frío;
nuestra atmósfera de ácido aliento
aire apenas ardiente
¡empeñados en derribar la fuerza de tu idioma blanco!*

*Busco:
Aguja e hilo para remendar tus bastiones rotos;
audífonos para escuchar tu voz enterrada;
una campana gigante para aislarte del calor;
la caja donde guardas los cristales de hielo;
los cables escondidos que conectan con tus nervios.
Cuaderno en blanco para anotar lo que me enseña tu universidad del frío*

Herramientas para contar buenas historias

El cerebro humano está cableado para retener la información que es transmitida en forma narrativa.

En otras palabras: a todos nos gustan las buenas historias. En mis conferencias de comunicación de la ciencia, suelo decir que las palabras son como los átomos. Pero que en biología la complejidad la dan las moléculas. Igualmente, en literatura, la molécula es la *imagen*. Y cuando está conectada con verbos, se convierte en una *imaginería*. Entre más fuertes los verbos, más fuertes las imágenes. Entonces, todo esto exige bastante espacio en las páginas de la revista o del periódico.

Conciba primeras frases inolvidables

Esas primeras palabras son a la vez las más difíciles y las más poderosas. Hay que fraguarlas con suma delicadeza. Son la antesala a la historia que se va a relatar, a la secuencia de acciones que se dan cuando un personaje encuentra una situación complicada que confronta y luego resuelve.

“Pedro sabía que si daba un paso más iba a morir”.

“Mary era una belleza morena con gran personalidad y un agujero en el corazón”.



“El hielo es el comienzo de la Antártida y el hielo es su fin”.

“‘Fue aquí... *aquí*, donde logramos las temperaturas más bajas jamás medidas’, recuerda. el físico Wolfgang Ketterle extendiendo sus brazos hacia el dispositivo, con un gesto mesiánico”.

“‘Probablemente nunca haré nada tan bueno otra vez en mi carrera’. La voz del astrónomo Robert Kirshner está a punto de romperse’.”

Análisis de la estructura de un artículo feature de medio ambiente y turismo de canotaje

Estos son trozos de una nota que hice para la revista *Semana* en Colombia sobre el río Pacuare, en Costa Rica, que se salvó de ser represado, gracias a la acción de la comunidad en 2004. Ante todo, el título: *Aguas blancas, selva verde: trabajos en el río Pacuare de Costa Rica*. Es un título de artículo de revista. Nada noticioso. Es evocador, anuncia acción, pero no da todo el detalle. Invita a la curiosidad.

En el primer párrafo hay que agarrar a ese lector y literalmente obligarlo a que siga leyendo. Mostrarle un poco de piel desnuda, con la promesa de todo lo que vendrá después.

Antes de verlo, lo oigo.

El rugido del agua se intensifica atrozmente, recogido por el estrecho cañón vertical de cientos de pies, cuyas paredes de roca densamente forradas de verde convierten al río en un caldero hirviente. Una nube de vapor anuncia lo que no quiero ver: una repisa flanqueada por un jardín de piedras gigantes que forma un verdadero caos hidrodinámico. El sonido ahora es espeluznante, inconfundible: es la potente voz de un rápido Clase IV+. Uno que se llama Sangre Hidráulica. El corazón se encoje de aprehensión. A pesar de las ganas de saltar a la orilla, sólo hay una ruta posible.

Antes de continuar con la acción, la cámara sube hacia lo alto y describe al río, colocándolo dentro de la categoría de los grandes ríos de canotaje en aguas blancas. Aquí el turismo se mezcla con el medio ambiente, pero aun no se ofrecen detalles de cómo la comunidad salvó al río de ser represado. La información se entrega poco a poco.

Cayendo de 1,148 a 262 pies en menos de 60 kilómetros, el río Pacuare corta la selva central costarricense exponiéndola como una herida abierta que muere en la costa caribeña. Como un dios malhumorado y a la vez benévolo, el caudal es central a todo a su alrededor: a la existencia del turismo de aventura, al sustento de los campesinos y agricultores, a la fecundidad alucinante de la vegetación.

El Pacuare está clasificado entre los cinco ríos más espectaculares del mundo para el deporte del agua blanca –allá arriba con el Futaleufu del Chile, el Zambezi en el sur de África, el Colorado, y el Susitna de Alaska. Cada uno de esos ríos tiene su propio equilibrio de amenaza y encanto, y es capaz de alegrar el corazón de cualquiera dispuesto a pasar el ritual espiritual de la inmersión en agua salvaje. Un equilibrio que serpentea entre la dificultad de los rápidos clases IV y V, la grandiosidad del escenario, y el exótico sabor local. Cualquier otro parámetro de excelencia con que se mida este deporte, mi punto es sencillamente éste: el Pacuare pertenece a esa clase. Es el más asequible de los cinco grandes. Y es la quintaesencia del río tropical porque atraviesa selvas vírgenes decoradas con desfileros y cascadas, mariposas azules y los ojos invisibles de los jaguares.

Luego viene la acción, que es algo imprescindible. Aquí en la nota del río Pacuare, la uso para explicar algunos conceptos básicos de dinámica de fluidos. El río se convierte en el personaje:

Desde el aire, el caudal del río más largo de Costa Rica aparece indistinto, apenas un trazo hidrológico sumido en geología verde. Pero aquí abajo en el valle, el río se las cobra.

“¡Ojo con el hueco!”, grita alguien detrás de mí- ¡Izquierda, atrás! ¡Remen! ¡Remen duro! ¡Ahora derecha, lado derecho, DERECHA ADELANTE!”

La voz del guía se pierde bajo el rugido del agua, cuya espuma nos tapa más allá de la cabeza. La balsa de caucho es un potro salvaje con seis jinetes asidos a un remo por sus vidas. Evadimos “el hueco” milagrosamente pero no hay por qué felicitarnos. Sangre Hidráulica marca el comienzo de una larga y difícil secuencia de repisas, rocas y piedras acechantes. Trabajamos arduamente con olas que se estrellan contra el pecho y la cara, agua que es inyectada a presión entre las narices, corrientes-sorpresa, y remolinos iracundos capaces de zamparse la balsa como un coyote a un ratón.

En medio del río surgen unas masas negras que hay que evadir a toda cosa, remando desesperadamente, imposiblemente, a brazo partido. En este tramo de varios kilómetros no hay descanso. El río está lleno de contracorrientes y almohadones de espuma que disfrazan lo que hay debajo y hacen girar la balsa como si fuera un neumático. No obstante, el desafío verdaderamente tenaz está en la base de esta sección de rápidos. Son las Cataratas Bobo (llamadas así por una especie de pececillo que migra corriente arriba para reproducirse); y para tener éxito hay que saltar por encima de ese paso con mucho momentum -igual que hacen los peces.

Inevitablemente llegamos hasta allí. El agua ruge más que el guía. Está viva de turbulencia. Me inclino borda afuera para remar como me indican. No hay nada que advierta su presencia, pero justo de mi lado yace una gran roca plana inclinada y totalmente sumergida, frente a otra que sí sobresale del lado opuesto. Un monstruo escondido a ras de la superficie. La hidrodinámica convirtió a esta caída de agua en un vórtice hambriento, un devora-gente. En un microsegundo me caigo entre esa cosa. Me traga como la ballena blanca se tragó a Jonás.

Instantáneamente me encuentro cabeza abajo y patas arriba. El agua me empuja y me sacude en todas direcciones a la vez. La bocanada de aire que tomé tiene que durarme 20 segundos, porque cuando intento salir mis manos chocan contra el fondo del bote que aun está sobre mi cabeza.

Un “hueco”, en lenguaje de este deporte, es un remolino de agua y espuma que circula constantemente sobre sí mismo, igual que un cilindro de cepillos en un lava-autos. El agua rápida cae dentro de un vacío abrupto, se repliega sobre sí misma, vuelve a salir en forma de burbujas y otra vez se precipita hacia su propio interior. Se traga y se vuelve a tragar a sí misma, como un agujero negro devora la luz en el centro de cualquier galaxia. Y con esa agua, absorbe también todos los objetos que ten-

gan la desgracia de estar flotando en sus cercanías; los atrae hacia él tanto por arriba como por abajo, los hace prisioneros, se los queda.

Antropomorfizar al río funciona en este contexto:

Incluyéndome a mí, que de repente me veo pegada en el fondo de El Bobo. El tiempo parece haberse detenido. Todo está oscuro y caótico y los pulmones me arden mientras espero que algo me escupa hacia arriba. Mientras tanto, como si fuera un matón, el vórtice me roba todo lo que tengo encima: 'quiero tus gafas de sol y quiero tus tenis. Dame acá tu remo también'.

La dinámica de fluidos es una de las ramas más complejas de la física. Un poco de agua entre una jarra es una sustancia cualquiera. Pero tan pronto como se la vierte en un vaso, la física se vuelve increíblemente complicada. Y en un río como este, las complicaciones son virtualmente infinitas.

Coloque usted un navegante inexperto en uno de esos huecos pegajosos, y tendrá una emergencia. Coloque a un deportista experto, y tendrá un espectáculo. Añada a un juez y dos altoparlantes, y tendrá un concurso de acrobacias. Quienes buscan la adrenalina entre los "huecos" de un rápido Clase V están buscando esa sensación de equilibrio caótico. Haciendo mi propia maniobra, y ayudada por algún capricho de la física, yo también salgo del hueco, aunque con menos dignidad y más magulladuras en las piernas. Una semilla en la corriente. Y resulta que tampoco soy la única en el agua. El Vórtice del Viajero y el Campo Minado se han encargado de desmontar al resto de mis compañeros de balsa.

Después de la acción, igual que en las películas, viene el momento de calma, reflexión. De poner en perspectiva la importancia de este río, y de lo que pudo haber sido un error garrafal de ponerle una represa. La filosofía ayuda a martillar el tema ambiental.

Finalmente llega un tramo benévolo que permite admirar la selva primaria donde estamos sumidos. En alguna parte de estas laderas hay ocelotes, jaguares, monos y perezosos. Los grandes gatos se ven muy rara vez, pero uno quiere sentir que están observando desde la sombra. Las aves son increíblemente abundantes, pequeños incendios de colores posados en las ramas o centelleando río abajo.

Hasta hace poco existió una aterradora propuesta para hacer una represa hidroeléctrica en varios tramos del río Pacuare. Afortunadamente para el resto del planeta, Costa Rica entera se volvió en contra del proyecto, votando un formidable 98 por ciento en su contra. Por ahora, el Pacuare está a salvo. El Bio-Bio, en Chile, en cambio, no tuvo tanta suerte.

Un río es una entidad animada. Se mueve, respira. Es la matriz de una complejísima red de relaciones biológicas. Ahogar a un río como el Pacuare bajo su propia agua encarcelada es algo así como bombardear las pirámides de Egipto o pintar encima de los frescos de la Capilla Sixtina. ¿Tendremos que contentarnos con dejar la Tierra un poco más plana, más mansa, más simple y más fea que antes, a cambio de un producto vendible? ¿Acaso no somos una especie lo suficientemente ingeniosa como para pensar en una alternativa para nuestra electricidad?

Ríos como el Pacuare son importantes por muchas razones. Personalmente, yo pienso que la humanidad necesita cosas grandes, asustadoras y salvajemente homicidas. Creo que necesitamos preservar esos lugares, esas bestias y esas fuerzas de la naturaleza que son capaces de asesinarlos con indiferencia sublime. Necesitamos al tigre y al cocodrilo, al huracán, al Cañón del Colorado y al tiburón blanco. Necesitamos todas esas cosas para tener perspectiva.

La historia termina por donde empezó:

El final del camino no es el final del Pacuare. Está marcado por un lago ancho y sereno en medio de dos paredes verdes, Dos Montañas, unidas por un puente colgante. Hay un flujo de alivio colec-

tivo, una inyección de adrenalina, una sensación de intensidad. Somos un húmedo grupo de turistas con sobrepeso y canas en las sienes, trabajos aburridos (algunos) y cuentas que pagar (todos). Pero qué caray, nadie nos está viendo ahora, y nos sentamos en un remolino inofensivo a intercambiar *high fives*.

En las trincheras

Yo creo que es imprescindible estar allí. Y creo en descripciones subjetivas y evocadoras, como escribí en esta nota para *Muy Interesante* acerca de las investigaciones del *Smithsonian* con su colección de aves disecadas:

Heacker se detiene ante una fila de gavetas tan delgadas como si contuvieran planos de arquitectura... Ordenadamente colocadas en hileras, docenas de avecitas idénticas de varios tonos de azul reposan sobre papel libre de ácidos. Hay algo extrañamente poético y darwiniano en la forma en que están acostadas boca arriba, los ojos cerrados y las patitas anudadas con un letrero identificador.

Esta otra es parte de una nota sobre una salida de campo con un investigador argentino en Península Valdez que estudia las ballenas francas australes, tal vez los mamíferos más amenazados del planeta:

No hay que esperar mucho. Un lomo rompe la superficie como si nos hubiera estado siguiendo. Es enorme y negro. Cuando se sumerge, deja un parche de agua lisa que permite entrever una forma blanca a su lado. Segundos después emergen ambas formas. Es una hembra de ballena franca austral, *Eubalaena australis*, —la especie de cetáceo más escasa del mundo— con su ballenato albino. Ella mide 18 metros. Él alcanza los siete, y ya es más largo que nuestro bote de caucho. Es blanco con manchas negras parecidas a las de un dálmata, y se acerca atrevidamente al zodiac por el lado de estribor. Su madre le censura la osadía, literalmente apartándolo de nosotros con la poderosa cola. Pero el pequeño, como todos los pequeños del mundo, hace caso omiso y resuelve sumergirse, para salir por la borda de babor y tocarla ligeramente con el hocico, en actitud desafiante.

Su piel parece suave, como la gamuza aceitada, y me recuerda a la piel increíblemente sensible de las ballenas jorobadas que he acariciado en el pasado. Su hocico es casi rosado y su rostro infantil está cubierto por las callosidades características de las francas, que también sirven para identificarlo, según descubrió el renombrado biólogo estadounidense Roger Payne. El retozón ballenato exhala dos veces, y al aspirar produce un ruido oxidado, similar al de la tubería de un viejo órgano de pedales. Su madre se interpone entre él y el zodiac una vez más, pasando tan cerca, que cuando respira quedamos momentáneamente cubiertos por su aliento. Es dulce y ligeramente almizclado, como el de un abrigo de pelaje húmedo.

El lede 'retardado' describe antes de explicar. Es una forma de preparar al lector para lo que ha de venir. *En un mar de huesos frágiles*, es una nota sobre acidificación del océano. Revista *Muy Interesante*.

Aumentados 100 veces por la lente del microscopio electrónico del Departamento de Ciencias Planetarias del Instituto Tecnológico de Massachusetts, cientos de esqueletitos cristalinos con apariencias fantásticas se fueron dibujando en la pantalla. Bolas erizadas de púas transparentes, esferas llenas de brocados metidas unas dentro de otras como esferas chinas de Cantón, racimos de uvas azucaradas, cajitas con extensiones que parecen alas, caparazones porosas ricamente ornamentadas. Contenido dentro de una pequeña muestra de barro del fondo marino, este reino de delicada belleza cabría millones de veces en la punta de un alfiler.

“Esas cajitas son diatomeas. Y los que recuerdan balones de fútbol son coccolitofóridos. Están protegidos por plaquitas duras de carbonato de calcio que hacen las veces de persianas, dejando pasar la luz para la diminuta planta que vive adentro”, dice Stephanie Dutkiewicz, investigadora del Centro para la Ciencia del Cambio Climático, en el MIT. “Todas esas son especies de fitoplancton. Son las nuevas víctimas de la acidificación de los océanos”.

Acción y más acción: iniciar con alguien haciendo algo es un buen método. Este es el inicio de artículo en revista *Muy Interesante*, acerca de las investigaciones de un científico mexicano invitado a la Antártida por la armada colombiana:

A pesar de los cinco grados centígrados y de estar rodeado de témpanos de hielo, Eduardo Santamaría del Ángel, investigador de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, está sudando. Lleva al menos un par de horas bajando la misma botella oceanográfica vacía y subiéndola llena de agua, a pulso, por la borda del buque de la armada colombiana *ARC 20 de Julio*. “La he subido como 20 veces hoy. ¡Ya me saliò músculo! Ahora le toca a Alfredo”, dice riendo mientras le pasa la botella de plástico gris, un peso muerto de varios kilos, a su estudiante de doctorado José Alfredo Mercado Santana.

Es un día excepcionalmente hermoso en la Península Antártica, en una bahía flanqueada de glaciares frente a la base argentina de Primavera. El reflejo del sol sobre la nieve es enceguecedor. El azul transparente del mar en calma deja entrever las paredes sumergidas de las masas de hielo, y una familia de ballenas jorobadas se alimenta en la distancia.

“Mira cómo penetra la luz. Es como si el capitán del buque le hubiese hecho una ofrenda a la diosa Yemayá”. Durante décadas el doctor Santamaría se ha dedicado al exótico estudio de las propiedades bio-ópticas del agua de mar; es decir, la forma en que los microorganismos responden a la luz que les llega desde arriba, haciendo que el mar adquiera un color u otro. Esos colores son observados por los sensores de los satélites que orbitan la Tierra, e interpretados por los científicos que buscan tomar los signos vitales del océano a grandes escalas. Por eso, recoger muestras y datos *in situ* –que en general poco se hace por complejidades de logística, y menos aún en un lugar tan inaccesible como la Antártida– es clave para calibrar la efectividad de los datos que arrojan los satélites.

Los verbos activos, fuertes y exactos nunca fallan

- El virus estaba escondido detrás de las células de hígado/**El virus acechaba, oculto tras las células del hígado.**
- Este trabajo es una generalización del algoritmo de Smith/**Este trabajo generaliza el algoritmo de Smith.**
- El árbol tenía ramas extensas/
- La actitud del Profesor X hacia la ciencia es ambivalente/**El Profesor X transmite una actitud ambivalente hacia la ciencia.**

Evite los verbos que sirven para todo

Existen ciertos verbos que se emplean a manera de “comodines”, tales como: hacer, poner, decir, ser, estar, haber, tener, etc. Es correcto escribir “hizo un cuadro”, “hizo una escultura”, “hizo una película”, “hizo una novela”, “hizo una paella”.

Pero se gana en precisión cuando escribimos “pintó un cuadro”, dibujó una figura; talló, esculpió o modeló una escultura; filmó, actuó o dirigió una película; escribió una novela o cocinó una paella”.

Comparaciones y metáforas: una herramienta esencial

Yo las concibo y siempre consulto con mi fuente científica antes de usarlas para garantizar que sean correctas las comparaciones.

- El Dr. Sharma y sus colegas pensaban que se estaban acercando a la **Gran Ballena Blanca de la ciencia**: el Bosón de Higgs, Una partícula cuya existencia explicaría todas las otras conocidas, y cómo encajan en el rompecabezas de la realidad. *Dennis Overbye/NYT/Chasing the Higgs Boson*
- Un meteorito es **como el helado que sirven los restaurantes chinos**: congelado por dentro, con una capa crujiente por fuera. A. Swafford
- El experto llevaba **el equivalente en virus a la población de la China**, dentro de una botellita. A. Swafford
- Los delicados cuerpos de las criaturas abisales son como droguerías esperando ser estudiadas. Pero estudiarlas desde un buque en la superficie es **como tratar de estudiar una mariposa desde un avión**. A. Swafford

Descripciones de personajes: una de las herramientas clave

- Una mujer suiza que había sido criada en Suráfrica, tenía cuarenta y pico de años, cabello cenizo y vestimenta impecable, Nicole Grasset era descrita como **un huracán en un vestido de Dior**. *Richard Preston/Demon in the Freezer*
- Lo había perdido todo al mar. No al mar, realmente. A la Criatura. **Hipotecó su casa. Se divorció de su esposa. Se perforó el oído izquierdo en un accidente de buceo**. El calamar colosal, su magnífica obsesión, era tan solo un sueño líquido. Pero esta noche, Alberto O’Leary miró hacia el abismo, y el abismo le devolvió la mirada. *Angela P-Swafford/En busca del calamar del abismo/Planeta*
- Con los ojos cerrados escucho lo que me dice Benedict Cumberbatch a través del teléfono. **Algo en su voz de barítono cargada de matices roncós y aterciopelados me hace pensar en brandy y chocolate junto a la chimenea**. El actor habla rápidamente, sin esfuerzo, pasando del *staccato* a la pasión contenida, en salvas de murmullos en tono casi inconsecuente. El efecto que produce es uno de complicidad compartida. *Angela P-Swafford/Esquire Magazine/May 2013*.

El reto de explicar la ciencia: tiene que “agarrar”

Del libro *El demonio en el congelador*. Richard Preston

Cuando las hermanas del Hospital Mercy abrieron la puerta del paciente con viruela, un olor dulzón, enfermizo, empalagoso, flotó hasta el corredor. Era distinto a todo lo que el personal médico del hospital había encontrado antes. No era el olor de la descomposición, pues su piel estaba sellada. Era la pus dentro de la piel, lanzando gases que se difuminaban fuera de su cuerpo. En esos días, se le llamaba la fetidez de la viruela. Hoy en día los médicos se refieren al olor de una ‘tormenta de citocinas’.

Las citocinas son moléculas mensajeras que se amontonan en la corriente sanguínea. Las células del sistema inmunológico las usan para señalarse unas a otras cuando el organismo está montando una respuesta al ataque de un invasor. Durante una tormenta de citocinas la señalización enloquece y el sistema inmunológico entra en desequilibrio y se cae, como una red de computadoras. La tormenta de citocinas se convierte en algo caótico y termina colapsando la presión arterial, produciendo

un infarto o paro respiratorio, junto con un hedor a través de la piel, como algo inmundo escondido dentro de una bolsa de papel.

“Cómo hacer una estrella”; revista *Muy Interesante*, Angela Posada-Swofford

Sostengo en mi mano la semilla de una estrella. Al principio no parece gran cosa. Es una esfera del tamaño de un grano de pimienta, cubierta de un plástico plateado. Luego aprendo que está llena de deuterio y tritio congelados, dos formas del hidrógeno favoritas de los físicos que adelantan experimentos de fusión nuclear. La esfera, y los científicos que trabajan en el colosal experimento *National Ignition Facility*, a las afueras de San Francisco, están parados en el umbral de lo desconocido. Encaran un reto de ingeniería casi inimaginable: construir una máquina capaz de crear un pequeño sol en la Tierra; y al hacerlo, aprender a enjaezar su poder de forma controlada, para que finalmente podamos acabar con nuestra urgente crisis de energía.

Tenga en cuenta:

- uso de ironía y humor
- entretrejimiento de arte y ciencia
- uso de analogías y metáforas
- recurso a lo cotidiano
- un lugar para la metafísica y la religión
- referencia a la cultura popular
- reconocimiento de los errores humanos
- desacralización de la ciencia

Ciencia novelada para niños

Esta es mi mayor aventura: mi colección de novelas de ciencia y adrenalina para chicos entre 8 y 14 años, “Juntos en la Aventura”. Este trozo es de *Un enemigo invisible*, uno de los 8 títulos publicados por Grupo Planeta, Colombia. La colección se lee en escuelas de Colombia y la China.

Demonio diminuto

Jones aspiró unas gotas con una pipeta, y las depositó entre dos delicadas placas de cristal. Luego puso las placas sobre la bandeja portadora dentro del microscopio y cerró la compuerta herméticamente para que no entraran ni luz ni aire. Metió la cabeza bajo el capuchón negro y movió el interruptor del encendido. Su cara quedó bañada en la luz verde. El médico movió delicadamente los controles del microscopio, buscando algo que estuviera fuera de lugar dentro de la maraña de glóbulos rojos. Casi enseguida, su expresión se endureció. Flotando entre las células rojas, había cientos de círculos con una pata; algo así como una *donut con un palo* de chupeta. Su corazón dio un vuelco.

Eran las mismas partículas que había visto en los tejidos de hígado de la víctima de la tribu que estaba moribunda... ¿Podría haber hallado finalmente al animal transportador? Tenía que asegurarse. Con la respiración entrecortada, abrió el microscopio y cambió la muestra del mono por la del indígena. Ajustó los controles nuevamente. Estaba viendo parte de una célula del hígado. Era como sobrevolar sobre un paisaje complicado, un mundo aparte, lleno de valles, ríos y lagunas, selvas y montes. Había

cosas que hasta parecían poblados. El interior de una célula era algo que nunca dejaba de asombrarlo. “Uno puede pasar días enteros buscando virus dentro de una célula, y como las partículas son tan pequeñas, pueden estar metidas en cualquier parte de este extraño paisaje”, pensó el científico, escogiendo otra célula entre las miles que había en la muestra bajo sus ojos. Ahora que sabía exactamente lo que buscaba, estaba impaciente. “Sé que estás en alguna parte de esta selva... ¡muéstrate, maldito demonio!”.

Minutos después sobrevolaba otra célula y notó que esta estaba destrozada en su interior. Como si una bomba atómica hubiera estallado en medio y hubiera arrasado todas sus estructuras y dejado montañas de desperdicios. Jones movió el botón del microscopio para acercarse más. Lo que parecían desperdicios eran montones de las mismas *donuts con palo de chupeta*. Había tantas, que algunas partes de la célula parecían un tapiz uniforme de *donuts* con una pata. Allí lo tenía, frente a sus ojos. Un monstruo diminuto.

Un virus nuevo... Canzanboira.

La historia corta de no ficción

Una de las herramientas más efectivas y menos exploradas en el mundo de la comunicación de la ciencia es la historia corta de no ficción. Es la escuela universal para los escritores. Puesto que es corta, es muy exigente. Es como pulir una pequeña gema.

Tiene estructura y un ritmo, como una sinfonía: un comienzo, un desarrollo y un final que retoma la introducción. Ejemplos de temas:

- Dos equipos de científicos compitiendo por el mismo premio.
- Un explorador empujando los límites de su supervivencia.
- La construcción de un poderoso telescopio, con sus problemas tanto humanos como mecánicos.
- El progreso de una delicada cirugía donde hay una vida de por medio.
- Cualquier proceso exploración científica con humanos (¿o robots? ¿o animales? ¿o neutrinos?) involucrados.

He aquí un ejemplo luminoso: ***El monstruo de la Sra. Kelly, de Jon Franklin***. Ganador del premio Pulitzer 1979. El artículo de 10 páginas describe una cirugía de cerebro. He seleccionado algunos trozos verdaderamente brillantes. Las técnicas narrativas que utiliza son las mismas si uno quiere escribir sobre cambio climático, acidificación del océano, o el corazón de una ballena.

Es interesante notar cómo el autor, que no es periodista científico, jamás usa palabras de la jerga de la medicina. Pero en cambio, usa recursos literarios tales como anotar el paso del tiempo para darle dramatismo a la narración y describir, de forma repetitiva, los sonidos dentro de la sala de operaciones. Sobra decir la clase de investigación que hizo el autor, para hallar los detalles más mínimos.

En las frías horas de una mañana de invierno, el Dr. Thomas Darbee Ducker, jefe de cirugía de cerebro del hospital de la Universidad de Maryland, se levanta antes del amanecer. Su esposa le sirve waffles, pero sin café. El café hace que le tiemblen las manos.

En el centro de Baltimore, en el 12avo piso del hospital universitario, el marido de Edna Kelly le dice adiós. Durante 57 años la señora Kelly ha compartido su cráneo con el monstruo. Ya no más. Hoy está asustada, pero determinada.

Son las 6:30 de la mañana.

“No tengo miedo de morir”, había estado diciendo a medida que este día se aproximaba. “He perdido parte de la vista. He pasado por todas las hemorragias. Hace dos años perdí el sentido del olfato.

Y del gusto. He comenzado a tener ataques epilépticos. Ha comenzado a afectar mis piernas y ahora estoy parcialmente paralizada.

“Hace tres años un médico me dijo que lo que me esperaba era ceguera, parálisis y una remota posibilidad de muerte. Ahora tengo aneurismas; este monstruo ha causado eso. Estoy asustada a morir... pero no pasa un día en que no sienta dolor, y ya me cansé. No puedo aguantar el dolor. No quisiera vivir así por mucho más tiempo”.

Cuando el Dr. Ducker sale para el trabajo, la señora Ducker le entrega una bolsa de papel con un sándwich de mantequilla de maní, una banana y dos galletas de higo.

En el centro, dentro del cerebro de la Sra. Kelly, un sedante hace efecto.

La Sra. Kelly nació con un nudo anormal de vasos sanguíneos enredados en la parte trasera de su cerebro. La malformación comenzó pequeña, pero con el tiempo los vasos se englobaron dentro de los confines de su cráneo, apretando el tejido cerebral sano.

Finalmente, en 1942, la malformación anunció su presencia, cuando una de las arterias anormales, estirada más allá de su capacidad, se reventó. La Sra. Kelly se agarró la cabeza y se colapsó. Después de eso, la agonía nunca cesó.

En el momento de su primer sangrado intracraneal, la Sra. Kelly estaba esperando su segundo hijo. A pesar del dolor, crio a sus hijos y cuidó a su marido. La malformación continuó creciendo.

Ella comenzó a llamarla “el monstruo”.

Ahora, a las 7:15 de la mañana, en la sala de operaciones once, un técnico revisa el microscopio para la operación cerebral, y una enfermera circulante dispone los instrumentos y los vendajes. La Sra Kelly yace inmóvil sobre una mesa de acero inoxidable.

Un pequeño sensor ha sido introducido a través de sus venas y ahora cuelga en la antecámara de su corazón. El anestesiólogo conecta el sensor a un mueble de dos metros de altura con instrumentos electrónicos. Ondas se comienzan a formar y a desaparecer en la pantalla del osciloscopio. Diales que se mueven. Luces que destellan. Cada latido cardíaco produce un pop, pop, pop por un parlante. El sonido pop, pop, pop no es muy alto pero domina la sala de operaciones.

El Dr. Ducker entra en el recinto y hace una pausa ante las placas de rayos X que cuelgan sobre un panel iluminado. Ha llevado esas imágenes del cerebro a Europa, Canadá y la Florida, en busca de consejo, y las conoce de memoria. Aun así, las estudia nuevamente, sus ojos enfocados en los dos frágiles aneurismas hinchados sobre las arterias principales. Cualquiera de los dos se podría reventar con sólo tocarlo.

El viaje será inmenso. Con magnificación, el paisaje de la mente se expande al tamaño de una habitación. El diminuto instrumento de puntas romas del Dr. Ducker viaja en saltos milimétricos.

Su estrategia es avanzar entre el prosencéfalo, donde sucede el pensamiento consciente, y la proyección del cerebro llamada lóbulo temporal, como un dedo gordo, que se extiende debajo de las sienas.

Cuidadosamente, el Dr. Ducker separa estas dos estructuras, para formar un profundo canal. El viaje comienza en el fondo de esta grieta. Son las 9:36 de la mañana.

Las circunvoluciones grises del cerebro, húmedas de secreciones, brillan debajo de las poderosas luces del teatro de operaciones. El paisaje microscópico sube y baja al ritmo del pop, pop, pop del monitor cardíaco.

Suavemente, suavemente, la sonda roma separa las estructuras de materia gris, horadando un diminuto túnel, milímetro a milímetro, entre el gris reluciente.

La pantalla del monitor de televisión se llena de rojo.

El Dr. Ducker responde rápidamente, agarrando la punta rota de la arteria con sus pinzas. Hay un bzzzzt eléctrico, mientras cauteriza el sangrado. El progreso se detiene mientras se succiona la sangre.

“No es nada de qué preocuparse”, dice. “No es mucho, pero cuando uno está viendo un centímetro cuadrado, dos onzas son como un maldito lago”.

Cuidadosamente, suavemente, el Dr. Ducker continúa avanzando dentro del cerebro. Mucho más abajo del pequeño túnel se alcanza a ver el tronco blanco del nervio óptico. Son las 9:54.

Lentamente, usando el nervio óptico como guía, el Dr. Ducker penetra más y más profundamente en la materia gris. El monitor cardíaco continúa pop, pop, pop, 70 latidos por minuto, 70 latidos por minuto.

Las pinzas sondean suave, firme, deliberadamente, sondeando, sondeando, sondeando, más lentamente que las manecillas del reloj. Repetidamente, los vasos sangran y el Dr. Ducker los cauteriza. La pérdida de sangre va en aumento, y ahora el anesthesiólogo cuelga una bolsa de transfusión sobre la forma envuelta de la Sra Kelly.

Pasan diez minutos. Veinte. La sangre fluye, las pinzas zumban, la manguera de succión silba. El túnel es pequeño, casi está lleno con la caña del instrumento.

El aneurisma aparece finalmente al final del túnel, pulsante, visiblemente delgado, una bolsa nudosa, sobrecargada, de color de la crema espesa, hinchándose hacia afuera de la que una vez fuera una pared arterial fuerte, un neumático a punto de estallar, una bomba de tiempo del tamaño de una arveja...

En conclusión, aunque las noticias duras siempre serán el medio para “enterarnos” de lo que pasa, los artículos de no ficción narrativos y literarios serán el medio para “sentir” lo que pasa. Son la manera de llegar al fondo, bucear dentro del alma de los personajes, y abrir nuestra mente de lleno a las complejidades de la ciencia sin tener que asustarnos ante el vocabulario extraño, ni intimidarnos ante la magnitud del proceso científico.

Quienes reportan sobre el cambio climático en los medios, con todas sus difíciles aristas científicas, humanas, emocionales y políticas, bien podrían echar mano de todas estas herramientas. Son mucho más efectivas que el escuálido, repetitivo y entumecedor listado de amenazas y quejas que uno lee a diario en las noticias. Investigar el tema hasta la médula y luego escoger un estilo narrativo y bordarlo con las palabras perfectas: esa es la ecuación dorada para hablar sobre ciencia y cambio climático.

Cubrir cambio climático: una propuesta para contar historias periodísticas a partir de artículos científicos

Aleida Rueda

El reto de comunicar cambio climático

En años recientes, un significativo número de científicos, comunicadores y tomadores de decisiones han tenido que reconocer el desafiante reto que implica comunicar el cambio climático. En el manual *Principios para una comunicación efectiva y compromiso social en cambio climático*, publicado en 2018 por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), Roz Pidcock, encargada de comunicación del Grupo de Trabajo que lo elaboró, plantea como posible causa el hecho de que el fenómeno es abstracto, intangible y lleno de incertidumbres. “Las estadísticas abstractas que definen el discurso climático pueden sentirse distantes de las experiencias cotidianas de la gente. En algunas naciones, el tema está polarizado políticamente; en otros, la ausencia de un discurso público y político es el problema” (Corner *et al*, 2018).

Como resultado, el mensaje no ha permeado lo suficiente para propiciar un mayor compromiso social y que la ciudadanía global reduzca sus emisiones de CO₂. Tampoco la comunicación con tono dramático o atemorizante ha logrado ese propósito. En 2017, Joseph P. Reser y Graham L. Bradley publicaron un artículo en el que reportan que no hay evidencia que sustente el éxito de los mensajes con énfasis en el miedo ante el cambio climático y que el consenso entre investigadores y comunicadores es que no es ni efectivo ni apropiado para propiciar un mayor compromiso social.

Por el contrario, en el citado manual del IPCC, los autores sugieren comunicar el fenómeno de una forma que resulte más relevante para la vida y las experiencias del público no científico, conectando los datos y las áreas donde hay un fuerte acuerdo científico y mayor evidencia con los valores de las audiencias. “Los valores de las personas (es decir, los principios rectores en sus vidas, tales como “seguridad” o “igualdad”) y su ideología política (es decir, progresiva vs conservadora; izquierda vs derecha) son mucho más fundamentales en la forma en que se construyen sus puntos de vista sobre el cambio climático que cualquier otro tema. En la práctica, lo que esto significa es que las personas “filtran” la información que reciben sobre el cambio climático y otros temas, en función de si se ajusta a sus valores” (Corner *et al*, 2018).

En esa labor, los medios de comunicación y los periodistas juegan un papel esencial; no sólo porque son quienes pueden interpretar y comunicar al público no especializado los datos y la evidencia científica que sustentan las causas y las consecuencias del fenómeno sino porque además están capacitados —o deberían estarlo— para incorporar esa información en una narrativa y un contexto social que resulte relevante para las audiencias, tal y como lo sugiere Pidcock (2018).

Sin embargo, hay algunas investigaciones que indican que esto no es una característica común en la cobertura sobre cambio climático. Varios investigadores que han analizado si las coberturas periodísticas incluyen esta interpretación correcta de la evidencia sobre sus causas y sus impactos, concluyen que es mínima o, al menos, insuficiente. En 1994 Alan Bell publicó un análisis sobre la cobertura que hicieron los medios de comunicación en temas de cambio climático en Nueva Zelanda y encontró que, a pesar de que la mayor parte de la ciencia básica era cubierta de manera correcta, existían interpretaciones incorrectas. “Algunas historias exageraron el avance del cambio climático o había confusión sobre agotamiento del ozono y el efecto invernadero”,



afirmó Bell. En otro trabajo del 2004 sobre coberturas de Estados Unidos y el Reino Unido, Brosard y sus colaboradores reportaron diferencias culturales que hacen que las coberturas de cambio climático se vuelvan un asunto de política internacional o sobre conflictos entre científicos y políticos y no necesariamente como un tema que exija explicaciones científicas vinculadas con la sociedad.

En México los pocos estudios que tratan sobre la presencia o ausencia de contenido científico en las historias periodísticas sobre cambio climático apuntan en esa dirección. En 2008, Cecilia Rosen analizó la cobertura que se hizo del *Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático* (IPCC) en 2001 que revelaba, por primera vez y con un alto grado de certidumbre, la existencia de un calentamiento global significativo en comparación con otras épocas y que era atribuible a actividades humanas. Tras evaluar cómo cubrieron seis diarios impresos (tres nacionales y tres internacionales) el giro en la discusión científica del cambio climático, Rosen concluyó que “la prensa mexicana presentó una importante falta de información relevante para los lectores que hubieran querido tomar decisiones sobre el calentamiento global, sus impactos (a excepción de *Reforma*) y la vulnerabilidad del territorio ante este fenómeno. En contraste, los tres periódicos extranjeros analizados presentaron una cobertura profunda, tanto en términos del número de notas publicadas como de la información contenida en ellas” (Rosen, 2008).

Un análisis posterior sobre coberturas en televisión muestra algo similar. En 2010, Isela Alvarado analizó la cobertura que hicieron tres noticieros de televisión mexicanos sobre la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (COP16), presumiblemente un evento de alto valor periodístico y científico. Como parte de sus resultados, Alvarado concluye que hubo ausencia de fuentes científicas. “Aun cuando el enfoque de las notas es aparentemente científico, se observó preferencia por fuentes de la política. Por ende, los noticieros proyectan un discurso de la cumbre sobre el clima sin la intención aparente de ofrecer un panorama científico que ayude a comprender los temas”. Y concluye que “ninguno de los tres noti-

ciarios puso a sus televidentes en mejores condiciones de decidir sobre adaptación, intercambio de tecnología y condiciones de cumplimiento de los acuerdos o de las recomendaciones del IPCC” (Alvarado, 2012).

Esta politización del tema no se limita únicamente al cambio climático. Y, al parecer, la ausencia de información científica puede estar relacionada con las condiciones frecuentemente limitadas en las que trabajan muchos periodistas que cubren cambio climático u otros temas que exigen mayor especialización.

En 2018, Denisse Joana Flores analizó las rutinas de producción de los periodistas que cubren la fuente medioambiental en diversos medios digitales mexicanos, específicamente quienes cubrieron el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) a raíz de la excesiva contaminación atmosférica que ocurrió en la Ciudad de México a mediados de 2016. Sus resultados revelan que impera un periodismo de tipo pasivo, politizado y oficialista. Aunque su trabajo no trata sobre cambio climático, Flores concluyó que el contenido científico estaba frecuentemente ausente en las coberturas de temas medioambientales. “Esta tesis demostró que los informes detallados, el análisis explicativo, así como el periodismo de investigación que brinda contexto, análisis profundo, prospectiva y soluciones, estuvieron ausentes en esta cobertura. Así, argumentamos que la cobertura de la activación del PCAA se construyó a partir de un periodismo pasivo caracterizado por el predominio de la descripción por encima del análisis y la investigación” (Flores, 2018).

La evidencia que aportan estos trabajos puede fortalecer la hipótesis de que los retos para la comunicación del cambio climático están, en parte, relacionados con la ausencia de la información que permita entenderlo y, probablemente, con un escaso tratamiento especializado de las fuentes científicas que aportarían esa información.

Los papers, ¿indispensables para contar la ciencia?

Con frecuencia la información que permite entender fenómenos como el cambio climático proviene de documentos: informes, reportes, estadísticas, gráficas y artículos científicos publicados en revistas arbitradas (o *papers*) a través de los cuales la comunidad científica aporta la evidencia más actualizada de sus causas y efectos. Para el periodismo de ciencia, salud o medio ambiente, estos documentos resultan útiles, además, para obtener información de contexto, hallar otras fuentes bibliográficas o personales, crear historias periodísticas con ángulos más apegados a la investigación, o incluso evitarse problemas que a menudo propician los comunicados de prensa, y que van desde la exageración o la malinterpretación de los datos hasta la promoción excesiva y la ausencia de contraste. Pero aunque la lectura de *papers* suele ser una tarea recomendable, muchos periodistas encuentran este ejercicio especialmente desafiante. En 2012, el reportero de *The Guardian*, James Randerson, envió encuestas a 46 periodistas científicos del Reino Unido para preguntarles sobre su experiencia al leer *papers*. De las 24 respuestas que recibió, Randerson concluye que la mayoría lee algún artículo científico cuando su historia se basa en esa investigación, pero cuando no es así o cuando tienen poco tiempo, prefieren leer únicamente algunas partes o contactar directamente al autor. “Es bueno leer un *paper* para tener una idea del estudio original, pero francamente siempre necesito la ayuda del científico para entenderlo de todos modos. (...) A menudo son cálculos, etc., que están más allá de mi entrenamiento. No se trata solo de restricciones de tiempo, (para comprenderlos) necesitaría un doctorado en estadística y no 20 minutos más”, le respondió a Randerson uno de los reporteros encuestados. Este tipo de experiencias exigen herramientas que les permitan a los reporteros leer *papers* rápidamente y que, en ese proceso, puedan extraer la información mínima necesaria para entender la información científica que les permita, luego, hacer una entrevista, fortalecer su ángulo periodístico o explicar la evidencia que sustente el contenido científico de su historia.

Una propuesta metodológica

Como parte de las actividades académicas del grupo de trabajo de la Unidad de Periodismo de Ciencia (UdP) de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en 2007 desarrollamos una propuesta metodológica que tiene como nombre *Sucsynth* (Síntesis Sucesivas; Rueda, 2007) con la que pretendemos facilitar la lectura de artículos especializados para que los y las periodistas puedan identificar información científica relevante para su historia periodística. La propuesta descansa en la definición de síntesis como el proceso que permite identificar la información esencial, es decir, las ideas principales, los elementos informativos mínimos, que se necesitan para entender el texto original (Rueda, 2007).

Un ejemplo del uso efectivo de la síntesis está en la literatura, específicamente en la adaptación de obras de literatura clásica en historias aptas para un público infantil. Por ejemplo, una novela extensa, compleja y repleta de términos especializados como *Moby Dick* de Herman Melville (1851), ha sido transformada en una historia suficientemente breve, clara y simple para el público infantil. La premisa es que quien lo hizo identificó los elementos narrativos esenciales para mantener el argumento del texto original. Con base en esto, proponemos que es perfectamente posible sintetizar cualquier artículo científico, complejo y con términos especializados, con el fin de identificar sus elementos científicos esenciales que sirvan luego para hacer una entrevista o incluirlos como evidencia científica en alguna historia en desarrollo.

Así que desarrollamos la herramienta *Sucsynth* con base en tres etapas de lectura de un *paper* que nos permiten pasar del reconocimiento a la comprensión y de la comprensión a la apropiación. La herramienta se basa, primero, en la lectura del *abstract*. Debido a que es el resumen que incluye los pormenores de la investigación, el reportero puede invertir poco tiempo en leerlo y hacer una búsqueda más eficiente en el resto del artículo. Así, *Sucsynth* fue diseñada para ayudar a que los periodistas identifiquen la esencia de la investigación, incluso limitados por los tiempos y las presiones propias de una mesa de redacción tradicional. Para ejemplificar el uso de esta herramienta utilizamos un artículo científico de publicación reciente (Figura 1):

Functional Ecology



Functional Ecology 2015, **29**, 299–307

doi: 10.1111/1365-2435.12356

PERSPECTIVES

Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world

Summary

1. The effects of the present biodiversity crisis have been largely focused on the loss of species. However, a missed component of biodiversity loss that often accompanies or even precedes species disappearance is the extinction of ecological interactions.

2. Here, we propose a novel model that (i) relates the diversity of both species and interactions along a gradient of environmental deterioration and (ii) explores how the rate of loss of ecological functions, and consequently of ecosystem services, can be accelerated or restrained depending on how the rate of species loss covaries with the rate of interactions loss.

3. We find that the loss of species and interactions are decoupled, such that ecological interactions are often lost at a higher rate. This implies that the loss of ecological interactions may occur well before species disappearance, affecting species functionality and ecosystem services at a faster rate than species extinctions. We provide a number of empirical case studies illustrating these points.

4. Our approach emphasizes the importance of focusing on species interactions as the major biodiversity component from which the 'health' of ecosystems depends.

Key-words: biotic interactions, co-evolution, diversity, extinction debt of ecological interactions, global change drivers

Figura 1. Artículo utilizado como ejemplo para desarrollar la metodología *Sucsynth*. El artículo fue publicado en el número 3 del volumen 29 de la revista *Functional Ecology*. El trabajo fue elaborado por Alfonso Valiente Banuet de la UNAM y un extenso número de coautores.

Sucsynth, a la práctica

Fase 1. La trama del artículo: Consiste en leer el resumen o *abstract* con el afán de encontrar la “esencia” del artículo, aquello que en literatura llamamos trama y que es la información mínima de una historia en forma de secuencia cronológica. Primero es necesario “desglosar” el *abstract* en sus partes mínimas (Introducción, Metodología, Resultados y Conclusión) siguiendo preguntas puntuales: Introducción (¿Qué se sabía o se desconocía antes de la investigación? ¿Qué pretende lograr?); Metodología (¿Qué y cómo lo hicieron?); Resultados (¿Qué encontraron?) y Conclusión (¿Cuál es su utilidad o su aportación?). Como en esta primera etapa nos topamos con muchos conceptos desconocidos, lo recomendable es irlos señalando de forma que podamos investigarlos fácilmente después. Esta etapa finaliza con la redacción de la “trama” del *abstract* en unas cuantas frases. Identificar la trama permite un primer nivel de contacto con la investigación: nivel de reconocimiento.

En el ejemplo, podemos identificar la trama y los conceptos (en azul) necesarios para entender la esencia del artículo:

INTRODUCCIÓN: *Los efectos de la actual crisis de la biodiversidad se han centrado en la pérdida de especies sin tomar en cuenta a la extinción de las interacciones ecológicas como un componente que a menudo acompaña o incluso precede a la desaparición de especies.*

METODOLOGÍA: *Proponemos un modelo que (i) relaciona la diversidad de especies e interacciones a lo largo de un gradiente de deterioro ambiental y (ii) explora cómo la tasa de pérdida de funciones ecológicas, y en consecuencia de los servicios de los ecosistemas, pueden ser acelerados o restringidos dependiendo de cómo la pérdida de especies se convierte en pérdida de interacciones.*

RESULTADOS: *Encontramos que las pérdidas de especies e interacciones están desacopladas, de manera que las interacciones ecológicas a menudo se pierden a un ritmo mayor. Esto significa que la pérdida de interacciones ecológicas ocurre mucho antes de la desaparición de las especies, afectando la funcionalidad de las especies y los servicios de los ecosistemas a un ritmo más rápido que las extinciones de especies.*

CONCLUSIÓN: *Las interacciones de las especies es el principal componente de biodiversidad del que depende la “salud” de los ecosistemas.*

Fase 2. La síntesis científica digerida: Una vez que tenemos clara la idea general del texto, debemos proseguir con la investigación de los conceptos que desconocemos. Es aquí cuando se inicia la actividad práctica pues el reportero debe recurrir a todas las herramientas conocidas (Internet, libros, apuntes, especialistas, etc.) para lograr una comprensión clara y fidedigna de cada concepto. La clave de esta etapa está en reconstruir el *abstract* tras buscar los conceptos desconocidos marcados en la primera fase. A este segundo nivel le llamaré “síntesis científica digerida” y sirve para facilitar la exposición sistemática de los argumentos científicos del artículo. Del primer nivel de reconocimiento de la fase 1 pasamos a un segundo nivel: nivel de comprensión.

En nuestro ejemplo, la síntesis científica digerida puede resumirse así:

¿Qué se sabía? *La pérdida de la biodiversidad biológica en un ecosistema podría ser caracterizada por la pérdida de especies en el mismo.*

¿Qué hicieron? *Proponen una nueva dimensión de merma del ecosistema: al identificar interacciones entre especies, y funciones ecosistémicas (todos los procesos biológicos, geoquímicos y físicos que ocurren en un ecosistema y que benefician a la sociedad directa o indirectamente) como consecuencia de esas interacciones (incluyendo servicios ecosistémicos), sugieren que la “salud” del ecosistema puede depender más fuertemente de las interacciones que de las especies mismas cuando éstas y aquéllas sufren mermas. Les interesaba identificar qué tan rápida o*

lentamente pueden desaparecer las interacciones ecológicas en función de la desaparición de especies.

¿Cómo lo hicieron? *Plantearon un rango de pérdida de hábitat: desde el más prístino y sin disturbios hasta el más afectado (por pastoreo, desertificación, deforestación, etc.), y con base en los resultados de varios artículos que reportan pérdida de alguna especie, establecieron correlaciones entre la pérdida de la especie y su número de enlaces con otras especies o su hábitat. Plantearon que esta relación puede ser negativa (la pérdida de interacciones es más rápida que la pérdida de especies) o positiva (pueden ocurrir de manera paralela).*

¿Qué encontraron? *Las interacciones se pierden a un ritmo mayor que las especies. Quiere decir que la pérdida de interacciones ecológicas (y en consecuencia la salud de los ecosistemas, que depende de ellas) ocurre mucho antes de que desaparezcan las especies.*

¿Cuál es la aportación? *No se puede evaluar qué tan bien o mal está un ecosistema si no se analizan primero las interacciones ecológicas de las que depende. Es necesario evaluar cómo los cambios naturales, climáticos, sociales pueden afectar estas interacciones.*

Fase 3. La síntesis periodística selectiva: Dado que en ciencia no sólo basta conocer los conceptos sino la forma en que una fuente argumenta sus conclusiones, es necesario proceder a elaborar una síntesis periodística del artículo a partir de la síntesis científica antes expuesta. Para eso debe hacer dos cosas: en primer lugar, identificar si hay o no argumentación, es decir, la demostración lógica de la causa con su efecto, y en segundo lugar, abordar la síntesis científica con una perspectiva periodística de modo que, previendo la historia que va a contar, pueda seleccionar qué elementos vale la pena conservar y cuáles puede desechar sin problema. Es preciso buscar este tipo de relaciones de causa-efecto dentro del artículo, de manera que nos muestran más claramente la base argumentativa de los resultados. Del nivel de reconocimiento (fase 1) y de comprensión (fase 2), pasamos a la fase 3: nivel de apropiación periodística.

En el ejemplo, las premisas que sostienen el artículo pueden ser:

Premisa 1. *La salud de un ecosistema depende de qué tan funcionales sean sus procesos biológicos, químicos y físicos en beneficio de su hábitat y de la sociedad.*

Premisa 2. *Esas funciones están determinadas por las interacciones entre las especies, o entre las especies y su hábitat.*

Premisa 3. *Esas interacciones ecológicas se pierden más rápidamente que las especies.*

Conclusión: *La pérdida de las interacciones ecológicas impacta en la salud de un ecosistema, incluso en los casos en que las especies no han desaparecido.*

Por lo tanto, el argumento periodístico del artículo puede resumirse como:

A pesar de que no suelen ser incluidas en los análisis de pérdida de biodiversidad, las interacciones entre las especies y entre las especies y sus hábitats son esenciales para evaluar el estado de salud de un ecosistema y predecir si una especie tiene mayores probabilidades de desaparecer o no.

Papers para contar historias periodísticas: la importancia de la metáfora

Si tomamos como punto de partida que es necesario agudizar el tratamiento de las fuentes científicas como los *papers* para incluir información científica relevante en una historia periodística, el método *Sucsynth* puede ayudar a llevar a cabo ese ejercicio de manera más eficiente. Nuestra experiencia anecdótica, aunque aún incipiente, apunta a que al usar *Sucsynth* los periodistas no especializados, los que no tienen ninguna formación en ciencias exactas o aquellos que trabajan

en condiciones limitadas de espacio y tiempo para realizar sus historias, pueden reducir los tiempos de lectura y comprensión de los *papers*, utilizando de ellos los elementos científicos relevantes.

El último paso es convertir esa información científica que procede de los artículos especializados en narraciones periodísticas. Muchas de esas narraciones pueden surgir de preguntas como: ¿Cuál es el problema? ¿Cuál es la evidencia que tenemos de que ese problema existe? ¿Cuál es la magnitud de ese problema? ¿Cuáles son sus consecuencias o implicaciones científicas, sociales, políticas o económicas?, ¿Cuánto nos cuesta el problema?, ¿Cuál es la propuesta del artículo(s) para resolverlo?, ¿Cuál es la evidencia de que esa solución funciona?, ¿A quién le toca resolver ese problema?

Según el manual del IPCC para una comunicación efectiva del cambio climático, un elemento central para crear historias relevantes para las audiencias, que además pueda propiciar una mayor comprensión del fenómeno, es la narrativa y, especialmente, el uso de metáforas. Hablan, por ejemplo, de “echar los dados” para explicar cómo el cambio climático sí puede hacer que algunos fenómenos meteorológicos extremos ocurran con mayor probabilidad; o hablar de los gases de efecto invernadero como una “manta de captura de calor” ha demostrado ser una metáfora efectiva para comunicar el principio básico del efecto invernadero.

En nuestro ejemplo, utilizamos la metáfora de las interacciones entre jugadores de fútbol para explicar la importancia de las interacciones ecológicas (Figura 2).

El objetivo de esta metodología es, por un lado, identificar los elementos, conceptos, explicaciones y datos incluidos en los *papers*, que nos permitan entender los fenómenos, sus causas y efectos, en este caso los relacionados con el cambio climático; y, por otro lado, hacerlo desde una perspectiva periodística que ayude a rescatar la esencia científica de los *papers* para el periodista, que sea, además, potencialmente útil para narrar una historia que se vincule con los valores o intereses de las audiencias.

En la naturaleza...	En el futbol...
Dos especies interactúan para sobrevivir.	Dos jugadores interactúan para jugar y ganar el partido.
Una especie puede desaparecer pero no importa tanto la especie como la interacción que tenía con otras.	Un jugador puede ser expulsado, pero no importa tanto el individuo como la interacción que tenía con el resto de jugadores de su equipo.
La naturaleza puede acoplarse y establecer nuevas interacciones.	Un director técnico puede re armar una estrategia para establecer nuevas interacciones con los jugadores que le quedan.
Pero si una interacción vital desaparece, porque se afectó, por ejemplo, el hábitat del que dependían, entonces será cuestión de tiempo que eso impacte en la salud del ecosistema.	Pero si una interacción entre jugadores deja de funcionar, por rivalidad o rencillas por ejemplo, será cuestión de tiempo para que eso impacte en el equipo y, muy probablemente, pierda.
Si las interacciones vitales entre las especies se pierden, los ecosistemas dejan de funcionar. Y puede, entonces, colapsar.	Si las interacciones entre los jugadores se pierden, el equipo deja de funcionar. Y puede, entonces, perder.
Es importante que las estrategias de conservación pongan énfasis en las interacciones ecológicas, más que únicamente en las especies.	Es importante que los fanáticos pongan más énfasis en las relaciones y estrategias de juego de los equipos, más que únicamente en los individuos.

Figura 2. El uso de metáforas para contar una historia periodística. El resultado final puede verse en: Refracción. Prog.1 “Ecosistemas y Extinción”, transmitido por TVUNAM el 16 de agosto de 2016.

Actualmente, el grupo de la Unidad de Periodismo de Ciencia de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM desarrolla una metodología más sofisticada que ayuda a los y las periodistas a identificar los rasgos de ciencia más importantes del *paper* (explicaciones, magnitud, predicciones, entre otros) para, luego, contar historias periodísticas. Estas propuestas metodológicas no son estrategias únicas ni dogmáticas para la redacción de historias sobre ciencia o cambio climático, sin embargo, aplicarlas puede ayudar a comprender mejor la labor científica con fines periodísticos, agilizar la tarea cotidiana de reportar la ciencia en los medios masivos de comunicación y mejorar la información científica necesaria para entender fenómenos, explicaciones y efectos del cambio climático que puedan permitir a las audiencias tomar decisiones informadas y acciones más contundentes en favor de su propia sobrevivencia.

Bibliografía

- Alvarado, I. y J. Cruz-Mena. 2012. Diagnóstico de la cobertura del cambio climático en noticiarios mexicanos de televisión: un estudio sobre la COP16. En: L. Massarani y M. Ramalho (org.), *Monitoramento e Capacitação em jornalismo científico — a experiência de uma rede ibero-americana* (pp. 59-66), Rio de Janeiro, Brasil.
- Bell, A. 1994. Media (mis)communication on the science of climate change. *Public Understanding of Science*. 3: 259-275. DOI: 10.1088/0963-6625/3/3/00
- Brossard, D., J. Shanahan y C. McComas. 2004. Are Issue-Cycles Culturally Constructed? A Comparison of French and American Coverage of Global Climate Change. *Mass Communication and Society*, 7:3, 359-377, DOI: 10.1207/s15327825mcs0703_6.
- Brunhuber, K. 2015. Climate change is 'largest science communication failure in history'. CBC News. 8. 12/2015. <http://bit.ly/CCcommunication>
- Corner, A., C. Shaw y J. Clarke. 2018. Principles for effective communication and public engagement on climate change: A Handbook for IPCC authors. Oxford: Climate Outreach.
- Flores, D. 2018. La cobertura de la contingencia ambiental (2016) en portales digitales de la Ciudad de México. Un estudio desde la sociología de producción de noticias. Tesis de Maestría en Comunicación. Universidad Iberoamericana.
- Cruz-Mena, J., M. Morelos, I. Gómez-Gurrola y Y. Quiroz. 2017. Perfil de ciencia: una herramienta dual para el análisis y la planeación en periodismo de ciencia. VI Congreso de Comunicación Social de la Ciencia, Córdoba, España. Editorial Universidad de Córdoba.
- Lorenzoni, I., N.F. Pidgeon y R.E. O'Connor. 2005. Dangerous Climate Change: The Role for Risk Research. *Risk Analysis*, 25: 1387-1398. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2005.00686.x
- Morelos, M. 2018. Un modelo de caracterización de ciencia como herramienta para entender y utilizar artículos científicos en historias periodísticas. Tesis Licenciatura en Comunicación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Randerson, J. 2006. Should science journalists read the papers on which their stories are based? *The Guardian*. 03/2012. <http://bit.ly/Science-papers>
- Refracción. Prog 1. Ecosistemas y Extinción. TV UNAM. <http://bit.ly/RefracciónP1>
- Reser, J. y G.L. Bradley. 2017. Fear Appeals in Climate Change Communication. Oxford Research Encyclopedia of Climate Science. DOI: 10.1093/acrefore/9780190228620.013.386
- Rosen Ferlini, A.C. 2008. Análisis de la cobertura periodística del cambio climático en 2001 desde un modelo de funcionalidad: el periodismo de ciencia en la prensa escrita nacional y extranjera. Tesis Licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Rueda, A. 2007. La síntesis como herramienta en el periodismo de ciencia. Un análisis comparativo con su uso en la literatura infantil. Tesis Licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

- Valiente-Banuet, A., M.A. Aizen, J.M. Alcántara, J. Arroyo, A. Cocucci, M. Galetti, M.B. García, D. García, J.M. Gómez, P. Jordano, R. Medel, L. Navarro, J.R. Obeso, R. Oviedo, N. Ramírez, P.J. Rey, A. Traveset, M. Verdú y R. Zamora. 2015. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology* 29: 299-307. DOI: 10.1111/1365-2435.12356.
- Wilson, K. 2000. Drought, debate, and uncertainty: measuring reporters' knowledge and ignorance about climate change. *Public Understanding of Science*, 9(1), 1-14. DOI: 10.1088/0963-6625/9/1/301

El cambio climático como giro narrativo en el periodismo de ciencia

Ana Claudia Nepote

El cambio climático es uno de los problemas complejos más importantes de atender —y de entender— en las ciencias contemporáneas. Desde el punto de vista de la comunicación de la ciencia, el cambio climático representa un desafío tanto para la investigación como para su comunicación en el contexto del Antropoceno. Este concepto fue propuesto por el Nobel de química holandés Paul Crutzen y por el limnólogo norteamericano Eugene Stoermer en el año 2000. En él se reconoce una nueva era geológica de nuestro planeta caracterizada por los efectos que la especie humana está provocando tanto en el clima como en la modificación de patrones en fenómenos naturales, en consecuencia esto se refleja como una amenaza a la sostenibilidad de la vida en la Tierra y la supervivencia de las generaciones futuras. Aunque el término ha sido reconocido desde hace relativamente poco por la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS por sus siglas en inglés). Desde el punto de vista geológico el Antropoceno estima que “muchos de estos cambios provocados por el ser humano persistirán durante milenios y están alterando la trayectoria del sistema terrestre, algunos con efecto permanente” (Grupo de Trabajo del Antropoceno, 2019).

En este nuevo escenario, Jorge Carrión, académico de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona, señala que “desde un punto de vista cultural, la humanidad ha vivido tal vez dos grandes etapas: la teocéntrica (o animista, mágica, politeísta) y la antropocéntrica (a menudo eurocéntrica pero con el ser humano como medida de todas las cosas). El Antropoceno nos sitúa ante una tercera fase cultural” que nos lleva a un giro narrativo, y cuestiona ¿cómo serán las narrativas del Antropoceno? ¿Cómo contaremos el mundo tras ser conscientes de que lo hemos alterado drásticamente? (Carrión 2017).

Para el famoso científico inglés y divulgador naturalista David Attenborough, reconocido por su labor en medios audiovisuales, el cambio climático es una de las grandes amenazas a la que nos enfrentamos actualmente y a largo plazo, y si continuamos con la tasa actual de calentamiento, estamos en riesgo de que el futuro sea devastador. También ha reconocido que un 8% de las especies del mundo se encuentran amenazadas de extinción únicamente debido al cambio climático (Theweek 2019). A pesar de que voces tan importantes como la suya advierten sobre los daños que causaremos si continuamos con los mismos estilos de vida, para la sociedad el cambio climático es un tema con escasa presencia en los medios de comunicación.

Historias que se calientan a fuego lento

La práctica de contar historias periodísticamente no inició con el Antropoceno ni en el año 2000. Los discursos ambientales se originaron en la sociedad industrial del siglo XX que ha sido caracterizada por haber desarrollado un compromiso global para incrementar la cantidad de bienes y servicios producidos, y garantizar un bienestar para la sociedad a partir de ellos (Dryzek 2005). Dichos discursos y sus formas narrativas se van transformando con el tiempo, en los contextos sociales y en los medios en los que son producidos y encuentran eco. A través del tiempo no sólo han cambiado las condiciones climáticas de nuestro planeta también se advierte un cambio en la

manera en que se generan conocimientos y en los enfoques desde los que se construyen las representaciones sociales de dichos conocimientos (Lozano *et al.* 2014).

El cambio climático ha llegado para quedarse y el tema permanecerá en los medios por muchos años, independientemente de las acciones inmediatas que tomemos para tratar de aminorar sus efectos. Es un tema central que ha ganado la atención en foros multidisciplinarios, en espacios públicos y en los medios tradicionales y digitales. Aunque se caracteriza por tener un componente científicamente sólido, se mezcla con aspectos económicos, políticos, éticos y con valores socio-culturales resultando en un debate complejo (Carvalho 2010). Tan sólo en el último evento del Foro Económico Mundial el cambio climático ocupó un lugar preponderante en su agenda (2018).

La mayoría de los investigadores en comunicación ambiental reconocen que los medios masivos de comunicación suelen ser un punto de partida para la construcción de las percepciones y las actitudes que el público elabora sobre el conocimiento científico y de manera particular, sobre temas relacionados con la naturaleza (Corbett y Durfee 2004; Carvalho 2007). Esta comunicación es crucial en la construcción, asimilación y transformación de los significados del cambio climático cuyas implicaciones pueden alcanzar la esfera política y la ciudadanía, por lo que es fundamental la responsabilidad que adquieren los medios al abordar información relacionada con las ciencias del clima es enorme (Carvalho 2010). Por lo anterior, es importante que los periodistas fundamenten su trabajo mediante una selección adecuada de la información, trabajen bajo los principios de la verificación e interpreten objetivamente la información generada por sus propias fuentes (Carvalho *op cit.*).

El investigador Maxwell Boykoff, actual director del Centro de Ciencia y Tecnología para la Investigación en Políticas en la Universidad de Colorado, reconoce que los periodistas, los productores, editores, científicos y políticos abordan el tema buscando equilibrar alguna de las dos tendencias dominantes para presentar al público información relacionada con el cambio climático: el discurso trata al tema como un problema, o como una amenaza (Boykoff *et al.* 2015).

No se puede negar que la narrativa que usen los medios para contar historias con información ambiental va a influir en el interés o el compromiso de los ciudadanos ante algunas problemáticas ambientales como el cambio climático, por lo tanto las representaciones mediáticas juegan un papel importante para inspirar acciones o generar parálisis e indiferencia a través de emociones de impotencia o incredulidad en vez de incidir en motivación y compromiso ciudadano (Boykoff 2008, Carvalho y Burgess 2005, Boykoff *et al.* 2015).

En ocasiones las noticias sobre aspectos relacionados con cambio climático se limitan a la cobertura de algunos eventos de corte político o social, dejando fuera de la historia el conocimiento científico y las distintas maneras en las que los investigadores obtienen evidencias de algún fenómeno. Otras veces las historias de cambio climático carecen de personajes centrales o de vínculos directos con la ciudadanía. Este desapego ciudadano con respecto al cambio climático se expresa en un distanciamiento espacial y temporal de sus posibles consecuencias, por lo que en algunas ocasiones las audiencias desplazan la información a lugares remotos a su entorno y colocan los efectos del cambio climático en un tiempo futuro (Lozano *et al.* 2014).

Aunque los países de América Latina son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, los estudios sobre la cobertura en medios de comunicación en esta región son relativamente escasos (Encalada, 2005, Rosen 2008, González y Meira, 2009, Takahashi, B. y M. Meisner, 2012, Dotson *et al.*, 2012, Alvarado 2013, Arcila-Calderon *et al.* 2015 y Quiroz, 2019). De acuerdo con la investigación realizada por la periodista Yanine Quiroz, las historias sobre cambio climático en los medios televisivos actualmente siguen enfrentando obstáculos como la falta de espacio, la jerarquización que los editores dan a las noticias, el tono sensacionalista o la falta de formación especializada por parte de los periodistas que abordan los temas de ciencia y medio ambiente (Quiroz, 2019).

Los comunicadores de la ciencia y los periodistas del siglo XXI no podemos desatender los temas relacionados con la sostenibilidad, pues implican una dimensión global y el cambio climático

está catalizando la atención mediática como principal factor en los límites del crecimiento (Fernández-Reyes 2015 en Teso *et al.* 2018). De acuerdo con Fernández-Reyes (2015) “a mayores evidencias de cambio climático cabría esperar una mayor atención mediática hacia un cambio cultural y mayor reacción mediática hacia la sostenibilidad”. Pero como ya hemos mencionado, la cobertura del cambio climático ha sido desigual y con diversos enfoques en los medios de comunicación regionales e internacionales. En algunos países todavía predominan debates mediáticos sobre el reconocimiento del cambio climático y su origen antropogénico (Painter, 2012).

Para entender lo anterior con más detalle, el Observatorio de Medios y Cambio Climático de la Universidad de Colorado (MeCCO por sus siglas en inglés) monitorea y analiza la cobertura mediática del cambio climático y del calentamiento global desde enero de 2014 a la fecha. Sus análisis se basan en datos obtenidos de 96 periódicos, radio y televisión en 42 países y siete idiomas. Compilan los datos a través de archivos digitales obtenidos de bases de datos como *Lexis Nexis*, *ProQuest* y *Factiva*. Los periódicos mexicanos que forman parte de este monitoreo son *El Universal* y *Reforma*. Las gráficas de coberturas correspondientes a América Latina entre 2005 y 2019 muestran una mayor cobertura en los años 2010 y 2012 relacionadas con las negociaciones y cumbres climáticas, es decir: predomina la nota relacionada con la gestión política en lugar de presentar prioritariamente el conjunto de conceptos básicos que ayudarían a la ciudadanía a comprender mejor los fenómenos (Fernández-Reyes *et al.* 2019). Al parecer, después de estos episodios de gestiones y relaciones internacionales, el tema “se deja morir”, no se da continuidad y las historias climáticas no se mantienen a mediano o largo plazo en las decisiones editoriales de los medios de comunicación, ni se vinculan con la vida cotidiana de la sociedad.

El cambio climático como parte del Antropoceno

Al inicio de este capítulo mencionamos que el cambio climático es uno de los grandes temas para narrar periodísticamente como parte del Antropoceno. El profesor emérito Leslie Sklair, de la Escuela de Economía y Ciencias Políticas de Londres (LSE por sus siglas en inglés), inició en 2017 un proyecto similar al MeCCO motivado por conocer la probabilidad que tienen los ciudadanos de encontrar información sobre el Antropoceno en las noticias disponibles en línea y analizar qué se comunica al respecto. Hasta la fecha, Sklair y algunos colaboradores han reunido 2,500 artículos que contienen la palabra “Antropoceno”. Destaca que este estudio permitirá entender la naturaleza de la ciencia y el vínculo entre ciencia y política (Sklair 2017). En un artículo publicado en 2018, el mismo autor identificó, con base en sus hallazgos, tres grandes narrativas antropocénicas:

1. Reporteo neutral que sin presencia de tendencias claras, reconoce al Antropoceno como una continuación de un proceso natural que presenta oportunidades para la industria, la ciencia y la tecnología y para las relaciones entre humanos y otros seres vivos.
2. Si bien el concepto de Antropoceno aún se debate académicamente, es una gran oportunidad para la industria, la ciencia y la tecnología. Se hacen referencias a las posturas de “*business as usual*”, es decir, se ignoran las advertencias basadas en evidencia científica y no son tangibles las reacciones esperadas, dada la importancia y urgencia del problema.
3. El planeta y las sociedades humanas están en peligro, ya no se pueden ignorar las señales de advertencia, pero si tomamos decisiones inteligentes podemos salvarnos a nosotros mismos y al planeta a través de soluciones basadas en avances tecnológicos, en la ingeniería climática o en acciones que favorezcan la conservación de la biodiversidad. Se hacen referencias a ideas como poner fin al capitalismo y crear nuevos tipos de comunidades.

En un artículo similar, Amaranta Herrero, investigadora del Centro de Bioseguridad Noruego señala que existen otras posturas distintas al Antropoceno. Por ejemplo, el catedrático Jason W.

Moore de la Universidad Binghamton de Estados Unidos (citado en Herrero 2017), sostiene que el Antropoceno inició hace unos siete u ocho mil años cuando la agricultura comenzó a extenderse, mientras que otros autores sugieren que el inicio del Antropoceno data de 1950, cuando se da un salto cualitativo a la era nuclear, al uso de materiales plásticos y al crecimiento poblacional. La autora señala que además, si se incorpora una perspectiva histórica, el Antropoceno “emerge como el resultado de las actividades de grupos diferenciados de seres humanos muy concretos, situados histórica y geográficamente”. En su artículo, Herrero (2017) identifica algunas maneras emergentes de dar forma al futuro geohistórico que habitaremos en los próximos años con el fin de reflexionar sobre las diversas interpretaciones que se pueden reproducir en sociedad:

<i>Relato</i>	<i>Interpretaciones</i>
Naturalista del poder de la ciencia	Asume que el ser humano es motor de cambio de era. Este relato esboza una sociedad ignorante y pasiva, en donde la única fuente de conocimiento válido emana de la comunidad científica que representa una especie de “capitán” para navegar esta época. Las soluciones se enfocan en desplegar aún más el dominio humano sobre el planeta basadas en tecnologías de gran impacto para salvarlo.
Ecopragmático de la muerte de la naturaleza	Concibe el Antropoceno como el fin de la naturaleza y construye una separación ficticia entre seres humanos y naturaleza. Comparte con el primer relato la creencia de que la conciencia ambiental es muy reciente. Aunque reconoce el auge de las incertidumbres y las controversias científicas. Se normaliza el supuesto de que cualquier riesgo tecnológico forma parte de la condición humana y fortalece la capitanía del ser humano para navegar por esta nueva era.
Ecocatastrofista	El Antropoceno es resultado de una larga historia de prácticas insostenibles, de la transgresión de los límites del planeta y de la complejidad que generan las vulnerabilidades crecientes. Reconoce un planeta finito y que ahí radica nuestro problema de crecimiento y progreso. Este relato vislumbra puntos de no retorno, colapso, violencia y guerras. Puede incluir argumentos como cambios urgentes y radicales en las formas dominantes de producción y consumo, y tiende a mirar el nivel local, apostando por pequeñas sociedades igualitarias, en donde las comunidades construyen de forma participativa la vida en común.
Ecomarxista	El Antropoceno es la consecuencia de la incapacidad del capitalismo de mantener las bases biofísicas que permiten su existencia, en otras palabras, es el resultado del metabolismo insostenible del sistema-mundo. Este relato hace énfasis en que el nuevo cambio de era no habría ocurrido si los países dominantes del mundo no se hubieran beneficiado de un intercambio desigual con otras regiones dominadas. La visión de este relato apunta a la necesidad de superar el capitalismo para enfrentar los nuevos retos.
Ecofeminista	Este relato se basa en la idea de que el patriarcado capitalista, caracterizado por una visión mecanicista del mundo, una economía industrial capitalista y una cultura de dominación y violencia, ha causado el Antropoceno. Comparte la creencia antropocéntrica de superioridad biológica y la dominación y el sometimiento de la naturaleza por parte de los humanos. La ganadería intensiva, la expansión de monocultivos y las dietas carnívoras son múltiples manifestaciones del patriarcado capitalista. Este relato propone como visión de futuro un urgente cambio de paradigma para vivir, producir y consumir dentro de los límites del planeta. También propone intensificar la ética del cuidado y la compasión, al tiempo que se reconoce la necesidad de la justicia ambiental multiespecie y se le otorguen derechos a la naturaleza.

Tabla 1. Tomado del texto *Navegando por los turbulentos tiempos del Antropoceno* de Amaranta Herrero publicada en julio de 2017 en la revista *Ecología Política. Cuadernos de debate internacional*.

En resumen, conviene conocer y analizar las diversas formas y tendencias de narrativas que hasta ahora se han identificado. Este capítulo no pretende esbozar de manera exhaustiva los estudios de las narrativas en distintos contextos y países, sino que busca dar a conocer las tendencias narrativas más recientes sobre las problemáticas ambientales que suceden en un planeta cambiante. Esto contribuye a hacer conciencia como periodistas y comunicadores sobre con qué perspectivas nos identificamos y realizamos nuestra labor.

El más reciente giro narrativo sobre aspectos propios de estas nuevas condiciones ambientales y climáticas lo dio el periódico inglés *The Guardian*. En una nota publicada el 30 de abril de 2019 por la periodista ambiental de ese diario, Emily Holden, se señalaba la falla de los medios para comunicar el cambio climático. En ella, Holden propuso tres puntos clave para los periodistas:

- a) Cubrir el cambio climático a través de historias locales con el fin de buscar y lograr una conexión de los fenómenos locales con la gente en un contexto más amplio de cambio climático.
- b) Enfocar las historias en soluciones, ya que de acuerdo con una reportera y profesora de la Universidad de Alaska, informar únicamente sobre los impactos que el cambio climático tiene en la sociedad puede dejar al público con un sentimiento de impotencia e inacción.
- c) Elegir las palabras y términos apropiados para hablar del cambio climático.

En respuesta al último inciso, días después Damian Carrington, el editor de Medio Ambiente del mismo periódico *The Guardian*, dió a conocer las modificaciones más recientes a su propia guía de estilo. A partir de entonces, *The Guardian* transforma su tono y busca palabras más precisas para referirse al cambio climático. Por ejemplo, se priorizará “emergencia climática” sobre “cambio climático”. Lo mismo ocurrirá con la frase “*global heating*” en lugar de “*global warming*”. De acuerdo con la nota publicada por la jefa de prensa Katharine Viner, “la frase “cambio climático” suena más pasiva y cordial que contrasta con el tono en el que los científicos hablan sobre una catástrofe para la humanidad”. Escalar este discurso responde a dos hitos en la historia por parte de los científicos. El primero de ellos ocurrió en octubre de 2018 cuando un reporte internacional del IPCC llamó la atención a que se deberían de reducir las emisiones de carbono a escala mundial para la mitad del 2030 para evitar riesgos mayores por sequías, inundaciones, temperaturas extremosas y pobreza en millones de personas. El segundo corresponde a la *Evaluación mundial sobre biodiversidad* que publicó en mayo de 2019 la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES) en el que reconoce que las sociedades humanas han puesto en riesgo la existencia de más de un millón de especies y la destrucción de los ecosistemas que mantienen la vida en la Tierra. En abril del mismo año, la jefa de redacción del mencionado *The Guardian* señaló que es necesario recordarle a la gente que la crisis climática no es un problema del futuro, sino algo que debemos atender ahora y las acciones de cada día cuentan.

Recomendaciones finales para orientar algunas narrativas sobre cambio climático

Tanto en la labor periodística como en la comunicación de la ciencia no existen “recetarios” o “fórmulas” a seguir al pie de la letra para construir la nota o realizar una labor de reporteo de mayor profundidad. Cada periodista desarrolla, con el paso del tiempo y el ejercicio práctico, su propio estilo, su propia receta con los ingredientes indispensables para contar historias de ciencia. En esta sección del capítulo propongo algunas recomendaciones generales que pueden orientar el trabajo hacia mejorar y ampliar la diversidad de narrativas del cambio climático en medios de comunicación.

- **Trabajo de campo.** Los reportajes ambientales más completos y de profundidad emanan de un trabajo en el lugar de los hechos, esto implica salir a campo en búsqueda de las voces de los sujetos afectados o protagonistas de la historia. Los reportajes se enriquecen con los testimonios de habitantes locales, productores, líderes de comunidades y también de los puntos de vista que ofrecen los funcionarios, los políticos y desde luego, los investigadores académicos y personas vinculadas a organizaciones civiles.
- **Desarrollar una visión “glocal” de las historias.** Es indispensable mantenerse al día de los acontecimientos climáticos que ocurren a nivel internacional y buscar narrar versiones de dichas temáticas en contextos locales. Es común que ocurran negociaciones climáticas o acuerdos en otros países, que la comunidad científica internacional publique informes o evaluaciones globales de aspectos ambientales. A partir de esta información, los periodistas pueden buscar fuentes locales y relacionar los hechos internacionales con las circunstancias nacionales o regionales. Los medios internacionales que realizan buenas coberturas ambientales, y lo hacen cotidianamente son la *BBC*, *The Guardian* y el *New York Times*; es recomendable seguir el portal de la red de noticias climáticas (<https://climateneutralnetwork.net/>) que comparte historias con periodistas interesados en esta cobertura. En relación con los países Iberoamericanos, los medios que publican coberturas en estas temáticas son Planeta Futuro de *El País*, *EFE Verde*, *Ojo Público*, *Ojo al Clima*, *Amazonia.org* y *Mongabay Latam*, por mencionar algunos en el contexto de esta región. El portal es una plataforma de la Red de Comunicación en Cambio Climático que integra periodistas y comunicadores; ofrece información de los principales hechos climáticos en América latina y el mundo con el fin de enfrentar los retos con información efectiva y oportuna para la toma de decisiones.
- **La mirada puesta en la ciencia.** Es recomendable mantenerse informado sobre el avance que realiza la comunidad académica en temas de cambio climático. Las principales revistas anglosajonas que publican temas de actualidad son *Nature Climate Change*, *Nature*, *Science*, *Geophysical Research Letters*, *PNAS*, *Climatic Change*, *Sustainability*, *Global Environmental Change*, entre otras. En México existen diversos grupos de investigadores cuyos enfoques se relacionan con alguno de los aspectos del cambio climático (medio ambiente, ecología, sociedad, economía, ciencias de la atmósfera, ciencias políticas, etc.), por mencionar algunos: el Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM (PINCC), o las redes temáticas de investigación del CONACYT que agrupan académicos de diversas instituciones de investigación y de educación superior (Contaminación atmosférica y mitigación del cambio climático, Socioecosistemas y sustentabilidad, Sostenibilidad de las Zonas Áridas, Programa Mexicano del Carbono).
- **Tener en cuenta los múltiples intereses económicos, políticos y ambientales,** que hay detrás de los conflictos ambientales y de los sucesos relacionados con los desafíos que enfrentamos en condiciones de cambio climático.
- **Promover los trabajos colaborativos** no sólo con otros periodistas sino con la misma ciudadanía para promover una mayor participación y compromiso en aspectos relacionados con la mitigación y adaptación al clima que viviremos en los próximos años. Como ejemplo, el medio de internet *Ojo Público* elaboró un reportaje transnacional titulado *Madera sucia*, en el que participaron siete medios latinoamericanos poniendo el acento en las formas de operación del tráfico ilegal de madera del bosque más importante de América del Sur, el Amazonas.
- **Presentar una diversidad de voces en una misma nota o en artículos que las relacione.** Es importante humanizar las historias de cambio climático, es decir, presentar anécdotas y hechos que vive la gente de manera cotidiana teniendo en cuenta sus propios conocimientos locales o tradicionales. De esta manera el público distinguirá que aunque el cambio climático es un problema complejo, podrá contribuir en cierta medida a atenderlo.
- **Narrar historias visualmente.** El fotoperiodismo y los materiales audiovisuales son herramientas muy poderosas para compartir la complejidad de las historias ambientales en imágenes. ¿Cómo podemos representar visualmente estas historias? En Instagram existen más de un millón y me-

dio de imágenes publicadas con el *hashtag* #climatechange. Un trabajo publicado por Nicolas Smith y Helen Joffe en 2013 demostró que en Inglaterra la gente prefiere usar contenido visual más que textual para representar el cambio climático. Las imágenes influyen de manera muy importante sobre nuestra cultura y sociedad.

- **Mantener el lado humano de las historias.** El cambio climático nos afecta a todos, pero no por igual. Es indispensable reconocer qué aspectos de la vida de las personas resultan más afectadas por el cambio climático: la salud, la calidad del aire que respiran en las ciudades donde habitan, los hábitos de consumo de energía, el bienestar y futuro de los niños, etc.
- Buscar historias de éxito o que ofrezcan alternativas para atender las recomendaciones de mitigación y adaptación en contextos locales y nacionales. En 2010 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) editó el libro *Patrimonio Natural de México: cien casos de éxito*, que reúne experiencias que demuestran que es posible hacer las cosas de manera diferente para promover la conservación, el uso sustentable y la restauración de la biodiversidad. En este sentido, resulta estratégico contar historias que fortalezcan iniciativas encaminadas a cómo mitigar o adaptarnos a los cambios que se avecinan en el futuro inmediato.
- **Incluir las voces de pobladores originarios y personas involucradas en la conservación y producción de la biodiversidad.** El mayor porcentaje de habitantes de lengua indígena en México se concentran en Oaxaca, Chiapas y Yucatán, regiones altamente biodiversas y vulnerables al cambio climático. Los pueblos originarios de todo el país, tienen usos y costumbres propias y poseen formas particulares de comprender y de interactuar con el mundo. Sus puntos de vista y sus problemáticas socioambientales pocas veces están representadas e incluidas en los reportajes ambientales, por lo que es necesario tomar en cuenta sus experiencias y las visiones propias de sus territorios ante los retos ambientales que enfrentaremos. Lo mismo sucede con diversos usuarios de la biodiversidad como por ejemplo pescadores, gente que extrae chicle, hongos o cera de candelilla, entre otros. Un trabajo interesante será vincular las discusiones de los pobladores con aquellas discusiones que ocurren en las esferas académicas y políticas sobre los distintos escenarios y soluciones que se proponen para hacer frente al cambio climático en México.
- **Contar historias de cambio climático desde el storytelling,** una herramienta que permite desarrollar historias basadas en investigaciones científicas pero que además conecta con las experiencias de los protagonistas (por ejemplo, los habitantes de alguna localidad y los investigadores) que forman parte de las noticias ambientales. Se recomienda ir más allá de las preguntas básicas del periodismo e incluir los elementos de una historia: el escenario en donde se desenvuelve la historia, los personajes, la trama, el conflicto (si lo hubiera), el clímax, la resolución y el diálogo. Incluir más información sobre el personaje “quién”, por ejemplo: nombre, edad, ocupación, sobreviviente de una inundación, abuela, madre, médico de la comunidad, integrante del Consejo de Ancianos, etc. El “dónde” y el “cuándo” pueden construir el escenario del momento y del lugar en el que ocurren los hechos, proporcionando una descripción más detallada de las atmósferas que rodean a los personajes. Una vez reunida la información necesaria para contar la noticia, hay que identificar los elementos importantes, los personajes más atractivos, los momentos clave de la historia y los detalles que pueden ayudar a revelar nuevas historias que la sociedad requiere conocer para vivir y actuar en condiciones de cambio climático.
- Probablemente una de las rutas a seguir en la cobertura de noticias ambientales en el Antropoceno podría dirigirse hacia el *Periodismo Constructivo*. Este aborda un riguroso estilo de reporte centrado en las respuestas que existen para resolver ciertos problemas. De acuerdo con Giselle Green (2018), responsable de la agencia en línea con base en Inglaterra “*Constructive Voices*”, este enfoque busca generar un diálogo y una colaboración de los ciudadanos para mostrar que el cambio es posible e ir más allá de la nota relacionada con la crisis actual que vivimos en distintas regiones del mundo que en muchas ocasiones nos deja paralizados o con pocas

esperanzas para encaminar nuestras acciones diarias hacia la transformación necesaria para estilos de vida sostenibles.

Bibliografía

- Alvarado, I. 2013. *Diagnóstico de contenidos de ciencia en noticieros televisivos nacionales a través del protocolo sobre cambio climático y del modelo de funcionalidad del periodismo: Conferencia de las Partes (COP16) en 2010*. Tesis de licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arcila-Calderón, C., M.T. Mercado, J.L. Piñuel-Raigada y E. Suárez-Sucre. 2015. *Media coverage of climate change in spanish-speaking online media*. Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, 22(68): 71-95. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Boykoff, M.T., M.M. McNatt y M.K. Goodman. 2015. *Communicating in the Anthropocene: the cultural politics of climate change news coverage around the world*. En: Hansen, A. y B. Cox. (eds.). *The Routledge Handbook of Environment and Communication*. Routledge, London.
- Carrington, D. (2019). *Why the Guardian is changing the language it uses about the environment*. [En línea] Disponible en: <http://bit.ly/GuardianAmbiente>. [Consultado el 25 de mayo 2019].
- Carrión, J. 2017. *El cambio climático como giro narrativo*. [En línea] Disponible en: <http://bit.ly/CCnarrativo>. [Consultado 22-05-2019].
- Carvalho, A. 2007. *Ideological cultures and media discourses on scientific knowledge: re-reading news on climate change*. *Public Understanding of Science*, 16(2): 223-243.
- Carvalho, A. 2010. *Climate change as a "grand narrative"*, *Journal of Science Communication*. 09(04) CO3.
- Corbett, J. y J. Durfee. 2004. *Testing public (Un)Certainty of Science: media representations of Global Warming*. *Science Communication* 26(2): 129-71.
- Dotson, D.M., S.K. Jacobson, L.L. Kaid y J.S. Carlton. 2012. *Media Coverage of Climate Change in Chile: A Content Analysis of Conservative and Liberal Newspapers*. *Environmental Communication*, 6(1) 64-81.
- Dryzek, J.S. 2005. *The politics of the Earth. Environmental Discourses*. Oxford University Press.
- Encalada, M.A. 2005. *Comunicación sobre el cambio climático. Manual para su planificación y práctica en América Latina*. Quito: Corporación OIKOS.
- Fernández-Reyes, R. 2015. *Abordaje de los límites del crecimiento en la difusión de prensa del Manifiesto Última llamada*. *Razón y Palabra*, 91.
- Fernández-Reyes, R., M. Boykoff, L. McAllister, A. Nacu-Schmidt y O. Pearman. 2019. *Latin American Newspaper Coverage of Climate Change or Global Warming, 2005-2019*. Universidad de Sevilla y Center for Science and Technology Policy Research, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences. University of Colorado, Media and Climate Change Observatory Data Sets.
- Foro Económico Mundial. 2018. *Two Degrees of Transformation. Businesses are coming together to lead on climate change. Will you join them?*. Reporte publicado en enero de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://bit.ly/TwoDegrees>. [Consultado el 31 de mayo 2019].
- González Gaudiano, E. y P. Meira Cartea. 2009. *Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable*. *Trayectorias* 11 (julio-diciembre) [En línea]. Disponible en: <http://bit.ly/CCEducación>. [Consultado el 25 de mayo 2019].
- Green, G. 2018. *The express guide to Constructive Journalism*. [En línea]. Disponible en: <http://bit.ly/Constructivejournalism>. [Consultado el 2 de junio, 2019].
- Grupo de Trabajo del Antropoceno. 2019. *Guidance from the Subcommission on Quaternary Stratigraphy and the International Commission on Stratigraphy*. [En línea]. Disponible en: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>. [Consultado el 25 de mayo 2019].

- Herrero, A. 2017. *Navegando por los turbulentos tiempos del Antropoceno*. Ecología Política. Cuadernos de debate internacional (julio-agosto), [En línea]. Disponible en: <http://bit.ly/EcologiaPolitica>. [Consultado el 25 de mayo 2019].
- Holden, E. 2019. *The media is failing on climate change – here’s how they can do better ahead of 2020*. *The Guardian*. [En línea]. Disponible en: <http://bit.ly/MediaFalling>. [Consultado el 25 de mayo 2019].
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. *Climate Change 2001: the Scientific bases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lozano A.C., J. L. Piñuel. y M.J.A. Gaitán. 2014. *Comunicación y cambio climático. Triangulación del discurso hegemónico (medios), del discurso crítico (expertos) y del discurso creativo (jóvenes)*. En León, B. *Comunicar el Cambio Climático. De la agenda global a la representación mediática*. Actas XXVIII Congreso Internacional de Comunicación (CICOM). Universidad de Navarra. Ed. Comunicación Social. Salamanca.
- Moore, J.W. 2015. *Capitalism in the web of life: Ecology and the accumulation of capital*. Londres, Verso.
- Noguera, G. 2013. *La representación del cambio climático en los medios*. En. León, B. (coord.), *El periodismo ante el cambio climático. Nuevas perspectivas y retos*. Barcelona, Editorial UOC. 47-70 pp.
- Painter, J. 2012. *Comunicar incertidumbres: los escépticos del clima en los medios internacionales*. En Piñuel, J. L. *et al.* *Comunicación, controversias e incertidumbres frente al consenso científico acerca del Cambio Climático* (53-80 pp). Cuadernos Artesanos de Latina no. 30. Universidad de la Laguna, Tenerife.
- Rosen Ferlini, A.C. 2008. *Análisis de la cobertura periodística del cambio climático en 2001 desde un modelo de funcionalidad. El periodismo de ciencia en la prensa escrita nacional y extranjera*. Tesis Licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Sklair, L. 2018. *The Anropocene media Project. Mass media on Human Impacts on the Earth System*. *Visions for Sustainability*, 10: 00-00. ISSN 2384-8677.
- Sklair, L. 2017 *Sleepwalking through the Anthropocene* (Review article). *British Journal of Sociology* 68 (4): 775–784.
- Smith, N. y H. Joffe. 2013. *How the public engages with global warming: a social representations approach*. *Public Understanding of Science*, 22(1): 16-32.
- Takahashi, B. y M. Meisner. 2012. *Climate Change in Peruvian newspapers: the role of foreign voices in a context of vulnerability*. *Public Understanding of Science*, 22(4): 427-442.
- Teso A.G., R. Fernández-Reyes, J.A. Gaitán, C. Lozano Asencio y J.L. Piñuel. 2018. *Comunicación para la sostenibilidad: el cambio climático en los medios*. Documento de Trabajo Sostenibilidad NO. 1/2018. Fundación alternativas. 167 pp.
- The week. 2019. *David Attenborough: we’re running out of tiime on climate change*. [En línea] Disponible en: <http://bit.ly/OutofTimeCC>. [Consultado el 23 de mayo 2019].

Acontecimientos importantes en la historia del cambio climático

Clementina Equihua Zamora

1776 a 2018

- 1772.** Joseph Priestley, filósofo natural y químico inglés, describió el óxido nitroso, que es un gas de efecto invernadero. Es producido por la actividad de un grupo de bacterias denominadas desnitrificantes porque, para obtener energía para vivir, convierten los óxidos de nitrógeno (nitrato o nitrito) a gases de nitrógeno reducido.
- 1776.** Alessandro Volta, físico italiano, descubrió el metano, otro gas de efecto de invernadero que se produce como consecuencia de la degradación o putrefacción de la materia orgánica cuando no hay oxígeno libre (anaerobiosis). Lo descubrió al observar que se liberaban burbujas desde los fondos de los pantanos y posteriormente se percató de que este gas era inflamable.
- 1790.** Inauguración del Observatorio de Armagh, en Irlanda, ha llevado registros climáticos de manera ininterrumpida desde 1794.
- 1824.** Jean-Baptiste Joseph Fourier, físico y matemático francés, relacionó el efecto del calentamiento en la temperatura promedio de la superficie terrestre con la presencia de gases con efecto invernadero. Fue el primero en identificar que la atmósfera Terrestre creaba un efecto de invernadero, comparando la cubierta de aire de nuestro planeta con una caja con una tapa de vidrio, aunque nunca lo llamó precisamente así.
- 1862.** John Tyndall, científico británico, descubrió que ciertos gases, específicamente el vapor de agua y el dióxido de carbono, ayudan a evitar que el calor se escape de la atmósfera. También midió la absorción de la radiación infrarroja por el vapor de agua y por el dióxido de carbono y sugirió que la disminución en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera podría ser una causante de las Eras de Hielo en el planeta.
- 1877.** Se inaugura en México la Comisión Geográfica Exploradora del Territorio Nacional que, desde la azotea del Palacio Nacional, lleva registros climáticos del país.
- 1883.** El Observatorio Astronómico, junto con el Meteorológico, se trasladan al edificio del Ex-Arzbispado en Tacubaya.
- 1896.** Svante August Arrhenius, fue un químico sueco, observó las propiedades de absorción de infrarrojo de las moléculas de dióxido de carbono y de agua. Estimó que si la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera se duplicaba como consecuencia de la quema de combustibles fósiles, la temperatura promedio en la superficie terrestre aumentaría entre 5 y 6°C. Publicó estos cálculos en la revista británica *Philosophical Magazine*. El valor propuesto se aproxima a las estimaciones actuales. En 1903 recibió el Premio Nobel de Química por sus estudios sobre el tema.
- 1958.** Inicio de las mediciones de concentraciones de CO₂ en el volcán Mauna Loa, Hawai, en el océano Pacífico. Es un proyecto que continúa en curso, que fue iniciado por Charles David Keeling, científico norteamericano y sus colegas.
- 1901.** Se forma el Servicio Meteorológico Nacional. Treinta y un secciones meteorológicas estatales, 18 observatorios y estaciones independientes, transmitían información al Observatorio Meteorológico de Tacubaya por vía telegráfica.

- 1960.** Charles Dave Keeling publicó el artículo *The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere* en la revista *Tellus* del Instituto Internacional de Meteorología en Estocolmo, Suecia (IMI por sus siglas en inglés). En el artículo se ilustra el aumento en las cantidades de CO₂ atmosférico debido a la combustión industrial de combustibles fósiles y por el cambio en el uso del suelo.
- 1972.** Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano o Conferencia de Estocolmo. Fue la primera conferencia, convocada por las Naciones Unidas, que abordó asuntos internacionales relacionados con el medio ambiente. Marcó un punto de inflexión en el desarrollo de políticas internacionales en relación con dichos temas.
- 1974.** Mario Molina y Sherwood Rowland son los autores del artículo *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone* publicado en la revista *Nature*. En él demuestran el daño ocasionado por las moléculas de cloro que eran liberadas a partir de los CFC (clorofluorocarbonos) en la atmósfera. Este estudio fue clave para entender la conexión entre el clima y las actividades humanas. Por esta investigación recibieron el premio Nobel en 1995, junto con Paul Crutzen.
- 1985.** El estudio de Joseph Farman y sus colegas hace evidente la disminución de la capa de ozono, también a veces denominado agujero de ozono, sobre la Antártida (en algunos lugares también denominada Antártica).
- 1988.** Fundación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Fue establecido por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con el fin de evaluar la investigación científica relacionada con el cambio climático. Posteriormente fue ratificado por la Asamblea General de las Naciones Unidas.
- 1989.** El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se convierte en parte de la Comisión Nacional del Agua (Conagua). Hoy, el SMN recaba información climática de México por medio de una red sinóptica de superficie (79 observatorios meteorológicos), red sinóptica de altura (16 estaciones de radio sondeo para observar las capas altas de la atmósfera), red de 13 radares meteorológicos distribuidos en todo el país (proporciona información continua vía satélite. Los radares permiten detectar la evolución de los sistemas nubosos) y una estación terrena receptora de imágenes de satélite de diferentes tipos.
- 1990.** Se publicó el primer reporte del IPCC. Explica que la composición de gases en la atmósfera terrestre crea un efecto de invernadero natural. Señalan que las emisiones que provienen de las actividades humanas están aumentando sustancialmente las concentraciones de dichos gases en la atmósfera, particularmente de CO₂, metano, CFC y óxido nitroso.
- 1992.** Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo o Cumbre de la Tierra. Fue celebrada en Río de Janeiro, Brasil. Resultó muy relevante pues en ella los gobiernos reconocieron la necesidad de redirigir planes y políticas públicas para asegurar que todas las decisiones tomen totalmente en cuenta cualquier impacto ambiental. También en esta cumbre fueron ratificados el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD por sus siglas en inglés) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés).
- 1995.** Se llevó a cabo la primera Conferencia de las Partes (COP, también denominada *Cumbre del clima* por los medios de comunicación) de la UNFCCC en Berlín, Alemania.
- 1995.** Publicación del segundo reporte del IPCC (AR2).
- 1995.** Se entrega el Premio Nobel de Química a Paul Crutzen del Instituto Max-Planck de Química, Alemania; Mario Molina del MIT, Cambridge, MA, EUA y a F. Sherwood Rowland de la Universidad de California, Irvine, EUA. Se reconoce "...su trabajo en química atmosférica, en particular la relacionada con la formación y descomposición de ozono".
- 1997.** COP3. Kioto, Japón. Se acordó el protocolo de Kioto. Es el primer tratado internacional para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero. Entró en vigor en 2005.

- 2001.** Publicación del tercer reporte del IPCC. Señalan que, con la nueva y más robusta evidencia, se informa que el calentamiento observado en los 50 años previos se puede atribuir a las actividades humanas.
- 2002.** Río + 10. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible o Cumbre de la Tierra de Johannesburgo. Se llevó a cabo en Johannesburgo, Sudáfrica. El objetivo fue concientizar a al mundo sobre la importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras. Se demandó acción directa para atender retos difíciles, incluyendo mejoras en la calidad de vida de la gente y la conservación de nuestros recursos naturales ante el aumento de la población humana que demandarían cada vez más alimentos, agua, refugio, saneamiento, energía, servicios de salud y seguridad económica.
- 2002.** El Gobierno de México crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Su misión, es “generar, integrar y difundir conocimiento e información a través de investigación científica aplicada y el fortalecimiento de capacidades, para apoyar la formulación de política ambiental y la toma de decisiones que promuevan el desarrollo sustentable.”
- 2005.** Entra en vigor el Protocolo de Kioto.
- 2007.** Publicación del cuarto reporte del IPCC (AR4). Se informa que, la evidencia del calentamiento en el sistema climático global se sustenta en las observaciones de los promedios globales de temperaturas del aire y de los océanos, en el generalizado derretimiento de nieves y hielos, así como en el aumento del promedio del nivel del mar. Señalan también, que el aumento en las temperaturas promedio que se observan desde la mitad del siglo XX se deben, muy probablemente, al aumento de las concentraciones de gases con efecto de invernadero.
- 2007.** El IPCC comparte el Premio Nobel de la Paz con Al Gore, ex vicepresidente de los Estados Unidos. El premio reconoce “sus esfuerzos para adquirir y propagar el conocimiento sobre el cambio climático ocasionado por el ser humano, y por poner los cimientos que se necesitan para tomar medidas para contrarrestar el cambio”.
- 2010.** COP16. Denominada por los medios *Cumbre del clima 2010*. Se logran los *Acuerdos de Cancún*. Se establece el *Fondo Verde*, que es un paquete exhaustivo que compromete a los gobiernos a apoyar a los países en desarrollo para atender el cambio climático.
- 2012.** Conferencia de Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas (también conocida como Conferencia de desarrollo Sustentable de Naciones Unidas, Río 2012 o Río+20). Uno de los resultados más importantes es el documento “*El futuro que queremos*”, que contiene medidas claras y prácticas para instrumentar el desarrollo sostenible. A partir de este documento los estados miembro decidieron lanzar los “*Objetivos del Desarrollo Sostenible*” (ODS). Los 17 ODS son un plan de acción para alcanzar la paz y prosperidad para la gente y el planeta hoy y en el futuro. Los ODS son una llamada urgente para que todas las naciones actúen en la erradicación la pobreza y para que se cuente con energía, agua, salubridad y salud. Todas las estrategias deberán considerarse desde una perspectiva que aminore el cambio climático y promueva la preservación de los océanos y bosques de la Tierra.
- 2014.** Publicación del quinto reporte del IPCC (AR5). En este informe se señala que “Es inequívoco el calentamiento del sistema climático y, desde la década de 1950, muchos de los cambios no tienen precedentes ni en décadas ni en miles de años. La atmósfera y el océano se han calentado, han disminuido las cantidades de nieve y hielos, ha aumentado el nivel del mar y las concentraciones de gases con efecto de invernadero se han incrementado”. Agregan que “es clara la influencia humana en el sistema climático. Esto es evidente por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el forzamiento climático positivo, el calentamiento observado” ya que hay mayor conocimiento científico gracias al cual se entiende mejor el sistema climático del planeta. Con el fin de limitar el fenómeno del cambio climático indican que será necesario reducir, de manera sustancial, las emisiones de los gases de invernadero.
- 2015.** COP21. Se alcanzó el denominado *Acuerdo de París*. 195 países acuerdan combatir el cambio climático y llevar a cabo acciones e inversiones hacia un futuro bajo en carbono, resiliente y sosten-

table. Todas las naciones signatarias acuerdan el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C.

- 2016.** El 4 de noviembre entró en vigor El Acuerdo de París.
- 2016.** COP22. celebrada en Marrakech, Marruecos. Sus logros fueron avanzar hacia un reglamento para el Acuerdo de París y el *Marrakech Partnership for Climate Action*.
- 2018.** El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, publica del *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*. Es un portal virtual interactivo que pone a disposición del público una gran cantidad de información georreferenciada sobre el cambio climático.
- 2018.** El IPCC publica el Reporte Especial sobre el Cambio Global de 1.5°C (SR15). Este reporte señala, entre diversos puntos más: 1) Que las actividades humanas han ocasionado el calentamiento de 1°C por arriba de los niveles previos a la industria. En particular, la producción de energía es el mayor contribuyente a las emisiones. 2) Es probable que el calentamiento global, si sigue aumentando a la tasa actual, llegue a 1.5°C entre los años 2030 y 2050. 3) Entre 2000 y 2010 las emisiones de GEI han crecido más que en las tres décadas previas y las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) no tienen precedentes, al menos, en los últimos 800,000 años. 4) En los sistemas terrestres, el impacto del calentamiento global de 1.5° sobre la biodiversidad y sus ecosistemas será menor (incluyendo pérdidas de especies y extinciones) en comparación con 2°C. A menor incremento en la temperatura de los ecosistemas mayor posibilidad de mantener más de los servicios ecosistémicos que los humanos aprovechan. 5) Los océanos están absorbiendo la mayor parte de la energía y continuarán calentándose y aumentando su nivel medio, mientras que, durante el siglo XXI, la banquisa ártica continuará reduciéndose y perdiendo espesor. 6) El limitar el aumento de temperaturas a 1.5°C en comparación con 2°C reducirá los riesgos a la biodiversidad marina, las pesquerías y los ecosistemas acuáticos ya que, cuando aumenta la temperatura global también aumentan las temperaturas oceánicas y es mayor la acidificación y disminuye más el oxígeno. 7) Con temperaturas por arriba de 1.5°C son mayores los riesgos a la salud, a los medios de vida, a la seguridad alimentaria, hídrica y humana y al crecimiento económico. 8) Serán menores las necesidades humanas de adaptarse al cambio climático si el calentamiento global es de 1.5°C, en comparación con 2°C. 9) Se pueden limitar los riesgos del cambio climático con reducciones sustanciales y sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero, junto con la adaptación y 10) La ventana para actuar se está cerrando rápidamente. La adaptación y la mitigación son estrategias complementarias y necesarias conjuntamente para reducir y gestionar los riesgos asociados al cambio climático.
- 2018.** El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, lanza la plataforma El Cambio Climático de Frente (elcambioclimaticodefrente.inecc.gob.mx/) que aporta información sobre cambio climático en formatos accesibles, interactivos y descargables.
- 2018.** COP 24. Katowice, Polonia. Los gobiernos adoptan el paquete climático de Katowice. Se trata de un conjunto de robustos lineamientos para poner en marcha el Acuerdo de París. El paquete también promueve la cooperación internacional, alienta mayor ambición de inversión y alienta que se busquen maneras de evaluar los avances en el desarrollo y transferencia tecnológica.

Bibliografía

- Brulle, R. 2018. 30 years ago global warming became front-page news – and both Republicans and Democrats took it seriously. *The Conversation* <http://bit.ly/2KHAI7f>. [consultado el 28 de octubre, 2018]
- Campo, J. 2013. Conocer nuestro invernadero natural. *Oikos*= 7: 5-8. <http://bit.ly/InvernaderoNatural>
- Carabias, J. 2013. La sustentabilidad ambiental: un reto para el desarrollo. *Oikos*= 8: 8-11. <http://bit.ly/Carabias>

- Cook, J. 2010. Guía Científica ante el Escepticismo sobre el Calentamiento Global. Portal www.skepticalscience.com. <http://bit.ly/Guia-CC>
- INECC. 2018. Infografía: El Acuerdo de París. <http://bit.ly/AcParis>
- IPCC. 1995. Segunda evaluación cambio climático 1995. <http://bit.ly/2evaluacion>
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. y el Equipo de Redacción (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y New York, NY, EUA, 398 pp. <http://bit.ly/IPCCar3>
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Equipo de Redacción, Pachauri, R.K y A. Reisinger. (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp. <http://bit.ly/IPCCar4>
- IPCC. 2014. Climate Change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Equipo de redacción: R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 151 pp. <http://bit.ly/IPCCar5>
- IPCC. 2015. Ficha informativa del IPCC: Fechas y momentos destacados de la historia del IPCC. <http://bit.ly/IPCCtimeline>
- IPCC Working Group I. 2013. Climate change 2013 The Physical Science Basis. Frequently Asked Questions. <http://bit.ly/IPCCbrochure>
- IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. En prensa. <http://bit.ly/IPCC-sr15>
- Keeling, C.D. 1960. The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *Tellus* 12: 200-203. Doi. 10.1111/j.2153-3490.1960.tb01300.x
- Molina, M.J. y F. S. Rowland. 1974. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature* 249: 810-812.
- Monroe, R. 2013. The History of the Keeling Curve en In Keeling Curve History. Scripps Institution of Oceanography. <http://bit.ly/Keelingcurve>
- Sistema Meteorológico Nacional. 2019. Historia del Servicio Meteorológico Nacional. <http://bit.ly/SMNhistoria>
- Sistema Meteorológico Nacional. Funciones y Objetivos. <http://bit.ly/SMNobjetivos>
- The Royal Swedish Academy of Sciences. 1995. Comunicado de prensa (en inglés). <http://bit.ly/NobelMolina>
- UN. 2019. Katowice Climate Conference. <http://bit.ly/UNCKKatowice>
- UN. 2019. UN Conference on Environment and Development. <http://bit.ly/UNambiente>
- UNFCCC. 2019. UNFCCC -- 25 Years of Effort and Achievement. Key Milestones in the Evolution of International Climate Policy <http://bit.ly/TimelineUNFCCC>
- Wogan, D. 2013. Why we know about the greenhouse gas effect? *Scientific American*, sección *Plugged In* <http://bit.ly/SAinvernadero>

Glosario

Clementina Equihua Zamora y *The Climate Reality Project*

Acuerdo de París. El Acuerdo de París es un tratado internacional adoptado en el 2015 durante la vigésimo primera Convención de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) que busca reforzar el compromiso de los distintos gobiernos frente al cambio climático. Este es un acuerdo histórico pues, por primera vez, se estableció una meta global: mantener la temperatura por debajo de los 2° y hacer el mayor esfuerzo para que no sobrepase los 1,5°C. México ratificó el Acuerdo de París el 21 de septiembre de 2016. El Acuerdo de París propone un plan de acción para todos los gobiernos en tres puntos principales:

1. la mitigación o reducción de emisiones de CO₂, donde los gobiernos realizaron planes de acción nacional de acuerdo con la situación de cada país y sus capacidades económicas para contribuir con el objetivo principal.
2. La transparencia y balance global. Aquí se busca que los países informen sobre sus avances y se reúnan cada cinco años para fijar objetivos más ambiciosos.
3. La adaptación de los gobiernos, punto en el que se pretende reforzar la capacidad de las sociedades para afrontar las consecuencias del cambio climático.

Adaptación. En el contexto del calentamiento global, adaptarse se refiere a la capacidad de una sociedad a modificar sus hábitos a las condiciones climáticas provocadas por las mayores temperaturas del planeta (proyectadas o reales). Estas modificaciones pueden ser políticas públicas que prevengan los daños que pueda sufrir la población ante eventos extremos (como lo son las leyes de construcción de viviendas más robustas), medidas que la sociedad pueda tomar directamente (por ejemplo, construir a mayor distancia de la costa), etcétera. Gracias a la adaptación se reduce la vulnerabilidad de las sociedades y los ecosistemas.

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. NOAA por las siglas en inglés de *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Es un organismo de investigación científica de los Estados Unidos que estudia las condiciones de los mares, de los cursos de agua y de la atmósfera.

Aerosol. Se refiere a partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas. En el blog *Earth Right Now* Adam Voiland, del Observatorio de la Tierra de la Nasa, explica que son partículas muy pequeñas que flotan en la atmósfera de la Tierra de la estratosfera a la superficie. Su tamaño varía de unos cuantos nanómetros (más pequeños que un virus) a varias decenas de micrómetros (más o menos el diámetro de un cabello humano).

Albedo. Fracción de radiación solar que refleja una superficie u objeto, no tiene escala pero el albedo de una superficie negra es 0, porque absorbe toda la radiación solar y el albedo de una superficie clara, que refleja toda la radiación solar, es 1. En el contexto del cambio climático las superficies con albedos cercanos a 1 juegan un papel importante en el mantenimiento de la temperatura del planeta, como lo son los hielos en los polos y en zonas montañosas.

Ambientalista. Que pertenece a un movimiento preocupado por el cuidado del medio ambiente. Considerado sinónimo de ecologista. Miller (1986) explica que los movimientos ambientalistas son “grupos de ciudadanos que se organizan para protegerse a si mismos de la contaminación y la degradación ambiental a escala local”. De estos movimientos surgió el eslogan: “piensa globalmente y actúa localmente”.

Antropogénico. Se refiere a aquello que es causado por el ser humano.

Antropoceno. Desde el punto de vista geológico el Antropoceno implica que muchos de los “cambios provocados por el ser humano persistirán durante milenios o más y están alterando la trayectoria del sistema terrestre, algunos con efecto permanente”.

Antrópico. La Real Academia de la Lengua Española lo define como “Producido o modificado por la actividad humana”.

Atmósfera. La atmósfera es el aire que respiramos, el escudo que nos protege de las adversidades que provienen del espacio y el clima que vivimos porque es la que regula las temperaturas de nuestro planeta. El aire que respiramos se compone de nitrógeno (78%), oxígeno (20.95%), argón (0.94%), dióxido de carbono (0.039%) y cantidades aun menores de otros gases y cantidades variables de vapor de agua. La atmósfera se compone de cinco capas: 1. Tropósfera, 2. Estratósfera, 3. Mesosfera, 4. Termosfera, 5. Exosfera.

Atlas de riesgo. Documento dinámico cuyas evaluaciones de riesgo en regiones o zonas geográficas vulnerables, consideran los escenarios climáticos actuales y futuros. México cuenta con el *Atlas Nacional de Riesgos* (<http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx>) que es un Sistema integral de información sobre los agentes perturbadores y daños esperados que ayuda a la oportuna toma de decisiones en las medidas de prevención, mitigación y la gestión adecuada del territorio.

Aumento del nivel del mar. El nivel medio del mar de nuestro planeta se empezó a medir desde 1993 por medio de imágenes de satélite. La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica explica que se estima que el nivel se ha incrementado 3.1 mm por año. En condiciones de calentamiento global, el aumento puede estar provocado por el agua que se incorpora a los océanos por el deshielo de los glaciares y capas de hielo y porque el agua marina se expande al calentarse.

Biodiversidad. Es la variedad de la vida. Incluye la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, su variedad genética, los ecosistemas en donde viven y los países o regiones en donde están los ecosistemas. CONABIO también incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

Biomasa. Para los ecólogos es la masa o cantidad de organismos vivos en un área determinada. En el ámbito energético, se refiere la cantidad de tejido vegetal o animal que puede ser utilizado para generar energía. Este material proviene principalmente de tejido vegetal que ni el ser humano ni el ganado consumen, por ejemplo, el estiércol cañas de cultivos como el maíz etc.

Biológico. La Real Academia Española (RAE) lo define como “Perteneiente o relativo a la biología”. La Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA) señala que es sinónimo de orgánico y, en el contexto de productos que no dañan al medioambiente, se refiere a ‘sin productos químicos’.

Calentamiento global. El calentamiento global se refiere al aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre, suficiente para causar el cambio climático.

Cambio climático. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de la SEMARNAT (INECC) explica que es “la variación del clima provocada de manera natural o por la actividad humana que persiste por largos periodos de tiempo”. Además de las variaciones de temperatura (aumentos y disminuciones) el programa de Cambio Climático de los Estados Unidos incluye a los cambios en los regímenes de precipitación (lluvias y nevadas) y riesgos por eventos climáticos (por ejemplo por huracanes y ciclones).

El cambio climático global es un cambio registrado durante un período prolongado de tiempo (décadas o más) con respecto a las variables climáticas, como la precipitación, temperatura y viento, causado por factores naturales o antropogénicos, que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Capa de Ozono. Es una capa constituida por la molécula O₃ (ozono) que cubre la Tierra en la estratósfera, entre los 10 y 50 km de altura. Esta capa protege a la vida de nuestro planeta porque evita que la luz ultravioleta de los rayos del sol dañe el ADN de las células de cualquier organismo, lo que provoca que mueran o que formen proteínas defectuosas. En 2018, científicos de la NASA reportaron que el agujero de la capa de ozono, detectada por primera vez al inicio de la década de 1980, el estudio señala que ha habido 20% menos degradación de ozono durante el invierno antártico debido al control de emisiones de cloro a partir de los clorofluorocarbonos (CFC).

Capacidad Adaptativa. Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces para enfrentar los efectos del cambio climático. En México la estrategia ante el cambio climático se puede consultar en línea.

CBD. Siglas de Convenio sobre la diversidad Biológica. Página web: <http://cbd.int/>. Este convenio fue firmado por México en 1992.

Ciclos biogeoquímicos. Es el reciclado de compuestos químicos que se mueven, por rutas complejas, entre organismos vivos y su ambiente no vivo. Estos compuestos se convierten en formas útiles para los seres vivos por medio de procesos biológicos, geológicos y químicos. Los elementos que se reciclan de esta manera son el carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y el agua. En el contexto del cambio climático algunos de estos ciclos se han alterado debido a que aportamos mayores cantidades de compuestos vitales (como por ejemplo dióxido de carbono por el uso de autos y quema de ecosistemas, agregando nitrógeno a nuestros cultivos y liberando azufre en la atmósfera al producir combustibles a partir del petróleo) o retirando otros, como por ejemplo el agua al perturbar el ciclo con la deforestación o movimientos masivos de agua, de un lado al otro de un continente, para abastecer a las ciudades.

Ciclo de carbono. Es uno de los ciclos biogeoquímicos. El carbono se mueve en lo que se puede definir como dos sub-ciclos que están interconectados: uno que depende del intercambio rápido de carbono entre organismos vivos y otro que se refiere al movimiento del carbono en procesos geológicos. El ciclo de carbono se relaciona con el calentamiento global, porque debido a las actividades humanas se ha incrementado la cantidad de carbono disponible en la atmósfera de tal manera que los sistemas naturales no se dan a basto para incorporarlo en sus tejidos. Además, por ser un gas de efecto invernadero, al aumentar sus concentraciones en la atmósfera se retiene más energía del sol dentro de la superficie terrestre. Es una medida de los gases de efecto invernadero en términos de la cantidad equivalente de dióxido de carbono. Medida normalizada del efecto del conjunto de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el clima.

Ciclo del agua. Este ciclo biogeoquímico depende del sol ya que éste, al calentar las superficies del océano y de otros cuerpos de agua provoca la evaporación. En sitios con vegetación, parte del vapor es producido por las plantas durante el proceso de transpiración. Por la evaporación se mueven enormes cantidades de vapor de agua hacia la atmósfera que con el paso del tiempo se condensará formando nubes que eventualmente caerá a la superficie de la Tierra en forma de lluvia. El ciclo del agua se ha alterado por las actividades humanas y por el calentamiento global. Manifestaciones de esto se perciben en fenómenos naturales como los huracanes o en las lluvias torrenciales de corta duración que en México denominamos *trombas*.

Ciencia. La ciencia es una actividad humana que genera conocimiento a partir de observaciones sistemáticas a la naturaleza. La ciencia está en construcción constante porque genera preguntas que alientan e impulsan más investigación. La investigación para entender el cambio climático ha sido fundamental para dirigir esfuerzos de adaptación y mitigación, no sólo para identificar el problema. Gracias a ella ahora contamos con conocimiento suficiente que nos explica cuáles han sido las causas principales que dispararon el calentamiento global y ya contamos con tecnología que nos permite aspirar a un futuro.

CITES. Siglas de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora. Los países miembros se adhieren voluntariamente a esta convención y aceptan adherirse a ella (pero no substituye las leyes de cada nación) para hacer que sus leyes ayuden a implementar las recomendaciones de CITES. Las especies protegidas por cites están incluidas en tres niveles o tipos de protección de la sobreexplotación según los apéndices I, II y III. Página web: <https://www.cites.org/>

Clima. Técnicamente el clima es un conjunto de datos promedio de las condiciones de la atmósfera, del océano, las capas polares y el hielo marino en un periodo de tiempo determinado. La información que se obtiene (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento) se analiza estadística y matemáticamente para obtener patrones (por ejemplo, datos que indiquen las temperaturas promedio de una ciudad a lo largo de un año) y elaborar modelos matemáticos que se pueden utilizar para predecir el estado del

clima en un futuro determinado (como por ejemplo, para estimar los cambios en la superficie de los océanos para 2050) o entender la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante periodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años. Los datos que se usan para generar esta información provienen de múltiples fuentes, entre ellas datos históricos de estaciones meteorológicas, información diaria de la red de estaciones meteorológicas de todo el mundo y datos de satélites, entre otros. Cuando nos referimos a las condiciones que vivimos día a día hablamos del *estado del tiempo*.

Climagate o Climategate. Se refiere a la controversia fabricada por el robo de mensajes de correos electrónicos a la Unidad de Investigación del Clima de la Universidad de East Anglia, Reino Unido. La *Union of Concerned Scientists* (UCS) menciona en el artículo *Debunking Misinformation About Stolen Climate Emails in the "Climategate" Manufactured Controversy* de su página de internet, que “nada en el contenido de estos mensajes tiene un impacto en nuestro entendimiento general de que las actividades humanas están impulsando niveles peligrosos de calentamiento global” y además explican por qué se les absolvió a los científicos de comportamiento deshonesto. La Unión de Científicos Comprometidos de los EUA abordó el tema en su sitio web.

Combustible. Se refiere a materiales que liberan energía, principalmente calor. En el contexto humano se utiliza para diversas actividades como por ejemplo: cocina, higiene, mantenimiento de infraestructura, movilidad, etc. Existen diferentes tipos de combustibles como los fósiles, los compuestos que se utilizan para producir energía por reacciones nucleares y los de origen orgánico como por ejemplo la madera y el carbón obtenido a partir de esta, la turba (también conocida como turbera o en inglés *peat*). Estas últimas podrían ser renovables, dependiendo de la intensidad de su extracción y de la sustentabilidad de sus sistemas productivos.

Combustibles fósiles. Materiales que, como el petróleo, el gas natural o el carbón, se formaron a partir de restos orgánicos de seres vivos que habitaron el planeta hace millones de años. Se obtiene energía a partir de su combustión y, debido a este proceso se liberan gases de efecto invernadero (GEI). Todas las fuentes de estos combustibles no son renovables ya que se obtienen a partir de yacimientos fósiles de materia orgánica de organismos que existieron en tiempos geológicos previos. Para obtenerlos se requieren de inversiones millonarias para su búsqueda.

CONABIO. Siglas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Es una comisión intersecretarial mexicana fundada en 1992. Su misión es “promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidos al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. Sitio web: www.biodiversidad.gob.mx

Conferencia de las Partes (COP). La CONABIO explica que “Las Conferencias de las Partes (conocidas como COP), son el máximo órgano de gobierno de diversos acuerdos multilaterales como CITES, UNCCD, UNFCCC, CBD, CMNUCC, etc., y las conforman los países que han ratificado dichos acuerdos.” Se denominan “partes” los países y organizaciones (como la Unión Europea) que han ratificado los diferentes acuerdos internacionales. Las COP se celebran periódicamente, dependiendo del acuerdo o convenio, y en ellas “se toman las decisiones más importantes en cuanto al funcionamiento, implementación y seguimiento del Convenio”. Hay diversas COP, dependiendo del acuerdo del que se trate, el relativo al clima es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Contaminación atmosférica. La contaminación atmosférica es el principal riesgo ambiental para la salud en las Américas, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS 2016). Los contaminantes atmosféricos más relevantes para la salud son materiales en partículas (PM) con un diámetro de 10 micras o menos, ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones. La mayoría de estos contaminantes son el producto de la quema de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según sus fuentes.

Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC). Sustancias como el metano, carbono negro, ozono troposférico y varios hidrofluorocarbonos (HFC) que tienen un impacto significativo a corto tiempo sobre el cambio climático y tienen una vida relativamente corta en la atmósfera comparada con la del bióxido de carbono y otros gases.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y rubricada ese mismo año en la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro. Su objetivo último es “la estabilización de las concentraciones de *gases de efecto invernadero* en la *atmosfera* a un nivel que impida interferencias *antropogénicas* peligrosas en el *sistema climático*”. Contiene cláusulas que comprometen a todas las Partes y permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. Las “partes” son los 198 países firmantes que han ratificado la convención. El tratado es el único órgano que puede tomar decisiones de su implementación. Las distintas COP tienen lugar en distintas partes del mundo en los meses de noviembre y diciembre de cada año.

Costo Social del Carbono. El daño económico adicional causado por una tonelada adicional de emisiones de dióxido de carbono o su equivalente. Una manera de identificar este costo social es calculando los daños ocasionados por eventos climáticos extremos.

Deforestación. La FAO explica que “implica la pérdida permanente o a largo plazo de cobertura forestal” y que incluye áreas que han sido convertidas a campos agrícolas, pastizales, represas y áreas urbanas. Esta pérdida generalmente es provocada y se mantiene así por las perturbaciones humanas continuas. No consideran en este término los casos en los sitios en los que se espera se regenere el bosque por causas naturales o inducidas. En el contexto del cambio climático la deforestación es relevante porque provoca la emisión de enormes cantidades de gases de efecto invernadero.

Desarrollo Sostenible. Desarrollo que responde a las necesidades culturales, sociales, políticas y económicas de la generación actual sin poner en peligro las posibilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este concepto quedó acuñado en 1987 en el informe *Nuestro futuro común* de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

Des carbonización. Una disminución en las emisiones de dióxido de carbono por unidad de producción. Una disminución en la intensidad de carbono.

Desertificación. Las Naciones Unidas la define como la degradación de la tierra típicamente en regiones áridas, como resultado de varios factores que incluyen variaciones climáticas y actividades humanas, de tal manera que pierde su capacidad de soportar crecimiento vegetal. Sin embargo, el Observatorio de la Tierra de la NASA añade que, además, es cuando la pérdida es irreversible. Es decir, cuando la tierra no puede soportar el mismo tipo de crecimiento vegetal que tenía antes y que el cambio es permanente en escala de tiempo humana. Muchas son las fuerzas que pueden provocar este cambio permanente: las sequías, sobrepastoreo y los incendios. En el contexto del cambio climático la desertificación es un grave problema porque se disminuye la capacidad de los ecosistemas para almacenar CO₂ y, en general, su resiliencia.

Dióxido de carbono. El dióxido de carbono tiene la fórmula química CO₂ que indica que es una molécula compuesta por un átomo de carbono y dos de oxígeno. Es uno de los gases que contiene de manera natural la atmósfera de la Tierra, pero su concentración natural es muy baja (0.04%). Debido a las actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles (como el carbón y el petróleo) y otros orgánicos como la materia vegetal que se quema durante actividades humanas para limpiar campos de cultivo y para ganadería, entre muchas otras. El CO₂ también se produce de forma natural, ya que los seres humanos y los animales inspiran oxígeno y espiran CO₂, mientras que las plantas absorben CO₂ y liberan oxígeno. Por ser un gas de efecto invernadero está incluido en el Protocolo de Kioto.

Dióxido de Carbono Equivalente, (CO₂e). Una medida de los gases de efecto invernadero en términos de la cantidad equivalente de dióxido de carbono. Medida normalizada del efecto del conjunto de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el clima.

Ecología. El diccionario de la RAE la define como la “Ciencia que estudia los seres vivos como habitantes de un medio, y las relaciones que mantienen entre sí y con el propio medio”. Miller (1986) explica que la ecología estudia principalmente las interacciones entre los cinco niveles de organización de la materia: organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y la ecosfera.

Ecológico. La Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA) señala que lo ecológico es lo que no daña el medioambiente y para ello no es necesario que se trate de algo biológico u orgánico.

Ecólogo. Especialista en ecología. Que realiza investigación científica en el área de ecología.

Ecologismo. La RAE lo define como “Movimiento sociopolítico que propugna la defensa de la naturaleza y la preservación del medio ambiente”.

Ecologista. Sinónimo de ambientalista. Se refiere a las personas que defienden las causas del medio ambiente.

Ecologizar. La Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA) define la palabra *ecologizar* “como un verbo bien formado y adecuado para referirse a la acción de ‘hacer o convertir algo en ecológico”.

Economía Circular. En una economía circular, el valor de los productos y materiales se mantiene durante el mayor tiempo posible, en contraposición a la economía lineal que produce una alta cantidad de desechos y está saturando el planeta con basura. Un sistema económico sostenible o sustentable busca que la mayoría de sus productos sean producidos en una economía circular.

Efecto invernadero. Cuando se habla de clima, el efecto invernadero es la capacidad de la atmósfera terrestre de mantener estable la temperatura de nuestro planeta. Se compara con un invernadero en el que el vidrio atrapa el aire que está adentro manteniéndolo a mayor temperatura que el exterior. En condiciones de cambio climático, o más precisamente de calentamiento global, ha aumentado la concentración de estos gases en la atmósfera, de tal manera que la temperatura que se vive en el planeta ha ido aumentando paulatinamente. La manera de medirlo es directamente, con equipo inventado por el ser humano, e indirectamente por la cantidad de CO₂ atrapado en los hielos de los círculos polares, en anillos de crecimiento de árboles y conchas de moluscos, etcétera.

El Niño. Es una condición climática en el Océano Pacífico tropical en el que la superficie del mar es más caliente. La oscilación climática provoca cambios extremos en el clima de todo el planeta, pero es una variabilidad climática natural que ocurre cada 3 a 7 años. Todavía hay poco consenso sobre los efectos que pueden tener el cambio climático en los eventos climáticos El Niño.

Estado del tiempo. También dicho “el tiempo”. El portal Meteored.mx explica que se refiere a las condiciones meteorológicas que definen el estado de la atmósfera en un lugar y tiempo particular, donde se señala un pronóstico meteorológico relacionado a los cambios en las variables como la temperatura, nubosidad, humedad, dirección e intensidad viento, y a la presencia de fenómenos meteorológicos.

Energías renovables. Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz (energía generada por el movimiento de las olas), la biomasa y los biocombustibles.

Emisiones. Son subproductos gaseosos de la actividad económica, como el metano y el dióxido de carbono, que afectan la atmósfera global, el clima y otros aspectos del medio ambiente. En el contexto del cambio climático, las emisiones se refieren a la liberación de gases de efecto invernadero (GEI) y/o de sus precursores y aerosoles en la atmósfera.

Estratósfera. Capa de la atmósfera terrestre que está entre los 12 y 50 km de altura.

Evento hidrometeorológico extremo. Aquel que es poco común en determinado lugar y estación (por debajo/encima del percentil 10/90 de probabilidad). Los extremos varían de un lugar a otro: un extremo en un área específica puede ser común en otra. No pueden ser atribuidos sólo al cambio climático, ya que estos pueden darse de manera natural. No obstante, se espera que el cambio climático pueda incrementar la frecuencia, intensidad y duración de eventos extremos. Entre los ejemplos se incluyen las inundaciones, sequías, tormentas tropicales, huracanes de mayor intensidad y olas de calor.

Externalidades. Actividades que afectan a otros, para bien o para mal, sin que esos otros paguen o sean compensados por la actividad. Las externalidades existen cuando los costos o beneficios privados no son iguales a los costos o beneficios sociales. Los efectos del calentamiento global y de la contaminación sobre los ecosistemas son ejemplos clásicos de externalidades negativas.

Forzamiento. Cambio climático abrupto a gran escala en el sistema climático que tiene lugar en algunos decenios o en un lapso menor, persiste (o se prevé que persista) durante al menos algunos decenios y provoca importantes perturbaciones en los sistemas humanos y naturales.

Fuente emisora. Todo proceso, actividad o mecanismo que libera gases de efecto invernadero (GEI), un aerosol o sus respectivos precursores a la atmósfera. Son fuentes emisoras los autos, las fábricas, los volcanes, los incendios forestales, etc.

Gases de efecto invernadero (GEI). Gases atmosféricos que absorben la radiación infrarroja del sol y que, con ello, retienen y aumentan la temperatura global de la Tierra. Los principales gases de efecto invernadero (GEI) que forman parte de la atmósfera son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el vapor de agua y el óxido nitroso (N_2O). Menos prevalentes, pero muy potentes, los gases de efecto invernadero también son los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Los GEI se producen de manera natural durante los procesos biológicos como la respiración de los seres vivos o la fotosíntesis de las plantas; sin embargo, las prácticas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la sobre explotación de los recursos naturales, ha disparado su producción a niveles insostenibles.

GEF. Siglas del inglés de Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Página web: <https://www.thegef.org/>

Huella de carbono. La huella de carbono se define generalmente como la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera como resultado de actividades humanas. El total se expresa típicamente como toneladas equivalentes de dióxido de carbono. La huella de carbono se puede calcular a diferentes escalas: individual, industrial, por ciudad, etcétera. Este cálculo fue hecho inicialmente por Mathis Wackernagel como una tesis de doctorado de la Universidad British Columbia.

Impuesto al carbono. Un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), similar a un impuesto pagado sobre la gasolina, con el objetivo de reducir las emisiones de CO_2 .

INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Es una dependencia gubernamental de la SEMARNAR, México, que integra conocimiento científico y tecnológico que contribuye a la toma de decisiones, formulación, conducción y evaluación de políticas públicas en las materias de ecología y cambio climático.

Interdisciplinario. Involucra a múltiples disciplinas científicas que se enfocan en problemas compartidos. (Ver Brandt, et al. 2013. A Review of Transdisciplinary Research in Sustainability Science. Ecological Economics 92:1-15).

IPBES. Siglas de Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas.

Intensidad de carbono. La relación entre el carbono total emitido y los bienes y servicios totales producidos.

Inseguridad alimentaria. La probabilidad de una disminución drástica del acceso a los alimentos o de los niveles de consumo, debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta.

Inversión de impacto. Las inversiones de impacto son las que intencionalmente se dirigen a resolver problemas sociales o ambientales optimizando el riesgo y el rendimiento financiero, así como el impacto positivo en las personas o el planeta. Lo hace a través de la medición de resultados de objetivos sociales, ambientales y financieros específicos.

IPCC. Véase Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

Isla de calor urbana. En las ciudades el caldeoamiento del aire cercano a la superficie del suelo aumenta generando el fenómeno de la isla de calor urbana (ICU) que se caracteriza principalmente porque la temperatura del aire es más elevada en el área urbana que en los alrededores rurales, y que clásicamente se puede considerar como un cambio climático local o regional.

Límites planetarios. Son nueve los límites planetarios dentro de los cuales la humanidad puede seguir desarrollándose y prosperar a través de las generaciones por venir. Estos límites fueron son procesos que regulan la estabilidad y resiliencia del sistema Tierra. Fueron identificados en 2009 por Johan Rockström, de la Universidad de Estocolmo y un grupo de 28 científicos del mundo. Los límites planetarios son: 1. Disminución del ozono estratosférico, 2. Pérdida de la integridad de la biosfera (perdida de biodiversidad y extinciones), 3. Contaminación química y liberación de compuestos nuevos, 4. Cambio climático, 5. Acidificación de los océanos, 6. Consumo de agua dulce y el ciclo hidrológico, 7. Cambios en el Sistema de la tierra, 8. Flujos de nitrógeno y fósforo hacia la biosfera y los océanos y 9. Recarga de aerosoles en la atmósfera.

Mercado de carbono. Sistema de comercio a través del cual los países pueden comprar o vender unidades de emisiones de gases de efecto invernadero en un esfuerzo por cumplir con sus límites nacionales en materia de emisiones en virtud del Acuerdo de París o en otros acuerdos. El término proviene del hecho de que el CO₂ es el gas de efecto invernadero predominante, y otros gases se miden en unidades de dióxido de carbono equivalentes (CO₂e).

Mitigar o mitigación. Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero. Junto con la adaptación, la mitigación es una de las estrategias para la gestión del cambio climático. Algunas de las medidas de mitigación recomendadas en el AR5 del IPCC:

- Uso más eficiente de la energía.
- Mayor uso de energías renovables y de tecnologías bajas en emisiones. Existen actualmente muchas tecnologías disponibles.
- Mejorar los sumideros de carbono. Reducir la deforestación, mejorar la gestión de los bosques y plantar nuevos bosques. Producir bio-energía con captura y almacenamiento del carbono.
- Cambios en la forma de vida y comportamientos de los individuos.

Modelos climáticos. Son representaciones numéricas del sistema del clima. Se elaboran considerando patrones globales del océano y de la atmósfera y los registros del pasado que sucedieron bajo patrones similares en el pasado. Conforme hay más datos disponibles, los modelos pueden ser más precisos pero al mismo tiempo más complejos. Son herramientas importantes para la investigación y con fines operativos.

Modelo predictivo. De acuerdo con NOAA los modelos predictivos sirven para hacer pronósticos climáticos por periodos más largos. El pronóstico del tiempo que describe detalladamente cómo será el clima diariamente es diferente a los modelos predictivos, ya que estos incluyen estimaciones probabilísticas que señalan las áreas con mayor probabilidad de tener ciertas condiciones climáticas, por ejemplo donde habrá más sequías o lluvias que lo usual.

Modelo de proyecciones. Se habla de “proyecciones climáticas” cuando se utilizan herramientas matemáticas y computacionales para emular las respuestas de un sistema climático con base en diferentes escenarios; puede ser considerando las tendencias de emisiones de los diferentes gases de efecto de invernadero o por la presencia de aerosoles, entre otros. Los modelos de proyecciones son diferentes a los modelos predictivos.

Multidisciplina. En el artículo *Research core and framework of sustainability science*, de Yuya Kajikawa explica que la multidisciplinaria son campos de investigación relacionados que abordan un mismo problema desde diferentes puntos de vista.

Negacionista. Una persona que niega un hecho importante, generalmente aceptado por la mayoría de la población. En el contexto del cambio global, son personas o grupos de personas que refutan la evidencia que demuestra que el cambio climático está asociado a las actividades humanas.

Neotropical. Área geográfica del continente americano dentro de los límites tropicales.

NOAA. Véase Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.

Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Conjunto de objetivos adoptados por los líderes del mundo para erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad de todos. Son 17 los objetivos del desarrollo sostenible y cada uno tiene metas específicas que se deben alcanzar para el año 2030: Objetivo 1: Poner fin a la pobreza; Objetivo 2: Hambre y seguridad alimentaria; Objetivo 3: Salud; Objetivo 4: Educación; Objetivo 5: Igualdad de género y empoderamiento de la mujer; Objetivo 6: Agua y saneamiento; Objetivo 7: Energía; Objetivo 8: Crecimiento económico; Objetivo 9: Infraestructura; Objetivo 10: Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos; Objetivo 11: Ciudades; Objetivo 12: Producción y consumo sostenibles; Objetivo 13: Cambio climático; Objetivo 14: Océanos; Objetivo 15: Bosques, desertificación y diversidad biológica; Objetivo 16: Paz y justicia; Objetivo 17: Alianzas.

Ola de calor. Periodo de tiempo en el que las temperaturas se mantienen por encima de los valores promedio para cierta época del año de forma continua en una determinada área geográfica.

Orgánico. La Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA) señala que es sinónimo de biológico y, en el contexto de productos que no dañan al medioambiente, se refiere a 'sin productos químicos'.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). Es un organismo especializado de las Naciones Unidas. Su predecesora fue la Organización Meteorológica Internacional. Su visión es: "asumir un liderazgo mundial en el desarrollo de conocimientos técnicos y en la cooperación internacional en lo referente al tiempo, el clima, la hidrología y los recursos hídricos, así como en otras cuestiones medioambientales conexas, y contribuir de ese modo a la seguridad y al bienestar de todos los pueblos del mundo y a la prosperidad económica de todas las naciones".

Ozono estratosférico. La edición de 2018 del glosario del IPCC explica que en la estratósfera el ozono se forma por medio de la interacción entre la radiación ultravioleta del sol y el oxígeno molecular (O₂).

Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Es el grupo o Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) es el encargado de brindar información confiable y verídica a los países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para que puedan tomar decisiones políticas basadas en el conocimiento científico. Se creó en 1988 y desde ese momento ha publicado cinco informes llamados oficialmente *Assessment Reports* (AR por las siglas en inglés). Cada uno de ellos hace una revisión científica detallada sobre los avances de la investigación sobre el tema, así como los aspectos técnicos, socioeconómicos y ambientales relacionados con el cambio climático.

El Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5), pone un mayor énfasis en la implementación de metas de adaptación y mitigación, así como en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y en sus implicaciones para el desarrollo y la gestión de los riesgos.

Probabilidad. Es una expresión matemática que indica qué tan probable es que algo suceda.

Potencial de calentamiento mundial (PCM). El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) utiliza el concepto de *potencial de calentamiento mundial* (PCM) para comparar la capacidad que distintos gases tienen para atrapar el calor en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono. Una tabla de equivalencias está disponible en: <http://www.ccacoalition.org>

Precio al carbono. Precio aplicado a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Un incentivo importante para reducir sus emisiones es elevar el precio por encima del nivel de mercado de cero.

Producción primaria. Es la tasa a la que se produce biomasa, principalmente la que es resultado de la fotosíntesis.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Su misión "es proporcionar liderazgo y alentar el trabajo conjunto en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y capacitando a las naciones y a los pueblos a mejorar su calidad de vida sin comprometer la de las futuras generaciones".

Protocolo de Kioto. El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptado en 1997 en Kioto, Japón, y tiene como objetivo reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Los países señalados en el anexo B del Protocolo acordaron reducir, entre 2008 y 2012, sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos (CFC) hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) en un 5% como mínimo respecto de los niveles de 1990. El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

Protocolo de Montreal. Para la protección de la capa de ozono, tiene como objetivo regula la producción y consumo de las denominadas sustancias que disminuyen el ozono (ODS por las siglas en inglés de *ozone depleting substances*). Se adoptó en 1987 y entró en vigor en 1989. Este protocolo se ha revisado en nueve ocasiones, la más reciente 1999, en Pekín, y es el único tratado que ha sido ratificado por los 197 países miembro de las Naciones Unidas, es decir por cada país de nuestro planeta. Controla el consumo y producción de sustancias químicas que contienen cloro y bromuro que destruyen el ozono estratosférico, como los clorofluorocarbonos (CFC), el bromuro de metilo, el tetracloruro de carbono, y muchos otros compuestos más.

Pronóstico del tiempo. Es una predicción acerca de las condiciones atmosféricas específicas esperadas para una localidad en el futuro a corto plazo (horas a días).

Punto crítico. En el clima, umbral crítico hipotético en el que el clima global o regional cambia de un estado estable a otro estado estable. Los episodios de punto crítico pueden ser irreversibles.

Refugiado del cambio climático. El término “refugiado climático” es engañoso porque en el derecho internacional la palabra “refugiado” describe a las personas que huyen de la guerra o la persecución y que han cruzado una frontera internacional. El cambio climático afecta a las personas dentro de sus propios países y, por lo general, crea un desplazamiento interno antes de que alcance un nivel en el que empuje a las personas a través de las fronteras. Por lo tanto, es preferible referirse a “personas desplazadas en el contexto del cambio climático”.

Reservorio. Un componente o componentes del sistema climático donde se almacena un gas de efecto invernadero o un precursor de un gas de efecto invernadero. Los árboles son “reservorios” para el dióxido de carbono (CO₂). También se les denomina “sumideros de gases”.

Resiliencia. Capacidad de los sistemas naturales o sociales de amortiguar tensiones externas y disturbios como resultado de cambios sociales, políticos o ambientales, de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Retroalimentación climática. Interacción en la que una perturbación en una magnitud climática causa un cambio en una segunda magnitud, y el cambio en esta conduce en última instancia a un cambio añadido en la primera magnitud. Se experimenta una retroalimentación negativa cuando la perturbación inicial se debilita por los cambios que esta provoca; y se experimenta una positiva, cuando se amplifica por los cambios que provoca.

Río atmosférico. Su nombre se deriva de la misma función que tienen los ríos terrestres: transportar grandes cantidades de agua y alimentar diferentes ecosistemas a su paso. Los ríos atmosféricos son largos y estrechos “ríos en el cielo” que transportan grandes cantidades de vapor de agua desde los trópicos hasta los continentes y regiones polares de la Tierra. Típicamente tienen entre 400 a 600 kilómetros de ancho y pueden llevar tanta agua, en forma de vapor de agua, como unos 25 ríos Misisipi. Cuando un río atmosférico toca tierra, particularmente contra terreno montañoso, libera gran parte del vapor de agua en forma de lluvia o nieve.

Revisión de expertos o revisión por pares. Se refiere al proceso de análisis de la producción científica, principalmente de artículos que se publican en revistas especializadas, en el que expertos del área evalúan el trabajo para proporcionar opiniones y hacer recomendaciones sobre su calidad. Gracias a este proceso las publicaciones científicas mantienen estándares de calidad muy altos que, el sitio *Understanding Science* señala son: reconocer y construir el trabajo de otros, sustentar con base en el razonamiento lógico y en estudios bien diseñados, respaldar los argumentos con evidencia, entre otros.

Sistemas naturales. Se refiere principalmente a todos los sistemas del universo físico. EN la Tierra son el aire (atmósfera), el agua (hidrósfera), tierra (litósfera), hielo (criósfera) y la vida (biósfera).

Socioecosistema (sinónimo de socio-ambiental). Cualquier ecosistema del mundo que presente influencia de las actividades humanas es considerado un socio-ecosistema o sistema socio-ambiental.

Sumideros de gases. Véase reservorio.

Sostenible. Generalmente se considera sinónimo de sustentable. Se refiere a la capacidad de los distintos sistemas de la Tierra, incluyendo a los humanos, su economía y cultura, para sobrevivir y adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes de manera indefinida.

Sustentable. Con frecuencia considerado sinónimo de sostenible.

Sustancias que disminuyen el ozono (ODS por las siglas en inglés de ozone depleting substances). Son aquellas que el Protocolo de Montreal reconoce como sustancias que disminuyen la capa de ozono: clorofluorocarbonos e hidroclorofluorocarburos.

Secuestro de carbono. El proceso de eliminar el carbono de la atmósfera e introducirlo en un depósito. Desde un enfoque físico es posible desarrollar tecnologías que separen y eliminen el dióxido de carbono para almacenarlo, a largo plazo, bajo tierra en depósitos de gas y petróleo, minas de carbón y acuíferos salinos agotados. Por otra parte los sistemas biológicos juegan un papel muy importante en el secuestro de carbono, ya que mediante la conservación y restauración de los ecosistemas na-

turales es posible capturar grandes cantidades de carbono a un menor costo y a un plazo mucho mayor.

Seguridad alimentaria. El objetivo 2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible aborda la seguridad alimentaria: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. La seguridad alimentaria implica que todas las personas tengan acceso, en todo momento, a los alimentos necesarios para cubrir las necesidades nutricionales y tener una vida activa y saludable. Los alimentos deben estar libres de contaminantes.

Sequía. Periodo de condiciones anormalmente secas durante suficiente tiempo para causar un desequilibrio hidrológico grave. Es uno de los desastres naturales más complejos y que impacta a más personas en el mundo. Además de sus efectos directos en la producción, la sequía puede afectar el abastecimiento de agua para bebida, forzar a las poblaciones a emigrar, e incluso causar hambrunas. Las consecuencias de las sequías pueden prevalecer por varios años, con un efecto negativo en el desarrollo. Por la expansión de las actividades humanas a costa de la naturaleza, estos fenómenos también afectan a los ecosistemas naturales, principalmente a los que están dominado por árboles, que son los que tienen una relación directa con el ciclo del agua. La restauración de los ecosistemas puede contribuir a abatir el número de sequías que afectan a nuestro planeta.

Servicios ambientales. Los beneficios tangibles e intangibles generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y que se manifiestan como beneficios al ser humano.

Sistema de Comercio de Emisiones (SCE). Es un instrumento de mercado bursátil diseñado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al poner un precio explícito al carbono. Ello, a través del principio de “límite y comercio” (*cap and trade*, en inglés), es decir, la fijación por parte del gobierno de un límite o tope máximo de emisiones de contaminantes para uno o varios de los sectores de su economía y la determinación por las fuerzas del mercado de un precio al carbono.

Sumidero. Todo proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o alguno de sus precursores.

Transdisciplina. Involucra varias disciplinas en un proceso de investigación pero, a diferencia de la interdisciplina, la organización de trabajo no está organizada jerárquicamente. Esta forma de trabajo busca resolver problemas compartidos para lo cual diversos participantes, fuera del ámbito académico, contribuyen activamente. Ejemplos de participantes son grupos sociales determinados, tomadores de decisiones y académicos (ver Brandt, *et al.* 2013).

UNCCD. Siglas en inglés de la Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación.

UNEP. Siglas en inglés del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

UNFCCC. Siglas del inglés de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Variabilidad climática. Se refiere a los cambios normales en el clima que caen dentro de los rangos normales de extremos para una región en particular. Se miden por la temperatura, precipitación y la frecuencia de eventos. El Niño, por ejemplo, es una causa de variabilidad climática.

Vulnerabilidad. Propensión, o predisposición, a ser afectado negativamente. El grado en que un sistema es susceptible o no puede hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad del clima y los extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y la tasa de variación climática a la que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Bibliografía

AIIMx. 2018. Inversión De Impacto En México, Agenda De Un Mercado En Crecimiento. Ebook. Primera Edición. Ciudad de México.

Brandt, P., A. Ernst, F. Gralla, C. Luederitz, D.J. Lang, J. Newig, F. Reinert, D. J. Abson y H. von Wehrden. 2013. A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics* 92: 1–15.

- Centro de Geociencias, UNAM. 2018. Planeta Tierra. www.Geociencias.Unam.Mx. <http://bit.ly/PlanetaT>
- HFCville. 2018. Potencial De Calentamiento Global. Hfcville. <http://bit.ly/PotencialCC>. [Consultado el 28 de noviembre, 2018].
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). 2013. Estrategia nacional de cambio climático. Visión 0-20-40. <http://bit.ly/EstrategiaNacCC>
- Coordinación Regional, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica. 2011. Proyecto Food Facility Honduras. Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos. Ebook. 3rd ed. Honduras. <http://bit.ly/FoodFacility>
- European Commission. 2018. Circular Economy —Growth— European Commission. Growth - European Commission. <http://bit.ly/EconomiaCir>
- Fisher, M.R. (Editor). 2018. Environmental biology. *Open Oregon Educational Resources*. <http://bit.ly/BiogemCycles>
- INECC. 2018. Glosario. Gob.Mx. <http://bit.ly/INECCglosario>
- IPCC. 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M.Tignor, S.K.Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- IPCC. 2018. IPCC Fifth Assessment Report. <http://bit.ly/IPCC5ar>
- Larena, A. 2009. Guía Para Periodistas Sobre Cambio Climático Y Negociación Internacional. Ebook. EFE Verde. <http://bit.ly/GuiaEFEV>
- México₂. 2018. Glosario De Ejercicio De Mercado De Carbono". Mexico2.Com.Mx. <http://bit.ly/MercadoC>
- Nordhaus, W.D. 2013. The Climate Casino. 1st ed. Yale University Press.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2018. Contaminación Del Aire Ambiental. <http://bit.ly/ContaminacionAire>. [Consultado el 28 de noviembre de 2018].
- Sánchez, V. y B. Guiza. 1989. Glosario De Términos Sobre Medio Ambiente. Ebook. Santiago de Chile, Chile: UNESCO. <http://bit.ly/GlosarioUnesco>
- SEMARNAT. 2015. Glosario De Educación Ambiental. Gobierno de México. <http://bit.ly/GlosarioSemarnat>
- Stockholm Resilience Centre. Planetary boundaries research. <http://bit.ly/Limitesplanetarios>. [Consultado el 28 de noviembre de 2018].
- UNFCCC. 2018. Glossary of Climate Change Acronyms And Terms. UNFCCC. www.Unfccc.Int. <http://bit.ly/GlosarioUnfccc>. [Consultado el 28 de noviembre, 2018].
- Union of Concerned Scientists. Debunking Misinformation About Stolen Climate Emails in the “Climategate” Manufactured Controversy. <http://bit.ly/Climatemissinfo>. [Consultado el 28 de noviembre, 2018].
- United Nations High Commissioner for Refugees. 2018. Frequently Asked Questions on Climate Change and Disaster Displacement. <http://bit.ly/PreguntasCC>
- U.S. Global Change Research Program. 2009. Conocimiento Climático: Los Principios Esenciales de la Ciencia Climática. Washington, DC. EUA. <http://bit.ly/conocimientoclimatico>
- World Bank. 1998. Glossary of Environmental Terms. Ebook. World Bank Group. <http://bit.ly/GlossaryWB>
- WWF Colombia. 2018. Glosario Ambiental ¡Apropiémonos Del Lenguaje Ambiental! Wwf.Org.Co. Accessed 28 November 2018. <http://bit.ly/Glosario-WWF>

Bibliografía citada y recomendada

- Anónimo. 2009. Climate in Peril. A popular guide to the latest IPCC reports. UNEP/GRID-Arendal. <http://bit.ly/Climateinperil>
- Armstrong, A.K., M. E. Krasny y J. P. Schuldt. 2018. Communicating climate change. A Guide for Educators. Cornell University Press. Ithaca, NY, EUA.
- Bell, A. 2014. A very short history of climate change research. Road to Paris. International Science Council <http://bit.ly/ClimateResearch>
- Blanding, M. 2017. Covering Climate Change, with Urgency and Creativity. Nieman Reports. Otoño. <http://bit.ly/CoveringCC>
- Centro Mario Molina. 2016. Programa de educación en cambio climático. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente. 160 pp <http://centromariomolina.org/libro/libros/CambioClimatico/>
- Centro Mario Molina. 2016. Programa de educación en cambio climático. Libro de secundaria. Manual del docente. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente. [http://centromariomolina.org/libro/libros/LibrodeSecundaria\(ManualdelDocente18\)/](http://centromariomolina.org/libro/libros/LibrodeSecundaria(ManualdelDocente18)/)
- Centro Mario Molina. 2017. ¿Qué es el cambio climático? Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente. https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/05/Qué-es-el-cambio-climático_oct-2017-1.pdf
- Collins, W., R. Colman, J. Haywood, M.R. Manning y P. Mote. 2007. The Physical Science behind climate change. Agosto: 64-73. <http://bit.ly/scienceandCC>
- Colarossi, J. 2018. Reporting on climate change: Tips from Dan Schrag. Journalist's Resource. Shorenstein Center on Media, Politics and Public Policy. <http://bit.ly/Reporting-CC>
- CONABIO. Conferencia de las Partes (COP). <http://bit.ly/CONABIO-COP>
- Conde, C. 2006. México y el cambio climático global. UNAM. <http://bit.ly/Mexico-CC>
- Delgado, G.C., C. Gay, M. Imazy y M.A. Martínez (coordinadores). 2010. México frente al cambio climático. Retos y oportunidades. UNAM. México. 240 pp. ISBN. 978-607-02-1879-8. <http://bit.ly/MexicoFrenteCC>
- Donald W. Reynolds Journalism Institute. 2018. Reporting on climate adaptation. <http://reportingonclimateadaptation.org/>
- Earth Observatory. 2007. Temporary Drought or Permanent Desert? <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Desertification/desertification2.php>
- EFE Verde. 2009. Guía para Periodistas sobre Cambio Climático. <http://bit.ly/GuiaEFEV>
- Fisher, M.R. Editor. 2018. Environmental Biology. <http://bit.ly/EnvironmBiol>
- INECC. 2018. ¿Qué es el cambio climático? <http://bit.ly/QueesCC>
- Jancovici, J-M. 2010. El cambio climático explicado a mi hija. FCE. Colección: popular. Buenos Aires, Argentina. Isbn 9789505578283
- Martínez, J. y A. Fernández 2004. Cambio climático: una visión desde México. INE-SEMARNAT, México. <http://bit.ly/CCdesdeMex>
- Fisher, M.R. Editor, 2018. Environmental biology. Open Oregon Educational Resources. <http://bit.ly/BiogemCycles>
- Kille, L.W. 2016. Research on what “global warming” and “climate change” mean, and when to use the terms. Journalist's Resource. Shorenstein Center on Media, Politics and Public Policy. <http://bit.ly/Globalwarming-CC>
- Maslin, M. 2009. Global Warming. A very short introduction. Oxford University Press. Oxford, U.K., 192 páginas. ISBN 978-0-19-954824-8.

- Molina, M., J. Sarukhán y J. Carabias. 2017. El cambio climático. Causas, efectos y soluciones. Colección: La Ciencia para Todos. FCE. Ciudad de México. Isbn: 9786071650771.
- Nisbet, M. 2016. Will the health dangers of climate change get people to care? The science says: maybe. The Conversation <http://bit.ly/Health-CC>
- Oikos=. 2013. Numero especial sobre biodiversidad y cambio climático. <http://bit.ly/CC-biodiversidad>
- Revkin, A. 2019. The Challenge of Communicating Climate Change. Columbia Energy Exchange. <http://bit.ly/CommunicatingCC>
- Reichel, C. 2018. Covering climate change: What reporters get wrong and how to get it right. Journalist's Resource. Shorenstein Center on Media, Politics and Public Policy. <http://bit.ly/Covering-CC>
- Reichel, C. 2019. The current and projected health risks of climate change. Journalist's Resource. Shorenstein Center on Media, Politics and Public Policy. <http://bit.ly/salud-CC>
- Rae, I. 2012. Saving the ozone layer: why the Montreal Protocol worked. The Conversation <http://bit.ly/Savingozonelayer>
- Ramanathan, V. 1975. Greenhouse Effect Due to Chlorofluorocarbons: Climatic Implications. Science 190: 50-52.
- Rosen Ferlini, A.C. 2008. Análisis de la cobertura periodística del cambio climático en 2001 desde un modelo de funcionalidad : el periodismo de ciencia en la prensa escrita nacional y extranjera. Tesis Licenciatura en Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Ruddiman, W.F. 2005. How did humans first alter global climate. Scientific American. Marzo: 46-53.
- Schoene, D., W. Killmann, H. von Lüpke y M. LoycheWilkie. 2007. Forests and Climate Change Working. Paper 5. FAO. <http://bit.ly/Forest-CC>
- SEMARNAT. 2009. Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. Serie: ¿Y el medio ambiente? México, D.F. <http://bit.ly/queesCC>
- Strhan, S.E. y A. Douglas. 2018. Decline in Antarctic Ozone Depletion and Lower Stratospheric Chlorine Determined from Aura Microwave Limb Sounder Observations. Geophysical Research Letters 45: 382–390. DOI: 10.1002/2017GL074830.
- Union of Concerned Scientists. 2018. Debunking Misinformation About Stolen Climate Emails in the “Climategate” Manufactured Controversy. <http://bit.ly/Climateinformation>
- US Global Change Research Program. 2009. Conocimiento climático: los principios esenciales de la ciencia climática. <http://bit.ly/conocimientoclimatico>
- Wihbey, J. 2011. Structure of scientific opinion on climate change. Journalist's Resource. Shorenstein Center on Media, Politics and Public Policy <http://bit.ly/opinion-CC>
- World Bank, Glossary of Environmental Terms. Ebook. World Bank Group, 1998. <http://bit.ly/GlossaryWB>
- WWF Colombia, Glosario Ambiental ¡Apropiémonos Del Lenguaje Ambiental!. Wwf.Org.Co. Accessed 28 November 2018. <http://bit.ly/GlosarioWWF>

Semblanzas de los autores



Aleida Rueda es periodista de ciencia. Estudió las carreras de Periodismo y Estudios Latinoamericanos en la UNAM; hizo un máster en periodismo en la universidad española Rey Juan Carlos y un diplomado en periodismo para países en desarrollo en el Instituto Indio de Comunicación de Masas, en Nueva Delhi. Como reportera independiente, ha desarrollado contenidos de ciencia, salud y medio ambiente en prensa, radio, televisión e internet para medios como Letras Libres; ¿Cómo ves?; QUO; SciDev.Net; y la Agencia EFE, en El Cairo; TVUNAM; Radio Educación; SPR, entre otros. Aleida ha colaborado en la Unidad de Periodismo de Ciencia de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la UNAM primero como estudiante y ahora en el desarrollo e instrumentación de metodologías para ayudar a periodistas a cubrir temas de ciencia. Ha ganado diversos premios entre los que destaca el Premio

Nacional de Divulgación Periodística en Sustentabilidad, en sus ediciones 2013 y 2016. Además de su trabajo como periodista independiente, desde 2012 coordina la Unidad de Comunicación del Instituto de Física de la UNAM; y desde 2016 es la vicepresidenta de la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia.

Ana Claudia Nepote. Bióloga egresada de la Universidad de Guadalajara, Maestra en Ciencias en Ecología Marina por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en Baja California y Candidata a Doctora en Ciencias de la Sostenibilidad por la UNAM. Es experta en Divulgación y Cultura Científica por la Universidad de Oviedo. Es profesora de tiempo completo en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, UNAM, donde participa en las licenciaturas de Ciencias Ambientales y Ciencia de Materiales Sustentables. Sus principales intereses se enfocan en narrativas sobre sostenibilidad, comunicación de temas socioambientales e interacciones entre ciencia y sociedad. Forma parte de la Somedicyt y de la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia.





Ángela Posada-Swofford es una periodista de ciencia y medio ambiente nacida en Colombia y radicada en EE.UU. Con 30 años de experiencia, escribe para *Muy Interesante*, *El Tiempo*, *Scientific American* y *Nature*, entre otras publicaciones. Es autora de la colección de 8 novelas de ciencia y aventuras para jóvenes *Juntos en la Aventura*, editada por Grupo Planeta. Su libro ilustrado *Hielo: Bitácora de una expedicionaria antártica* fue publicado en noviembre de 2018.

Clementina Equihua Zamora. Estudió biología y el doctorado en ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente trabaja en el Instituto de Ecología, UNAM en la Unidad de Divulgación y Difusión, en donde es responsable de las redes sociales, la página web y es editora asociada de la revista digital *Oikos=*. Es autora de diversos artículos para las revistas *¿Cómo ves?* y *Este País*, para el portal de noticias *EFE Verde* y para el periódico *El Economista*. Actualmente colabora para los programas *Primer Movimiento* y *Habitare. Agenda ambiental inaplazable*, ambos de Radio UNAM. Es miembro titular de Somedicyt y formó parte de su Consejo Directivo de 2016-2018. En 2018 participó en el Entrenamiento de *Climate Reality Leadership Corps* de *The Climate Reality Project*.



Horacio Salazar. Estudió comunicaciones y electrónica en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es columnista del periódico *Mileno* y miembro de la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia. Es miembro de la Red Mexicana de Periodistas de Ciencia.



María Emilia Beyer Ruiz es Maestra en Filosofía de la Ciencia con especialidad en Comunicación científica por la UNAM. Labora en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM. Es miembro titular de la Somedicyt. Es autora de diversos libros de divulgación entre ellos *La enfermedad del beso* y *Sonidos, olores y colores: la comunicación en el mundo animal* que fueron incorporados por la Secretaría de Educación Pública a las Bibliotecas de Aula. Su libro más reciente es *Luz propia* de Ed. Océano. Entre 2012 y 2015 colaboró en diversos proyectos de televisión para TV UNAM y para Canal 30. Actualmente es guionista y conductora de la serie SimbiosisMX de TV UNAM. Del 2006 al 2009 representó a la UNAM en el Proyecto Globalización del Conocimiento Científico coordinado por el Instituto Max Planck de Alemania. Es la creadora de las exposiciones “Ciencia con sabor

a chocolate” y “Mujeres inventoras”. En 2018 se acreditó como Líder Climática por The Climate Reality Project.



The Climate Reality Project. Fundada en 2006 por el ex vicepresidente de los Estados Unidos Al Gore, esta organización trabaja para catalizar soluciones globales a la crisis climática, haciendo que las acciones urgentes sean una necesidad en todos los niveles de la sociedad. En la región de América Latina y el Caribe cuenta con más de 1,200 *Líderes Climáticos* entrenados por Al Gore, que fomentan la participación ciudadana en acciones concretas que contribuyan a mitigar los efectos negativos del cambio climático, y promueven el intercambio de historias de éxito y experiencias para su solución.