

No se trata de si es **VERDE** o no, sino de si elimina o reduce **LAS EMISIONES**

Cómo y por qué la transición energética
marcará el futuro de la geopolítica



NEMESIO
FERNÁNDEZ-CUESTA

DEUSTO

No se trata de si es verde o no, sino de si elimina o reduce las emisiones

Cómo y por qué la transición energética
marcará el futuro de la geopolítica

NEMESIO FERNÁNDEZ-CUESTA



EDICIONES DEUSTO

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor.
La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías. Al comprar este libro estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento.

En **Grupo Planeta** agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan continuar desempeñando su labor. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

© Nemesio Fernández-Cuesta, 2024

La traducción de la cita de la página 13 ha sido cedida por la editorial Debate, a la que agradecemos su colaboración.

© Centro de Libros PAPF, SLU., 2024

Deusto es un sello editorial de Centro de Libros PAPF, SLU.

Av. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona

www.planetadelibros.com

Diseño de la colección: Sylvia Sans Bassat

Primera edición: noviembre de 2024

Depósito legal: B. 17.980-2024

ISBN: 978-84-234-3799-3

Composición: Realización Planeta

Impresión y encuadernación: Huertas Industrias Gráficas, S. A.

Printed in Spain - Impreso en España



Sumario

Introducción.....	9
1. El problema.....	13
2. La solución.....	61
3. La política	117
4. El dinero.....	145
5. Los actores.....	181
6. Ideas finales.....	197
Bibliografía adicional	211

El problema

El carbono

Hace unos 300.000 años, *Homo erectus*, los neandertales y *Homo sapiens* usaban el fuego de manera cotidiana. Ahora los humanos tenían una fuente fiable de luz y calor. [...] Pero lo mejor que hizo el fuego fue cocinar. [...] El advenimiento de la cocción permitió que los humanos comieran más tipos de alimentos, que dedicaran menos tiempo a comer, y que se las ingeniaran con dientes más pequeños y un intestino más corto. Algunos expertos creen que hay una relación directa entre el advenimiento de la cocción, el acortamiento del tracto intestinal humano y el crecimiento del cerebro humano. Puesto que tanto un intestino largo y como un cerebro grande son extraordinarios consumidores de energía, es difícil tener ambas cosas. [...] La cocción abrió accidentalmente el camino para el enorme cerebro de neandertales y sapiens. [...] Cuando los humanos domesticaron el fuego, consiguieron el control de una fuerza obediente y potencialmente ilimitada.¹

1. Harari, Yuval Noah, *Sapiens*, Debate, Barcelona, 2014, pp. 24-25.

Nuestros ancestros aprendieron a controlar el fuego. Lo que ignoraban era que el fuego era la reacción entre el carbono contenido en la celulosa de las ramas y arbustos que ellos mismos recogían y el oxígeno del aire que respiraban. Ignoraban también que el carbono de las plantas había sido captado del aire en forma de un gas que miles de años después aprendimos a llamar dióxido de carbono (CO_2). No sabían que el carbono, junto con el agua absorbida por las raíces de la planta, se queda fijado en las células vegetales en forma de hidratos de carbono ni que el oxígeno es devuelto a la atmósfera. Por supuesto, nuestros ancestros desconocían el hecho de que el fuego, además de luz y calor, produce dióxido de carbono y que así retorna a la atmósfera el carbono captado por las plantas.

A los primeros sapiens no se les ocurría pensar que tenían un cerebro grande y un intestino más corto gracias a un proceso evolutivo en el que el fuego había jugado un papel relevante. Tampoco sabían que el mecanismo del fuego se repetía en su interior, que el alimento que ingerían se transformaba en hidratos de carbono que, junto al oxígeno del aire que respiraban, era transportado a sus células por la sangre y que si se movían, corrían o hacían cualquier esfuerzo era gracias a que el carbono y el oxígeno reaccionaban entre sí. El dióxido de carbono generado era transportado a sus pulmones por la sangre y que la respiración —intercambio de oxígeno por dióxido de carbono— lo enviaba a la atmósfera. Nuestros antepasados tampoco eran conscientes de que el desarrollo de los grandes mamíferos de sangre caliente, de los que ellos formaban parte, era debido a la acumulación de oxígeno en la atmósfera producido por la *respiración* inversa de las plantas.

Cuando, con el transcurso del tiempo, los cazadores y recolectores primitivos se asentaron y aprendieron los rudimentos de la agricultura y la ganadería, el bienestar y el progreso humano se hicieron plenamente dependientes de los hidratos de carbono. Si necesitaban calor o luz, quemaban hidratos de carbono vegetales. Para moverse o realizar cualquier trabajo, utilizaban hidratos de carbono, los propios o los de los animales que habían domesticado.

Calor, movimiento o trabajo son conceptos que hoy relacionamos con el término *energía*, que usamos de forma ambivalente. Si necesitamos mover un objeto o calentar un líquido, sabemos que tenemos que transmitirle *energía*. Si no lo hacemos, ni se mueve ni se calienta. También llamamos *energía* a la capacidad contenida en un líquido, un sólido o en cualquier ser viviente de transmitir la energía necesaria para generar movimiento o calor. Aunque en lenguaje coloquial no lo hagamos, esta segunda acepción, para diferenciarla de la primera, se denomina *densidad energética*. En términos antiguos, un buey o una mula transferían energía al arado para que éste surcara la tierra. La densidad energética del buey o la mula dependían de su reserva de hidratos de carbono. Si el animal no come, no repone hidratos y fallece de agotamiento. En términos modernos, la gasolina transfiere energía al motor que mueve el vehículo. El motor transforma dicha energía en calor y el calor en movimiento. La distancia recorrida dependerá del volumen de gasolina y de su densidad energética, que le habrá permitido transferir al vehículo la energía necesaria para que se desplace.

La gasolina es un hidrocarburo. Desde una perspectiva energética, la historia del mundo moderno se explica por la sustitución de los hidratos de carbono por los hidrocarburos. Los hidratos de carbono son moléculas que combinan carbono y agua, mientras que los hidrocarburos combinan carbono e hidrógeno. El petróleo y el gas natural son hidrocarburos puros, mientras que el carbón tiene también un contenido variable de oxígeno. Cuanto menos oxígeno contiene el carbón, mayor es su calidad.

El carbón, el petróleo y el gas son combustibles fósiles. Arden porque contienen carbono, se encuentran, de manera natural, en el interior de la Tierra y su origen se remonta a otra época geológica. El carbón procede de los restos de árboles, helechos y otras plantas que vivieron hace trescientos o cuatrocientos millones de años. La presión y la temperatura del interior de nuestro planeta *fosilizaron* estos restos hasta su petrificación.

El petróleo y el gas se formaron a partir de bacterias que vivían en el agua y fueron enterradas bajo los sedimentos —restos vegetales arrastrados por el agua— acuáticos. Millones de años

después de que los ríos y océanos prehistóricos se desvanecieran, el calor, la presión y las bacterias, combinados, *cocinaron* la materia orgánica enterrada bajo capas de cieno: se formó un líquido espeso al que llamamos petróleo. A mayor profundidad, lo que implica más presión y calor, este proceso de cocinado continuó hasta que se formó el gas natural. Petróleo y gas natural, gracias a la presión y a que sus densidades son menores que la del agua, tienden a migrar hacia arriba. En su viaje hacia la superficie, en ocasiones encuentran algún estrato geológico impermeable y con la forma adecuada para almacenar cantidades significativas de petróleo y de gas. Esos almacenes son los que estamos buscando y explotando desde hace doscientos años.

La geología y la evolución de nuestro mundo desbordan las dimensiones —sobre todo temporales— en las que normalmente nos desenvolvemos. La Tierra, nuestro planeta, tiene unos 4.500 millones de años. Los primeros organismos multicelulares aparecieron hace 2.500 millones de años. De nuestro primer ancestro, el *Homo habilis* —predecesor del *Homo erectus*—, se han hallado en África restos fósiles de 2,5 millones de años. En Atapuerca, Burgos, se han descubierto restos del *Homo antecessor* datados de hace más de 800.000 años. Aunque no hay una opinión unánime, parece que los primeros sapiens empezaron a deambular por África 400.000 años atrás. Y hace unos 100.000 años el *Homo sapiens* emigró desde África al resto del mundo. Impuso su mayor capacidad, especialmente intelectual, sobre otras especies de homínidos hasta hacerlas desaparecer. Hoy somos los únicos homínidos sobre la Tierra. Lo que conocemos como historia, nuestra historia, desde que fuimos capaces de expresar nuestras ideas a través de la escritura, apenas tiene algo más de 5.000 años.²

Los primeros continentes empezaron a formarse hace mil millones de años. Desde entonces, no han dejado de moverse, de

2. Consúltese para un recorrido completo sobre los homínidos más antiguos que poblaron Europa: Casado Rigalt, Daniel, «Atapuerca, el hogar del homínido europeo más antiguo que se conoce», *National Geographic*, 2 de enero de 2024, <https://historia.nationalgeographic.com.es/a/atapuerca-hominido-europeo-mas-antiguo_7021>.

juntarse y separarse. Nuestro planeta consta de núcleo, manto y corteza. La corteza y la parte sólida del manto forman la litosfera. La litosfera está compuesta por placas tectónicas que flotan sobre la parte «plástica» del manto. Es el movimiento de las placas tectónicas lo que desplaza los continentes. Los terremotos son choques entre placas que convergen y hacen que algunas partes de la corteza terrestre queden debajo de otras. También hay placas que divergen, como las que sostienen África y América, que se separan desde hace millones de años. Este movimiento continuo de una superficie terrestre que percibimos como sólida desborda nuestra percepción humana, como también lo hace la comparación entre los tiempos geológicos, esto es, la historia de la Tierra, y el breve suspiro de la historia humana.

Tiempo y movimiento que también han hecho que el carbono captado por las plantas —desde las primeras algas y líquenes hasta vegetación mucho más desarrollada— haya quedado enterrado a profundidades de algunos miles de metros, que haya sido *cocinado* por la presión y temperatura del interior de la Tierra para convertirlo en un combustible que los humanos, gracias a nuestros cerebros sobredimensionados, hemos sido capaces de extraer del subsuelo y quemar en cantidades inimaginables.

El carbón y el petróleo son conocidos desde la Antigüedad. En determinadas geografías se producían afloramientos en superficie. Era conocida su capacidad de arder durante tiempo prolongado y proporcionar calor. En Mesopotamia, incluso, se utilizó el petróleo para pavimentar calles. Sin embargo, pasaron siglos hasta que los avances científicos y la Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX —hace poco más de trescientos años— multiplicaron sus posibilidades de uso.

En la Inglaterra cada vez más rica de principios del siglo XVIII, comenzó a generalizarse el uso del carbón para calentar las viviendas. Comenzaron a explotarse las primeras minas de carbón. En 1712, Thomas Newcombe creó un motor rudimentario: quemaba carbón y así generaba vapor que servía para mover una bomba que extraía el agua que inundaba las minas de carbón. Años después, en 1765, James Watt inventó lo que se considera el primer motor de vapor. En 1769 lo perfeccionó

para hacerlo capaz de mover una rueda y, en 1784, patentó el primer diseño de una locomotora de vapor. Había nacido el ferrocarril, aunque la primera línea férrea entre Liverpool y Manchester se hiciese esperar hasta 1830. Hoy, la longitud de las vías de ferrocarril construidas en el mundo supera el millón de kilómetros.

En 1847, James Young fue capaz de sistematizar la destilación del petróleo, produciendo fracciones ligeras que se utilizaron para iluminación y como lubricantes para el funcionamiento de maquinaria. En 1876, el alemán Nikolaus Otto desarrolló el primer motor de combustión interna que quemaba fracciones ligeras de petróleo a partir de la ignición provocada por una chispa eléctrica. La industria del automóvil estaba a punto de nacer. En 1898, Henry Ford diseñó su Modelo A, el primero de una larga serie. A día de hoy, circulan por el mundo más de 1.300 millones de automóviles, sin mencionar barcos, camiones, autobuses y todo tipo de vehículos equipados con un motor de combustión interna. Los hermanos Wright hicieron volar su primer avión en 1905. En esta tercera década del siglo **xxi**, 26.000 aviones realizan 40 millones de vuelos anuales.

La electricidad estática era conocida por los antiguos griegos. A finales del siglo **xviii**, los estudios de Benjamin Franklin sirvieron, además de para crear los primeros pararrayos, para distinguir entre materiales aislantes y conductores y entre las cargas positiva y negativa. En 1799, el italiano Alessandro Volta logró almacenar electricidad: creó la primera batería. En 1821, los descubrimientos de Michael Faraday fueron esenciales: convirtió el movimiento en electricidad y la electricidad en movimiento. La electricidad se podía fabricar; un motor eléctrico era posible. En 1879, Thomas Edison inventó la bombilla: un filamento, incandescente gracias a la electricidad, proporcionaba luz suficiente para iluminar un espacio. En 1882, el edificio de la banca J. P. Morgan en Nueva York fue el primer edificio en el mundo iluminado con luz eléctrica. En 1884, Charles Parson diseñó la primera turbina de vapor capaz de generar electricidad. Se cerraba el círculo: el vapor generado en la combustión del carbón podía mover una turbina que producía electricidad. Hoy,

casi 8.000 millones de personas iluminamos nuestras noches gracias a la luz eléctrica.³

La historia del siglo xx y de las décadas transcurridas del xxi es la historia de un desarrollo económico que ha permitido a la humanidad alcanzar cotas de bienestar inimaginables. El conocimiento se ha expandido en todos los órdenes de la actividad humana, pero la revolución energética que supuso la utilización de los combustibles fósiles en nuestra movilidad, en el bienestar de nuestras casas, en las comunicaciones y en la productividad de la maquinaria industrial forma parte del sustrato inicial sobre el que se asentó todo el progreso posterior.

Nada es gratis. El desarrollo alcanzado requiere una cantidad ingente de energía. En 2023, más del 80 % de la energía consumida en el mundo procedía de los combustibles fósiles. Ese año quemamos, en el mundo, 5.171 millones de toneladas de petróleo, 9.096 millones de toneladas de carbón y más de 4 billones de metros cúbicos de gas.⁴ Son magnitudes que, como el tiempo geológico, superan nuestra capacidad de percepción. Estamos devolviendo a la atmósfera, a una velocidad impensable, el carbono captado durante miles de millones de años por la vegetación terrestre.

La atmósfera

La atmósfera, esa masa de gases que rodea la Tierra, es la responsable de que exista vida en nuestro planeta gracias a su capacidad para retener el calor. El Sol calienta la Tierra y ésta, como todo objeto caliente, emite calor. Ese calor es retenido, en parte, por la atmósfera. Esta retención de calor es lo que conocemos como *efecto invernadero*. Sin él no habría vida en nuestro

3. La serie de tres episodios *Shock and Awe: The Story of Electricity* (2011), de Jim Al-Khalili, desarrolla la historia de la electricidad de forma atractiva.

4. Salvo que se indique lo contrario, todas las cifras de consumos energéticos proceden del *Statistical Review of World Energy 2024*.

planeta: las variaciones de temperatura entre el día y la noche serían tan altas que todo lo que naciera de día moriría de noche.

Es el calor retenido por la atmósfera el que mantiene las temperaturas nocturnas lo suficientemente elevadas como para que la vida prospere. El efecto invernadero no es intrínsecamente perverso, sino todo lo contrario: es indispensable para la vida.

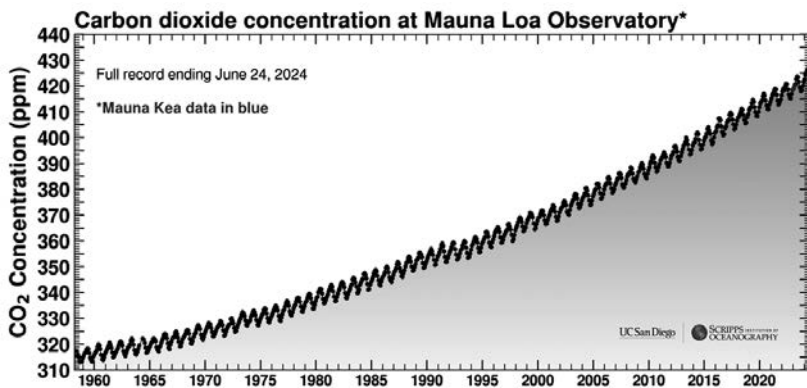
Fue el científico británico John Tyndall quien, a mediados del siglo XIX, puso de manifiesto que la atmósfera terrestre retenía el calor y que, en consecuencia, cualquier cambio en su composición alteraría dicha capacidad. Tyndall pensaba que el nitrógeno y el oxígeno, que suponen más del 99 % de la atmósfera terrestre, eran los gases responsables del efecto invernadero. Para su sorpresa, descubrió lo contrario: los gases capaces de retener calor eran el dióxido de carbono, el argón, el metano y otros gases que suponían menos del 1 % de la atmósfera. El vapor de agua también retiene el calor. Por eso, los días nublados de invierno tienen temperaturas más suaves que los días despejados o el bochorno veraniego es más inclemente cuando hay nubes en el cielo. Fue la primera vez que se identificaron determinados gases como responsables del efecto invernadero.

En 1895, décadas después de los trabajos iniciales de Tyndall, un científico sueco, Svante Arrhenius, fue el primero que trató de cuantificar la correlación entre el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera y la temperatura media de la Tierra. Sus cálculos no andaban desencaminados. Su enfoque era optimista: el desarrollo industrial y las emisiones derivadas del dióxido de carbono podrían evitar una nueva glaciación. Suecia, su país natal, podría beneficiarse de mejores cosechas gracias a la subida de temperaturas. Su lamento era lo mucho que tardaría la atmósfera en calentarse lo suficiente como para mejorar los rendimientos de las cosechas de cereal suecas. Según sus cálculos, teniendo en cuenta las emisiones de finales del siglo XIX, se necesitarían tres mil años. Entonces era impensable que en unos doscientos años se alcanzasen los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera que Arrhenius calculaba para finales del quinto milenio.

Elucubraciones aparte, la medida exacta del nivel de dióxido de carbono en la atmósfera es un dato disponible desde 1957. En

ese año, el científico norteamericano Charles Keeling consiguió los fondos suficientes para instalar un laboratorio que midiera el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera en la cumbre del volcán Mauna Loa en Hawái, cuya ubicación geográfica y altitud permitían obtener medidas no condicionadas por la polución del aire en entornos con mayor densidad de población e industria. Los resultados se reflejan en el gráfico siguiente (gráfico 1.1):

Gráfico 1.1. Concentración de dióxido de carbono en la cumbre del volcán Mauna Loa, Hawái



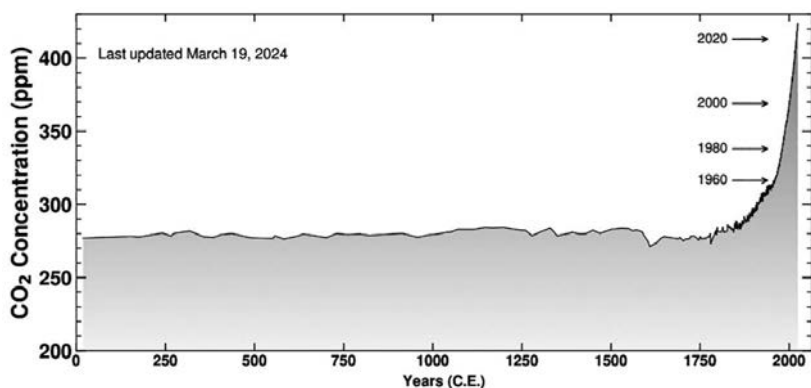
Fuente: Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California, San Diego.

A lo largo de los últimos casi setenta años, el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera no ha dejado de crecer. Desde las 316 ppm (partes por millón) del año 1958 hasta las 424 ppm de marzo de 2024. También es relevante la forma de la curva, que permite observar cómo la vegetación del hemisferio norte respira. Las máximas concentraciones se alcanzan en los meses de abril y mayo, al principio de la primavera, y las mínimas en septiembre y octubre, a comienzos del otoño. Igualmente, es relevante que la pendiente de la curva aumenta con el paso de los años. El dióxido de carbono se acumula en la atmósfera a una velocidad creciente.

La dimensión real de esta acumulación de dióxido de carbono en los últimos setenta años se percibe cuando se compara con

las concentraciones existentes en el pasado. Esta comparación es posible gracias a trabajos científicos que han analizado el contenido de dióxido de carbono en las pequeñas burbujas de aire atrapadas en el hielo de aquellos lugares de la Tierra donde existen nieves perpetuas. En función de la profundidad, es posible atribuir al hielo su antigüedad (gráfico 1.2).

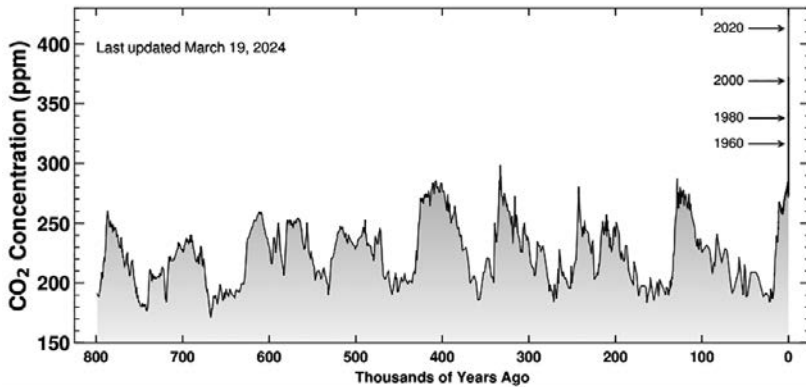
Gráfico 1.2. Concentración de CO₂ en la atmósfera en los últimos 2.000 años



Fuente: Earth System Science Data Discussions. Rubino, Mauro, *et al.*, «Revised records of atmospheric trace gases trace gases CO₂, CH₄, N₂O and δ13C-CO₂ over the last 2000 years from Law Dome, Antarctica», *Earth System Science Data*, 11 (2019), pp. 473-492, <<https://essd.copernicus.org/articles/11/473/2019/>>.

El impacto de la Revolución Industrial en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera es más que evidente. El desarrollo de las economías occidentales en la década de los sesenta del siglo pasado produjo una notable aceleración de las acumulaciones de este gas en la atmósfera. La transformación de la economía china a partir de 1980 tuvo, del mismo modo, un impacto indudable. Más relevante aún es el incremento de la concentración de dióxido de carbono a lo largo de los últimos 800.000 años (gráfico 1.3). Nunca, desde la presencia de los primeros sapiens sobre la Tierra, había sido tan alta.

Gráfico 1.3. Registro de alta resolución de la concentración de dióxido de carbono 800.000 años antes del presente



Fuente: Nature. Lüthi, Dieter, *et al.*, «High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present», *Nature*, 453 (2008), pp. 379-382, <<https://www.nature.com/articles/nature06949>>.

A la vista de estos datos es difícil discutir la influencia humana en el aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Cuando los humanos hicimos depender nuestro bienestar del consumo de combustibles fósiles a mediados del siglo XIX, el crecimiento de la proporción de este gas en la composición del aire que respiramos empezó a dispararse hasta extremos nunca vistos.⁵

El calentamiento global y su impacto

En paralelo, y corroborando las teorías de Tyndall y Arrhenius, la temperatura media de la Tierra, desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad, ha crecido algo más de 1,1 °C. Ciertamente es que a

5. Una descripción más elaborada y completa de los descubrimientos científicos sobre los gases de efecto invernadero —y, en especial, del dióxido de carbono y su incidencia en la atmósfera— puede encontrarse en Yergin, Daniel, *The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World*, pp. 423-474, Penguin Books, Estados Unidos, 2012.

lo largo de los millones de años de historia de nuestro planeta han existido cambios bruscos de temperatura. Todos hemos oído hablar de las glaciaciones, épocas de bajas temperaturas en las que los casquetes polares alcanzaron dimensiones muy superiores a las actuales. Estas glaciaciones no son uniformes. A lo largo de ellas se producen *episodios glaciares* seguidos de *períodos interglaciares*. Los términos *episodio* o *período* pueden conducirnos a engaño. Nos encontramos, de nuevo, ante dimensiones de tiempo geológico en los que los parámetros mínimos son decenas de miles de años. De hecho, parece que desde hace unos 12.000 años estamos viviendo un período interglaciar dentro de la última glaciación, la quinta de las grandes glaciaciones acaecidas a lo largo de los millones y millones de años de la existencia del planeta Tierra.

Estos cambios de clima se producen por diversas causas. Todas ellas, de una forma u otra, tienen que ver con la radiación solar. En primer lugar, tenemos las causas astronómicas. Las puso de manifiesto en 1941 el científico serbio Milutin Milankovitch.⁶ La primera es que la órbita de la Tierra alrededor del Sol no es uniforme. A lo largo de ciclos de unos 100.000 años de duración, la órbita de la Tierra alrededor del Sol se hace más elíptica. Cuando la Tierra está más alejada del Sol la radiación solar disminuye.

La segunda de las causas astronómicas es la inclinación del eje de la Tierra, que tampoco es constante: varía entre 22,1° y 24,5°. Es una oscilación permanente: se calcula que son 41.000 años lo que tarda el eje terrestre en variar su oblicuidad entre ambos límites. Cuanto mayor es la inclinación de la Tierra, también lo es la de los rayos solares, con la consiguiente reducción de la radiación solar. La tercera de las causas expuestas por Milankovitch tiene que ver con el movimiento de rotación de la Tierra y la inclinación de su eje. Cuando éste está inclinado en la

6. Una buena y sencilla explicación de la teoría de Milankovitch puede encontrarse en «Milankovitch (Orbital) Cycles and Their Role in Earth's Climate», NASA, 27 de febrero de 2020, <<https://science.nasa.gov/science-research/earth-science/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/>>.

misma dirección en la que gira la Tierra, como en el movimiento de una peonza, la superficie del planeta recibe la radiación solar de forma aún más oblicua. Este ciclo de movimiento tiene una periodicidad de 26.000 años. Estas tres causas astronómicas se combinan entre sí y pueden dar lugar a subidas o bajadas notables de las temperaturas medias de la Tierra; pero estamos hablando en una escala de tiempo geológico: decenas, si no centenas, de miles de años. El ascenso de temperaturas medias que estamos viviendo en los últimos cien años no tiene que ver con estas causas astronómicas. Se trata, insisto, de una dimensión temporal radicalmente distinta.

La propia actividad solar puede producir modificaciones en el clima. La Pequeña Edad de Hielo, un período frío que se produjo entre 1550 y 1850, fue, al parecer, consecuencia de una menor actividad solar, aunque también se señala una mayor actividad volcánica como desencadenante de algunos años especialmente fríos. Y es que la actividad volcánica genera gases de efecto invernadero, pero emite, asimismo, cenizas y partículas que impiden que la radiación solar llegue a la Tierra. No parece que el incremento de las temperaturas que estamos viviendo actualmente tenga que ver con una mayor actividad solar ni con la ausencia o alteración significativa de la actividad volcánica en el mundo. Lo cierto es que, a lo largo de los últimos años, puede observarse cómo se produce una disociación entre la radiación solar que recibe nuestro planeta y el incremento de su temperatura media. Si no son los movimientos orbitales ni el eje de rotación de la Tierra los responsables, ni tampoco la actividad solar o la volcánica, la conclusión es que la emisión masiva de gases de efecto invernadero resultantes de la acción humana es la causa evidente del incremento de las temperaturas medias en la Tierra (gráfico 1.4).⁷

7. El siguiente artículo explica que, de acuerdo con los ciclos orbitales de Milankovitch, la temperatura de la Tierra debería estar descendiendo: NASA Science Editorial Team, «Why Milankovitch (Orbital) Cycles Can't Explain Earth's Current Warming», NASA, 27 de febrero de 2020, <<https://science.nasa.gov/science-research/earth-science/why-milankovitch-orbital-cycles-cant-explain-earths-current-warming/>>.