

Capitaloceno: camino acelerado hacia el fin de la humanidad

Pedro Grima
Félix Barloil León



Colección
**Venezuela
Investiga**



Capitaloceno: camino acelerado hacia el fin de la humanidad

**Pedro Grima
Félix Barloil León**

M^{ncyt}
Ministerio del Poder Popular
para Ciencia y Tecnología

Nicolás Maduro Moros

Presidente de la República Bolivariana de Venezuela

Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología

Gabriela Jiménez Ramírez

Ministra del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología

Carmen Virginia Liendo

**Viceministra de Investigación y Generación
del Conocimiento Científico**

Raúl Hernández

**Viceministro para el Desarrollo de las Tecnologías
de la Información y la Comunicación**

Danmarys Hernández

**Viceministra para la Comunalización de la Ciencia
para la Producción**

Alberto Quintero

**Viceministro para la Aplicación y Generación
del Conocimiento Científico**

Francy Evelin Rodríguez

Presidenta del Fonacit

Mercedes Elena Chacín D.

Directora del Fondo Editorial Mincyt



Capitaloceno: camino acelerado hacia el fin de la humanidad

© Dr. Pedro Grima Gallardo ORCID 0000-0003-4342-8069

© Ing. Félix Barloil León ORCID 0009-0001-7505-8501

© Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt)

Coordinación editorial: Francis Zambrano Espinoza

Edición y corrección al cuidado de: Juan Carlos Torres

Diagramación: M.J. Alvarado Ron

Ilustración de portada: María Centeno

Edición de imágenes: M.J. Alvarado Ron y Harvey Herrera

Hecho el depósito de ley

Depósito legal: DC2025000773

ISBN: 978-980-7755-46-7

Fondo Editorial Mincyt

Esquina El Chorro – Caracas.

Teléfono: 0212-555.83.63

Impreso en la República Bolivariana de Venezuela

Junio 2025

Contenido

Dedicatoria	11
Agradecimientos	13
Resumen	15
Prólogo	19
Capítulo I. Ecología y Filosofía	27
El materialismo antiguo	29
La teoría atómica védica	29
La antigua Grecia: Leucipo, Demócrito y Epicuro	30
Un revolucionario despertar después de un largo paréntesis	34
El materialismo en el siglo XIX	34
Marx, padre de la ecología moderna	34
Charles Darwin: La concepción materialista de la naturaleza	37
Las cuatro leyes informales de la ecología	39
Marx: La alienación respecto a la naturaleza y el trabajo	42
El metabolismo de la naturaleza	44
Las revoluciones agrícolas	46
El imperialismo guanero	48
Crítica de Marx a la agricultura capitalista	49
Marx conservacionista	53
Anexo: Más de veinte años después de “La ecología de Marx”. Entrevista de Roberto Andrés a John Bellamy Foster	55
Referencias bibliográficas	78

Capítulo II. La ecología burguesa, el Nuevo Orden Mundial y la política de depopulación	81
Las conferencias de la ONU, hoja de ruta para el Nuevo Orden Mundial	86
Toronto 1988. La atmósfera cambiante: implicaciones para la seguridad global	86
El Club de Roma y la política de depopulación	89
Las reuniones cumbre, donde se decide el futuro de la humanidad	90
El Acuerdo de París y el Nuevo Orden Mundial	93
El Pacto por el Futuro	95
¿Menos población, mejor esperanza para el medio ambiente?	98
La ecuación que lo decide todo	105
Referencias bibliográficas	111
 Capítulo III. Ecología y Economía: orientar la gestión pública en función del bien común	 119
Las necesidades humanas	121
Las necesidades humanas desde una perspectiva social	123
La energía como necesidad humana	127
La descarbonificación	131
La soberanía alimentaria como derecho inalienable y herramienta de emancipación	141
El movimiento por la soberanía alimentaria	145
Referencias bibliográficas	147

Capítulo IV. Ecología y Ciencia:	151
¿qué hay de verdad científica	
en la retórica del cambio climático?	
Principios básicos de astronomía	153
Nacimiento del Sistema Solar	158
El Sol	159
Historia climática del planeta Tierra	164
Los inicios de nuestro planeta Tierra	165
Las glaciaciones	166
El comienzo de la vida	169
Una explosión de vida	170
El supercontinente Pangea	171
La extinción de los dinosaurios	172
La formación de la cordillera del Himalaya	175
El último millón de años	176
La Teoría de Milankovitch	190
La excentricidad	191
La oblicuidad	192
La precesión	193
Interpretación moderna de la Teoría de Milankovitch	193
Problemas con la Teoría de Milankovitch	195
Del Holoceno al Antropoceno y del Antropoceno	203
al Capitaloceno	
Anexo: Del Capitaloceno a una nueva política	209
ontológica. Entrevista a Jason Moore	
Referencias bibliográficas	216
 Capítulo V. Crisis climática: ¿sí o no?	 225
La anomalía térmica	227
Los gases de efecto invernadero	256
La composición de la atmósfera terrestre	256
La radiación solar y el balance energético de la Tierra	257
El efecto invernadero	261
Entonces, ¿qué debemos esperar en el futuro?	273
Referencias bibliográficas	281

Quiero dedicarle la presente investigación a mis hijos y nietos,
y a nuestra patria querida, Venezuela.

Dr. Pedro Grima Gallardo

Este trabajo está dedicado a Dios, quien me inspiró, y a mi familia, especialmente a mi madre, así como a mi esposa, hijos y nietos, por su apoyo incondicional. Agradezco a mis compañeros de estudio de la comunidad de aprendizaje, especialmente al Dr. Jorge Rondón, por su guía, apoyo paciencia y sabiduría. También a los ecomilitantes del Partido Verde de Venezuela por una patria soberana y ecológicamente equilibrada y a todos mis amigos, defensores de los Derechos Universales de la Madre Tierra.

Ing. Félix Barloil León

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología (Mincyt) por habernos honrado con la publicación del presente trabajo; en particular, a la ministra, Gabriela Jiménez Ramírez, quien autorizó su publicación.

Igualmente, agradecemos al Fondo Editorial del Ministerio y a todo su equipo por su diligencia, amabilidad y paciencia en la edición del manuscrito.

Resumen

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define “cambio climático” como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1972). Esta definición diferencia taxativamente entre la variabilidad natural del clima y los cambios climáticos ocasionados por la actividad humana.

El clima es multifactorial. La variabilidad natural del clima depende de la posición relativa de la Tierra con respecto al Sol, en un universo donde todo se mueve a grandes velocidades. El Grupo Local, conjunto de galaxias del cual la Vía Láctea forma parte, se mueve en una dirección determinada —no sabemos a ciencia cierta qué es lo que origina esa atracción, podría ser un hueco negro supermasivo—. El Sistema Solar se mueve cruzando el plano ecuatorial de La Vía Láctea en forma periódica, haciendo que la radiación cósmica que nos llega también esté regida por ciclos. La Tierra tiene a su vez varios movimientos periódicos propios, los tres principales son: el de *traslación* alrededor del Sol, la *oblicuidad* que es la variación del ángulo del eje terrestre y la *precesión* que es el “bamboleo” típico de un trompo en la rotación sobre sí mismo. Todos estos factores influyen en la cantidad de radiación que recibe la Tierra, no solo del Sol sino de todo el Cosmos.

La civilización humana prácticamente acaba de comenzar, si nos atenemos a los tiempos geológicos. El planeta Tierra se formó hace aproximadamente 4.500 millones de años, mientras que los humanos nos separamos de los chimpancés hace apenas 6 millones de años —el 0,13% de la historia de la Tierra—. Sin embargo, los cambios climáticos ocasionados por la actividad humana han alterado de tal manera el *metabolismo de la naturaleza* (Karl Marx fue el primero en utilizar ese concepto) que se comienza a aceptar la existencia de una nueva era geológica, el Capitaloceno, que habría comenzado con la industrialización humana.

Según estudios del IPCC (Panel Intergubernamental contra el Cambio Climático), el organismo de la ONU para evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático, la huella más importante de la

actividad humana es la producción de CO_2 a causa de la combustión de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas). El CO_2 es un gas minoritario (~ 400 ppm, actualmente) de la atmósfera de la Tierra, que por efecto invernadero podría aumentar significativamente la temperatura global promedio de nuestro planeta causando fenómenos meteorológicos catastróficos según los informes del IPCC. Sobre la base de estos informes se han adoptado planes globales aprobados en la ONU.

Nuestras investigaciones sugieren que el calentamiento global observado en los últimos años es inferior al pronosticado por la mayoría de los modelos climáticos del IPCC. Tampoco ha quedado explícitamente establecido que ese calentamiento sea producto de la actividad humana.

Con respecto al CO_2 , que es la gran fuente nutrimental de las plantas, aportando el carbono requerido para fijar la energía luminosa, estructurando todos sus componentes y metabolitos gracias al proceso fotosintético, bien es sabido que en los invernaderos se recomienda como nivel excelente para las plantas, entre 400 y 600 ppm, e inclusive entre 700 a 900 ppm para aumentar la producción. Nuestra atmósfera, en el año 2024, está en ~ 400 ppm, nivel mínimo. No pocos científicos estiman que el aumento de la concentración de CO_2 aumentará las cosechas, hará que se ganen pisos climáticos ahora no productivos para siembras, y quizás retardemos el inevitable proceso de enfriamiento global del planeta.

Lo más preocupante es la posible existencia de una agenda oculta para despoblar el planeta. No es posible tanto movimiento mediático y afán de autenticación de un modelo climático incoherente con la observación científica sin que intereses específicos claves estén en juego. La Agenda 2030 y el Pacto para el Futuro parecen trampas para cazar ratones. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son su engañoso envoltorio. Guerras sin fin y epidemias de laboratorio son todo lo contrario.

El tema del clima y sus consecuencias es complejo y toca transversalmente varias ramas del conocimiento, como la filosofía, la economía, la sociología, las ciencias exactas, entre otras disciplinas; de ahí lo intrincado de la discusión y la justificación del presente trabajo el cual está dividido en capítulos autosuficientes, dedicados a estudiar algunas de estas múltiples relaciones.

En el capítulo I mostramos un resumen comentado del libro de John Bellamy Foster, *Marx's Ecology: Materialism and Nature* que

nos permite buscar las raíces filosóficas de la ecología moderna. En el capítulo II hacemos un seguimiento de las conferencias internacionales sobre el clima y sus conclusiones que ponen en evidencia los verdaderos intereses de las élites corporativas. En el capítulo III indagamos sobre las tendencias energéticas mundiales y los alimentos. Los basamentos científicos del clima se analizan en el capítulo IV en un viaje en el tiempo desde la formación del Sistema Solar hasta nuestros días. Los dos principales argumentos del IPCC sobre el cambio climático: la anomalía térmica y los gases a efecto invernadero son discutidos en el capítulo V.

Prólogo

Lo primero que resalta de esta obra es su contenido altamente pedagógico (autocontenido en sus partes esenciales), de fácil lectura para los más neófitos en el tema. Sin duda alguna, los autores así debieron habérselo planteado, elaborar un trabajo sobre el complejo tema de la ecología que recogiese los elementos más resaltantes desde el punto de vista histórico y filosófico. Es un trabajo que reúne los aspectos esenciales del desarrollo capitalista en relación con la contaminación, con el aspecto de la propiedad de la tierra, la agricultura, la usura, el control poblacional, acechando en todo el aspecto capitalista que impone sus leyes, sus poderes y armas para adueñarse de los bienes sagrados de la naturaleza. Es una obra que muy bien pudiera servir de texto de estudio en las universidades, para crear conciencia sobre quiénes tienen al planeta bajo su dominio y, a la vez, resaltar que los llamados “problemas ambientales o ecológicos” forman parte de la guerra cognitiva y multiforme contra los pueblos.

Se topa uno en esta obra, con hechos y datos sorprendentes, jamás imaginados, sobre la evolución del problema de la agricultura, por ejemplo, en la que destacan las teorías del maltusianismo, así como los retos cada vez más crecientes sobre el agotamiento del suelo, unos hechos que en el siglo XIX condujeron al pánico, y a un aumento desmesurado de la demanda de fertilizantes. Hoy vemos cómo casi todos nuestros agricultores ya están condicionados por estos venenos (ellos y la tierra), por los llamados agroquímicos, unos recursos o artificios a los que la gran producción ha recurrido para “la sostenibilidad alimentaria de los humanos”. Cómo fue que vivimos en el siglo XIX ese desquiciamiento, cuando los agricultores europeos hubieron de saquear los campos de la Batalla de Waterloo y Austerlitz para desenterrar catacumbas, tan desesperados estaban por conseguir huesos (para abonar la tierra), esparciéndolos sobre sus campos. Nos enteramos por este trabajo de que el valor de las importaciones de huesos “ascendió vertiginosamente en Gran Bretaña, pasando de 14.400 libras en 1823 a 254.600 libras en 1837. El primer barco que transportaba guano peruano (excrementos de aves marinas acumulados) llegó a Liverpool en 1835; para 1841 se habían importado 1.700 toneladas y, para 1847, 220.000”. Y más sorprendente aún, el hecho de que cuando se hizo difícil conseguir

guano o cuando comenzó a escasear, “los EEUU –primero de manera no oficial y luego como parte de una política estatal deliberada– emprendieron la anexión imperial de todas las islas a las que creían ricas en este fertilizante natural. Amparados por la llamada Ley de Islas Guaneras¹ (*Guano Islands Act*), aprobada por el Congreso en 1856, los capitalistas estadounidenses se apoderaron, entre 1856 y 1903, de noventa y cuatro islas, islotes y cayos de todo el mundo, sesenta y seis de los cuales obtuvieron el reconocimiento oficial del Departamento de Estado como dependencias de los Estados Unidos.

En los últimos diez años –observaba Liebig en 1862– los buques británicos y norteamericanos han explorado todos los mares, y no hay una islita o una costa que haya escapado a su búsqueda de guano. Nueve de estas islas del guano siguen siendo hoy posesiones de los EEUU. Sin embargo, el imperialismo guanero no tuvo éxito en proporcionar a este país la cantidad y la calidad de fertilizante natural que necesitaba.

Un punto en el que insisten los autores, es sobre el aporte del marxismo a la crisis ecológica global sustentada en la idea del metabolismo social y económico, producto de las relaciones materiales entre el hombre y la naturaleza: en este caso se alude a un proceso de un intercambio, en el que la naturaleza provee al ser humano los recursos para hacer posible la producción y, por su parte, el trabajo se presenta como un proceso de transformación en donde el humano crea sus condiciones de vida, concluyendo en un desarrollo de carácter social y ecológico, y esto es lo que ha acabado degradando las condiciones naturales de la tierra. Es decir, desde que comenzó la producción a gran escala de la agricultura, se activó una sucesión de eventos que acabaron agravando las condiciones naturales de la tierra, creándose brechas metabólicas en las que cada vez más se intensificaba la degradación de los ecosistemas. Para Marx, lo único que podía detener estos descontroles medioambientales es el socialismo.

El hombre, destruyendo la naturaleza, ha perdido la suya propia. El metabolismo, tal como lo entiende Marx, tiene que ver con el he-

1 La Ley de Islas Guaneras (en inglés *Guano Islands Act*) fue una ley federal aprobada por el Congreso de los Estados Unidos el 18 de agosto de 1856, autorizando a ciudadanos de los Estados Unidos a tomar posesión de las islas con depósitos de guano.

cho de que el “trato consciente y racional de la tierra como propiedad comunal permanente” es “la condición inalienable para la existencia y reproducción de la cadena de las generaciones humanas”.

En este trabajo se revelan las extraordinarias advertencias de Marx sobre la destrucción del ambiente por parte del sistema capitalista:

El desarrollo de la civilización y de la industria en general se ha mostrado siempre tan activo en la destrucción de los bosques, que todo cuanto se ha hecho para su conservación y reproducción resulta por completo insignificante en comparación.

Aprovecharé este prólogo para enfocarme de una manera complementaria en un muy breve repaso sobre algunos movimientos ecologistas ocurridos en Mérida entre los últimos veinte años del siglo xx, esfuerzos loables en los que se intentaba proteger ríos, lagunas, páramos y los últimos restos de glaciares de nuestra tierra andina, y asomar algunas razones del rotundo fracaso de todas estas luchas y protestas.

Durante parte de la década de los ochenta y noventa, en Mérida, no era raro que se me endilgara o encasquetara el término de “ecologista” o “defensor del ambiente”, sin que jamás hubiese llegado a entender ninguno de esos dos calificativos. Había llegado a unirme a grupos defensores de la naturaleza por un sentido elemental, no pudiendo concebir o imaginar a la vez que existiese un ser humano incapaz de sentir la necesidad de adquirir un compromiso, una seria responsabilidad con la defensa de su entorno. Me sublevaba el terrible problema de la basura presente en todas las grandes ciudades de Venezuela, con vertederos con extensos y malolientes muladares, ardiendo al aire libre, a las afueras de las urbes, un cuadro que llevo viéndolo desde hace cuarenta años. Desde el Estado nunca pudo sustentarse un verdadero proyecto para estas espantosas calamidades públicas, que entonces uno no veía tan horriblemente dramáticas, como imposibles de enfrentar. Trabajé con muchos grupos, entre los cuales debo destacar los encabezados por los doctores Pedro Durant (botánico), Cecilia Scorza, Ernesto Palacios Prú (médico y director del Centro de Microscopía Electrónica de la ULA), Pedro Solano (médico y economista), Jaime Péfaur (botánico); los connotados ecologistas Miguel Valeri (defensor del ambiente), el padre Santiago López Palacios (botánico), Pedro Pablo Pereira, Jaime Grimaldo (ingeniero forestal) y José Zambrano

(ingeniero eléctrico). Permítaseme esta breve digresión, para poder comprender a la vez la posición filosófica de Pedro Grima y Félix Barloil León Parra, autores de esta obra y, de este modo, referirme sobre las grandes artimañas y confusiones que se han venido creando sobre una supuesta defensa del ambiente. Como dije, en los años ochenta y principios de los noventa formé parte de tumultuosas y conflictivas acciones en Mérida en defensa de las fuentes, afluentes y veneros de agua de esta preciosa zona de los andes, ya fuesen de los ríos Mucujún, Chama, Motatán o Albarregas. Fueron duros enfrentamientos con los cuerpos represivos que procuraban proteger a los grandes hacendados de la zona de El Valle (donde corre el río Mucujún, cuya vocación natural es darle agua sana a una población de unos doscientos mil habitantes, sin ser tratada con químicos), por ejemplo. Prácticamente se establecieron comandos de la Guardia Nacional en esos puntos para tranquilizar a los dueños de esas enormes haciendas de ganado. Varios ministros de los gobiernos de la IV República vieron en la zona de El Valle un lugar ideal para criar ganado de buena raza. A la protección que estos ricachones recibían de los cuerpos militares y policiales de la IV República, se les unió el Poder Judicial, los poderosos medios de comunicación sometidos a los políticos del partido del *status*, el más encumbrado empresariado y la cúpula eclesiástica. Cuando fue construido el Hotel La Culata, el cual habíamos logrado paralizar por casi una década, el primero en acudir a bendecirlo fue el obispo Baltazar Porras. El crecimiento de la ciudad iba en expansión al igual que los sucios negocios unidos a la agricultura y la ganadería. Se hizo común durante años, hacer “tomas” en la ciudad y en las carreteras a El Valle, El Arenal y el Páramo, para llamar la atención sobre la gravedad que representaba para un futuro no muy lejano, un envenenamiento de las aguas del Mucujún (con agro-químicos, mataderos, construcciones de vivienda, etc). Nos imaginábamos, igualmente, que íbamos a poder contener la furiosa expansión, también, de un turismo enfermizo, a los sitios más sagrados de nuestra naturaleza. Nos volvimos enfurecidamente “locos” por defender cada palmo del planeta, viendo por doquier a la plaga de las máquinas acabando con nuestros pocos glaciares, lagunas, ríos y montañas, los bosques nublados, los paradisíacos sitios que aún no habían sido intervenidos por el hombre en la Sierra Nevada, en Barinas y Trujillo. Unido al grupo dirigido por el profesor Pedro Durant y José Zambrano, cuyo fin era “sembrar agua” en todos los alrededores de La Hechicera, emprendimos tareas con

estudiantes de distintas facultades, e incluso implementamos programas para que se aplicasen en escuelas y liceos. Vivíamos angustiados, desesperados y presintiendo el fin del mundo cada vez que veíamos un incendio provocado, las garras del progreso y el desarrollo y el adelanto de la tecnología y las ciencias en forma de máquinas arrasando bosques e imponiendo el fulano progreso: abriendo carreteras, creando urbanizaciones nuevas, levantando descomunales edificaciones y hoteles. Cuántos años en esta lucha, al tiempo que nos íbamos sintiendo derrotados o arrasados por ese desarrollo imparable, viendo como inútiles nuestros esfuerzos ante el avance inevitable del “progreso”. Años en los que fueron encarcelados o murieron muchos camaradas, en los que fuimos reprimidos y demandados por el poder dominante, y hoy aún todo ese “progreso” continúa su marcha voraz, demencial, imparable, y lo vemos ya como algo inevitable e incluso hasta “natural”, según los propios cánones de la existencia o sobrevivencia humana, esa de la eterna lucha por la vida.

Pedro Grima y Félix Barloil León Parra vienen ahora con su libro y nos desvelan muchas trampas que, entonces, aquellos ilusos de las décadas de los ochenta y noventa ignorábamos. Uno, de hecho, estaba luchando contra verdaderos molinos de viento. Es nuestra horrorosa conclusión, que todo está manejado por poderosas mafias desde los más altos centros del poder, desde la ONU, por ejemplo. Los parques nacionales de los páramos merideños en las décadas de los ochenta y noventa quedaron bajo la dirección de un organismo privado llamado BIOMA que pertenecía a la Organización Cisneros, la cual ocasionó horribles destrozos al ambiente, donde sentó sus garras².

2 El biólogo Aldemaro Romero (hijo del conocido músico del mismo nombre) dirigía la transnacional ecologista BIOMA (organización en “defensa de biodiversidad en Venezuela”). El plan de BIOMA era controlar los parques nacionales, investigar y realizar prospecciones sobre sus recursos para que el imperio norteamericano dispusiese de ellos. Aldemaro Romero (hijo) era un eminente PhD de indiscutible formación científica o tecnológica, muy estudioso y de la más elevada calificación en su terreno de la biología. BIOMA tenía bajo su control la dirección de los programas juveniles científico-ambientales del Ministerio de Educación y también una amplia cancha en la industria petrolera de entonces (entre las mencionadas décadas del 80 y 90), con jugosos financiamientos, así como en el Ministerio del Ambiente... Tal vez por un error del joven gerente, Aldemaro Romero, con más codicia que malicia, se le ocurrió masacrar (asesinar) a un delfín, conjuntamente con Fundacetacea, y acusar abiertamente al país (al gobierno, mediante videos debidamente editados), de consumir masacres masivas del colectivo de los delfines de nuestras costas. En consecuencia, con el debido temor no obstante hubo reacción oficial ante el silencio de multitud de organizaciones ambientalistas transnacionales que hacían vida en el país (unas 20). Al Dr. Aldemaro Romero le fue dictado un auto de detención por parte de un tribunal de Carúpano, el cual como solía ocurrir, ante estos potentados, acabó prescribiendo, así y todo, Aldemaro (hijo) huyó del país, pero no se le dio el calificativo de “perseguido político”. En ese entonces, EEUU no lo permitía para sus agentes en lugares donde gobernase una “verdadera democracia”.

En aquellos años de principio de los noventa, cuando nosotros estábamos enfrascados en Mérida contra las fuerzas represivas de los gobiernos adeco-copeyanos, Pedro Grima hacía sus estudios de doctorado en Ciencias de Materiales, en la Université Pierre & Marie Curie, en París, Francia. En 1995 vine a conocerlo cuando se incorporó a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, convirtiéndose en un ardoroso defensor del ambiente y dirigiendo el famoso medio de comunicación *La Colmena*. Desde un principio lo vi como un fervoroso y destacado investigador en el campo de la física, quien a la vez lograba certeramente combinar sus estudios y trabajos con la filosofía y la acción política.

Igualmente, a principios de los noventa participamos en muchas acciones en defensa de El Mucujún, en la entrada a El Valle, en la Vuelta de Lola. Allí, un grupo de ecologistas dirigidos por el estudiante de Matemáticas, Carlos Castillo, provocamos grandes trancas para impedirle el acceso a los hacendados. En ocasiones, de la zona de El Playón, nos acompañaron en estas protestas, Ernesto Palacios Prú, Pedro Benito León y Félix Barloil León Parra. Sobre Félix Barloil debo decir que siempre fue un activo luchador del ambiente, callado personaje, quien, a pesar de ser entonces muy joven a principios de los noventa, traía un gran bagaje de conocimientos y experiencias, en el terreno de la tecnología ambiental, que entonces nosotros desconocíamos. Él venía de trabajar en los parques nacionales Sierra Nevada y Sierra La Culata, en la conservación del agua y la vida de los ecosistemas, bajo régimen de administración especial sub cuenca río Mucujún del estado Mérida.

Cuando nosotros, junto con Carlos Castillo y Palacios Prú, hacíamos las “tomas” en La Vuelta de Lola, Félix Barloil ya formaba parte del Centro de Investigación, Formación y Capacitación de Tecnologías Alternativas-Mucujún, en las áreas de biomasa, mini-hidráulica y solar para el diseño, cálculos y construcción de biodigestores, cocinas, hornos solares y calentadores solares. Uno desconocía, por ejemplo, que aquel muchacho Félix Barloil, ya había participado en un concurso internacional de tecnólogos populares y que luego obtuvo una beca y realizó estudios en energías renovables (hidráulica, eólica, solar y biomasa), en Landtechnik Weihenstephan Freising, Elektrizitätswerk Minden-Ravensberg GmG, Hertford, en la República Federal de Alemania, y que, todavía, varios de aquellos calentadores solares de los noventa en los que él trabajó se encuentran

en funcionamiento, proveyéndole energía solar para el suministro de agua caliente a familias campesinas del Valle Grande de Mérida.

En cuanto a la defensa de nuestros ríos en Mérida, y luego de visitar varios países en el mundo occidental con sus muy bien protegidas e impolutas aguas, llega uno a la conclusión de que cualquier pueblo del llamado tercer mundo, que intente cuidar sus fuentes de agua y mantenerlas puras, *ipso facto* se constituye para Occidente en una amenaza extraordinaria e inusual. Para Occidente nuestra naturaleza debe encontrarse en permanente peligro, plagada de venenos y tóxicos, intervenida, desforestada, sin leyes que la protejan, a menos que su protección sea entregada a organismos multilaterales dependientes de la ONU. Y remato con esta sentencia que resume todo lo anterior: “desde un punto de vista coherentemente materialista, la cuestión no reside en el antropocentrismo en contraposición al ecocentrismo, sino que es, antes bien, una cuestión de coevolución del hombre y la naturaleza”.

José Rodríguez (Sant Roz)

CAPÍTULO I

Ecología y Filosofía

El presente capítulo está basado en el libro de John Bellamy Foster³, *Marx's Ecology: Materialism and Nature* (2000), excelentemente traducido por Carlos Martín y Carmen González bajo el título *La ecología de Marx, materialismo y naturaleza* (2002). Nos pareció importante mostrarle al público no especialista, de una manera relativamente simple, las múltiples relaciones entre la ciencia de la ecología y la filosofía del materialismo.

El materialismo antiguo

La teoría atómica védica

Para nosotros, los occidentales, la filosofía comenzó en la Antigua Grecia con Platón (427-347 a. C.) y Aristóteles (384-322 a. C.), pero no fue así. Ya en Asia, en la actual India, se razonaba al respecto de la materia. Es posible que en China también, sin embargo, China se distinguió más por su variada y avanzada tecnología para la época: metalurgia (fundición del hierro, 500 a. C.; la obtención de bronce, 1700 a. C), acupuntura (200 a. C.) y agricultura (producción de té, 2737 a. C.; cultivo en hileras, 600 a. C.) por solo nombrar algunas.

Alrededor del año 800 a. C., el sabio védico Uddalaka Aruni, uno de los primeros filósofos de la historia registrada, menciona que “partículas demasiado pequeñas para ser vistas se agrupan juntas en forma de sustancias y objetos de la experiencia” (Larson y Bhattacharya, 2014, p. 4). Según su teoría, hay tres elementos, calor, agua y alimento, que componen los seres vivos, cada uno de ellos es un poder. Por sus ideas, Aruni es considerado el precursor del atomismo en la India. Posteriormente, el filósofo Uluka Muni (se estima que vivió en algún momento entre los siglos VI y II a. C., pero poco se sabe de su vida) fundó la escuela Vaisheshika, perteneciente a la rama filosófica Nyaya. Uluka Muni fue mejor conocido por su sobrenombre Kaṇāda (que significa devorador de átomos); su sobrenom-

3 John Bellamy Foster (Seattle, 15 de agosto de 1953) es un profesor de sociología en la Universidad de Oregón y editor de la revista *Monthly Review*. Escribe sobre la economía política del capitalismo, ecología, crisis ecológica y teoría marxista.

bre proviene de la leyenda en la que se cuenta que Muni tenía en la mano una cantidad de comida. Comía pedacitos, desmenuzando el alimento en trozos cada vez más pequeños. En un cierto punto tuvo la intuición de que seguramente tendrían que existir partículas tan pequeñas que no se pudieran partir en más partes. Él llamó a esas partículas *anu* (minúsculo) (Kaṇāda, 2025). Esta escuela desarrolló un modelo naturalista del atomismo, que aceptaba solo dos fuentes de conocimiento, la percepción y la inferencia. Sostenía que el universo era reducible a *paramanu* (átomos), que son indestructibles (*anitya*), indivisibles, y tienen un tipo especial de dimensión llamada pequeño (*anu*). Todo lo que existe es un compuesto de estos átomos, excepto el tiempo, el espacio, el éter (*akasha-ākāśa*), el espíritu y el alma. También desarrollaron elaboradas teorías de cómo los átomos se combinaban en objetos complejos (Berriedale Keith, 1921). Hasta cierto punto, tienden a darnos la imagen del átomo actual, pero hay diferencias. Se dice que creían que todos los seres vivos están compuestos de cinco elementos: agua, fuego, tierra, aire y éter. Los vegetales solo tienen agua, los insectos tienen agua y fuego, los pájaros tienen agua, fuego, tierra y aire, y los humanos, la cima de la creación, tienen éter: el sentido de discriminación (tiempo, espacio, mente) es uno. Teorizó que *gurutva* (gravedad, en hindi/sánscrito) era responsable de la caída de los objetos en la Tierra. Por lo tanto, Kaṇāda fue la primera persona en identificar y describir la gravedad (mucho antes que Newton) después de que el *Prasnopanishad* (texto sánscrito antiguo) la describiera alrededor del año 600 a. C. (*The Sacred Books of the Hindus*, 1923).

La antigua Grecia: Leucipo, Demócrito y Epicuro

Leucipo fue un gran filósofo, matemático, metafísico, físico y astrónomo griego, del siglo v, a. C. Se dice que pudo haber nacido en Abdera, Mileto, o en Elea, aunque no se sabe con certeza. Fue el primero que pensó en dividir la materia hasta obtener una partícula tan pequeña (el átomo) que no pudiera dividirse más. Según Aristóteles y Diógenes Laercio, Leucipo formuló las primeras doctrinas atomistas, que serían desarrolladas por su discípulo Demócrito, y, posteriormente, reelaboradas por Epicuro y por seguidores del epicureísmo como Lucrecio. De seguir los testimonios de Aristóteles y Diógenes Laer-

cio, la filosofía de Leucipo contendría ya todas las ideas fundamentales que configuran el atomismo: la consideración del ser (es decir, de la totalidad de lo existente) como múltiple, material y compuesto de partículas indivisibles, los átomos; la afirmación, en oposición a Parménides, de la existencia del no-ser o vacío, y del movimiento de los átomos en el vacío; la concepción determinista y mecanicista de la realidad: “Ninguna cosa ocurre porque sí, sino que todas suceden según ley y por necesidad”; y la formación de los mundos mediante un movimiento de los átomos en forma de torbellino, por el cual los más pesados se separan de los más ligeros y se reúnen en el centro formando la Tierra (Tamaro y Fernández, 2004).

De Demócrito se dice que debió nacer entre los años 460 y 457 a. C. y su madurez filosófica se sitúa hacia el año 420 a. C., puesto que él mismo en *La pequeña ordenación del Cosmos* afirma que era cuarenta años más joven que Anaxágoras. Fue natural de Abdera, y discípulo de Leucipo, a quien sucedió en la dirección de la escuela que aquél había fundado. Como escritor fue muy fecundo y de elegante estilo, al parecer alabado por Cicerón, que lo equipara con Platón. Según Diógenes Laercio, escribió noventa obras, distribuidas más adelante en trece tetralogías. Desde el punto de vista cronológico, Demócrito no es un presocrático, pues fue contemporáneo de Platón, sin embargo, por su afinidad con Leucipo y dada la imposibilidad de distinguir con exactitud las doctrinas de ambos, se le ubica siempre entre los pensadores anteriores a Sócrates. A pesar de vivir en la época de Platón, éste no lo menciona jamás, pues al parecer lo consideraba como un rival. Su obra, siendo quizás más vasta que la de aquél, no tuvo la misma influencia, posiblemente debido a que la Academia se dedicó a destruirla sistemáticamente limitando así su radio de acción a Epicuro y sus seguidores, los cuales desaparecieron pronto (Comesaña, 1974).

Leucipo y su estudiante Demócrito reemplazaron las explicaciones teológicas y sobrenaturales de los fenómenos con explicaciones materialistas naturales. Los materialistas y deterministas asumieron que el mundo estaba completamente hecho de la materia, que consiste en solo unos pocos tipos de partículas invisibles que pueden combinarse para hacer todos los objetos visibles, sus propiedades y sus comportamientos. Los elementos fundamentales de su tiempo (tierra, agua, aire y fuego) a su vez eran simplemente compuestos de partículas sub-elementales que llamaron átomos

(indivisibles) en un vacío o vacío entre los átomos (Leucippus, s.f.). Parménides había negado la posibilidad del vacío con el argumento lógico de que, si no hay nada entre dos cuerpos, se deduce que están en contacto entre sí. Platón y Aristóteles generalmente prefirieron la idea de Parménides de un pleno relleno continuo y se opusieron a las ideas de los atomistas de objetos de partículas discretas separados por nada. Al negar a los dioses y su libertad, Demócrito sin duda era consciente de las implicaciones negativas para la libertad humana y la responsabilidad moral. ¿Las explicaciones materiales causales reducirían todos los eventos a simples acontecimientos, sin espacio para intenciones, propósitos y testamentos humanos? La responsabilidad moral era muy importante para Demócrito. Fue una gran parte de su razón para eliminar a los dioses y la idea del destino. Desafortunadamente, la eliminación de los dioses fue impolítica y la obra de los demócratas fue rechazada por muchos filósofos, comenzando con Sócrates y Platón. Sin embargo, la visión de los átomos y un vacío que trabaja por las leyes causales naturales fue una ganancia sobre la visión tradicional del destino arbitrario y los dioses caprichosos.

Epicuro (Samos, aproximadamente 341 a. C. - Atenas, 270 a. C.) fue un filósofo griego, fundador de la escuela que lleva su nombre (epicureísmo). Los aspectos más destacados de su doctrina son el hedonismo racional y el atomismo. Según la física de Epicuro, toda la realidad está formada por dos elementos fundamentales. De un lado los átomos, que tienen forma, extensión y peso, y de otro el vacío, que no es sino el espacio en el cual se mueven esos átomos. Sin embargo, el atomismo de Epicuro difiere del atomismo clásico de Demócrito. No parece suficiente formular las oposiciones entre el atomismo clásico y el epicúreo diciendo que aquél es una metafísica cósmica, mientras que éste es una filosofía antropológica, centrada en torno a las cuestiones humanísticas, éticas. Mientras que el atomismo clásico busca en el regreso hacia los átomos precisamente la distanciaci3n del mundo de las apariencias, el atomismo epicúreo se nos ofrece como una filosof3a que parte de la evidencia y busca precisamente la compresi3n filos3fica de esta evidencia: que el mundo sensible es el 3nico mundo del hombre sabio. Que la sabidur3a no consiste en cegarse, como en Demócrito, para meditar sobre los átomos, sino en “mantener los ojos bien abiertos para poder percibir las formas reales que alimentan nuestra vida, una vida cuyo centro

está en este mundo visible y no en un trasmundo futuro (el Hades) o actual (los átomos invisibles)” (Martín y González, 2002, pp. 65-66).

Es innegable que en la antigua Grecia las ciencias y las técnicas alcanzaron un elevado nivel de desarrollo, sin embargo, no solo detuvieron su marcha ascendente, sino que fueron hundiéndose en las sombrías nieblas que anunciaban el advenimiento de la alta Edad Media. Magalhaes-Vilhena en su libro *Desarrollo científico y técnico y obstáculos sociales al final de la antigüedad* (1971) nos ofrece una respuesta que quiere ser coherente con la axiomática del materialismo histórico indicando que “el desfallecimiento de la ciencia antigua debe tener su origen en la misma estructura del medio de producción esclavista, más que en una hipotética lógica interna de las ciencias”.

Para los griegos, la tecnología mecánica era considerada como banáusica, del griego antiguo βαναυσικός (banausikós), y se utilizaba para describir aquellas actividades manuales o artesanales consideradas menos nobles o de menor prestigio en comparación con las actividades intelectuales o artísticas. En la antigua Grecia, se refería a los trabajos de los artesanos y obreros que se dedicaban a la fabricación de bienes y productos, y generalmente se consideraba que estos oficios no requerían de la misma habilidad o creatividad que las actividades intelectuales. Ocurrió entonces una disociación entre una técnica precientífica, propia de clases inferiores, y una ciencia atécnica, reservada a las capas aristocráticas condenada a la esterilidad, concluyéndose que la ciencia en la antigua Grecia no fue una fuerza productiva. Esa actitud explicaría el paréntesis de varios siglos en el desarrollo de la atomística.

Un revolucionario despertar después de un largo paréntesis

El materialismo en el siglo XIX

Tuvieron que pasar casi dos mil años para que el materialismo reapareciera en las personas de Karl Marx y Charles Darwin, los dos grandes materialistas del siglo XIX, conjuntamente con el atomismo en la persona John Dalton, naturalista, químico, matemático y meteorólogo británico. Por su parte, la ecología moderna tiene su origen en las concepciones de la naturaleza que surgieron con el desarrollo del materialismo y de la ciencia de los siglos XVIII a XIX. La clave del pensamiento de Marx es la manera que éste transformó y desarrolló la tradición epicúrea con respecto al materialismo y la libertad, lo que tendrá un papel fundamental en el nacimiento del pensamiento ecológico moderno.

En los comienzos de la filosofía helénica, el materialismo se dio a conocer por su postura, asegurando que el nacimiento y el desarrollo de lo existente dependen de la naturaleza, o de la materia, es decir, de un nivel de realidad física que, por decirlo así, vive por sí misma. En función de tal relación, el pensamiento del materialismo histórico, que sostenía Marx, se inspiraba en que las relaciones del hombre con la naturaleza son de carácter práctico, o lo que es lo mismo, se manifiestan por medio de la acción.

La concepción materialista de la naturaleza de Marx fue el tema de su tesis doctoral: *Differenz der demokritischen und epikureischen naturphilosophie* (1841). En dicha disertación, Marx resalta cómo la visión materialista de la naturaleza de las cosas proporciona la base esencial para una concepción de la libertad humana, incluso desde el punto de vista teológico, constituyéndose en una visión de rechazo a las explicaciones naturales basadas en causas últimas, en la intención divina. Aquí es donde coinciden materialismo y ciencia.

Marx, padre de la ecología moderna

Marx denunció la explotación de la naturaleza antes de que naciera la moderna conciencia ecológica burguesa. Desde siempre, el marxismo mantuvo que la alienación del trabajo humano estaba vinculada

con la alienación de los seres humanos respecto a la naturaleza. Esta doble alienación era la que, sobre todo, necesitaba ser explicada.

Las críticas a la teoría de Marx implican no admitir la interacción de los seres vivos entre sí y con su medio, de manera que la discusión ecológica queda reducida a una cuestión de valores, olvidando las relaciones materiales en la evolución de los seres vivos. No se trata de un antropocentrismo opuesto al ecocentrismo, sino de una cuestión de coevolución, del hombre inmerso en la naturaleza. El actual pensamiento ecologista mantiene que todo el proceso de degradación ecológica se debe a la revolución científica iniciada en el siglo XVII y se apoya principalmente en los aportes de Francis Bacon⁴. A Bacon se lo caracteriza como uno de los máximos exponentes de la “dominación de la naturaleza”, típica de la perspectiva antropocéntrica, que hace del mecanicismo su característica. Resulta obvio que la idea de que la naturaleza sea dominada por la propia especie humana, aun cuando pueda evolucionar hacia el antropocentrismo, no conlleva necesariamente la indiferencia hacia la naturaleza o la de las leyes que de ella emanan. De hecho, el mismo Bacon argumentaba que la dominación de la naturaleza tiene su anclaje con la comprensión y el seguimiento de las leyes de la naturaleza. Marx tuvo que condenar esto de una manera preferente como un “ardid” para hacer que la naturaleza se subordinase a las necesidades técnicas del desarrollo burgués. Si reconocemos que no existe contradicción entre la idea del “dominio de la naturaleza” y el concepto de “sostenibilidad”, no debe sorprendernos que las nociones de “dominio” y de “sostenibilidad” hayan surgido juntas dentro de la misma tradición baconiana. Y tampoco tiene nada de accidental que también la defendieran los primeros defensores del desarrollo sostenible, tales como John Evelyn⁵, con su magnífica defensa de los bosques, contenida en su obra *Sylva* (1664), y los ataques a la contaminación del aire que hizo en su *Fumifogium* (1661): “la más grande crítica materialista de la

4 Francis Bacon, primer barón de Verulamium, primer vizconde de Saint Albans y canceller de Inglaterra (Strand, Londres, 22 de enero de 1561 - Highgate, Middlesex, 9 de abril de 1626) fue un filósofo, político, abogado y escritor inglés, padre del empirismo filosófico y científico.

5 John Evelyn (31 de octubre de 1620, Wotton, Surrey, Inglaterra - 27 de febrero de 1706, Londres) fue un escritor y jardinero inglés. Es conocido por haber redactado *Diarios o Memorias* (el *Diario de John Evelyn*). Fue también un gran experto en árboles, y escribió *Sylva, or a Discourse of Forest Trees*, (*Sylva, o un discurso sobre árboles forestales*) obra editada por vez primera en 1664, y que alentaba la plantación en Inglaterra de especies forestales maderables para servir a las crecientes necesidades de la Armada Británica.

contaminación del aire que jamás se haya escrito” (Martín y González, 2002, p. 33).

Hasta el siglo XIX, la visión dominante del mundo era fundamentalmente teleológica basada en el concepto de la Gran Cadena del Ser, la cual explicaba todo lo existente en el universo de acuerdo con la idea de la divina providencia, y la idea de la creación de la Tierra por Dios para el hombre. Se basaba en que las especies habrían sido creadas cada una por separado, la tierra era el centro del universo, y el tiempo y el espacio tenían límites. El materialismo desplazó a la tierra del centro del universo, estableció que el tiempo y el espacio eran infinitos y, por último, aseguró que los seres humanos tienen un antecesor común con los simios y son una rama del mismo árbol evolutivo. El avance científico iba apartando cada vez más a Dios del mundo material pasando a ocupar los intermundos que no tienen nada que ver con el mundo de las cosas materiales, imponiendo la interdependencia de los seres humanos y de la naturaleza durante todo el proceso de evolución y haciendo imposible sostener que los seres humanos somos dominadores, o supremos, que ocupan en la Cadena del Ser una posición inalterable, en la mitad de un continuo que va desde los organismos inferiores hasta los ángeles más altos.

Charles Darwin: La concepción materialista de la naturaleza

En octubre de 1838, es decir, quince meses después de haber empezado mi indagación sistemática, estaba leyendo yo para distraerme lo escrito por Malthus sobre La Población, y, estando bien preparado para apreciar la lucha por la existencia que tiene lugar en todas partes, gracias a la prolongada observación de los hábitos de los animales y las plantas, se me ocurrió de repente que, en estas circunstancias, las variaciones favorables tenderían a verse preservadas, y las desfavorables a ser destruidas. El resultado de esto sería la formación de nuevas especies. Tenía por fin, así pues, una teoría con la que trabajar. Pero me preocupaba tanto evitar los prejuicios que decidí no escribir por algún tiempo ni el más breve bosquejo de tal teoría. Hasta junio de 1842 no me permití la satisfacción de escribir un resumen muy breve de la misma en 35 páginas que, durante el verano de 1844, amplié hasta componer 230 páginas que hice copiar fielmente y que todavía poseo.

Charles Darwin
Sobre el origen de las especies

Así relataba Charles Darwin⁶ cómo había nacido uno de los libros más famosos de la historia: *Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural*, presentado en 1858 y publicado al año siguiente de 1859, veinte años después de haber formulado, por lo menos en su mente, la revolucionaria y sacrílega teoría, según la cual las especies evolucionaban según una variación aleatoria y de selección natural.

En los días de Darwin, la ideología dominante respecto al mundo natural era basada en la noción de la providencia divina. Una “Escala de la Naturaleza” o “Cadena del Ser”, que daba por supuesto que no solo que existía una delicada escala de gradación de la naturaleza,

6 Charles Robert Darwin (Shrewsbury, 12 de febrero de 1809 - Down House, 19 de abril de 1882) fue un naturalista inglés, reconocido por ser el científico más influyente (y el primero, compartiendo este logro de forma independiente con Alfred Russel Wallace) de los que plantearon la idea de la evolución biológica a través de la selección natural, justificándola en su obra *El origen de las especies* (1859) con numerosos ejemplos extraídos de la observación de la naturaleza.

que ascendía hasta conducir a los seres humanos, sino también la inmutabilidad de las especies, todas las cuales las había creado Dios originalmente por separado. Esta escala era esencialmente estática. Una suposición común era que los seres humanos, aunque no estaban muy por debajo de los ángeles más inferiores, se encontraban de hecho en el centro de la escala, y que los ángeles superiores estaban tan por encima de los humanos como éstos en relación con los organismos inferiores.

El materialismo del siglo XVIII y principios del XIX adoptaba dos formas relacionadas entre sí: el materialismo mecanicista y el panteísta. Ambas teorías tenían en común su repudio (en grado mayor o menor) a los principios divinos en la naturaleza. Un ejemplo clásico de una versión panteísta del materialismo se encontraría en el gran biólogo francés Georges Louis Leclerc, Conde de Buffon⁷ (1707-1788), quien consideraba que la naturaleza toda estaba compuesta por moléculas orgánicas de modo que la naturaleza, en su conjunto, se convertía no en una máquina gigantesca, sino en un vasto organismo, que podría explicarse sin recurrir a un Dios trascendental.

La exposición que hiciera Darwin de la naturaleza se derivaba de su materialismo fundamental. Representaba al mismo tiempo la muerte de la teleología (como resaltara Marx) y el desarrollo de una perspectiva no antropocéntrica. Puede decirse que la moderna ecología se complementa sobre la base de la obra de Darwin, ayudada por los descubrimientos de otros científicos, como el gran químico agrícola Justus von Liebig⁸, quien hacía hincapié en la circulación de los nutrientes del suelo y su relación con el metabolismo animal.

En los tiempos de Darwin, el materialismo solía asociarse no sólo con el ateísmo, sino también con la ideología de la Francia revolucionaria. Existían en Gran Bretaña leyes sobre la blasfemia y los actos de sedición, dirigidas contra los librepensadores radicales. Entre 1837 y 1842, los periódicos estaban llenos de las sonadas actividades de los

7 Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (Montbard, Francia, 7 de septiembre de 1707 - París, 16 de abril de 1788) fue un naturalista, botánico, biólogo, cosmólogo, matemático y escritor francés.

8 Justus von Liebig (Darmstadt, 12 de mayo de 1803 - Múnich, 18 de abril de 1873) fue un químico alemán, considerado uno de los pioneros en el estudio de la química orgánica.

cartistas⁹, los owenistas¹⁰ y otros grupos que adoptaban el materialismo por la causa de la reforma social. Había también en Londres núcleos de materialistas radicales, especialmente en los círculos médicos, que se adherían a las ideas evolucionistas, pero cuyas opiniones eran anatema para Darwin debido a su carácter extremadamente contrario a la Iglesia y el Estado. En la obra más radical de Darwin, *Expresión de las emociones en el hombre y los animales* (1872), literalmente aniquilaba la tradicional interpretación antropocéntrica de la creación de las bestias, a las que se consideraba insalvablemente separadas de los seres humanos por carecer de inteligencia, así como por el supuesto hecho de que la tierra y todas sus criaturas las había creado Dios para el hombre. En opinión de Darwin toda la vida animada estaba unida por un conjunto común de relaciones materiales y de leyes evolutivas. Se trataba del materialismo, y Darwin lo sabía. Pero el suyo era un naturalismo que humanizaba la naturaleza tanto como naturalizaba al hombre.

Las cuatro leyes informales de la ecología

Las implicaciones más generales de esto, y la importancia del materialismo para el desarrollo del pensamiento ecológico, pueden entenderse más claramente desde la perspectiva ecológica contemporánea si se consideran las cuatro leyes informales de la ecología, bien conocidas, que formuló Barry Commoner¹¹. Son estas:

1. Todo está relacionado con todo lo demás
2. Todas las cosas van a parar a algún sitio
3. La naturaleza sabe más
4. Nada procede de la nada

9 El cartismo (*Chartism* en inglés) fue un movimiento popular radical que surgió en Reino Unido desde 1838 hasta 1848 y que expresaba la agitación de la clase obrera, debido a los cambios derivados de la Revolución Industrial, la coyuntura económica y las leyes promulgadas por el Parlamento británico.

10 Owenismo es una corriente del socialismo basada en las ideas de Robert Owen, que se desarrolló en Gran Bretaña y en Estados Unidos entre 1820 y 1870, y cuya influencia se extendió fuera del ámbito anglosajón.

11 Barry Commoner (n. 28 de mayo de 1917; f. 30 de septiembre de 2012) fue un biólogo estadounidense, profesor universitario, ecosocialista y activista político comprometido de izquierdas, antifascista y crítico de los movimientos que consideraba *pseudoecologistas*. Fue candidato a presidente de los Estados Unidos por el Partido de la Ciudadanía. Se le considera el fundador del movimiento ambientalista en el mundo.

Las dos primeras y la última eran destacados principios de la física de Epicuro (Libro I de Lucrecio, *De Rerum Natura*), un intento de presentar la filosofía epicúrea en forma poética. La tercera parece implicar un determinismo teleológico naturalista, pero en el contexto que la formula Commoner, es en el sentido de que la evolución sabe más, esto es, en el curso de la evolución las especies se han adaptado al medio en el que viven mediante un proceso de selección natural. Atendiendo esta perspectiva, debemos proceder con extrema precaución al llevar a cabo cambios ecológicos, y reconocer que, “si introducimos nuevas sustancias químicas sintéticas, que no son producto de una larga evolución, estamos jugando con fuego” (Martín y González, 2002, p. 36).

La perspectiva ecológica requiere de una perspectiva materialista y dialéctica. Un naturalista debe ver la evolución como un proceso natural abierto y sujeto a contingencias, que obedece a explicaciones racionales. La dialéctica reconoce que los organismos no solo se adaptan a su medio; también lo afectan y lo cambian. La relación es recíproca.

Los sociólogos del medio ambiente han condenado tradicionalmente al pensamiento social clásico (fundamentalmente del siglo XIX) que niega la prioridad de la naturaleza y la considera como perteneciente al mundo productivo humano, reflejando un antropocentrismo radical, una instrumentalización de la naturaleza, y una falta de consideración de los límites. Los sociólogos, en general, se adhieren a la gran tradición clásica procedente de Marx, Durkheim¹² y Weber¹³ mientras que los medioambientalistas la rechazan como una tradición que se ha desarrollado como si la naturaleza no contase.

Las teorías clásicas fueron desarrolladas en el contexto de la transición del feudalismo al capitalismo, la escolástica medieval y la ciencia moderna, razones por las cuales la comprensión de la relación humana con la naturaleza estaba, obligatoriamente, vinculada a la transición de un sistema social a otro.

12 Émile Durkheim (Épinal, Lorena, 15 de abril de 1858 - París, 15 de noviembre de 1917) fue un sociólogo, pedagogo y filósofo francés. Estableció formalmente la sociología como disciplina académica y, junto con Karl Marx y Max Weber, es considerado uno de los padres fundadores de dicha ciencia.

13 Max Weber (1864-1920) fue un sociólogo, filósofo, jurista y economista alemán, cuyas ideas influenciaron notablemente tanto la teoría como la investigación social. Su contribución a la sociología es inmensa y continúa influyendo en las mentes intelectuales, por lo cual se le considera como el padre de la sociología moderna.

La reconstrucción del pensamiento social que siguió a la II Guerra Mundial significó una tendencia a desarrollar argumentos constructivistas, que degradaron las relaciones con el medio físico-natural adoptando una visión triunfalista del hombre sobre la naturaleza. Los seres humanos se convirtieron en *homo faber*¹⁴, no en un sentido prometeico revolucionario sino en lo que se redefinió como prometeísmo tecnológico (prefigurado por Proudhon¹⁵ en el siglo XIX). La lucha mitológica en torno al “fuego” dejaba de representar una lucha revolucionaria sobre la relación humana con la naturaleza y la constitución del poder y pasó a ser en cambio, simplemente, un símbolo del inacabable triunfo tecnológico (Martín y González, 2002, p. 42).

El marxismo tiene ventaja al tratar todos estos temas porque se basa en una teoría de la sociedad que es materialista, no sólo en el sentido de hacer hincapié en las condiciones material-productivas de las sociedades precedentes, y en el modo en que sirvieron para delimitar las posibilidades y la libertad humanas, sino también porque en Marx y en Engels¹⁶ nunca perdió de vista la relación de estas condiciones materiales con la historia natural, con una concepción materialista de la naturaleza. Así pues, el marxismo apunta a la necesidad de un materialismo ecológico, o a una concepción dialéctica de la historia natural; el pensamiento social de Marx está inextricablemente relacionado con una visión ecológica del mundo (Martín y González, 2002, p. 45).

Las ideas ecológicas de Marx muestran una profunda comprensión filosófica de la concepción materialista de la naturaleza. Así, desde sus primeros años (por ejemplo, en los *Manuscritos económicos y filosóficos* de 1844)¹⁷ analizó la alienación humana de la naturaleza de una forma ecológicamente sensible, reforzada por su inte-

14 *Homo faber* es una locución latina que significa “el hombre que hace o fabrica”. Se usa principalmente en contraposición a *Homo sapiens*, la denominación biológica de la especie humana; locución también latina que significa “el hombre que sabe”.

15 Pierre-Joseph Proudhon (Besançon, 15 de enero de 1809 - Passy, 19 de enero de 1865) fue un filósofo, político y revolucionario anarquista francés y, junto con Bakunin, Kropotkin y Malatesta, uno de los padres del movimiento anarquista histórico y de su primera tendencia económica, el mutualismo.

16 Friedrich Engels (Barmen-Elberfeld, Prusia; 28 de noviembre de 1820 - Londres; 5 de agosto de 1895) fue filósofo, politólogo, sociólogo, antropólogo, historiador, periodista, y teórico revolucionario comunista y socialista alemán. Era amigo y colaborador de Karl Marx. De él dijo Engels: “Al lado de Marx siempre toqué el segundo violín”.

17 Op. cit.

rés respecto a la subsistencia humana y a la relación con el suelo, así como por toda la problemática de la agricultura capitalista generada por la división antagónica entre la ciudad y el campo.

Marx: La alienación respecto a la naturaleza y el trabajo

En su obra *Manuscritos económicos y filosóficos*, Marx trata el tema de la alienación del trabajador con respecto al trabajo, es decir:

1. El objeto de su trabajo
2. El proceso del trabajo
3. El ser humano como especie, y
4. La mutua relación

El concepto que Marx tenía de la alienación respecto al trabajo, es inseparable de la alienación en la que los seres humanos se encuentran en relación con su naturaleza interna tanto como con la externa. Decir que la vida mental y física del hombre está vinculada a la naturaleza simplemente significa que la naturaleza está vinculada a sí misma, puesto que el hombre es parte de la naturaleza. A partir del momento en que Marx escribiera los *Manuscritos económicos y filosóficos*, y durante el resto de su vida, siempre trató a la naturaleza como una extensión del cuerpo humano (es decir, el cuerpo inorgánico de la humanidad) ya que la relación humana con la naturaleza estaba mediada a través de la producción y las herramientas. Siguiendo este argumento, los seres humanos producen su propia relación con la naturaleza al producir sus medios de subsistencia. La naturaleza, por lo tanto, adquiere un sentido práctico para la humanidad en gran parte como resultado de una actividad vital (Martín y González, 2002, pp. 120-121).

El concepto que Marx tenía de la alienación de la naturaleza no era más abstracto que su noción de la alienación del trabajo. Ambos se fundamentan en el gran empuje político-económico de la sociedad capitalista. La alienación del trabajo era un reflejo del hecho de que el trabajo había llegado a reducirse a la condición de mercancía, gobernada por las leyes de la oferta y la demanda. Como ya habían

puntado los economistas políticos clásicos, como Smith¹⁸, Malthus, Ricardo¹⁹ y James Mill²⁰, la proletarianización del trabajo provenía de la transformación de la relación humana con la tierra. Sin embargo, la relación con la tierra estaba transformándose gracias a lo que Adam Smith había denominado la acumulación primitiva, que incluía la privatización de las tierras comunales, el surgimiento de los grandes latifundios y el desplazamiento del campesinado. Para Marx, la propia dominación de la tierra adquiriría un significado complejo y dialéctico que se derivaba del concepto que él tenía de alienación. Significaba el dominio sobre la tierra por aquellos que monopolizaban los terrenos, y con ello las fuerzas elementales de la naturaleza, como el dominio de la tierra y de la materia no viviente (que representaba el poder del terrateniente y del capitalista) sobre la inmensa mayoría de los seres humanos (Martín y González, 2002, p. 122).

Por lo tanto, la alienación de la tierra, y en consecuencia su dominio sobre la mayor parte de la humanidad, era un elemento esencial de la propiedad privada y había existido en la forma de la propiedad de la tierra en el feudalismo (que había sido la raíz de la propiedad privada) antes del surgimiento del capitalismo. Pero es la sociedad burguesa la que lleva a la perfección esta dominación de la tierra (y a través de la dominación de la tierra, la dominación de la humanidad) y, mientras aparentemente se opone al sistema basado en los bienes raíces, llega a depender de él en la fase clave de su desarrollo. Por lo tanto, “la propiedad de la tierra a gran escala arroja a una abrumadora mayoría de la población en brazos de la industria y reduce a sus propios trabajadores a la total miseria”.

En 1843, Karl Marx, en su libro *Sobre la cuestión judía*²¹, manifestaba que la visión de la naturaleza que ha surgido bajo el régimen de la propiedad privada y del dinero es un verdadero desprecio y practica la degradación de la naturaleza misma. En este sentido,

18 Adam Smith (Kirkcaldy, bautizado el 16 de junio de 1723 - Edimburgo, 17 de julio de 1790) fue un economista y filósofo de la Ilustración escocesa, considerado uno de los mayores exponentes de la economía clásica y de la filosofía de la economía.

19 David Ricardo (Londres, 18 de abril de 1772 - Gatcombe Park, 11 de septiembre de 1823) fue un economista inglés de origen judío sefardí-portugués, miembro de la corriente de pensamiento clásico económico y uno de los más influyentes junto a Adam Smith y Thomas Malthus.

20 James Mill, nacido como James Milne (Northwater Bridge, Angus; 6 de abril de 1773 - Londres; 23 de junio de 1836) fue un historiador, economista, politólogo y filósofo escocés.

21 Op. cit.

afirma Thomas Müntzer²² que “es intolerable que todas las criaturas se hayan convertido en propiedad: los peces que hay en las aguas, los pájaros que vuelan en el aire, las plantas que crecen en la tierra, todos los seres vivos deben ser libres”. En este punto, Marx se inspira en el líder revolucionario de la gran Guerra Campesina que tuvo lugar en Alemania a principios del siglo XVI, que consideró que la transformación de las especies en tan diversas formas de propiedad era un ataque tanto a la humanidad como a la naturaleza. Marx consideraba que esta alienación de la naturaleza, descrita por Müntzer, se expresaba a través del fetichismo del dinero. Por lo tanto, es el dinero el que ha privado al mundo entero de su valor específico. Sin embargo, no era solamente en relación con la agricultura y las grandes propiedades donde se producía un antagonismo entre el sistema de la propiedad privada y la naturaleza. También se podía apreciar una degradación ecológica, según manifestaba Marx en sus *Manuscritos económicos y filosóficos*, en la contaminación universal que se está originando en las grandes ciudades, hasta tal punto en que la luz, el aire, la limpieza, no llegaban ya a formar parte de la existencia del hombre; por el contrario, la oscuridad, el aire contaminado y las aguas residuales no tratadas constituían su medio ambiental material. La alienación de la humanidad y de la naturaleza tenían como resultado no sólo la renuncia al trabajo creativo, sino también la renuncia a los elementos esenciales de la vida misma (Martín y González, 2002, p. 123).

El metabolismo de la naturaleza

Fue en *El Capital*²³ donde la concepción materialista marxista de la naturaleza se integró plenamente en su concepción materialista de la historia. Marx emplea el concepto de metabolismo (*stoffwechsel*)

22 Thomas Müntzer (Stolberg (Harz), Sajonia-Anhalt, 1489 - Mühlhausen, Turingia, 27 de mayo de 1525) fue un predicador alemán, teólogo radical partidario de la Reforma. Inicialmente seguidor de Lutero, se opuso a los compromisos de este con la autoridad feudal y mantuvo con él una importante polémica política y teológica. Su oposición a este y a la Iglesia católica le llevó a cuestionar la autoridad tardo-feudal en la Alemania central. Müntzer defendió la liberación violenta de los campesinos e intentó implementar sus ideas de un orden social justo. Participó como caudillo revolucionario en la guerra de los campesinos alemanes, donde fue capturado, torturado y decapitado.

23 Op. cit.

para definir el proceso que tiene lugar entre el hombre y la naturaleza encontrando que había surgido una fractura irreparable en este metabolismo como consecuencia de las relaciones de producción capitalistas y la separación antagonista entre ciudad y campo. Este marco conceptual era importante porque permitió a Marx enlazar su crítica de los tres principales puntos en los que hacía hincapié la economía política burguesa (Martín y González, 2002, pp. 220-221):

1. El análisis de la extracción del producto excedente del productor directo;
2. La teoría, con ello relacionada, de la renta capitalista del suelo; y
3. La teoría malthusiana de la población, que conectaba la una con la otra.

El concepto marxista de la fractura metabólica en la relación entre la ciudad y el campo, entre los seres humanos y la tierra, permite penetrar hasta las raíces de lo que los historiadores han llamado a veces la segunda revolución cultural y la crisis de la agricultura que estuvo relacionada con ella, lo que le permitió desarrollar una crítica de la degradación medioambiental que anticipaba gran parte del pensamiento ecológico actual.

Analíticamente, la crítica que hace Marx de la agricultura capitalista pasa por dos etapas:

1. La crítica de Malthus y Ricardo (crítica en la que desempeñó un papel fundamental el análisis de James Anderson), y
2. Una consideración de la segunda revolución agrícola y de las implicaciones de la química del suelo, de Justus van Liebig, que obligaron a Marx a analizar las condiciones sobre las que debería sustentarse una relación sostenible con la tierra.

Marx mantuvo siempre su crítica a las ideas malthusianas sobre la población. Como afirmaría Marx en los *Grundrisse* (1857-1858)²⁴ lo que aquí se debatía era el problema histórico y teórico, extraordinariamente complejo, de las condiciones en las que se da la reproducción de los seres humanos pero que tiene lugar en diversidad de situaciones, en diferentes formaciones sociales y en distintas épocas

históricas. Según Marx, la teoría de Malthus, era significativa por dos razones: en primer lugar, porque ofrece una expresión brutal desde el punto de vista del capital; y, en segundo lugar, porque afirma el hecho de la superpoblación en todas las formas de sociedad. Aun cuando Marx no negaba la existencia de superpoblación en las sociedades anteriores, estaba en contra de la negativa de Malthus a considerar las diferencias que adoptaba en distintas formaciones sociales y en distintas fases del desarrollo histórico, y de la reducción que éste hacía de todos los diferentes casos a una única relación numérica basada en una ley natural inmutable. De manera específica, al reducir todas las cuestiones de la reproducción a dos ecuaciones, una para las plantas y los animales utilizados para la subsistencia humana, y cuya tasa de crecimiento, insistía Malthus, era aritmética, y otra para los seres humanos, cuya población, según Malthus, tendía a crecer (si no se controlaba) en progresión geométrica, en opinión de Marx, Malthus incurría en errores lógicos e históricos. Pero, para Marx, la cuestión tenía que concebirse de manera más general, y está relacionada con la mediación social a través de la cual el individuo tiene acceso a los medios de su reproducción y los crea; está relacionada, por lo tanto, con las condiciones de producción y con sus relaciones con éstas. La superpoblación bajo el capitalismo no estaba determinada, en consecuencia, por la simple existencia de un excedente de población relativo de trabajadores en busca de empleo y, con ello, de medios de subsistencia; sino, de manera más fundamental, por las relaciones de producción que hacían necesaria para el sistema la continuada existencia de ese relativo excedente de población (Martín y González, 2002, pp. 222-223).

Las revoluciones agrícolas

La fertilidad del suelo en la agricultura de Europa y de América del Norte y los grandes avances en la edafología en los tiempos de Marx, permitieron a Marx transformar este enfoque histórico en la cuestión de la mejora de la agricultura en una crítica ecológica de la agricultura capitalista. Estas observaciones hechas por Liebig y por Marx sirven para subrayar lo que algunos historiadores de la agricultura han denominado como la segunda y la tercera revolución agrícolas. La primera revolución fue un proceso gradual a lo largo de varios

siglos, en relación con los cercados y con el creciente centralismo del mercado. Los cambios técnicos que se produjeron comprenden mejoras en el abono con estiércol, la rotación de las cosechas, el drenaje y la gestión de las explotaciones ganaderas. La segunda revolución agrícola se habría producido durante un período más breve (1830-1880) y se caracterizó por el crecimiento de la industria de los fertilizantes y el desarrollo de la química de los suelos, que se asocia en particular con la obra de Liebig. La tercera revolución agrícola tuvo lugar más tarde todavía, en el siglo xx, y ha implicado la sustitución, en las exploraciones, de la tracción animal por la tracción mecánica, seguida de la concentración de los animales para su engorde masivo, todo ello unido a la alteración genética de determinadas plantas (produciendo monocultivos más limitados), y el uso más intensivo de productos químicos añadidos, tales como los fertilizantes y los pesticidas (Martín y González, 2002, pp. 230-231).

Así pues, la crítica que hace Marx de la agricultura capitalista y su contribución al pensamiento ecológico en este campo deben entenderse en el contexto de la segunda revolución industrial que tenía lugar en su época. El comienzo de esta revolución guarda una estrecha relación con los orígenes del pensamiento de Marx. Ya en 1844, en su *Esbozo de una crítica de la economía política*²⁵, se había referido Engels a la revolución científica asociada con Liebig como una razón de por qué los miedos malthusianos acerca de la escasez de alimentos para una población creciente estaban fuera de lugar. En un primer momento, Marx y Engels, como muchos otros observadores de la época, incluido el propio Liebig, reaccionaron ante esta revolución agrícola llegando a la conclusión de que, en el futuro inmediato, el progreso agrícola podría dejar atrás a la propia industria.

Durante el siglo xix, la preocupación medioambiental de la sociedad capitalista mundial era la disminución de la fertilidad del suelo, la creciente contaminación de las ciudades, la deforestación de continentes enteros y los miedos malthusianos de superpoblación. En las décadas de 1820 y 1830, las preocupaciones por el agotamiento del suelo produjeron pánico financiero y, en consecuencia, un tremendo aumento de la demanda de fertilizantes. Los agricultores europeos de la época saquearon los campos de batalla de Waterloo y Austerlitz y, según se dice, desenterraron catacumbas, tan desespe-

25 Ob. cit.

rados estaban por conseguir huesos que esparcir sobre sus campos. El valor de las importaciones de huesos ascendió vertiginosamente en Gran Bretaña, pasando de 14.400 libras en 1823 a 254.600 libras en 1837. El primer barco que transportaba guano peruano (excrementos de aves marinas acumulados) llegó a Liverpool en 1835; para 1841 se habían importado 1.700 toneladas y, para 1847, 220.000. En 1840, Liebig publicó su libro *La química orgánica y sus aplicaciones a la agricultura y la fisiología* (conocido como su *Química agrícola*), que proporcionaba la primera explicación científica del papel que desempeñaban los nutrientes del suelo, tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, en el crecimiento de las plantas. Una de las figuras en las que más influyeron las ideas de Liebig (a la vez que un rival cuyos descubrimientos desafiaban a los del propio Liebig) fue el rico terrateniente y agrónomo inglés J. B. Lawes²⁶. En 1842, Lawes inventó el medio de hacer el fosfato soluble, lo que le permitió desarrollar el primer fertilizante agrícola, y en 1843 construyó una fábrica para la producción de sus nuevos “superfosfatos” (Martín y González, 2002, pp. 232-233).

El imperialismo guanero

Al ver bloqueado el acceso fácil y económico al guano (rico tanto en nitrógeno como en fosfatos), como consecuencia del monopolio británico sobre el suministro del guano peruano, los EEUU –primero de manera no oficial y luego como parte de una política estatal deliberada– emprendieron la anexión imperial de todas las islas a las que creían ricas en este fertilizante natural. Amparados por la llamada Ley de Islas del Guaneras²⁷ (*Guano Islands Act*), aprobada por el Congreso en 1856, los capitalistas estadounidenses se apoderaron, entre 1856 y 1903, de noventa y cuatro islas, islotes y cayos de todo el mundo, sesenta y seis de los cuales obtuvieron el reconocimiento oficial del Departamento de Estado como dependencias de los Estados

26 Sir John Bennet Lawes (28 de diciembre de 1814 - 31 de agosto de 1900) fue un empresario y científico agrícola inglés. Fundó una granja experimental en su casa en Rothamsted Manor que finalmente se convirtió en Rothamsted Research, donde desarrolló un superfosfato que marcaría los inicios de la industria de los fertilizantes químicos (Bellamy Foster, 2000).

27 Ver la primera nota al pie en el prólogo.

Unidos. En los últimos diez años los buques británicos y norteamericanos han explorado todos los mares, y no hay una isleta o una costa que haya escapado a su búsqueda de guano. Nueve de estas islas del guano siguen siendo hoy posesiones de los EEUU. Sin embargo, el imperialismo guanero no tuvo éxito en proporcionar a este país la cantidad y la calidad de fertilizante natural que necesitaba (Martín y González, 2002, pp. 234-235). Los abonos nitrogenados sintéticos no se desarrollaron hasta 1913, cuando el químico alemán Fritz Haber²⁸ inventó el procedimiento de su obtención.

Crítica de Marx a la agricultura capitalista

Las dos principales exposiciones que hace Marx de la agricultura capitalista terminan con la explicación de cómo la industria a gran escala y la agricultura a gran escala se combinaban para empobrecer el suelo y al trabajador. Según Marx (Martín y González, 2002, p. 240):

El latifundio reduce la población agraria a un mínimo siempre decreciente y la sitúa frente a una creciente población industrial hacinada en grandes ciudades. De este modo da origen a unas condiciones que provocan una fractura irreparable en el proceso interdependiente del metabolismo social, metabolismo que prescriben las leyes naturales de la vida misma. El resultado de esto es un desperdicio de la vitalidad del suelo, que el comercio lleva mucho más allá de los límites de un solo país. (Liebig) ... La industria a gran escala y la agricultura a gran escala explotada industrialmente tienen el mismo efecto. Si originalmente pueden distinguirse por el hecho de que la primera deposita desechos y arruina la fuerza de trabajo, y por tanto la fuerza natural del hombre, mientras que la segunda hace lo mismo con la fuerza natural del suelo, en el posterior curso del desarrollo se combinan, porque el sistema

28 Fritz Haber (Breslau, Prusia —ahora Breslavia, Polonia—; 9 de diciembre de 1868 - Basilea, Suiza; 29 de enero de 1934) fue un químico alemán, galardonado con el Premio Nobel de Química de 1918 por desarrollar la síntesis del amoníaco, mediante el proceso con su nombre, importante para fertilizantes y química. Haber, junto con Max Born, propuso el ciclo de Born-Haber como un método para evaluar la energía reticular de un sólido iónico. También ha sido descrito como el "padre de la guerra química" por su trabajo sobre el desarrollo y despliegue del gas dicloro (antiguamente cloro) y otros gases venenosos durante la Primera Guerra Mundial.

industrial aplicado a la agricultura también debilita a los trabajadores del campo, mientras que la industria y el comercio, por su parte, proporcionan a la agricultura los medios para agotar el suelo (Marx, 1998, tomo III, pp. 949-950).

Y añade:

La producción capitalista congrega a la población en grandes centros, y hace que la población urbana alcance una preponderancia siempre creciente. Esto tiene dos consecuencias. Por una parte, concentra la fuerza motriz histórica de la sociedad; por otra, perturba la interacción metabólica entre el hombre y la tierra, es decir, impide que se devuelvan a la tierra los elementos constituyentes consumidos por el hombre en forma de alimentos y ropa, e impide por lo tanto el funcionamiento del eterno estado natural para la fertilidad permanente del suelo ... Pero, al destruir las circunstancias que rodean al metabolismo ... obliga a su sistemática restauración como ley reguladora de la producción social, en una forma adecuada al pleno desarrollo de la raza humana ... Todo progreso en la agricultura capitalista es un progreso en el arte, no de robar al trabajador, sino de robar al suelo; todo progreso en el aumento de la fertilidad del suelo durante un cierto tiempo es un progreso hacia el arruinamiento de las fuentes duraderas de esa fertilidad ... La producción capitalista, en consecuencia, solo desarrolla la técnica y el grado de combinación del proceso social de producción socavando simultáneamente las fuentes originales de toda riqueza: el suelo y el trabajador (Marx, 1998, tomo I, 637-638).

El factor común de estos dos pasajes de Marx es el fundamental concepto teórico de la fractura en la interacción metabólica entre el hombre y la tierra, es decir, el metabolismo social que prescriben las leyes naturales de la vida, mediante el robo de sus elementos constituyentes al que se somete al suelo, y que requiere su sistemática restauración. Esta contradicción se desarrolla mediante el simultáneo crecimiento de la industria a gran escala y la agricultura a gran escala bajo el capitalismo, proceso en el que la primera proporciona a la segunda los medios para la exploración intensiva del suelo.

El término metabolismo se introdujo ya en 1815 y lo adoptaron los fisiólogos alemanes durante las décadas de 1830 y 1840 para referirse primordialmente a los intercambios materiales que se producen dentro del cuerpo humano en relación con la respiración. Pero adquirió una aplicación más amplia (y se generalizó por lo tanto más) al utilizarlo Liebig en 1842, en su *Química Animal*²⁹ la gran obra que siguió a la *Química Agrícola*³⁰, publicada en 1840. En el *Anti-Dühring*³¹ (1877- 1878) Engels señala el extenso uso del concepto de metabolismo durante estas décadas: uso que no cabe atribuir a ningún pensador en singular, aun cuando Liebig desempeñara claramente un importante papel. El hecho de que “el metabolismo”, o “el intercambio material orgánico –dice Engels– sea el fenómeno más general y característico de la vida se ha repetido innumerables veces a lo largo de los últimos treinta años por parte de los químicos fisiológicos y de los fisiólogos químicos”. Un componente esencial del concepto de metabolismo ha sido siempre la noción de que éste constituye la base sobre la que se sustenta la compleja red de interacciones necesaria para la vida, y sobre la que se hace posible el crecimiento. Marx utilizó el concepto de “fractura” abierta en la relación metabólica entre los seres humanos y la tierra para denotar el extrañamiento material de los seres humanos, dentro de la sociedad capitalista, en relación con las condiciones naturales que constituyen la base de su existencia, lo que él denominaba “las sempiternas condiciones de la existencia humana impuestas por la naturaleza”. Insistir en que la sociedad capitalista a gran escala ha creado esta fractura metabólica entre los seres humanos y el suelo era considerar que se habían violado las condiciones de la sostenibilidad impuestas por la naturaleza. “La producción capitalista –observa Marx– sólo repara en la tierra después de que sus efectos la hayan agotado, y tras haber devastado sus cualidades naturales”. Además, esto podía verse no sólo en relación con el suelo, sino también en la relación de antagonismo

29 Op. cit.

30 Op. cit.

31 *Anti-Dühring* (en alemán: *Herr Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft*, “La revolución de la ciencia del Sr. Eugen Dühring”) es un libro de Friedrich Engels, publicado por primera vez en Alemania, en 1878, aunque anteriormente se había publicado por entregas en el periódico *Vorwärts*. Hubo dos publicaciones más en alemán en vida del autor. Fue parcialmente publicado en 1880, en Francia, como *Del socialismo utópico al socialismo científico*.

existente entre la ciudad y el campo. Para Marx, como para Liebig, el hecho de que no se le devolvieran al suelo los nutrientes que se habían sacado de él en forma de alimentos y de fibras tenía su contrapartida en la contaminación de las ciudades y en la irracionalidad de los modernos sistemas de alcantarillado. En el tomo III de *El Capital* hace la observación de que “en Londres ... no pueden hacer nada mejor con los excrementos que producen cuatro millones y medio de personas que contaminar con ellos el Támesis, con un coste monstruoso”. Engels no fue menos explícito en este punto. Refiriéndose, en el problema de la vivienda, a la necesidad de trascender la división antagónica del trabajo entre la ciudad y el campo, alude, siguiendo a Liebig, al hecho de que “sólo en Londres, una mayor cantidad de estiércol de la que produce todo el Reino de Sajonia se vierte todos los días al mar con un gasto de enormes sumas”. Se hacía en consecuencia necesario, argumentaba, restablecer “una íntima conexión entre la producción industrial y la agrícola”, junto con “una distribución de la población por todo el país lo más uniforme posible” (argumento que Marx y Engels habían utilizado en el *Manifiesto Comunista*). En el tomo III de *El Capital*, Marx era categórico en su insistencia de que “los excrementos producidos por el metabolismo humano natural, junto con los desechos de la producción industrial y del consumo, tenían que ser devueltos al suelo, como parte de un ciclo metabólico completo” (Martín y González, 2002, pp. 251-252).

Del siguiente párrafo se dice que representa en esencia toda la crítica que hace Marx del carácter alienado de la sociedad burguesa (Martín y González, 2002, p. 246):

No es la unidad de la humanidad viviente y activa con las condiciones naturales, inorgánicas del intercambio metabólico con la naturaleza, y por tanto de la apropiación humana de ésta, lo que requiere explicación, o es el resultado de un proceso histórico, si no, antes bien, la separación que se produce entre estas condiciones inorgánicas de la existencia humana y esta existencia activa, una separación que se postula completamente tan sólo en la relación del trabajo asalariado y el capital (Marx, 1973, p. 489).

Marx conservacionista

Alee Nove³² ha afirmado que Marx creía que el problema de la producción se había resuelto gracias al capitalismo, y que la futura sociedad de productores asociados no tendría que tomarse en serio el problema de la distribución de los recursos escasos, lo que también implicaba que no habría necesidad de un socialismo ecológicamente consciente. De esta manera acusa a Marx de tener una visión excesivamente optimista de las condiciones que existirían en la sociedad postcapitalista, consecuencia del desarrollo de las fuerzas productivas bajo el capitalismo. Según esta interpretación, Marx confiaba tanto en la supuesta abundancia, en su visión de la sociedad futura, que simplemente desaparecían las consideraciones ecológicas tales como la escasez de los recursos naturales y los límites externos a la producción. Sin embargo, en vez de afirmar, como asegura Nove, que los recursos naturales eran para él inagotables, y que la abundancia ecológica estaba sin más asegurada por el desarrollo de las fuerzas de producción capitalistas, Marx dejó testimonio de su insistencia en que el capitalismo se veía acosado por un problema crónico de producción en la agricultura, un problema que se remontaba en última instancia al modo insostenible en que estaba organizada la producción. La agricultura en general, dice Marx, “cuando progresa espontáneamente y no se la controla de manera consciente deja desiertos detrás de sí” (Nove, 1987).

Con respecto a la industria, Marx era consciente de la enorme cantidad de desechos que se generaban y recalca la necesidad de la reducción y reutilización de los residuos, sobre todo en la sección del tomo III de *El Capital* que lleva como encabezamiento “Utilización de los desperdicios de la producción”. Por lo demás, dio toda clase de indicaciones de que estas dificultades seguirían acosando a toda sociedad que intentase construir el socialismo o el comunismo (Martín y González, 2002, p. 260).

Además, no hay sencillamente ninguna indicación, en ningún lugar del ingente corpus intelectual marxiano, de que Marx creyera que con la transición al socialismo sobrevendría automáticamente una relación sostenible con la tierra. Antes bien, recalca la nece-

32 Nacido en San Petersburgo Aleksandr Yakovlevich Novakovsky (1915 - 1994) publicó con el nombre de Alec Nove y fue profesor de economía en la Universidad de Glasgow y un reconocido especialista en historia de la economía rusa y soviética.

sidad de planificación en este terreno, empezando por la adopción de medidas destinadas a eliminar la antagónica división del trabajo entre la ciudad y el campo. Entre estas medidas se incluían la dispersión por igual de la población, la integración de la industria y la agricultura, y el restablecimiento y mejora del suelo, mediante el reciclaje de sus nutrientes. Todo esto requería evidentemente una transformación revolucionaria en la relación humana con la naturaleza. El capitalismo, observa Marx, “crea las condiciones materiales para una síntesis nueva y superior, una unión de la agricultura y la industria sobre la base de formas que se han desarrollado durante el período de su aislamiento antagónico”. Pero, para conseguir esta “síntesis superior”, argumenta, sería necesario que los productores asociados de la nueva sociedad “gobernasen, de un modo racional, el metabolismo humano con la naturaleza”, exigencia que presentaría fundamentales y constantes retos a la sociedad posrevolucionaria (Marx y Engels, 1998).

ANEXO

Más de veinte años después de *La ecología de Marx*

(Entrevista de Roberto Andrés a John Bellamy Foster)

—Hace tiempo que quería entrevistarte sobre un libro que fue decisivo en mi formación intelectual: *La ecología de Marx*. Este libro fue publicado en el año 2000 en inglés e inmediatamente traducido al español e inauguró lo que se conoce como eco-socialismo de segunda generación, que reconoce la concepción ecológica de Karl Marx, a diferencia de la generación anterior. Sin embargo, en los más de veinte años transcurridos, *La ecología de Marx* no sólo abrió un amplio debate, sino que fue objeto de múltiples críticas (no podía ser de otra manera). Más tarde, usted y Paul Burkett, autor de *Marx y la naturaleza* publicaron una anticrítica: *Marx y la Tierra*, donde respondisteis rigurosamente a cada una de esas críticas. Y luego Kohei Saito amplió esta línea de investigación con *El ecosocialismo de Karl Marx*. Todo esto me ha llevado a preguntarme por las respuestas que diste en el año 2000 a diez cuestiones controvertidas que han desconcertado a los analistas del vasto corpus teórico de Marx durante mucho tiempo. Teniendo en cuenta los debates de las dos últimas décadas, ¿respondería usted a estas diez preguntas de la misma manera que lo hizo en el año 2000 con *La ecología de Marx*? Tiendo a creer que, en términos generales, se ha avanzado mucho durante este tiempo en esta línea de investigación. Por eso, me gustaría hacerle una entrevista muy concreta en la que abordara estas diez cuestiones controvertidas, unos veinte años después de la aparición del libro.

—Por supuesto, me complace responder a sus preguntas con respecto a Marx y a mi libro, dos décadas después de su publicación. Mis puntos de vista siguen siendo, en general, los mismos, aunque, naturalmente, se han perfeccionado a lo largo de los años. No obstante, me complace ofrecer algunas aclaraciones.

—¿Por qué escribió Marx su tesis doctoral sobre los antiguos atomistas?

—La cuestión de por qué Marx eligió escribir su tesis doctoral sobre Epicuro ha desconcertado a menudo a los estudiosos y se han ofrecido numerosas explicaciones. Uno de los tratamientos más completos que se refieren a estas diversas interpretaciones se ofrece en el volumen I de *Karl Marx y el nacimiento de la sociedad moderna*, de Michael Heinrich, publicado por primera vez en alemán en 2018. Sin embargo, ninguno de estos relatos es especialmente convincente. La mayoría tiende a buscar un propósito teórico único que empujó a Marx en esta dirección. Por el contrario, creo que el interés de Marx por Epicuro surgió orgánicamente como resultado de los problemas que enfrentó en su propio tiempo histórico y de los desarrollos intelectuales que entonces ocurrían, relacionados con temas como la Ilustración, la crítica de la religión, el materialismo, la dialéctica y la filosofía de Hegel.

Hay que recordar que el epicureísmo fue la primera tradición filosófica que Marx mencionó en cualquiera de sus escritos existentes. Así, en su trabajo de examen del Gimnasio sobre la religión, opuso el cristianismo al epicureísmo, en detrimento de este último. No sabemos hasta qué punto Marx transmitía sus creencias reales en ese examen, ya que daba respuestas que eran esencialmente exigidas en el Gimnasio alemán de la época. Pero sí sabemos que a los 17 años ya pensaba en el epicureísmo. Marx, por supuesto, fue un hijo y luego un crítico de la Ilustración. Tanto su padre, Heinrich Marx, como su futuro suegro Ludwig von Westphalen —que fue su mentor— estaban profundamente imbuidos de elementos del pensamiento ilustrado, que había penetrado, junto con el ejército de Napoleón, en el Tréveris en el que creció Karl. Heinrich Marx admiraba al deísta Voltaire. Westphalen estaba enamorado de las ideas del socialista utópico y materialista Henri de Saint Simon. El laicismo de la Ilustración y la crítica a la religión eran partes importantes de este ambiente.

Entre los pensadores de la Ilustración, desde Francis Bacon hasta Voltaire e Immanuel Kant, Epicuro fue conside-

rado como una figura importante, que inspiró la revolución científica del siglo xvii y el derrocamiento de la escolástica aristotélica. El propio Karl Marx, en su tesis doctoral, representó a Epicuro como el primer resplandor de la perspectiva de la Ilustración en la antigüedad, comparándolo con el semidiós Prometeo. Pero Marx no estaba solo en esto. G. W. F. Hegel, en su *Historia de la Filosofía*, afirmó que “Epicuro... introdujo puntos de vista más ilustrados respecto a lo físico y desterró el miedo a los dioses”. El epicureísmo representó, junto con otras filosofías helenísticas, el desarrollo de la “autoconciencia”, que tuvo una importancia inconmensurable en la visión dialéctica hegeliana. El amigo íntimo de Marx, Karl Friedrich Köppen, escribió en 1840 un libro sobre Federico el Grande (dedicado a Marx) en el que declaraba: “Todas las figuras de la Ilustración están, en efecto, emparentadas con Epicuro en muchos aspectos, así como desde el punto de vista opuesto los epicúreos se han mostrado principalmente como las figuras de la Ilustración de la antigüedad”. Marx, por supuesto, era consciente de que, durante la mayor parte de la historia del cristianismo, el epicureísmo fue perseguido como la principal manifestación del ateísmo (aunque Epicuro no negaba la existencia de los dioses, sólo su relación con el mundo) y de las opiniones anticristianas. Todos los grandes avances de la revolución científica del siglo xvii, como subrayó el propio Marx, estuvieron estrechamente relacionados con el materialismo epicúreo.

Heinrich tiene razón, en mi opinión, al decir que Marx en su tesis doctoral no abordó directamente el conflicto entre el materialismo y el idealismo, y que el materialismo de Epicuro fue importante para Marx principalmente en un principio en términos de crítica de la religión –que es, por supuesto, cómo surgió el materialismo– más que en un sentido estrictamente ontológico. Sin embargo, Marx profundizó más que ningún otro pensador del siglo xix en la filosofía materialista de Epicuro y la trasladó a su obra posterior. Si, como dijo Federico Engels, la disertación de Marx estaba influenciada por la filosofía hegeliana, no era, como también señaló, en sí misma una obra hegeliana, mostran-

do elementos del materialismo filosófico, así como del idealismo filosófico. Marx citó al barón d'Holbach, el principal materialista francés, en su tesis doctoral. Es significativo que mientras trabajaba en su tesis, Marx tradujo gran parte del *De Anima* de Aristóteles. Como nos ha enseñado Ernst Bloch, ésta era la parte más materialista de Aristóteles, dando lugar a lo que Bloch llamó la “izquierda aristotélica”, llevada adelante en el mundo islámico, pero también reconocible en Marx. No hay, creo, ninguna contradicción entre esto y la fascinación de Marx por el epicureísmo.

Lo cierto es que el tratamiento de Marx de la antigua filosofía atomista de la naturaleza le llevó a las raíces de la filosofía materialista. Lo que descubrió, para su sorpresa, como podemos ver en sus Cuadernos sobre la filosofía epicúrea junto con su disertación misma, es el papel del giro y, por tanto, el materialismo no determinista y no mecanicista de Epicuro, que se desvía en este aspecto de Demócrito. También descubrió en Epicuro lo que denominó “dialéctica inmanente”, junto con un énfasis en la libertad humana (aunque no en el sentido de la praxis materialista) y una especie de materialismo sensual o corpóreo, incluso una noción de alienación. El tiempo en Epicuro es, como dijo Lucrecio, *mors immortalis* (muerte sin muerte), lo que se convierte en algo fundamental para el materialismo de Marx. Marx no tenía más que elogios para la ética de Epicuro. Gran parte de esto trascendió la propia tesis doctoral de Marx y tendría un impacto en su obra posterior, en particular con respecto a su concepción materialista de la naturaleza.

—¿Cuáles fueron las raíces de la crítica materialista de Marx a Hegel, dada la naturaleza superficial del materialismo de Ludwig Feuerbach y las insuficiencias filosóficas de la economía política?

—Creo que sería un error considerar el materialismo de Feuerbach como algo simplemente superficial. Puede parecerlo si se lee hoy *La esencia del cristianismo* o si se parte de la crítica posterior de Marx y Engels a Feuerbach en *La*

ideología alemana. Sin embargo, donde Feuerbach influyó principalmente en Marx fue en los dos ensayos del primero, *Tesis principales sobre la reforma de la filosofía* en 1842, y *Principios de la filosofía del futuro* en 1843. Lo que Marx tomó principalmente del análisis de Feuerbach fue un materialismo corpóreo y sensual, ya existente a un nivel más profundo en Epicuro y Lucrecio. Como el materialismo en general, el materialismo de Feuerbach surgió de la crítica a la teología. Trató de invertir la religión volviendo a la humanidad sensual, pero su crítica a Hegel no fue lo suficientemente profunda. Como dijo Marx, la filosofía de Feuerbach era “extremadamente pobre” cuando se la compara con Hegel, y carecía de la perspectiva histórica de Hegel, o de cualquier concepción de la praxis. Como resultado, el materialismo contemplativo de Feuerbach y su concepción de la humanidad terminaron siendo una abstracción vacía, divorciada de la historia y la praxis. Así, Marx tomó principalmente a Feuerbach como punto de partida en el desarrollo de su propio materialismo práctico.

Sin embargo, el materialismo corpóreo y sensual no determinista que Marx tomó de Epicuro y Feuerbach informó su crítica a Hegel, que se desarrolló más plenamente en la última parte de los *Manuscritos económicos y filosóficos* en los que Marx proporcionó su crítica a la Fenomenología de Hegel. Aquí Marx insiste en la base objetiva, sensual, corpórea y material de la existencia humana. Hay una estrecha relación entre esta última parte de los *Manuscritos económicos y filosóficos* y la introducción de Marx de su materialismo corpóreo al principio de *La ideología alemana*. Este es el enfoque de la nueva obra magistral de Joseph Fracchia, *Bodies and Artefacts: Historical Materialism as Corporeal Semiotics*.

—¿Cuál fue la relación de Marx con la Ilustración?

—Como he señalado anteriormente, Marx fue literalmente un hijo de la Ilustración, basándose en los puntos de vista que su padre y Westphalen le transmitieron y en lo que sabemos de sus propios puntos de vista iniciales. Muchos aspectos del pensamiento de la Ilustración prevalecen en

su pensamiento, ya que fue la Ilustración la que dio lugar a la ciencia moderna y al racionalismo. Pero en la medida en que la Ilustración era la forma característica del pensamiento burgués, Marx era también un crítico. También tenemos que reconocer que había diferentes tradiciones dentro de la Ilustración. Marx gravitó hacia las tradiciones más materialistas, así como hacia los puntos de vista dialécticos. Además, era bastante hostil, al igual que la Ilustración alemana en general, al dualismo y al racionalismo de una figura como René Descartes. Por ejemplo, Marx era muy crítico con la reducción de Descartes de los animales a máquinas, al tiempo que veía esto como algo característico de la sociedad burguesa. Marx, al igual que la Ilustración alemana en general, estaba influenciado por la obra del deísta Hermann Samuel Reimarus sobre las pulsiones animales, y por ello adoptó un enfoque radicalmente opuesto a la perspectiva dualista de Descartes en este ámbito. De este modo, Marx subrayó la continuidad entre los animales humanos y los no humanos, aunque la especie humana desarrollara una relación transformadora más universal con la naturaleza a través del trabajo.

Dada su visión de la Ilustración como acompañante del ascenso de la burguesía, Marx pudo ver la Ilustración, incluida la revolución científica del siglo XVII, como un punto de vista revolucionario, en la medida en que rompía con la teología cristiana y la escolástica aristotélica medieval que la había precedido. Al mismo tiempo, emprendió una crítica más amplia de la misma desde el punto de vista de la *Wissenschaft* (conocimiento sistemático, aprendizaje y ciencia que suele traducirse simplemente como “ciencia”) apuntando a la “sociedad superior” del socialismo. Aunque hoy en día tendemos a cosificar la Ilustración, reduciéndola a formas simples, se trató de un desarrollo muy complejo con tendencias sociales e ideológicas conflictivas, del que también surgieron puntos de vista materialistas, dialécticos y socialistas en virtud de un proceso de crítica immanente y trascendencia. El punto de vista dialéctico de Hegel contrastaba con lo que él caracterizaba como los puntos de vista metafísicos y dualistas del popular filósofo alemán de

la Ilustración Christian Wolff. La propia perspectiva dialéctica de Marx, enraizada en Hegel, significaba el rechazo de tales perspectivas reduccionistas y dualistas.

La geología del Antropoceno

—¿Cómo explica el hecho de que en *La sagrada familia* Marx expresara una gran estima por la obra de Francis Bacon, Thomas Hobbes y John Locke?

—No debería sorprender el hecho de que Marx, en su tratamiento de “La batalla crítica contra el materialismo francés” en *La Sagrada Familia*, haya elogiado a Bacon, Hobbes y Locke. Todos los materialistas británicos y franceses, argumentaba Marx, se habían basado en gran medida en Demócrito y Epicuro. Marx consideraba que el materialismo francés del siglo XVIII, en particular, tenía dos fuentes: (1) la combinación de mecanicismo y metafísica que caracterizaba a Descartes, que había producido buenos resultados en las ciencias naturales pero que Marx rechazaba en general, y (2) un materialismo genuino que entró desde Francia a través de la obra de Locke, al tiempo que se basaba en la obra de Pierre Gassendi, al que Marx se refería como “el restaurador de Epicuro”.

En este contexto, Marx hizo hincapié en la importancia de Bacon, Hobbes y Locke, como sentando las bases del materialismo moderno. Marx había estudiado a Bacon muy pronto, incluso antes de su principal encuentro con la filosofía de Hegel. Veía a Bacon como “el verdadero progenitor del materialismo inglés y de toda la ciencia experimental moderna”, que había estado muy influenciado por la obra de Demócrito y Epicuro. Lo que Marx estimaba claramente en Hobbes no era su filosofía política, por la que es más conocido hoy en día, sino su materialismo, tal y como se enuncia principalmente en la primera parte de sus *Elementos de Derecho, Natural y Político*, que incluye su tratado “Naturaleza Humana”, y en su *De Corpore*. Hobbes presentaba un materialismo explícitamente corpóreo, que sólo veía una realidad material. Al igual que Bacon, Hobbes fue

un agudo crítico de cualquier filosofía basada en las causas finales, sentando así las bases del materialismo. Del mismo modo, Marx no prestó aparentemente ninguna atención a la filosofía política de Locke como tal y se interesó principalmente por sus puntos de vista epistemológicos en *Un ensayo sobre el entendimiento humano*, que había fomentado el materialismo, aunque en forma de deísmo inglés.

Ya con Hobbes, sugirió Marx, el materialismo había perdido parte de la cualidad de un materialismo sensual, que Bacon había conservado. “Hobbes”, escribió Marx, “sistematiza el materialismo baconiano” pero “el conocimiento basado en los sentidos pierde su florecimiento poético, pasa a la experiencia abstracta del geómetra”. Además, “Hobbes había sistematizado a Bacon sin aportar una prueba del principio fundamental de Bacon, el origen del conocimiento humano y de las ideas a partir del mundo de las sensaciones. Fue Locke quien, en su *Ensayo sobre el entendimiento humano*, según Marx, “aportó esta prueba”. Sin embargo, los ingleses, después de Bacon, quitaron toda la vida al materialismo, éste sólo toma “carne y sangre, y elocuencia” con los materialistas franceses, desembocando finalmente en los socialistas.

Este tratamiento de la historia del materialismo en Marx era bien conocido por las primeras generaciones de teóricos marxistas. Sin embargo, con el crecimiento de la tradición filosófica marxista occidental, que se alejó del materialismo ontológico (y de la dialéctica de la naturaleza), este aspecto vital del análisis de Marx se fue ignorando cada vez más hasta que la recuperación del materialismo ecológico de Marx lo volvió a poner en nuestra conciencia.

—¿Por qué Marx se dedicó, a lo largo de su vida, al estudio sistemático de las ciencias naturales y físicas?

—Marx era un pensador materialista y dialéctico. Veía su propio análisis como una contribución a la concepción materialista de la historia. Sin embargo, siempre reconoció que ésta estaba relacionada dialécticamente con la concepción materialista de la naturaleza de las ciencias naturales. El trabajo humano y el proceso de producción fueron definidos por él como “el metabolismo social” que mediaba la relación entre la humanidad y lo que él denominaba el “metabolismo universal de la naturaleza”. Al abordar los aspectos materiales de las fuerzas y relaciones de producción, así como las condiciones subyacentes de la producción, tanto las leyes naturales como la evolución entraban en cada punto. De hecho, no podía haber una concepción materialista de la historia divorciada de la concepción materialista de la naturaleza, al igual que la sociedad humana no podía estar completamente divorciada de la naturaleza material de la que era una forma emergente. El ser humano es un ser corpóreo. Por esta razón, las concepciones de la ciencia natural y lo que hoy llamaríamos nociones ecológicas son omnipresentes en *El Capital*, aunque esto ha sido frecuentemente ignorado. No podía ser de otra manera en lo que Marx veía como análisis materialista. Esto requería una atención continua a las ciencias naturales, en particular a los ámbitos que necesariamente entraban en la crítica de la economía política: geología, química, biología, física, matemáticas, agronomía, fertilidad del suelo, nutrición, tecnología de las máquinas, fisiología humana, pero también se extendía a muchas otras áreas. Naturalmente, Marx no pudo hacer contribuciones directas a estos campos, dadas sus propias exploraciones científicas, pero se mantuvo al tanto y examinó cuidadosamente los principales resultados científicos de su época, junto con Engels, quien, por supuesto, llevó a cabo sus propias investigaciones sobre la historia y la filosofía de la ciencia.

“El trabajo humano y el proceso de producción fueron definidos por él como ‘el metabolismo social’ que mediaba

la relación entre la humanidad y lo que él denominaba el ‘metabolismo universal de la naturaleza’”.

Quizás el mejor ensayo del aclamado científico marxista británico J. D. Bernal fue su *Marx y la ciencia*, escrito a principios de los años 50, que merece la pena leer hoy en día para comprender a Marx como científico, tanto en relación con su concepción materialista de la historia como con su concepción materialista de la naturaleza. Al mirar los cuadernos ecológicos de Marx, me han maravillado sus detalladas notas relacionadas con cómo los cambios en las isothermas climáticas generaron extinciones en la historia de la Tierra antes de la existencia de la humanidad.

En sus últimos años, Marx aumentó, en lugar de disminuir, sus estudios de ciencias naturales, como se desprende de los cuadernos de ciencias naturales, y en particular de sus cuadernos ecológicos, que ahora se publican como parte del proyecto Marx-Engels-Gesamtausgabe (MEGA). Muchos de estos estudios científicos naturales posteriores estaban claramente relacionados con la creciente preocupación de Marx por la ruptura metabólica, o crisis ecológica. Una buena discusión sobre esto se encuentra en el libro de Saito *Karl Marx's Ecosocialism*.

—¿Qué había detrás de la compleja y continua crítica de Marx a la teoría malthusiana?

—Esta es una pregunta difícil de responder porque el Thomas Robert Malthus del siglo XIX —Malthus murió en 1834— era una figura totalmente diferente al Malthus de nuestra época. En este sentido, es fundamental que la teoría demográfica de Malthus no tenga nada que ver con los límites ecológicos tal y como los vemos hoy. Como demostró de forma concluyente Eric B. Ross en 1998 en *The Malthus Factor*, hubo un esfuerzo consciente en la década de 1940, tras el colapso de la eugenesia, para reinventar a Malthus como un pensador ecológico basado en su teoría de la población y utilizarlo para justificar diversos controles sobre las poblaciones, particularmente en el Sur Global, al mismo tiempo que la introducción de la llamada Revolución Ver-

de. Este es el Malthus no histórico que nos resulta familiar hoy en día, pero no es el Malthus que Marx y la clase obrera británica del siglo XIX veían como el feroz enemigo del proletariado del siglo XIX.

Uno de los problemas es que los que escriben sobre Malthus hoy en día casi invariablemente basan su análisis en la edición de 1798 de su *Ensayo sobre la población* (también conocido como Primer ensayo), mientras que el argumento de Malthus se desarrolló más plenamente y tuvo su mayor impacto en su época en su *Segundo ensayo sobre la población* de 1803. El Segundo Ensayo era en realidad una obra totalmente diferente, mucho más larga, con nuevos argumentos, y que sería ampliamente revisada en ediciones posteriores. Hubo seis ediciones de su ensayo sobre la población en total, contando el Primer Ensayo, y las cinco ediciones del Segundo Ensayo. Fue a partir de la primera edición del Segundo Ensayo que Malthus presentó sus ataques más infames contra la clase obrera y los pobres, que indignaron a los trabajadores de la época, convirtiéndolo en una figura pública odiada. También aquí sentó las bases de la tristemente célebre Nueva Ley de Pobres de 1834, con su brutal política.

Desde un punto de vista ecológico, es importante reconocer que Malthus insistía en que un exceso de población (nunca utilizó la palabra superpoblación) durante un periodo de tiempo prolongado era imposible, porque la población se equilibraba de forma natural con la oferta de alimentos. El equilibrio —cuando la población presionaba sobre el suministro de alimentos y se utilizaba toda la tierra— se producía enteramente a través del aumento de la mortalidad y la disminución de los nacimientos, ya que se suponía que la fertilidad del suelo era estrictamente limitada. Al mismo tiempo, Malthus afirmaba explícitamente que no había límites para los minerales/materias primas reales de la tierra. El objetivo principal de su obra, como subrayó Marx, era argumentar que era necesario limitar la población (y los ingresos) de los pobres para evitar que arrastraran el nivel de vida de las clases medias.

En los *Grundrisse*, Marx señaló que el análisis de Malthus era lógicamente defectuoso, ya que suponía que las

poblaciones humanas podían aumentar geométricamente, pero su suministro de alimentos (es decir, la vida vegetal y animal en general) sólo podía crecer aritméticamente, una proposición que, como indicó Marx, no tenía sentido desde el punto de vista de la biología, la historia natural o la lógica elemental. Pero la crítica de Marx a Malthus se extendía también al fundamento de clase de su teoría de la población, su falta de base histórica, su “fanatismo clerical” (más evidente en el Primer Ensayo) y lo que Marx describió como el persistente plagio de Malthus de las ideas de pensadores anteriores. Para Marx, la superpoblación —una palabra que él utilizó, mientras que Malthus no lo hizo— era una posibilidad clara, pero tales desarrollos eran el producto de leyes históricamente específicas relacionadas con modos de producción particulares. Por lo tanto, había condiciones históricas para el crecimiento de la población y la superpoblación, en cualquier caso, algo que Malthus no tenía en cuenta. Sin embargo, Marx fue más severo con Malthus por su plagio de la teoría de la renta diferencial del economista político y agrónomo escocés James Anderson, que Malthus presentó como propia. Irónicamente, esta teoría se asocia ahora con David Ricardo, que la desarrolló más a fondo, y no con Malthus, que la había robado de Anderson, su inventor. El análisis de Anderson fue particularmente importante para Marx porque hizo con respecto a la fertilidad del suelo lo que Malthus y Ricardo no hicieron: la consideró sujeta al cambio histórico. Para Marx, la contribución de Malthus a la ciencia existía, pero era puramente negativa: “Qué estímulo —escribió— proporcionó este libelo sobre la raza humana”.

—¿Cómo se explica el repentino cambio de Marx con respecto a Pierre-Joseph Proudhon, que pasó de ser un amigo a ser un enemigo?

—Marx sentía mucha admiración por *¿Qué es la propiedad?* de Proudhon, que leyó y mencionó por primera vez en 1842, poco después de convertirse en editor del *Rheinische Zeitung*. Consideraba a Proudhon como un pensa-

dor valiente y agudo. Tras trasladarse a París, Marx llegó a conocer a Proudhon. Se quedaban despiertos toda la noche hablando de ideas. Marx reconoció pronto las deficiencias científicas de *¿Qué es la propiedad?* y su respuesta de que “la propiedad es un robo”. Proudhon consideraba que toda la propiedad era propiedad burguesa y, de hecho, negaba todas las demás formas de propiedad, por lo que carecía de un auténtico análisis histórico de la propiedad burguesa o de la economía política burguesa. Por lo tanto, *¿Qué es la propiedad?* exhibía, para Marx, en el mejor de los casos, una crítica llena de invectivas, no una crítica limitada inicialmente al punto de vista del pequeño campesino francés. Sin embargo, en *La Sagrada Familia* de 1845, Marx defendió al Proudhon de *¿Qué es la propiedad?* contra Bruno Bauer y los jóvenes hegelianos. Incluso consideraba entonces que Proudhon estaba del lado del proletariado. Aunque luego se arrepintió, Marx introdujo a Proudhon en la dialéctica hegeliana, para que pudiera superar las antinomias de tipo kantiano. Pero la lectura de Proudhon de Hegel se vio obstaculizada por su dependencia de malas traducciones y sus propias inclinaciones, y el efecto de esto, según Marx, fue el empeoramiento del análisis de Proudhon, creando monstruosidades teóricas.

Pero el verdadero problema era que Marx y Proudhon se movían en direcciones muy diferentes. Estos fueron los años en los que Marx y Engels desarrollaron sus puntos de vista histórico-materialistas fundamentales. En 1846, Marx y Engels terminaron su trabajo sobre *La Ideología Alemana*, en el que el materialismo histórico recibió una base sólida, aunque no encontraron un editor para él y lo consignaron, como es famoso, al roer de los ratones. Ese mismo año, Proudhon publicó su *Sistema de contradicciones económicas o Filosofía de la miseria*, que –aunque en muchos aspectos es una obra confusa– era, como diría Marx, una articulación del socialismo pequeñoburgués, diferenciándose así de la obra anterior de Proudhon. Para Marx, Proudhon, en su *Sistema de contradicciones económicas*, se había alejado de la crítica histórica de las relaciones de producción burguesas, convirtiéndolas en ideas eternas.

Una ruptura teórica abierta con Proudhon era por tanto crucial para el desarrollo del movimiento proletario y del socialismo histórico. Así, Marx escribió su famosa crítica a Proudhon, *La miseria de la filosofía*, que al mismo tiempo reveló la profundidad de su propia crítica en desarrollo de la economía política burguesa.

En mi análisis de *La miseria de la filosofía* en la ecología de Marx, me concentré especialmente en la crítica muy aguda de Marx al prometeísmo literal de Proudhon, la deificación del industrialismo y de la máquina en nombre de Prometeo, ya que ésta ha sido una crítica común dirigida por los críticos ecológicos al propio Marx y una cuestión importante en la teoría socialista actual. Más recientemente, me ha preocupado el argumento de *¿Qué es la propiedad?* y el error de confundir la apropiación burguesa, o las relaciones de propiedad, con todas las relaciones de propiedad, negando así las muchas formas diferentes de apropiación en la historia. Esto se trata en *El robo de la naturaleza*, del que fui coautor con Brett Clark en 2020.

Marx indicó en su carta de enero de 1865 a J. B. Schweizer que nunca se había unido a los que más tarde acusaron a Proudhon de traición con respecto a la causa revolucionaria, diciendo más bien que “No fue su culpa que, originalmente malinterpretado por otros, así como por mí mismo, no cumpliera con las esperanzas injustificadas.”

—¿Por qué declaró Marx que Justus von Liebig era más importante que todos los economistas políticos juntos para comprender el desarrollo de la agricultura capitalista?

—Con respecto a la cita de Marx que usted menciona aquí, no mucho antes de que Marx terminara *El Capital*, volumen 1, escribió a Engels el 13 de febrero de 1866: “Tuve que arar a través de la nueva química agrícola en Alemania, en particular Liebig y [C. F.] Schönbein, que es más importante en este asunto [la comprensión de la base histórica de la fertilidad del suelo] que todos los economistas juntos”. Como señala Saito en su *Karl Marx’s Ecosocialism*, en la

edición original alemana de *El Capital*, volumen 1, Marx repitió esta afirmación de que la química agrícola de Liebig era más importante en este ámbito “que todos los trabajos de los economistas políticos modernos juntos”, pero luego suprimió esta frase en ediciones posteriores, mientras seguía alabando a Liebig. La supresión de esta frase desempeña un papel importante en el argumento de Saito, porque la utiliza como su principal prueba para argumentar que Marx había desarrollado dudas sobre la idoneidad del análisis ecológico de Liebig, lo que le hizo recurrir a otros pensadores como Carl Fraas. Sin embargo, creo que esta conclusión, basada principalmente en la supresión de esa frase por parte de Marx, es injustificada.

Tenemos que considerar el contexto de toda la nota a pie de página de *El Capital* en la que se produjo esta frase. Marx en esta nota alaba a Liebig hasta el cielo, diciendo que “Haber desarrollado desde el punto de vista de la ciencia natural el lado negativo, es decir, destructivo de la agricultura moderna es uno de los méritos inmortales de Liebig”. La frase eliminada consiste simplemente en la parte de su declaración en la que está comparando la comprensión de Liebig sobre la fertilidad del suelo con la de los economistas políticos clásicos. En la *Ecología de Marx*, expliqué que Malthus y Ricardo habían argumentado que la fertilidad del suelo, aunque variaba de un lugar a otro, era eterna y no estaba sujeta a cambios. Esto es lo que Ricardo quería decir al referirse a “los poderes originales e indestructibles del suelo”. La teoría de la renta diferencial, tal como la expusieron estos pensadores, tenía que ver con las cualidades diferenciales del suelo, pero no con las que eran resultado de cambios históricos o de la acción humana. Liebig, sin embargo, había demostrado de manera concluyente que no sólo el suelo está sujeto a cambios, sino que la producción capitalista tendía a destruir el suelo, contribuyendo a todo el problema de la ruptura metabólica.

Pero Liebig, nos dice Marx en esa nota, estaba fuera de su elemento cuando abordó la economía política, y no sólo confundió el significado del trabajo, sino que también pensó que la teoría de la renta diferencial (tal como la ex-

puso John Stuart Mill) estaba relacionada con su propio argumento sobre el suelo, lo cual era falso. En este punto, Marx se lanzó al hecho de que Mill había tomado su análisis de la renta diferencial de Ricardo, quien lo había tomado de Malthus, que lo había plagiado de Anderson. Marx admiraba mucho al agrónomo y economista político Anderson, que no sólo desarrolló la teoría de la renta diferencial, sino que incorporó a su análisis el hecho de que la producción agrícola humana altera el suelo, a menudo de forma destructiva, al no restituir los elementos constitutivos del mismo.

¿Por qué, entonces, Marx eliminó la frase que indicaba que el trabajo de Liebig en esta esfera era más importante que el de todos los economistas políticos? Creo que la razón fue que Marx llegó a la conclusión de que tal comparación era engañosa y exagerada, y algo inconsistente con su argumento en el resto de la nota. De hecho, el propio Saito considera esta posibilidad. Liebig no tenía ningún conocimiento científico de la economía política, como indica Marx. Por otra parte, Anderson, que es el protagonista de la última parte de la nota, había, mucho antes que Liebig —aunque sobre la base de una ciencia del suelo menos desarrollada—, detectado, en un análisis político-económico y agronómico combinado, la forma en que la destrucción del suelo y las relaciones de producción capitalistas estaban interconectadas. Seguir diciendo que el trabajo de Liebig valía más que el de todos los economistas políticos en este ámbito era restar importancia a la magnitud del logro de Anderson, que no sólo abarcaba la economía política de la renta del suelo, sino también la destrucción del suelo y la crítica de la teoría demográfica de Malthus.

Nada de esto debe considerarse como un menoscabo de las cuidadosas investigaciones de Saito en los últimos capítulos de su libro sobre los análisis ecológicos de Fraas y otros. Aunque no hay pruebas de que Marx considerara que el análisis básico de Liebig sobre el suelo fuera defectuoso, trató, sin embargo, de explorar, como era su costumbre, todas las demás investigaciones de las ciencias naturales que apuntaban al desarrollo histórico y a la destrucción del

suelo. De este modo, Marx pudo desarrollar más su teoría de la ruptura metabólica, ampliando su comprensión de las contradicciones ecológicas del capitalismo.

—¿Qué explicación debemos dar a la afirmación de Marx de que la teoría de la selección natural de Charles Darwin proporcionó “la base en la historia natural para nuestro punto de vista”?

—Marx era un pensador materialista y evolucionista mucho antes de que Darwin presentara en su teoría de la selección natural, la primera teoría científica de la evolución plenamente aceptable. Tanto Engels como Marx se refirieron a la teoría de Darwin como “la muerte de la teleología”, o la noción de causas finales, estableciendo así definitivamente la evolución material de las especies como un proceso natural independiente de las concepciones teológicas. Por lo tanto, *El origen de las especies* de Darwin representó un enorme avance en la concepción materialista de la naturaleza (o de la historia natural), que Marx y Engels consideraban como la base de la concepción materialista de la historia. Marx estaba tan enamorado de Darwin que, tras la publicación del *Origen de las especies*, como recordaba su amigo Wilhelm Liebknecht, “no hablamos de otra cosa durante meses”. Para Marx, por supuesto, lo más interesante era lo que la teoría evolutiva de Darwin sugería con respecto a la evolución de los seres humanos. Refiriéndose a la obra “epocal” de Darwin, Marx citó en *El Capital* la referencia de Darwin a los órganos naturales de las plantas y los animales como herramientas incorporadas e instrumentos especializados, que podían compararse con las herramientas introducidas por los seres humanos con las que ampliaban su capacidad de interacción con la naturaleza. Marx llegó a la conclusión de que era la tecnología social de los seres humanos tanto como la tecnología natural de las especies, humanas y no humanas, lo que constituía la clave de la historia/evolución humana.

La complejidad dialéctica de la comprensión de Engels de la teoría de Darwin era extraordinaria y rara vez se re-

conoce hoy en día, aunque ayudó a inspirar a algunos de los principales científicos rojos de Gran Bretaña en los años 30 y 40. En mi libro de 2020, *El retorno de la naturaleza*, ofrezco una extensa exploración del complejo tratamiento dialéctico de Engels sobre Darwin en *Anti-Dühring* y la dialéctica de la naturaleza. Sin embargo, el logro supremo de Engels en este ámbito fue su teoría de la evolución humana presentada en “El papel desempeñado por el trabajo en la transición del mono al hombre” en la *Dialéctica de la naturaleza*. Aquí Engels proporcionó por primera vez una teoría materialista coherente de la evolución de la especie humana, lo que Stephen Jay Gould llamó el principal análisis de la “coevolución gen-cultura” en todo el siglo XIX, centrándose en el papel que el trabajo humano desempeñó en la evolución de la especie humana. El enfoque de Engels sobre la evolución humana basado en el trabajo fue el que anticipó el descubrimiento de los australopitecos, con su postura erguida, sus manos relativamente desarrolladas y su cerebro todavía del tamaño de un simio, una secuencia evolutiva rechazada durante mucho tiempo por la perspectiva evolutiva dominante de la ciencia burguesa debido a su sesgo hacia la primacía cerebral, asociada al idealismo. Tal fue la unidad y la penetración del análisis de Engels aquí que no es de extrañar que también proporcionara en esta misma obra una de las críticas ecológicas más mordaces del siglo XIX. Gran parte de esta crítica tiene su origen en la convergencia entre la teoría evolutiva darwiniana y el materialismo histórico.

Marx llegó a la conclusión de que era la tecnología social de los seres humanos tanto como la tecnología natural de las especies, humanas y no humanas, lo que constituía la clave de la historia/evolución humana.

Por supuesto, Marx y Engels criticaron a Darwin por dejar que algunas nociones de la economía política burguesa se colaran marginalmente en su análisis, incluidas las de Malthus. Sin embargo, no confundieron los puntos de vista fundamentales de Darwin con los de Malthus, como ocurría a veces en aquella época. Irónicamente, la primera obra de lo que se conoce como darwinismo social fue *Darwinismo*

y *socialdemocracia*, de Oscar Schmidt, de 1878, que fue escrita explícitamente como un ataque a Marx y Engels y a la asociación entonces común de darwinismo y socialismo.

—¿Por qué Marx dedicó sus últimos años principalmente a los estudios etnológicos, en lugar de terminar *El Capital*?

—En su obra de 1978 *La ley del valor y el materialismo histórico*, Samir Amin presentó la tesis de que “a) el materialismo histórico constituye la esencia del marxismo, y por tanto b) que el estatus epistemológico de las leyes económicas del capitalismo es tal que están subordinadas a las leyes del materialismo histórico”. Creo que esto está completamente de acuerdo con Marx. Por muy importante que fuera la crítica de Marx a la economía política, siempre ocupó un lugar subordinado a su enfoque más amplio sobre la concepción materialista de la historia, la lucha de clases y la revolución. El reconocimiento de la diversidad de los modos de apropiación, de los modos de producción y de las formaciones sociales en la historia fue crucial para esta perspectiva.

Este giro hacia los estudios etnológicos en los últimos años de Marx estaba relacionado con su creciente interés por los movimientos revolucionarios rusos y las formaciones de propiedad rural rusas, como el Mir, o la comuna campesina. En la década de 1870, Jenny von Westphalen escribió que su marido empezó a estudiar la lengua rusa como si fuera una cuestión de vida o muerte. En su estantería había unos doscientos libros rusos. Aquí tenemos que entender, visto en un sentido más amplio que va más allá de sus estudios sobre Rusia, lo importante que fue para Marx la evolución histórica de los modos de producción a lo largo de su vida. A esto se unió su creciente crítica al colonialismo a partir de la década de 1860, que le llevó a buscar respuestas diferentes, aprendiendo todo lo que pudo sobre las formaciones sociales no capitalistas y no occidentales.

En todo esto fue fundamental “la revolución del tiempo etnológico”, frase utilizada por Thomas Trautmann en

un estudio sobre Lewis Morgan. El año 1859 fue un punto de inflexión no sólo por la publicación de *El origen de las especies de Darwin* (y la *Contribución a una crítica de la economía política de Marx*), sino también por la autenticación por primera vez, en la cueva de Brixham, de restos humanos prehistóricos que sugerían que la humanidad había existido, como dijo más tarde Charles Lyell, durante cientos, incluso miles de siglos. Al mismo tiempo, el colonialismo abría más y más información sobre otras culturas del mundo, aunque distorsionada por la lente colonial. Los nuevos métodos de análisis etnológico aportaron nuevos y amplios conocimientos sobre la prehistoria. El tiempo histórico se alargó repentinamente en decenas de miles de años. La rápida expansión del conocimiento hizo posible una historia mundial más amplia, que sustituyó a la historia europea y a la visión eurocéntrica del mundo. Para Marx, esto representó un gran desafío para el materialismo histórico, o el enfoque materialista-científico del desarrollo humano y la evolución histórica de la sociedad humana que él y Engels habían desarrollado a lo largo de los años. En lugar de basarse en un esquema lineal, suprahistórico o teleológico —un enfoque rígido que siempre había rechazado—, su análisis requería comprender la diversidad de las formas humanas de apropiación social o modos de producción, que también tenían que ver con el presente y el futuro de la historia, ya que lo nuevo siempre surgía de lo viejo. Gran parte de este trabajo estuvo asociado a su creciente reconocimiento de las luchas contra el colonialismo impuesto a las sociedades indígenas de todo el mundo. Enfrentado a este desafío histórico y etnológico más amplio, lo abordó con todo el vigor mental de la juventud, a pesar de que su condición física se estaba deteriorando rápidamente.

El trabajo de Marx a este respecto —en particular su crítica al colonialismo, ya evidente en *El Capital*— y sus crecientes intentos de incorporar las culturas y las luchas indígenas a su análisis fueron abordados en un artículo de febrero de 2020 que escribí para *Monthly Review* con Brett Clark y Hannah Holleman, titulado “Marx y los indígenas”. La profundidad y amplitud de los estudios et-

nológicos de Marx, y sus intentos de abarcar una historia humana más amplia que se identifique con las luchas de las sociedades indígenas, es bastante impresionante. En 1881, comenzó a construir una enorme cronología de la historia del mundo, que llegó a tener 1.700 páginas impresas. Holleman, Clark y yo encontramos que el tratamiento de Marx de las relaciones de propiedad argelinas y la expropiación colonial, basado en la investigación de Maxim Kovalevsky, es profundo, particularmente la conclusión de Marx: “Irán a la ruina sin un movimiento revolucionario”. Desde nuestro punto de vista, este análisis encaja con el enfoque crítico de Marx sobre la expropiación de la tierra, la naturaleza y los cuerpos humanos –el desgarramiento corpóreo– por constituir la base original del capitalismo, vinculándose a la perspectiva histórica y ecológica más amplia de Marx. En nuestro artículo argumentamos que aquí encontramos en Marx el comienzo de “una alteridad revolucionaria de reconocimiento” similar a la de Frantz Fanon. En su crítica ecológica, su antropología y su enfoque de la historia del mundo, así como en su crítica de la economía política, Marx superó así la visión prometeica, lineal y eurocéntrica, insistiendo de este modo en la necesidad de un futuro revolucionario para toda la humanidad.

Referencias bibliográficas

Bellamy Foster, J. (2000). *Marx's Ecology: Materialism and Nature*. Monthly Review Press. New York.

Bellamy Foster, J. (30 de noviembre de 2022). *Más de veinte años después de “La ecología de Marx” / Entrevistado por Roberto Andrés*. Alai. <https://www.alai.info/mas-de-veinte-anos-despues-de-la-ecologia-de-marx/>

Berriedale Keith, A. (1921). *Indian Logic and Atomism. An exposition of the Nyaya and Vaiçesika systems*. Oxford University Press. England. 2015.1052.Indian-Logic-And-Atomism-1921.pdf

Comesaña, G.M. (1974). *Demócrito, Filósofo Atomista*. Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Centro de Estudios Filosóficos. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/17751-Texto%20del%20art%C3%ADculo-18583-1-10-20141104.pdf

Darwin, C. (s.f.). *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*. (Trad. Eusebio Heras). Francisco Semper y C. A. Editores. Valencia - España. En: <https://www.marxists.org/espanol/darwin/expression-emociones.pdf>

Friedrich, E. (2018). *Esbozo de crítica de la economía política*. Biblioteca Libre OMEGAALFA. file:///root/Descargas/esbozo-de-una-critica-de-la-economia-politica.pdf

“Inventos y avances tecnológicos de la antigua China”. (12 de noviembre de 2017). En *China Antigua, Cultura y Civilización China*. <https://chinaantigua.com/inventos-tecnologia/#:~:text=La%20seda%20era%20un%20material>

“Kaṇāda”. (19 de febrero de 2025). En *Wikipedia*.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Kanada>

Larson, G.J. y Bhattacharya, R.S. (2014). “Samkhya, A Dualist Tradition in Indian Philosophy”. *The Encyclopedia of Indian Philosophies, Volume 4*. Edited by Karl H. Potter. Collections: Princeton Legacy Library. p. 4.
<https://arxiv.org/pdf/physics/0701077>

“Leucippus”. (s.f.). *The Information Philosopher: solving philosophical problems with the new information philosophy*. Capítulo 1.5. <https://www.informationphilosopher.com/solutions/philosophers/leucippus/>

Magalhaes Vilhena, V. de. (1971). *Desarrollo científico y técnico y obstáculos sociales al final de la antigüedad*. [Prólogo de G. Bueno]. Editorial Ayuso. Madrid, España.

Martín, C. y González, C. (2002). *La Ecología de Marx: Materialismo y Naturaleza*. Ediciones de Intervención Cultural/El Viejo Topo. España.

Marx, K. (1841). *Differenz der demokritischen und epikureischen Naturphilosophie*. [Tesis de doctorado]. Universidad Humboldt de Berlín. https://www.proletarios.org/books/Karl-Marx-Tesis_Doctoral.pdf

Marx, K. (1973). *Grundrisse. Foundations of the critique of political economy*. Penguin Books in association with New Left Review. <https://www.marxists.org/archive/marx/works/download/pdf/grundrisse.pdf>

Marx, K. (1998). *Capital*. Monthly Review Press. Vol. I, pp. 637-638. Vol. III, p. 959.

Marx, K. (2008). *El Capital. Obra Completa*. (28ª Imp. Trad. Pedro Scaron). Siglo XXI Editores. <https://archive.org/details/marx-el-capital-obra-completa/page/n461/mode/2up>

Marx, K. (2018) *Sobre la cuestión judía*. Biblioteca Libre OMEGAALFA. file:///home/usuario/Descargas/sobre-la-cuestion-judia.pdf

Marx, C. (2021). *Manuscritos económicos y filosóficos de 1844*. Edicions Internacionals Sedov. Valencia-España. https://grupgerminal.org/?q=system/files/1844-09-00-manuscritos-marx_o.pdf

Marx, K. y Engels, F. (1998). *The Communist Manifesto*. Monthly Review Press. Nueva York. p. 40.

Nove A. (1987). “Socialism”, en John Eacwell, Murray Milgate y Paul Newman, (Eds.). *The New Palgrave Dictionary of Economics*, t. 4. Stockton Press. Nueva York. p. 399.

Rosenfeld, L. (1 de octubre de 2003). “Justus Liebig and Animal Chemistry”. *Clinical Chemistry*, Volume 49. Issue 10. pp. 1.696-1.707, <https://doi.org/10.1373/49.10.1696>

Rosenfeld, L. (1840). *Organic chemistry and its application to agriculture and physiology*. Printed for Taylor and Walton. Booksellers and publishers to University College. <https://archive.org/details/organicchemistryooliebrich/page/n5/mode/2up?view=theater>

Tamaro, E. y Fernández, T. (2004). *Biografía de Leucipo*. Editorial Biografías y Vidas. Barcelona, España. <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/leucipo.htm>

The Sacred Books of the Hindus. (1923). (2th ed. Translated by various sanskrit scholars). Published by Sudhindra Nath Basu M.B. The Panini Office. Beuvane and Warirama, Bahadurganj, Allhabad. Printed by Kashinathi Bajpaya at the Vijaya Press.

CAPÍTULO II

La ecología burguesa, el Nuevo Orden Mundial y la política de depopulación

*La eliminación del contexto elimina la verdad.***Pedro Grima Gallardo**

Los acontecimientos del pasado adquieren un significado diferente en vista de los hechos y experiencias actuales. El capitalismo del siglo **xxi** ha multiplicado sus formas de explotación y segregación de ecosistemas y medios de vida desde el siglo **xv** hasta nuestros días. Las formas de explotación que se inician en el siglo **xv** con la colonización europea en África y América reaparecen constantemente, ya sea como una continuación de las guerras coloniales (neocolonialismo) o nuevas guerras hegemónicas que pretenden seguir prolongando la acumulación de capital con la conquista de todos los recursos naturales del planeta. Con un discurso pretendidamente ecológico, pero profundamente falso, la nueva burguesía corporativa pretende instalar un gobierno supranacional que ignora y aplasta la soberanía de las naciones, especialmente las más débiles. Y para poder mantener su estilo de vida basado en una demente sociedad de consumo necesita que la población mundial disminuya drásticamente, por genocidio, epidemias de laboratorio o guerras nucleares, si es preciso.

Jason W. Moore³³, en su libro *Capitalism in the Web of Life: Ecology and accumulation of Capital* [El capitalismo en la red de la vida: ecología y acumulación de capital] (2015), comenta:

La crisis del capitalismo neoliberal en desarrollo –ahora a medio camino entre la crisis indicativa de 2008 y los impredecibles inicios si bien inevitables de la crisis terminal– sugiere que puede que estemos viendo algo muy distinto al patrón que conocíamos. En dicho patrón, nuevas tecnologías y nuevas organizaciones de poder y producción surgían después de las grandes crisis sistémicas y resolvían las crisis anteriores al poner la naturaleza a trabajar de maneras nuevas y poderosas. La revolución neoliberal después de la década de 1970 es tan

33 Jason W. Moore, historiador ambiental y geógrafo histórico en la Universidad de Binghamton (EEUU), donde coordina el Colectivo de Investigación de Ecología Mundial. Es autor y editor, más recientemente, de *Capitalism in the Web of Life* (Verso, 2015), *Capitalocene or Anthropocene?* (Ombre Corte, 2017), *¿Antropoceno o Capitaloceno? Naturaleza, historia y la crisis del capitalismo* (PM Press, 2016) y, con Raj Patel, *Una historia del mundo en siete cosas baratas* (University of California Press, 2017).

solo el ejemplo más reciente. A día de hoy, no obstante, es cada vez más difícil conseguir que la naturaleza –también la naturaleza humana– ofrezca sus “dones gratuitos” a buen precio. Esto indica que puede que estemos experimentando no solo la transición de una fase del capitalismo a otra, sino algo más memorable: el desmoronamiento de las estrategias y de las relaciones que han sostenido la acumulación del capital durante los últimos cinco siglos.

Por su parte, John Bellamy Foster en su artículo “Marx and the Rift in the Universal Metabolism of Nature [Marx y la grieta en el metabolismo universal de la naturaleza]” (2013) coincide alertando cómo las contradicciones en la acumulación del capital están generando crisis ecológicas y catástrofes:

El redescubrimiento en la última década y media de la teoría de Marx de la ruptura metabólica ha llegado a ser visto por muchos en la izquierda, como una poderosa crítica de la relación entre la naturaleza y la sociedad capitalista contemporánea. El resultado ha sido el desarrollo de una visión ecológica del mundo más unificada que trasciende las divisiones entre las ciencias naturales y las sociales, y nos permite percibir las formas concretas en que las contradicciones de la acumulación de capital están generando crisis y catástrofes ecológicas.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) y los gobiernos que la componen, apuntalados por los informes de expertos en clima, reunidos alrededor del Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (IPCC), predicen devastadoras consecuencias a causa del “cambio climático”, definido como:

Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas que genera emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve la Tierra,

atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas (ONU, 2023).

Y añade:

El calentamiento global por encima de los niveles preindustriales se debe a más de un siglo de quema de combustibles fósiles y a un uso desigual e insostenible de la energía y el suelo. Esto ha provocado un aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, con repercusiones peligrosas para la naturaleza y las personas en todo el mundo. Cada incremento de las temperaturas se traduce en una rápida escalada de riesgos, como olas de calor más intensas, lluvias torrenciales y otros fenómenos meteorológicos extremos que exacerbaban los riesgos para la salud humana y los ecosistemas. Se prevé que la inseguridad alimentaria e hídrica asociadas al clima aumente con el creciente calentamiento. Cuando estos riesgos se combinan con otros fenómenos adversos, como pandemias o conflictos, resultan aún más difíciles controlarlos. Para cerrar la brecha entre la adaptación existente y lo que se necesita, es esencial acelerar la toma de medidas y pasar rápidamente a la acción para adaptarse al cambio climático en esta década. Mantener el objetivo de 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales exige unas reducciones drásticas, rápidas y sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores. Las emisiones ya deberían estar disminuyendo y tendrán que reducirse casi a la mitad para 2030 si se quiere limitar el calentamiento a los 1,5 °C.

El razonamiento de la ONU pareciera una simplificación de un problema que a todas luces es más denso. Bastaría pues con eliminar la explotación de combustibles fósiles para detener la catástrofe ecológica. Ni una sola palabra sobre la acumulación de capital origen de la ruptura metabólica en la naturaleza a causa del hombre o del insostenible modelo consumista de sociedad. Para la ONU, todos esos conceptos son intrascendentes.

Las conferencias de la ONU, la hoja de ruta para el Nuevo Orden Mundial

Toronto 1988. La atmósfera cambiante: Implicaciones para la seguridad global

A partir de 1980 se fue creando un consenso entre los científicos del clima acerca del aumento de la temperatura global ocasionada por el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera terrestre. A partir de la Conferencia de Toronto (1988) el argumento se globalizó y desde entonces se ha convertido en un tema central y fundamental, permitiendo la creación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) que se ha convertido en referencia mundial para la ciencia del clima, a través de sus informes.

Las opiniones del IPCC tienen tanto peso en la construcción de las políticas de la ONU que se convierten en directrices para los países miembros. Construyendo escenarios futuros basados en modelos climáticos especulativos, el IPCC ha contribuido con un “discurso de emergencia” respaldado por tres poderosos, aunque no probados, conceptos científicos (Asayama, 2021, citado por Vinos, 2022):

- La idea de un umbral de temperatura, un límite seguro más allá del cual se producirán daños climáticos irreversibles. Inicialmente fijado en $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, este umbral arbitrario fue llevado a $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el año 2018 (IPCC, 2018).
- La idea de un presupuesto de carbono permisible para mantenerse por debajo de una temperatura dada, a pesar de la falta de un valor seguro, aceptado y establecido de la concentración de CO_2 a este fin. Esto permite el traslado de los límites de temperatura a las políticas restrictivas para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- La idea de una fecha límite climática, derivada del cálculo de cuándo se cruzará el umbral de temperatura de $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para un nivel determinado de emisiones. Se puede ilustrar con la frase "sólo tenemos 12 años para salvar el planeta" extraído

del informe del IPCC (2018) en el cual se indica que las emisiones deben disminuir en aproximadamente un 45% con respecto a los niveles de 2010 para evitar sobrepasar el umbral de temperatura en el 2030.

En el 2020, el secretario general de la ONU, António Guterres, instó a todos los países a que declaren el estado de emergencia climática hasta que el mundo alcance cero emisiones netas de CO₂ (*Noticias ONU*, 12 de diciembre de 2020). El angustioso llamado obedece al hecho de que los países no estaban cumpliendo con los compromisos adquiridos ya que, según sus propias declaraciones, “...los miembros del G-20 están gastando un 50% más en sus paquetes de estímulo y rescate en sectores ligados a la producción y el consumo de combustibles fósiles, que en energía baja en emisiones de carbono”.

Las élites se han asegurado, utilizando todos los medios a su alcance, que para la mayoría de los científicos, políticos, organizaciones y los medios de comunicación no haya problema más apremiante que enfrente la humanidad que la reducción de las emisiones de CO₂, para evitar el peligro inminente de una catástrofe climática irreversible.

No todos los científicos están de acuerdo o, por lo menos, mantienen una actitud crítica ante la supuesta emergencia climática. Su actitud tampoco es negacionista pues está claro que se están sucediendo cambios inusuales en el clima. Lo que se impone es entender correctamente la totalidad de los cambios. Después de todo, los cambios climáticos siempre han ocurrido.

El retroceso global de los glaciares que ha estado ocurriendo desde 1850 no tiene precedentes desde hace varios miles de años (Solomina et al., 2015). Esto está sucediendo en un momento en el que la teoría del ciclo glacial de Milankovitch³⁴ indica que los glaciares deberían estar creciendo, algo que sucedió durante la mayoría del tiempo durante los últimos cinco mil años hasta el siglo XIX. El retroceso de la criosfera durante los últimos dos siglos tiene todas las características de una fuerte contribución antropogénica.

Sin embargo, la afirmación del IPCC de que el cambio climático desde la época preindustrial no muestra evidencias de una la contri-

34 En el capítulo III veremos en detalle esta interesante teoría de los Ciclos de Milankovitch.

bución natural debe tomarse con escepticismo. Todo depende de a qué se refiere por “natural”.

Por ejemplo, desde principios del siglo xiv hasta mediados del xix, un hecho bien registrado en la historia de la humanidad fue la Pequeña Edad del Hielo (PEH) (Parker, 2013 y Zhang et al., 2007). Según expresó James W. Moore en una entrevista a Miguel Ibáñez Aristondo:

En el año 1610 se tiene el punto más bajo en la concentración de dióxido de carbono debido al genocidio de los pueblos en el Nuevo Mundo que redujo la población de unos 60 millones en 1492 a alrededor de 5 millones en 1610. Este cambio produjo una regeneración forestal que hizo aumentar la absorción de carbono, por lo que la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera cayó alrededor de 6 o 7 partes por millón. No es una gran cantidad, pero lo suficiente para intensificar el clima sumamente frío e inhóspito de principios del siglo xvii. Por otro lado, sabemos que entre 1570 y 1650 es precisamente la época en la que los propietarios de plantaciones y minas reestructuraron radicalmente la ecología productiva del Nuevo Mundo, incluidas las ecologías humanas. Esto es exactamente al inicio de una crisis climática parcialmente capitalogénica. Dicho de otro modo, la crisis climática no es antropogénica o provocada por humanos, sino capitalogénica, creada por el capital. De inmediato entendemos que existe una diferencia entre el argumento geológico del Antropoceno para hablar sobre la historia del cambio climático como era del hombre, y mi contraposición a esa idea de Antropoceno con el concepto de Capitaloceno, el cual se refiere a la era del capital. El concepto de Capitaloceno no se reduce únicamente al capitalismo en un sentido estrictamente económico, sino como una relación social que tiene vínculos con el colonialismo, con la lucha de clases y con el nacionalismo. Es decir, se trata de una relación social más que humana que está inserta en la trama de la vida (Ibáñez, 2021).

El Club de Roma y la depopulación

Antes de las interpretaciones de la Conferencia de Toronto, las élites ya estaban preparando el camino. En 1968, David Rockefeller³⁵ fundó un *think tank* neo-maltusiano, conocido como el Club de Roma. En 1971, el Club de Roma publicó un informe, *The Limits to Growth* (*Los Límites al Crecimiento*)³⁶, que predijo el fin de la civilización tal como la conocíamos debido al rápido crecimiento de la población, combinado con recursos fijos y limitados como el petróleo.

El informe concluyó que, sin cambios sustanciales en el consumo de recursos, el resultado más probable sería una disminución bastante repentina e incontrolable tanto de la población como de la capacidad industrial y si las actuales tendencias de crecimiento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos continúan sin cambios, los límites del crecimiento en este planeta se alcanzarían en algún momento dentro de los próximos cien años. El informe se basó en simulaciones realizadas por un grupo de informáticos del prestigioso Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Pocos años más tarde, en su informe de 1974, *Mankind at the turning point* (*La humanidad en un punto de inflexión*)³⁷, el Club de Roma argumentó que la creciente interdependencia entre naciones y regiones debe traducirse entonces en una disminución de la independencia. Las naciones no pueden ser interdependientes sin que cada una de ellas renuncie a parte de su propia independencia, o al menos reconozca límites a ella. Era el momento de elaborar un plan maestro para el crecimiento orgánico sostenible y el desarrollo mundial basado en la asignación global de todos los recursos finitos y un nuevo sistema económico global.

Esta declaración constituye la formulación inicial de la Agenda 21 de las Naciones Unidas³⁸, la Agenda 2030³⁹ y el Gran Reinicio de

35 David Rockefeller (Nueva York, Estados Unidos, 12 de junio de 1915 - Ibidem, 20 de marzo de 2017) fue un banquero y hombre de negocios estadounidense, patriarca de la conocida familia Rockefeller, ya que fue el último hijo vivo de John D. Rockefeller Jr.. Además, fue el nieto del multimillonario y magnate petrolero John D. Rockefeller, fundador de Standard Oil.

36 Op. cit.

37 Op. cit.

38 Op. cit.

39 Op. cit.

Davos 2020⁴⁰. En esta última reunión, Klaus Schwab⁴¹ fue enfático:

“Sólo tenemos un planeta y sabemos que el cambio climático podría ser el próximo desastre mundial con consecuencias aún más dramáticas para la humanidad. Tenemos que descarbonizar la economía en el corto espacio de tiempo que nos queda y poner nuestro pensamiento y comportamiento una vez más en armonía con la naturaleza”.

Las reuniones cumbre, donde se decide el futuro de la humanidad

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 o CNUMAD (II Cumbre de la Tierra de Río)⁴² que reunió a los principales líderes mundiales (figura 2.1) se redactaron los objetivos de la ONU para el “Medio Ambiente Sostenible”, la Agenda 21 para el Desarrollo, así como la creación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU.



Figura 2.1. Foto de grupo de los líderes mundiales reunidos en la ‘Cumbre para la Tierra’ en Río de Janeiro, Brasil, 13 de junio de 1992. Foto ONU/Michos Tzovaras

40 Op. cit.

41 Klaus Martin Schwab (Ravensburg, Baden-Wurtemberg, 30 de marzo de 1938) es un economista y empresario, conocido principalmente por ser el presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, organización fundada por él mismo.

42 Op. cit.

En su informe *The First Global Revolution (La primera revolución global)*⁴³ el Club de Roma admitía que la afirmación del calentamiento global del CO₂ era simplemente una artimaña inventada para forzar el cambio pero que era necesaria ya que el enemigo común de la humanidad es el hombre. En la búsqueda de un nuevo enemigo que los uniera, se les ocurrió la idea de que la contaminación, la amenaza del calentamiento global, la escasez de agua, el hambre y cosas similares serían la solución. Todos estos peligros deben ser endosados a la intervención humana, y que sólo mediante un cambio de actitudes y comportamiento se pueden superar. El verdadero enemigo entonces sería la humanidad misma.

El delegado del entonces presidente Clinton en Río, Timothy Wirth, admitió lo mismo, afirmando (ver figura 2.2): “Tenemos que abordar el tema del calentamiento global. Incluso si la teoría del calentamiento global es errónea, estaremos haciendo lo correcto en términos de política económica y política medio-ambiental”.

Former Senator Timothy Wirth, representing the Clinton-Gore administration as undersecretary of state for global affairs, stated that public concern about global warming could be used to advance that cause: "We have got to ride the global warming issue. Even if the theory of global warming is wrong, we will be doing the right thing in terms of economic policy and environmental policy." Wirth now heads the U.N. Foundation which has lobbied for hundreds of billions of U.S. taxpayer dollars to help underdeveloped countries fight climate change.

Figura 2.2. Declaraciones del senador Timothy Wirth, en representación de la administración Clinton-Gore como subsecretario de Estado para Asuntos Globales tal como apareció en la revista *Forbes* (Bell, 14 de junio de 2011).

En la Conferencia de Río también se introdujo, por primera vez, el concepto de “desarrollo sostenible” afirmando (ver figura 2.3): “Está claro que los estilos de vida y los patrones de consumo actuales de la clase media acomodada (que implican un alto consumo de carne, consumo de grandes cantidades de alimentos congelados y precocinados, uso de combustibles fósiles, electrodomésticos, aire acondicionado en el hogar y en el lugar de trabajo, y viviendas suburbanas) no es sostenible”⁴⁴.

It is clear that current lifestyles and consumption patterns of the affluent middle class—involving high meat intake, consumption of large amounts frozen and convenience foods, use of fossil fuels, appliances, home and work place air-conditioning, and suburbanhousing—are not sustainable.

Figura 2.3. Declaración de Maurice Strong, secretario general de la Cumbre de la Tierra (Izzard, 2 de diciembre de 2015).

En la propuesta y aprobada Agenda 21 (o Programa 21), suscrita por 172 países, se adoptó el compromiso de aplicar todas las políticas ambientales, económicas y sociales en el ámbito local, hacia un desarrollo sostenible. La Agenda 21 no sólo se refiere a la correcta conservación del medio ambiente y de los recursos naturales, sino que también se aplica a los ámbitos sociales, económicos, culturales y ambientales. La Agenda 21 se convirtió en Agenda 2030 en septiembre de 2015 en Roma, con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles (comúnmente conocidos como ODS), convirtiéndose en un plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todos. Se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia. Aunque también se entrelazan otros objetivos no tan loables como la depopulación mundial y el Nuevo Orden Mundial.

44 Lo que Strong no les dijo a los delegados fue que estaba involucrado en la compra de la Colorado Land and Cattle Company, que compró a Adnan Khashoggi, un traficante de armas que tenía fuertes conexiones con la familia Bin Laden.

El Acuerdo de París y el Nuevo Orden Mundial

El Acuerdo de París de 2015⁴⁵ fue adoptado el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, sustituyendo al Protocolo de Kyoto de 1997 y al Acuerdo de Copenhague de 2009. Se autodefine como un acuerdo integral que aborda todos los aspectos del cambio climático, con disposiciones sobre mitigación, adaptación, pérdidas y daños, finanzas, tecnología, creación de capacidad, transparencia, implementación y cumplimiento, e instituciones. Los elementos clave de lo que podría ser denominado el “paradigma de París” son los siguientes:

- En primer lugar, es global.
- En segundo lugar, tiene una forma jurídica híbrida: se trata de un tratado en el sentido del derecho internacional, pero no todas sus disposiciones son jurídicamente vinculantes (por ahora).
- En tercer lugar, abandona el enfoque basado en anexos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto elaborando un enfoque más matizado y cuidadosamente calibrado para la diferenciación.
- En cuarto lugar, establece metas ambiciosas de temperatura, emisiones, adaptación y finanzas.
- En quinto lugar, adopta un enfoque ascendente que permite a los Estados determinar a nivel nacional la sustancia de sus acciones de mitigación y adaptación.
- En sexto lugar, se basa en la transparencia más que en la obligatoriedad jurídica para promover la rendición de cuentas.
- En séptimo lugar, su “mecanismo de ambición” establece un proceso iterativo para promover progresivamente las Determinadas Contribuciones Nacionales (DCN) cada vez más fuertes a lo largo del tiempo.

45 Op. cit.

Como todo documento emanado de la ONU que busca crear un ambiente propicio para lograr la unanimidad de la sociedad de naciones, su redacción es amplia y muy fácil de aceptar. El Acuerdo fue firmado por 196 países más la Unión Europea; no lo firmaron Eritrea, Irán, Irak, Libia, Sudán del Sur, Turquía y Yemen. En 2017, Donald Trump, presidente de los Estados Unidos de Norteamérica en ese momento, solicitó su salida del pacto, que se hizo efectiva en noviembre de 2020. En febrero de 2021, el gobierno de Joe Biden reingresó a los Estados Unidos de Norteamérica a dicho Acuerdo.

Detrás de las declaraciones endulzadas, tal como lo establece el primer punto, el objetivo primordial es lograr la globalización de la acción política, cuyo rostro público es la ONU. Es el inicio de un Nuevo Orden Mundial para cambiar por completo la sociedad humana, sometiéndola a un gobierno global que garantizaría los nuevos patrones de vida sobre el planeta. El plan, con cien años de duración, está contenido en los documentos *Great Reset*, *Agenda ONU 2030* y la 4ª Revolución Industrial, en marcha desde hace tiempo, y es aplicado con la ayuda del World Economic Forum (Foro Económico Mundial), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la World Health Organization (Organización Mundial de la Salud).

Esta élite controla gran parte de los sectores de la producción, incluyendo suministro de alimentos, disponibilidad de energía e incluso el clima, a través de Técnicas de Modificación Ambiental (ENMOD, por sus siglas en inglés) que son altamente sofisticadas y pueden causar condiciones climáticas extremas⁴⁶.

La idea de un nuevo orden mundial no es nueva. Es muy conocida la frase que habría dicho en 1968, durante una cena con embajadores de la ONU, el entonces gobernador de Nueva York, Nelson A. Rockefeller⁴⁷:

46 La Convención sobre la Prohibición del Uso de Técnicas de Modificación del Medio Ambiente con Fines Militares o con cualquier otro Fin Hostil, también conocida como Convención ENMOD, es el tratado internacional que prohíbe el uso militar y cualquier otro uso hostil de las técnicas de modificación del medio ambiente. La convención se abrió con la firma el 18 de mayo de 1977, en Ginebra, y entró en vigor el 5 de octubre de 1978.

47 Nelson Aldrich Rockefeller (Bar Harbor, Maine; 8 de julio de 1908-Nueva York; 26 de enero de 1979) fue un político estadounidense y vicepresidente de los Estados Unidos entre el 19 de diciembre de 1974 y el 20 de enero de 1977. Nacido en el seno de una de las familias más ricas y conocidas del país, dedicada a los negocios y la política. Nieto por línea paterna de John Davison Rockefeller, fundador de Standard Oil y considerado el hombre más rico del mundo en su época, y nieto por línea materna del senador Nelson Wilmarth Aldrich. De la compañía Standard Oil descenderían más tarde compañías como ExxonMobil o Chevron Corporation.

Estamos al borde de una transformación global. Todo lo que necesitamos es una gran crisis y las naciones aceptarán el Nuevo Orden Mundial (...) De lo que se trata es de sustituir la autodeterminación nacional, que se ha practicado durante siglos en el pasado, por la soberanía de una elite de técnicos y de financieros mundiales (Cabal, 2012).

El 30 de enero de 1976, se presentó al pueblo estadounidense un nuevo documento llamado *La Declaración de Interdependencia*, firmado por 32 senadores y 92 congresistas, en Washington D.C., que expresaba: “Hace dos siglos, nuestros antepasados hicieron nacer una nueva nación; ahora debemos unirnos con otras para hacer nacer un nuevo orden mundial”. En 1975, Henry Kissinger⁴⁸, declaró: “Nuestra nación está especialmente dotada para desempeñar un papel creativo y decisivo en el nuevo orden que está tomando forma a nuestro alrededor (Epperson, 2014).

El Pacto por el Futuro

Los acontecimientos del pasado adquieren un significado diferente en vista de los hechos y experiencias actuales. El capitalismo del siglo XXI ha multiplicado sus formas de explotación y segregación de ecosistemas y medios de vida desde el siglo XV hasta nuestros días. Las formas de explotación que se inician en el siglo XV con la colonización europea en África y América reaparecen constantemente, ya sea como una continuación de las guerras coloniales (neocolonialismo) o nuevas guerras hegemónicas que pretenden seguir prolongando la acumulación de capital con la conquista de todos los recursos naturales del planeta. Con un discurso edulcorado, pretendidamente ecológico, pero profundamente falso, la nueva burguesía corporativa pretende instalar un gobierno supranacional que ignora y aplasta la soberanía de las naciones, especialmente las más débiles. Y para

48 Henry Alfred Kissinger, registrado al nacer como Heinz Alfred Kissinger (Fürth, 27 de mayo de 1923 - Kent, 29 de noviembre de 2023) fue un político estadounidense de origen judeo-alemán que tuvo una gran influencia sobre la política internacional, no solo de Estados Unidos con respecto a los demás países, sino también sobre otras naciones. Ejerció como secretario de Estado durante los mandatos de Richard Nixon y Gerald Ford, desempeñando este papel preponderante en la política exterior de Estados Unidos entre 1969 y 1977, y fue consejero de Seguridad Nacional durante todo el mandato inicial del primero.

poder mantener su estilo de vida basado en una demente sociedad de consumo necesita que la población mundial disminuya drásticamente, por genocidio, epidemias de laboratorio o guerras nucleares, si es preciso.

El 22 de septiembre 2024, representantes de 193 estados nacionales soberanos se reunieron en la sede de las Naciones Unidas en la ciudad de Nueva York para adoptar un Pacto para el Futuro⁴⁹. El periodista Michel Bryant, en su artículo “Global Tyranny never sound so Good: UN summit of the future”, nos advierte:

El acuerdo histórico, que Guterres calificó como un “cambio radical hacia un multilateralismo más eficaz, inclusivo y en red”, contiene 56 “acciones” que los países se comprometieron a lograr. El efecto neto del Pacto para el Futuro y sus dos denominados anexos pretende acelerar radicalmente el impulso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y su Agenda 2030. Promocionada como un plan para “sentar las bases de un orden global sostenible, justo y pacífico para todos los pueblos y naciones” (¿y quién podría objetar una visión tan celestial?), esta última oleada de papeleo de la ONU puede haber establecido nuevos récords en maniobras lingüísticas y lugares comunes por página (Bryant, 18 de octubre 2024).

Y añade: “Para leer el producto final, 66 páginas de frases trilladas presentadas como políticas profundas, se necesita el estoicismo de un santo y un diccionario del diablo para traducir su conspirador ‘globalismo’ a una lengua comprensible”.

Ciertamente, los ODS y la Agenda 2030, son los Caballos de Troya para, como claramente expresa el documento, aplicar “la urgente necesidad de reformar la arquitectura financiera global”⁵⁰ y alcanzar la que es la principal prioridad de la ONU: el control total de las transacciones y los sistemas financieros del mundo.

Las intenciones de la ONU y la de los que mueven los hilos de esta organización tras bambalinas se están convirtiendo en demasiado

49 Op. cit.

50 Op. cit.

evidentes, por lo que se hace necesario maquillar las intenciones y renombrar los objetivos para hacerlos más disimulados; *marketing* llama Bryant en su artículo a estas acciones:

Los términos más siniestros de “gobierno mundial” y “Nuevo Orden Mundial” habrían perdido aceptación y justificadamente estaban haciendo sonar las alarmas en la plaza pública. Por ello, se han introducido palabras sustitutivas más amables y delicadas en un intento de apaciguar a la gente y suavizar la imagen no tan difusa del totalitarismo global. Cuando se recorren las cortinas y se expone la maquinaria de manipulación, descubrimos que la verdadera intención de estos autócratas, que dicen “representar a los pueblos del mundo”, es crear una estructura de gobierno global con poderes dramáticamente mayores sobre toda la actividad humana. Un sistema de control centralizado de ese tipo, por diseño, erosionaría la capacidad de una nación de controlar su propia política interna y externa, eliminando nociones tan “pintorescas” como la soberanía nacional (Bryant, 18 de octubre 2024).

Pero la situación internacional está cambiando. Voces disonantes de varios países rompieron la unanimidad que en pasadas reuniones de la ONU había prevalecido. Una moción de enmienda fue solicitada por la Federación Rusa y considerada en la Asamblea bajo el título “Moción de no acción sobre el proyecto de enmienda”.

Siete países votaron en contra de la moción: Bielorrusia, República Democrática de Corea, República Islámica de Irán, Nicaragua, Federación Rusa, Sudán y la República Árabe Siria. Se abstuvieron: Argelia, Bolivia, República Popular China, Cuba, Irak, Kazajistán, Kiribati, Laos, Malasia, Maldivas, Omán, Pakistán, Arabia Saudita, Sri Lanka y Tailandia. No votaron: Afganistán, Argentina, Azerbaiyán, Bahamas, Brunéi, Burkina Faso, África Central, Chad, El Salvador, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Suazilandia, Haití, Kirguizistán, Mali, Níger, Papúa Nueva Guinea, Samoa, San Tomé, Serbia, Somalia, Tayikistán, Toga, Turkmenistán, Uzbekistán, Vanuatu, Venezuela y Vietnam. En resumen, 28 países no votaron, 15 se abstuvieron y 7 votaron en contra; 40 países en total.

Al terminar la votación, Philémon Yang, presidente de la Asamblea General de las Naciones Unidas, lee: “A continuación, la asam-

blea adoptará una decisión y un proyecto de resolución A/79/L2 titulado *El Pacto para el Futuro*. ¿Puedo considerar que la Asamblea decide aprobar el proyecto de resolución A/79/L2? Así queda acordado”. Y luego golpea el mazo para dar por aprobado el documento⁵¹ (Marina, 25 de septiembre de 2024). No hubo votación para aprobar el documento *El Pacto para el Futuro*. La ruptura en la ONU ha comenzado.

¿Menos población, mejor esperanza para el medio ambiente?

Uno de los objetivos del Desarrollo Sostenible es frenar el aumento de la población. Para la élite mundial, la superpoblación es la causa principal de los problemas más importantes que enfrenta el mundo.

Afirman que es la causa del cambio climático, que a su vez provoca escasez de alimentos y agua, inmigraciones masivas, pérdida de biodiversidad, e incluso guerras. Muchos científicos y, sobre todo, medios de comunicación se unen a este pensamiento único.

Cuando colocamos juntos, la preocupación por preservar el planeta con la idea de que la sobrepoblación es su amenaza principal y las amenazas que aparentemente surgen como consecuencia del cambio climático, aparece una nueva versión ecológica del fascismo: el ecofascismo.

51 Ver el artículo de Rosario Marina, publicado el 25 de septiembre de 2024 en el Blog *Chequeado*, titulado "No, esta imagen no muestra el momento de la votación general del Pacto del Futuro en la ONU sino de una enmienda planteada por Rusia".



Figura 2.4. Adolph Hitler alimentando unos cervatillos. No sabemos si fue antes o después de asesinar sistemática y masivamente judíos en las cámaras de gas de Auschwitz en su intento de exterminar el judaísmo europeo.

José Manuel Cuevas⁵² lo define perfectamente en su artículo “¿Qué es el ecofascismo?”⁵³

Por un lado, el ecologismo busca proteger y defender el medioambiente; por otro, el fascismo pretende instaurar un sistema totalitario y nacionalista de extrema derecha que aspira a reconectar al ser humano, en particular al hombre blanco, con la naturaleza, y establecer una sociedad que proteja los recursos naturales por encima de los individuos.

El ecofascismo no es un movimiento definido, sino más una ideología para referirse a terceros. Dos de sus orígenes son el maltusianismo y el neomaltusianismo. Thomas Malthus fue

52 José Manuel Cuevas, Editor en El Orden Mundial. Doble grado en Historia y Periodismo en la Universidad de Navarra.

53 Op. cit.

un economista y demógrafo británico que vivió entre los siglos XVIII y XIX y advirtió que el aumento exponencial de la población limitaría los recursos. El neomaltusianismo, de finales del siglo XIX y principios del XX, interpretó que ese aumento perjudicaba la calidad de vida de las clases más pobres y defendió el control de la natalidad.

Estas posturas y el auge del fascismo en Europa se encontraron en el origen más directo del ecofascismo: el nazismo en Alemania. Como ideología nacionalista y supremacista, uno de sus objetivos era conquistar *el lebensraum*, o “espacio vital”. El nazismo había tomado ideas del etnonacionalismo alemán, como la de *blut und boden* (sangre y tierra), y en sus inicios tuvo partidarios conservacionistas y posturas ecologistas relacionadas con la romantización de la vida agraria. Sin embargo, el Tercer Reich dio un giro hacia la industrialización para consolidar su poder y las posturas ecologistas perdieron protagonismo.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los neofascistas europeos quedaron relegados o formaron nuevos grupos y partidos en los marcos constitucionales. Con el auge del ecologismo en los años sesenta y setenta, parte de la ultraderecha incorporaría algunas de sus posturas, vinculándolas al etnonacionalismo. El ecofascismo, entonces, ligaba el racismo a la idea de que los pueblos se quedaran en su lugar de origen para evitar el colapso ecológico y mantener las naciones en sus raíces geográficas.

Un referente del ecofascismo de esa época sería el fallecido matemático y terrorista estadounidense Ted Kaczynski⁵⁴, conocido como Unabomber. Kaczynski abandonó su carrera académica para vivir en la naturaleza y llevó a cabo atentados con cartas bomba entre 1978 y 1995. Ese año publicó un manifiesto en el que defendía la conexión con la naturaleza y rechazaba el mun-

54 Theodore John Kaczynski (Chicago, 22 de mayo de 1942 - Durham, Carolina del Norte, 10 de junio de 2023), fue un terrorista, matemático, filósofo y neoludita estadounidense conocido por enviar cartas bomba, motivado e influido por su análisis crítico de la sociedad contemporánea, en el cual hace un especial énfasis en las consecuencias perjudiciales que trajo consigo el desarrollo tecnológico de las sociedades humanas posterior a la Revolución industrial. Reflejó sus análisis y reflexiones antitecnológicas en un extenso manifiesto bautizado como *La sociedad industrial y su futuro*, conocido también por los medios de comunicación de la época como *El Manifiesto del Unabomber*.

do dominado por la tecnología. Aunque sería un referente para los ecofascistas, el propio Kaczynski rechazó el ecofascismo en un texto de 2020.

Con todo, la preocupación por la crisis climática y el auge de internet propiciaron que parte del radicalismo ambiental se alineara con movimientos de ultraderecha. Así, el ecofascismo ha resurgido, por un lado, en partidos que incorporan la preocupación por el cambio climático en el nacionalismo, como Alternativa para Alemania o la Agrupación Nacional de Marine Le Pen en Francia. Por otro lado, cuenta con defensores jóvenes y supremacistas que sostienen que la sobrepoblación de personas no blancas amenaza al medioambiente y agota los recursos. Ambos relacionan la inmigración con la crisis climática.

En esencia, podríamos extender el término ecofascismo a cualquier corriente ideológica que colocara la integridad ambiental por encima de los derechos humanos fundamentales. Un ejemplo de ecofascista reconocido sería el caso de Pentti Linkola⁵⁵. Este ornitólogo y ecologista finés se identificaba a sí mismo como ecofascista y mostró su admiración por el régimen nacionalsocialista en temas de protección medioambiental. Linkola era un ecologista profundo totalitario quien abogaba por una dictadura ecologista fuerte y centralizada, con duras medidas de control de la población para evitar que creciera demasiado y que aplicara castigos ejemplares a quienes violaran las leyes de conservación del medioambiente (Montagud, 25 de septiembre de 2020).

Otro de los usos del término ecofascismo hace referencia a los movimientos ecologistas radicales que toman posturas parciales o totalmente identificadas con el neofascismo. Este uso del término es más una categorización externa por parte de los politólogos refiriéndose académicamente a movimientos nacionalistas, de extrema

55 Kaarlo Pentti Linkola (Helsinki, 7 de diciembre de 1932 - Sääksmäki, 5 de abril de 2020) escribió profusamente sobre sus ideas y fue muy conocido en su país. Vivió de manera sencilla y trabajó como pescador. Gurú de la corriente ecofascista dentro de la ética ambiental, consideraba que la humanidad está destruyendo el medioambiente, y por eso planteaba como solución la reducción del número de personas en el mundo y la desindustrialización. Su ideal de sociedad era una dictadura totalitaria, gobernada por una élite intelectual, donde la mayor parte de la población tuviese el nivel de vida de la Edad Media y el consumo estuviese limitado solamente a recursos renovables.

derecha o xenófobos que han incorporado en su discurso ideológico alguna medida de preservación del medio ambiente.

El ecofascismo no es un mero término anecdótico, sino que se encuentra imbuido en las políticas de la élite actual, en sus conceptos y planes. Resulta chocante que la mayoría de los países acepte la no utilización de los combustibles fósiles (o por lo menos así nos lo hagan creer) cuando se ha calculado que sin petróleo, gas natural y carbón alrededor de 67% de la actual población moriría. Carlos Taibo⁵⁶, en su libro *Ecofascismo. Una introducción* nos señala:

Algunos de los elementos que posibilitaron el ascenso del nacionalsocialismo alemán fueron una profunda crisis con precariedad material acompañada de incertidumbre existencial, la certeza de que no había lo suficiente para todas las personas, una inclinación por descartar respuestas humanistas, y el ascenso de un grupo dominante que prescindió de cualquier consideración sobre la dignidad humana. Actualmente también es posible observar este tipo de fenómenos por lo que podría articularse un escenario propicio para el ascenso de un proyecto ecofascista. Además, hay indicios de que, al defender sus intereses, las grandes empresas establecerían alianzas con un poder político ecofascistizado.

La crisis ecológica ofrece una gran oportunidad para un fascismo renovado que no se enfocará en la cuestión climática sino en el agotamiento de las materias primas energéticas. Esta oportunidad consiste en conducir a la conclusión de que para enfrentar la crisis se deben implementar mecanismos autoritarios, una suerte de ecodictadura en la que el Estado aumente y fortalezca sus funciones represivas.

Muchos de los desastres climáticos afectan a los ricos, por lo que estos se verán obligados a hacer algo al respecto. Tratarán de mitigar los costos derivados del cambio climático. Buscarán reducir los riesgos que atentan contra la primacía planetaria del mundo

56 Carlos Taibo es escritor, editor y profesor jubilado de Ciencia Política y Administración en la Universidad Autónoma de Madrid. Simpatiza con el anarquismo, el movimiento antiglobalización, el decrecimiento, la democracia directa y la autogestión. También es miembro del consejo editorial de *Sin Permiso*.

occidental. De forma descarada, lo público será usado para beneficiar a la economía privada, con lo que proliferarán privatizaciones y tratados internacionales que solo buscarán el beneficio de las grandes empresas. Además, se implementarán medidas supuestamente provisionales para hacer frente a circunstancias inesperadas, encaminadas a establecerse de forma permanente. El objetivo será mantener e incluso aumentar las ganancias de una reducida élite mediante la creación de un tipo de humanidad diferenciada que se parezca a otras especies animales y cuya única libertad sea la de preservar la especie (Taibo, 2022).

Pareciera que estamos leyendo un parte de la situación actual, a lo que solo quedaría añadir que también seríamos espectadores de horribles genocidios que mediatizados por las redes sociales producirían una alienación total tan grave que la visión de niños descuartizados por las bombas ya no nos provocase ninguna emoción, como ocurre en el caso actual de Palestina.

Bajo el título de “¿Qué es el colapso?”, Taibo nos explica:

El colapso es un proceso, un momento que genera cambios sustanciales y muchas veces irreversibles en múltiples aspectos de la vida, donde la posibilidad de satisfacer las necesidades básicas se ve muy afectada; la población humana se reduce significativamente y las sociedades disminuyen su nivel de complejidad; desaparecen las instituciones previamente existentes; y las ideologías legitimadoras y mecanismos de comunicación del orden antecesor desaparecen.

Es importante señalar un par de aclaraciones, una es que no todas las consecuencias del colapso son negativas. Por ejemplo, también hay una re-campesinización, se fortalece la autonomía local y retroceden los flujos jerárquicos. La otra aclaración es que el concepto colapso tiene una dimensión etnocéntrica pues esta categoría no puede hacer mucho sentido a personas que ya viven en situaciones extremas pues su vida desde el principio parte de un prolongado colapso; el final del mundo ya ocurrió para muchas personas víctimas de la colonización occidental iniciada en 1492 en territorios taínos, y es una constante para los y las niñas palestinas que habitan la franja de Gaza.

Es posible identificar el cambio climático y el agotamiento de las materias primas energéticas como las principales consecuencias del colapso. Por una parte, es un hecho que el cambio climático exacerbará el aumento del nivel del mar, derretirá el hielo de los polos, ampliará la desertificación y causará demasiados problemas a los sistemas agroalimentarios; además, cuando se supere la barrera de 2 °C por encima de la temperatura preindustrial, las consecuencias serán imprevisiblemente catastróficas. Por otra parte, sin los combustibles fósiles la civilización termo industrial desaparecería (Dato Crucial 1), y aunque es posible aumentar la participación de las energías renovables, estas no pueden sustituir realmente a la energía fósil.

El colapso estará acompañado de un descenso poblacional; de exacerbación mundial de la precariedad y del hambre; escasez hídrica; expansión de enfermedades y aparición de múltiples pandemias; exacerbación de todos los problemas debido a crisis financieras que provocarán de forma directa inestabilidad y caos; la quiebra de muchos Estados debido al saqueo de las potencias del Norte global; la subordinación tecnológica a los intereses privados; ampliación de la destrucción de la naturaleza; y continuidad de la idolatría al crecimiento económico.

Es previsible que en el escenario posterior al colapso se reduzca significativamente la población humana, y la disminución del suministro energético destruya la civilización del automóvil y la mayor parte del comercio internacional. Además, todas las instancias caracterizadas por la centralización y el uso intensivo de energía y tecnología como los Estados, las fuerzas armadas y las empresas se verán sumamente afectadas por el colapso. En el campo de la economía, el crecimiento caerá, las empresas cerrarán de forma masiva, el desempleo se generalizará, los estados de bienestar caerán, habrá demasiada inflación de productos básicos y la salud y educación retrocederán mucho (Taibo, 2022).

No es fácil aceptar el escenario que nos relata Taibo. Es demasiado radical y catastrófico. Tampoco es demasiado creíble su visión del cambio climático. No es la primera vez que la temperatura global del

planeta estaría por encima de los 2 °C con respecto a la época preindustrial como mostraremos más adelante. El aumento de la concentración de CO₂ puede tener (como ya está sucediendo) un efecto positivo en las cosechas y en el aumento del área de cultivo a pisos climáticos que antes era demasiado fríos. Tampoco, hasta los momentos, no se observa una descarbonización efectiva de la matriz energética mundial que sigue utilizando combustibles fósiles a pesar de los llamados y resoluciones de la ONU, como también veremos más adelante. Si observamos, y quizás sea consecuencia precisamente del fracaso de la política de descarbonización, una tendencia a aumentar guerras y epidemias para provocar un descenso de la población pero que también podrían provocar el colapso civilizatorio que vaticina Taibo, aunque con características diferentes.

La ecuación que lo decide todo

Así como en física las ecuaciones más hermosas son de una simplicidad asombrosa, en lo político-social, que pareciera ser mucho más complicado, también se dan ecuaciones simples. En el tema que estamos tratando, la ecuación:

$$CH = KP \quad (1)$$

Donde C es el consumo de recursos por habitante en un momento dado; H es el número de habitantes en ese momento, P es la cantidad total de recursos producidos en la Tierra también en ese momento, y K es un factor de proporcionalidad que indica el equilibrio (o desequilibrio) entre el consumo de recursos y su inventario planetario. Así, si K = 1 estamos consumiendo todos los recursos; si K es menor que 1 estamos consumiendo solo una fracción de los recursos disponibles; si K es mayor que 1 estamos consumiendo más de lo que tenemos. El valor de K es un indicador del consumo.

En 2011, la World Wide Foundation (Fundación Mundial para la Naturaleza), declaraba:

Al actual ritmo de consumo⁵⁷, la humanidad necesitaría casi tres planetas Tierra ($K = 3$) para satisfacer las demandas alimentarias y energéticas de los más de 9.000 millones de personas que habrá en 2050. Actualmente, el consumo mundial de recursos ha superado tanto la biocapacidad, que ya se necesitan 1,5 años para regenerar los recursos utilizados sólo en el año 2007. Y mientras hay 1.000 millones de personas con sobrepeso, otros 1.000 millones sufren hambre crónica (WWF, 2 de noviembre de 2011).

El término desarrollo sustentable aparece por primera vez en el informe Brundtland, en 1987, elaborado por la comisión que presidió la entonces primera ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland. En dicho informe se establecía una serie de puntos a tener en cuenta para compatibilizar el desarrollo comercial e industrial con el cuidado del planeta. En este informe se encuentra la conocida frase: “Si todos los habitantes del mundo vivieran como los norteamericanos⁵⁸, se necesitaría un planeta cuatro veces más grande” ($K = 4$)⁵⁹.

El párrafo anterior describe dos escenarios actuales. Para $K = 3$, el patrón de consumo es el promedio de todos los habitantes sin discernir en las enormes desigualdades a nivel mundial y no es sostenible. $K = 4$, es el patrón de consumo del norteamericano promedio igualado para todos los habitantes y es todavía menos sostenible. Para reducir el valor de K es necesario reducir el producto CH , es decir, se reduce el patrón de consumo o se reduce el número de habitantes.

57 Presupone que todos los habitantes de la Tierra consumen igual, lo cual evidentemente no es cierto.

58 Todavía hay personas que defienden el “sueño americano” sin darse cuenta de su imposibilidad.

59 Cf. el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (4 de agosto de 1987) y el Informe Brundtland titulado *Nuestro futuro común*, del Centro para un Mundo en Equilibrio (20 de marzo de 1987).

Los comentarios al respecto de los representantes de la élite coinciden y son escalofriantes:

- Volker Turk⁶⁰: “hasta 80 millones de personas se hundirán en el hambre si no se cumplen los objetivos climáticos” (Turk, December 6, 2023).
- Ted Turner⁶¹: “sería ideal una población mundial total de 250-300 millones de personas, una disminución del 95% de los niveles actuales” y “somos demasiadas personas; por eso tenemos el calentamiento global” (Wikipedia, 25 de febrero de 2025).
- Henry Kissinger, arquitecto del Nuevo Orden Mundial: “la despoblación debería ser la máxima prioridad de la política exterior hacia el tercer mundo, porque la economía estadounidense requerirá grandes y crecientes cantidades de minerales del exterior, especialmente de los países menos desarrollados” (Kissinger, 2025).
- Barak Obama⁶², expresidente de los Estados Unidos: “ningún desafío representa una mayor amenaza a las futuras generaciones como el cambio climático” (*Noticias ONU*, (23 de septiembre de 2014).

60 Volker Türk (Linz, 1965) es un abogado austriaco y funcionario de las Naciones Unidas. Es Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos desde el 17 de octubre de 2022.

61 Robert Edward Turner III: Empresario, inversionista, terrateniente, directivo empresarial y magnate estadounidense de los medios, conocido también por ser el fundador de la cadena internacional de noticias CNN y varios canales de televisión, entre otras empresas periodísticas y comerciales.

62 Barack Hussein Obama (Honolulu, 4 de agosto de 1961) es un político y abogado estadounidense. Miembro del Partido Demócrata, ejerció como el 44º presidente de los Estados Unidos desde el 20 de enero de 2009 hasta el 20 de enero de 2017.

- Bill Gates⁶³, el mayor defensor viviente de la depopulación: “el mundo de hoy tiene 6.800 millones de personas y se dirige a unos 9.000 millones. Ahora bien, si hacemos un gran trabajo en nuevas vacunas, atención médica y servicios de salud reproductiva, podríamos reducir eso quizás en un 10 o 15%” (*LaNota.com*, 28 Septiembre 2011).
- The American Physical Society: “la evidencia es incontrovertible. El calentamiento global está ocurriendo” (ONU, 1992c).

Ningún miembro de la élite sugiere cambios en el patrón de consumo, todos coinciden en la disminución de la población. El pronunciamiento de la American Physical Society delata el carácter tarifario de la ciencia actual; nos advierte que no solo los medios de comunicación están al servicio de las élites, sino que también la ciencia oficial. La frase “la evidencia es incontrovertible” es anticientífica, porque prohíbe la discusión; tanto que muchos científicos se adhieren al discurso del cambio climático para no perder sus subvenciones.

Reducir el patrón de consumo suena mucho más aceptable que exterminar a millones de personas. El problema que se plantea en el sistema capitalista es que está basado en el consumismo. Los objetos que usamos diariamente podrían durar años (como sucedía hasta hace poco) si no se les impusiera la obsolescencia programada; pero no solo a los objetos, también a los alimentos se les impone una cadencia temprana para poder rotar los inventarios en menos tiempo. El resultado son toneladas y toneladas de alimentos botadas a los basureros para cumplir con la normativa legal. También está permitido colocarles a los alimentos compuestos químicos que producen adicción aun a sabiendas que esa adicción va a producir enfermedades en sus consumidores; pero no importa, mejor aún, así también se aprovechan las industrias farmacéuticas para vender sus drogas. El sistema funciona como una máquina para destruir al ser huma-

63 Bill Gates, magnate empresarial, desarrollador de software, inversor y filántropo estadounidense. Cofundador de Microsoft, junto con Paul Allen. Durante su carrera en Microsoft, Gates ocupó los cargos de presidente, director ejecutivo (CEO), presidente y arquitecto jefe de software, además de ser el mayor accionista individual hasta mayo de 2014. Fue uno de los principales empresarios de la revolución de las microcomputadoras de las décadas de 1970 y 1980. Su fortuna se calcula en 129.000 millones de dólares (2023) según la revista Forbes, hecho que lo colocó como el cuarto hombre más rico del mundo. Antes del estallido de la burbuja de las punto com, su patrimonio neto ascendió a 114.100 millones de dólares, lo que lo convirtió en la décima persona más rica en toda la historia de la humanidad.

no, explotándolo para que trabaje la mayor cantidad de horas al día, enfermándolo para que consuma más, y finalmente desechándolo cuando ya no sirve para trabajar. Esa es la triste y horrible realidad del capitalismo, que se ríe incluso de nosotros con el famoso *slogan* “a gozar la realidad”. Ante este delicado escenario debemos ser sumamente cuidadosos en que nuestras decisiones no vengan manipuladas por la avalancha de información proveniente de las élites. La reciente pandemia de covid-19 es un ejemplo de cómo manipular la opinión pública: en menos de dos años y ante la emergencia, la humanidad respondió obedeciendo ciegamente las instrucciones emanadas de la World Health Organization (Organización Mundial de la Salud); al 12 de julio 2023 se habían vacunado completamente 5.157.193.846 personas, que representan el 65,38% de la población mundial. Actualmente (2024-2025) nos amenazan con nuevas epidemias, una nueva versión del covid-19 y la llamada “viruela del mono”, también conocida como viruela símica. Se trata de una enfermedad zoonótica viral, lo que significa que puede transmitirse de animales a humanos y también se puede propagar de persona a persona. Sin embargo, la mayoría de los animales susceptibles de contraer la dolencia y después contagiar a las personas son roedores, como las ratas gigantes de Gambia, los lirones o los perros de las praderas. El origen de la enfermedad es un misterio, las búsquedas por internet apenas comentan que se originó en 1958, después de que se produjeran brotes en monos utilizados para la investigación (Sampson, 14 de agosto de 2024). Leyendo entre líneas, se trata de una enfermedad creada en laboratorio, tal como fue el covid-19. Por supuesto, la Organización Mundial de la Salud ya tiene lista las vacunas e inclusive ya las recomienda con nombres y apellidos (OMS, 16 de octubre de 2024). Todo concuerda en un plan estratégico que mostramos en el siguiente esquema:

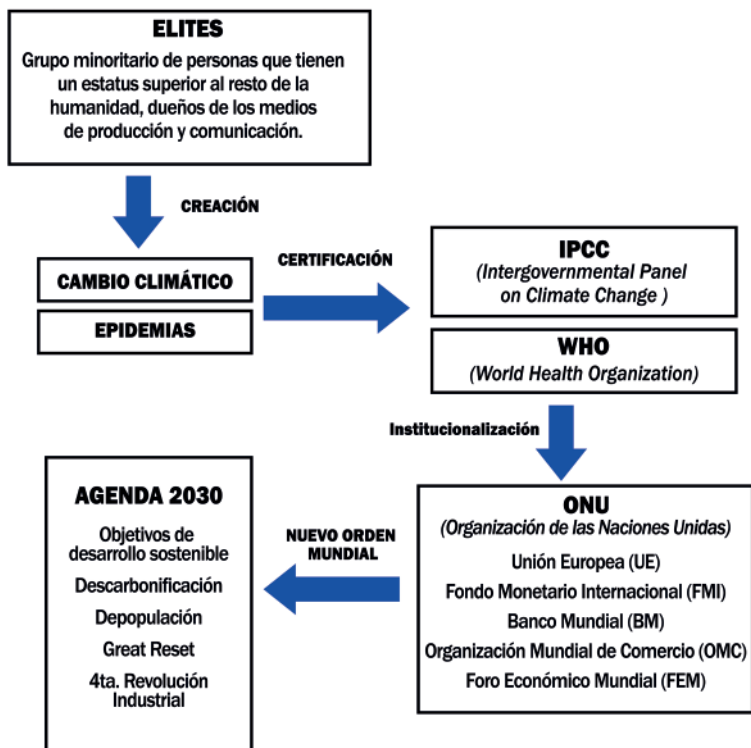


Figura 2.5. Esquema que muestra cómo las élites manipulan la opinión pública para imponer sus políticas dirigidas hacia la creación de un Nuevo Orden Mundial.

Las élites crean la incidencia (cambio climático antropogénico, epidemias), la certifican a través de sus agencias pseudocientíficas, las institucionalizan en sus agencias supranacionales, creando así las condiciones para justificar su plan de Nuevo Orden Mundial.

¿Quién podría poner en duda las instituciones que han gobernado el mundo en los últimos setenta años transcurridos desde el final de la II Guerra Mundial? (Si es que se puede decir que el conflicto y sus consecuencias han concluido). Y si alguien se atreviese, ¿no se justificaría entonces desatar la solución final, la III Guerra Mundial?

Referencias bibliográficas

Asayama, S. (2021). “Threshold, budget and deadline: beyond the discourse of climate scarcity and control”. *Climatic Change* 167 (3). pp 1-16. Citado por: Vinos, J. (2022) “Climate of the Past, Present and Future, A Scientific Debate”, (2nd ed.). *Critical Science Press*.

Bell, L. (14 de junio de 2011) “Agenda 21: The U.N.’s Earth Summit Has Its Head in The Clouds”. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/larrybell/2011/06/14/the-u-n-s-earth-summit-has-its-head-in-the-clouds/>

Bryant, M. (October 18, 2024). “Global Tyranny never sound so Good: UN summit of the future”. Health Freedom Defense Fund. <https://healthfreedomdefense.org/global-tyranny-never-sounded-so-good-un-summit-of-the-future/>

Cabal, E. (2012). *Gobierno Mundial*. Mandala Ediciones. <https://www.casadellibro.com/libro-gobierno-mundial/9788483525937/2012699>

Cuevas, J.M. (29 de diciembre de 2023). “¿Qué es el ecofascismo?”. *El Nuevo Orden Mundial*. <https://elordenmundial.com/que-es-ecofascismo/>

Epperson, A.R. (2014). *The New Mundial Order*. Ediciones Obelisco. <https://studylib.es/doc/6387044/el-nuevo-orden-mundial>

Foster, J. B. (2013). “Marx and the Rift in the Universal Metabolism of Nature”. *Monthly Review*, 65(7), 2013, pp. 1-19.

Hamburg Institute of International Economics (HWWA). (November 1974). "Club of Rome: Mankind at the turning point", *Intereconomics Vol. 09*. pp. 332-333. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/139098/1/v09-i11-a04-BF02929374.pdf>

Ibáñez, M. (marzo de 2021). *El declive de la ecología-mundo capitalista / Entrevistado por James W. Moore*. Reporte Sexto Piso. <https://jasonwmoore.com/wp-content/uploads/2022/08/Moore-El-declive-de-la-ecologia-mundo-capitalista-2021-Reporte-Sexto-Piso.pdf>

IPCC (2018). "Resumen para responsables de la formulación de políticas". *Calentamiento global de 1,5 °C. Un Informe Especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales y el efecto invernadero mundial las vías de emisión de gases, en el contexto del fortalecimiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo y los esfuerzos para erradicar la pobreza*. Cambridge University Press. pp. 3-24.

Izzard, J. (December 2, 2015). "Maurice Strong, Climate Crook". *Climate Doomed*. <https://quadrant.org.au/opinion/doomed-planet/2015/12/discovering-maurice-strong/>

King, A. & Schneider, B. (1995). *The First Global Revolution*. Club de Roma, Plaza & Janés Ed. <https://books.google.co.ve/books?id=bZLlQgAACAAJ>

Kissinger, H. (2025). "Las mejores citas de Henry Kissinger". En *Victor Mochere*. <https://victormochere.com/es/best-quotes-from-henry-kissinger>

LaNota.com. (28 Septiembre 2011). “Científico Premio Nobel cuestiona calentamiento global”. En *LaNota.com*. <https://lanota.com/index.php/Cientifico-premio-Nobel-cuestiona-calentamiento-global.html>

Marina, R. (25 de septiembre de 2024). “No, esta imagen no muestra el momento de la votación general del Pacto del Futuro en la ONU sino de una enmienda planteada por Rusia”. *Chequeado*. <https://chequeado.com/ultimas-noticias/no-esta-imagen-no-muestra-el-momento-de-la-votacion-general-del-pacto-del-futuro-en-la-onu-sino-de-una-enmienda-planteada-por-rusia/>

Meadows, D.H; Meadows, D.L; Randers, J. & Behrens III, W.W. (1972). *The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome’s Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.

Montagud Rubio, N. (25 de septiembre de 2020). “Ecofascismo: qué es y cómo se expresa en tendencias políticas e ideológicas”. *Psicología y Mente*. <https://psicologiaymente.com/cultura/ecofascismo>

Moore, J.W. (2015). *Capitalism in the Web of Life: Ecology and accumulation of Capital*. Verso Books. <https://www.versobooks.com/en-gb/products/74-capitalism-in-the-web-of-life>

Noticias ONU. (23 de septiembre de 2014). “Obama: el cambio climático es la amenaza que más define al siglo”. Mirada global historias humanas. <https://news.un.org/es/story/2014/09/1312161>

Noticias ONU. (12 de diciembre de 2020). “Guterres pide a todos los países del mundo que declaren la emergencia climática”. Cambio climático y medioambiente. <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485502#:~:text=12%20Diciembre%202020%20Cambio%20clim%C3%A1tico%20y%20medioambiente%20El,alcance%20la%20neutralidad%20de%20las%20emisiones%20de%20carbono>.

ONU. (March 20, 1987). *Our common future: Brundtland Report*. Center for a World in Balance. <https://web.archive.org/web/20111003074433/http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php>

ONU. (4 de agosto de 1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Ecominga amazónica. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_1/CM-MAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

ONU. (1992a). *Agenda 21*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Desarrollo Sostenible. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/224844/Contenido/H%20programas/23%20Agenda%2021.pdf>

ONU. (1992b) *Conferencias, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. II Cumbre de la Tierra de Río 1992. <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>

ONU. (1992c). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

ONU. (2015a). *Agenda 2030. Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>

ONU. (2015b). *The Paris Agreement*. Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf

ONU. (2023). *Paz, dignidad e Igualdad en un planeta sano*. <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>

ONU. (2024). *El Pacto para el Futuro*. Resolución aprobada por la Asamblea General el 22 de septiembre de 2024. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n24/272/25/pdf/n2427225.pdf>

ONU. (September 22-23, 2024). “Interactive dialogue 1: Transforming global governance and turbocharging the implementation of the 2030 agenda for sustainable development”. *Summit of the Future. Multilateral Solutions for A Better Tomorrow* [Concept Notes for the Interactive Dialogues]. Summit of the Future. Our Common Agenda, New York, EEUU.

OMS. (16 de octubre de 2024). “Viruela símica (mpox) | Preguntas y respuestas”. *Centro de prensa de la Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/mpox>

Parker G. (2013). *Global crisis. War, climate change and catastrophe in the seventeenth century*. Yale University Press, New Haven.

Sampson, E. (14 de agosto de 2024). “Viruela símica: lo que hay que saber sobre la emergencia de salud”. *The New York Times en Español*. <https://www.nytimes.com/es/2024/08/14/espanol/mpox-viruela-mono-ques.html>

Solomina, O.N.; Bradley, R.S.; & Hodgson, D.A. (2015). “Holocene glacier fluctuations”. *Quaternary Science Reviews* 111, pp. 9–34.

Taibo, C. (2022), *Ecofascismo. Una introducción. Capítulo 4*. Los libros de la catarata. <https://let.iiec.unam.mx/node/4940>

Turner, T. (25 de febrero de 2025). En *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Ted_Turner

Turk, V. (December 6, 2023). *Opening statement by UN High Commissioner for Human Rights Volker Türk at press conference ahead of Human Rights Day* [Discurso de apertura de Volker Türk, Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, durante una conferencia de prensa con anterioridad al Día de los Derechos Humanos]. Office of the High Commissioner for Human Rights. <https://www.ohchr.org/es/statements-and-speeches/2023/12/opening-statement-un-high-commissioner-human-rights-volker-turk>

WMO Secretary, Canada et UNEP. (Juin, 1988). *Actes, Conférence mondiale, Toronto, Canada, 27-30 juin 1988 : l'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe*. Conférence mondiale : L'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe. Toronto-Canadá. <https://digitallibrary.un.org/record/106359?ln=en&v=pdf>

World Economic Forum [WEF]. (2020). *News Release. El Gran Reinicio: Una cumbre gemela única para empezar el 2021*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Great_Reset_AM21_Spanish.pdf

World Wide Foundation for Nature [WWF]. (2 de noviembre de 2011) “WWF recuerda que la humanidad necesitaría casi tres Planetas para satisfacer sus demandas en 2050”. *World Wide Foundation for Nature*. <https://www.wwf.es/?19960/planetas#:~:text=Al%20actual%20ritmo%20de%20consumo%2C%20la%20humanidad%20necesitar%C3%ADa,9.000%20millones%20de%20personas%20que%20habr%C3%A1%20en%202050>

Zhang, D.D.; Brecke, P. & Lee H.F. (2007). "Global climate change, war, and population decline in recent human history". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (49) pp. 19.214–19.219.

CAPÍTULO III

Ecología y Economía: orientar la gestión pública en función del bien común

Las necesidades humanas

Existen elaboradas teorías sobre las necesidades básicas de los seres humanos basadas en estudios e investigaciones psicosociales (Pittman & Zeigle, 2007). Abraham Maslow⁶⁴ (1971)⁶⁵ propuso una jerarquía de necesidades (Pirámide de Maslow, ver figura 3.1) que comienza con la necesidad de alimentos, agua, y el refugio, seguido de la necesidad de seguridad, protección, luego la pertenencia o el amor, la autoestima y, finalmente, la realización personal y la autorrealización.

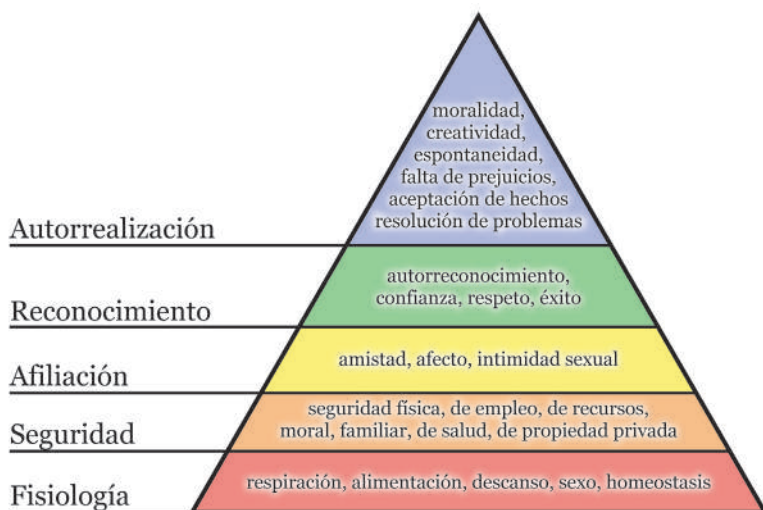


Figura 3.1. Pirámide de Maslow que jerarquiza las necesidades humanas (Maslow, 1976).

64 Abraham Maslow (Brooklyn, Nueva York; 1 de abril de 1908-Menlo Park, California; 8 de junio de 1970) fue un psicólogo estadounidense conocido como uno de los fundadores y principales exponentes de la psicología humanista, una corriente psicológica que postula la existencia de una tendencia humana básica hacia la salud mental, que se manifestaría como una serie de procesos de búsqueda de autoactualización y autorrealización.

65 Op. cit.

A pesar de las críticas, bien sustentadas por lo demás, a la Pirámide de Maslow, ésta representa un primer intento de estudiar algo de suma importancia: el bien común, los elementos contextuales comunes y necesarios a todos. Si la necesidad de tener acceso a alimentos es uno de los aspectos más importantes para las personas, hay que proponer modelos de gestión de los espacios que tengan en cuenta este principio (García-Allen, 30 de mayo de 2015).

Otro investigador, John Burton⁶⁶ (1990) también identifica un conjunto de necesidades que considera universales en su ocurrencia, pero sin significación jerárquica. Su lista de necesidades incluye la justicia distributiva, la seguridad, la protección, la pertenencia, la autoestima, la realización personal, la identidad, la seguridad cultural y la libertad.

Más recientemente, Simon Hertnon⁶⁷ (10 de enero de 2005) propone una *Teoría Universal de las Necesidades Humanas* con solo dos necesidades: la supervivencia y la superación. En cuanto a las necesidades de supervivencia, identifica el bienestar físico y mental, el respeto de los demás y la autoestima (todos necesarios para la felicidad) y un medio ambiente seguro y saludable, apreciación de la vida y hacer cosas buenas (todo lo necesario para la satisfacción).

Los teóricos de las necesidades humanas distinguen entre necesidades e intereses, y argumentan que los conflictos surgen cuando los esfuerzos de las personas por satisfacer sus necesidades fundamentales son frustrados. Se argumenta además que el conflicto e incluso la violencia son inevitables porque las necesidades humanas no son negociables, mientras que los intereses humanos están abiertos a la negociación y compromiso. La línea de demarcación entre necesidades e intereses, sin embargo, no es muy claro y es en sí mismo un sujeto de disputa (Danesh, 2011).

66 John Burton autor del libro *La resolución de conflictos como sistema político*.

67 Simon Hertnon es un filósofo neozelandés que ha pasado gran parte de su vida viajando, leyendo, enseñando, escribiendo y viendo películas. Es licenciado en Lingüística por la Universidad Victoria de Wellington y tiene un amor por el lenguaje y la narración de historias que le lleva a muchos autores y géneros. Ha escrito una actualización de la jerarquía de las necesidades humanas de Maslow, así como libros sobre relaciones, escritura, palabras raras y, más recientemente, una novela bajo el seudónimo William Henry.

Las necesidades humanas desde una perspectiva social

En 1974 aparece por primera vez la noción de “necesidades humanas básicas” en los organismos supranacionales. Fue en el seminario internacional patrocinado por la UNCTAD (United Nation Conference on Trade and Development) y por el UNEP (United Nations Environmental Program), realizado en México. Sus conclusiones se conocen como la Declaración de Cocoyoc. En esa reunión se estableció que la necesidad humana básica se entiende en el sentido de desarrollo de los seres humanos y no en el sentido de desarrollo de países o producción de bienes materiales (Puig et al., 2012). Es una distinción muy importante: el país con mayor PIB no es precisamente el que mejor satisface las necesidades básicas de su población, y en efecto, así sucede.

Varias teorías y modelos han sido desarrollados sobre las necesidades desde el ámbito social. Entre ellas destacamos la *Teoría de las necesidades humanas* de Max-Neef⁶⁸, uno de los más prestigiosos economistas alternativos y ecológicos, que nos hace ver lo que permanece invisible en la economía convencional. En sus propias palabras, su teoría es “un aporte para una filosofía del desarrollo”. En sus conclusiones destaca:

Primero, estamos viviendo en un planeta en el cual las sociedades están cada vez más interconectadas e interdependientes en todo lo que es positivo y también en todo lo que es negativo. En realidad, así es como debe ser en cualquier sistema viviente. Sin embargo, debido a la característica humana de la estupidez, desaprovechamos las condiciones de interdependencia y de conexión, que darían una oportunidad a la solidaridad para desplegar sus posibilidades sinérgicas, y así superar nuestra grave situación. Parece que todavía preferimos la eficiencia económica de la avaricia y la dinámica política de la paranoia. Esto hace que siga en pie un sistema global en el que la pobreza sigue creciendo en todo el mundo y una gran parte del esfuerzo científico y tecno-

68 Manfred Arthur Max-Neef Neef (Valparaíso, 26 de octubre de 1932 - Valdivia, 8 de agosto de 2019) fue un intelectual, economista, ambientalista y político chileno, autor de varios libros, ganador del Right Livelihood Award en 1983 y candidato independiente (Movimiento Ecológico) a la presidencia de Chile en 1993.

lógico está directa o indirectamente dirigido hacia asegurar las posibilidades de destruir a toda la especie humana. Segundo, ya no tiene sentido hablar de países desarrollados y países en vías de desarrollo, a menos que agreguemos otra categoría: países en vías de subdesarrollo. Esta sería la categoría correcta para denominar a varios de los actuales países ricos, en los que la calidad de vida de la población se está deteriorando a ritmos alarmantes. Tomemos un caso extremo. A principios de octubre de 1989, el *Miami Herald* publicó que, en Estados Unidos, uno de cada cinco niños vive por debajo de la línea de pobreza. Una proyección advierte que para el año 2010 esta proporción aumentará a uno de cada tres. Y ese país, que posee el 6% de la población mundial, consume casi el 45% del total de la energía utilizada en el mundo. Tercero, una de las condiciones más trágicas, por la que la humanidad en conjunto debería sentir vergüenza, es que hemos logrado construir un mundo en el que, según datos de Unicef, la mayoría de los pobres son niños, y, aún peor, donde la mayoría de los niños son pobres. Una cosa debe quedar clara: no podemos seguir pretendiendo que podemos resolver una pobreza insustentable por medio de la instrumentación de un desarrollo insustentable (Max-Neef, 1993).

En su última frase, el autor introduce un nuevo término “desarrollo insustentable”, diametralmente opuesto al término “desarrollo sustentable” que es uno de los pilares del discurso sobre el cambio climático.

Sobre el futuro posible, el autor añade:

Tres posibles versiones del futuro:

1. La posibilidad de la extinción total o parcial de la especie humana. La forma más obvia de que esto ocurra es a través de un holocausto nuclear, el cual, según sabemos, se basa en el principio de la Destrucción Mutuamente Asegurada. Pero además del holocausto nuclear, hay una serie de procesos actuales que pueden causar dicha situación: el deterioro del medio ambiente, la destrucción de los bosques, la destrucción de la diversidad genética, la polución de los mares, lagos y ríos, la lluvia ácida, el efecto invernadero, la reducción de la capa de ozono, y otros.

2. La segunda posibilidad es la barbarización del mundo. Algunas características serían el surgimiento de “burbujas” de enorme riqueza, rodeadas de barricadas o fortalezas para proteger esa riqueza de los inmensos territorios de pobreza y miseria que se extienden más allá de las barricadas. Es interesante destacar que esta versión aparece cada vez más en la literatura de ciencia ficción de la última década. Es como la atmósfera de *Mad Max*, tan brillantemente descrita por los australianos en ese film. Muchos de estos síntomas ya se encuentran en algunas actitudes mentales y en la existencia real de áreas aisladas para los muy ricos, que no quieren contaminarse visual, auditiva o físicamente con la pobreza. Un componente de esta versión será el resurgimiento de regímenes represivos, que cooperarán con las élites ricas e impondrán condiciones de vida cada vez peores a los pobres.
3. La tercera versión presenta la posibilidad de una gran transición: el pasaje de una racionalidad dominante de competencia económica ciega y de codicia, a una racionalidad basada en los principios de la solidaridad y el compartir. Podríamos llamarlo el pasaje de una Destrucción Mutuamente Asegurada a una Solidaridad Mutuamente Asegurada. La pregunta es si podemos hacerlo. ¿Tenemos las herramientas, la voluntad y el talento para construir una Solidaridad Mutuamente Asegurada? ¿Podremos vencer la estupidez que hace que posibilidades como esa queden fuera de nuestro alcance? Creo que sí podemos, y que tenemos la capacidad. Pero no nos queda mucho tiempo (Max-Neef, 1993).

Es sorprendente cómo nuestro mundo actual, en el año 2025, está perfectamente descrito en el futuro que imaginó Max-Neef en 1993.

Por otro parte, los enfoques sociológicos, profundizando en el concepto de necesidad, se pueden clasificar en dos grupos:

- a) Relativistas, que consideran que las necesidades se establecen en función de factores como el sexo, edad, raza, cultura y normas sociales.
- b) Los Universalistas que buscan identificar las necesidades comunes a todos los seres humanos, independientemente de su contexto.

En la perspectiva socioeconómica de K. Marx, las necesidades humanas están moldeadas por las condiciones económicas, y la lucha de clases está relacionada con la satisfacción de estas necesidades. A lo largo de su obra, Marx examina dos nociones de necesidad: las necesidades básicas mínimas (comida, refugio) que los dueños de la producción satisfacen a través de sistemas de trabajo asalariado y de bienestar para que los trabajadores puedan reproducir su fuerza de trabajo, y las verdaderas “necesidades humanas” que van más allá de las necesidades materiales y reflejan una visión de una sociedad más equitativa. Por ejemplo, el lema “a cada cual, según su capacidad, a cada cual según sus necesidades” enfatiza el libre acceso a los bienes y servicios.

Agnes Heller⁶⁹ (Lebowitz, 1979) explora más a fondo este concepto, argumentando que solo las necesidades que trascienden el capitalismo, designadas como “necesidades radicales”, pueden conducir a una transformación social genuina. Estas necesidades radicales son características estructurales de las sociedades de productores asociados y representan una conciencia de alienación, que va a la raíz del capitalismo como objetivo colectivo (Heller & Fehér, 1991). Se trata, entonces, de un relato del desarrollo humano en el que la plenitud se alcanza cuando se superan la explotación y la alienación (Hewitt, 2000).

69 Agnes Heller (Budapest, 12 de mayo de 1929 - Balatonalmádi, 19 de julio de 2019) fue una filósofa, socióloga, profesora y autora húngara. Una prominente pensadora marxista en un primer momento, más tarde se plegó a una posición socialdemócrata. Además del pensamiento político y social, también se centra en la filosofía hegeliana, la ética y el existencialismo. El desarrollo de su pensamiento evidencia una atención cuidadosa a los acontecimientos de las últimas décadas y a la vez revela un dinamismo constante de maduración.

La energía como necesidad humana

Ha sido aleccionador investigar sobre las necesidades humanas y podríamos seguir discutiendo sobre las ideas filosóficas y sociológicas que abarcan, sin embargo, ese no es el objetivo principal de este trabajo, sino la ecología y el clima. ¿Qué línea de pensamiento nos lleva desde las necesidades básicas hasta la ecología? Es un largo hilo que transversalmente toca todas, o casi todas, las disciplinas del conocimiento. Se trata de satisfacer las necesidades humanas básicas lo más equitativamente posible dentro de un determinado sistema social. Eso es relativamente sencillo, casi como un videojuego. La realidad es diferente, más cambiante, con muchas más variables en juego. Una de ellas es el clima.

El clima es el tema número uno cuando dos personas se encuentran. Hoy está haciendo calor, parece que va a llover, son frases diarias muy comunes, en cualquier país del mundo. El clima es muy cambiante, en el páramo merideño venezolano hay cambios de temperatura de 20 o 30 °C entre el mediodía y la medianoche. A 45 grados de Latitud (Nueva York, por ejemplo) la temperatura suele variar entre 40 °C en verano y -20 °C en invierno, ¡un ΔT de 60 °C!

Volvamos a la energía. El derecho a la energía, producida por la fuente que fuese, es un derecho humano *in statu nascendi*, para expresarlo en términos jurídicos, en estado de nacimiento, significa. Por lo tanto, todo ser humano debe tener derecho a la energía.

En la figura 3.2 mostramos la evolución anual (efectiva y prospectiva) del consumo mundial de energía de 2000 a 2050, en función de la fuente utilizada para su generación.

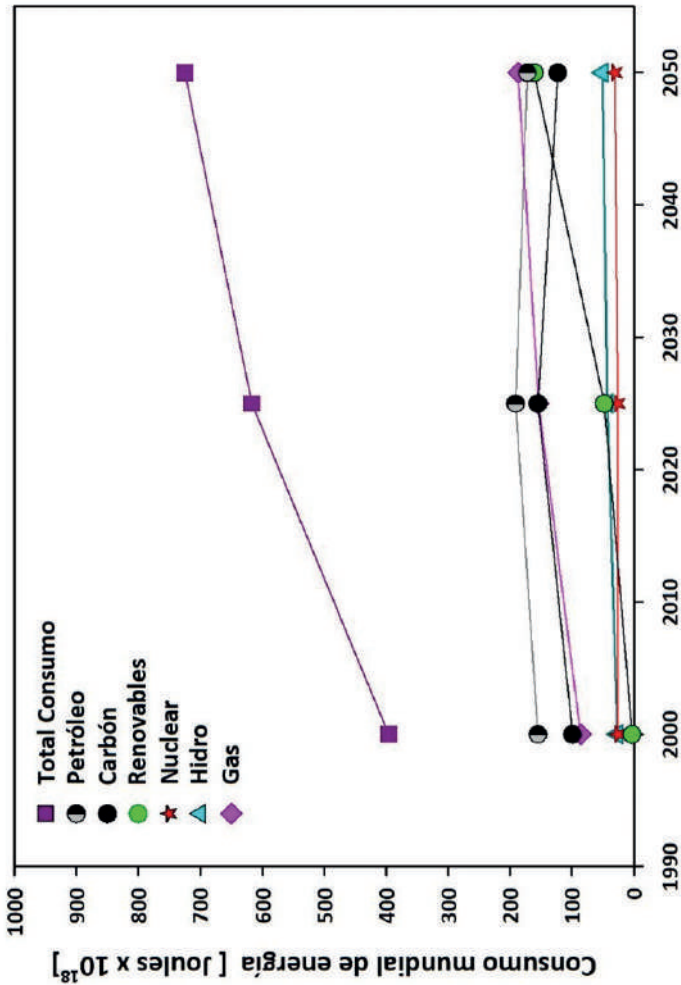


Figura 3.2. Evolución anual del consumo mundial de energía de 2000 a 2050, en función de la fuente utilizada para su generación. Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/634593/consumo-global-de-energia-por-fuente/>
Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



Para el año 2025 se estima un consumo de 617×10^{18} Joules (la escala de gráfica está en exajoules, donde $\text{exa} = 10^{18}$), de los cuales el 81% provendrán de energías fósiles (gas 25%, petróleo 31% y carbón 25%). En el año 2000, las cifras indican un consumo de 396×10^{18} Joules, el 86% proveniente de combustibles fósiles (gas 22%, petróleo 39% y carbón 25%).

Comparando las cifras del año 2000 con las del año 2025, encontramos que el consumo de energía aumentó un 56%; mientras que las energías fósiles disminuyeron apenas 1,3%, la hidroelectricidad aumentó un 59,3%, la energía nuclear se mantuvo estable y las renovables aumentaron en un 1.500%.

Para el 2050 se estima un consumo de 725×10^{18} Joules, un aumento de apenas un 17,5% con respecto a 2025, lo que representa un aumento tres veces menor que en el período 2000-2025. Estas cifras no parecen realistas. De acuerdo al anuario estadístico de Enerdata (2024) para 2022 la tasa de crecimiento del consumo de energía era de 2,2% anual que, para un período de 25 años (2025-2050), implicaría un aumento del 55,8% mucho mayor que la cifra estimada de un 17,5%.

Los tres párrafos anteriores se resumen en la figura 3.3:

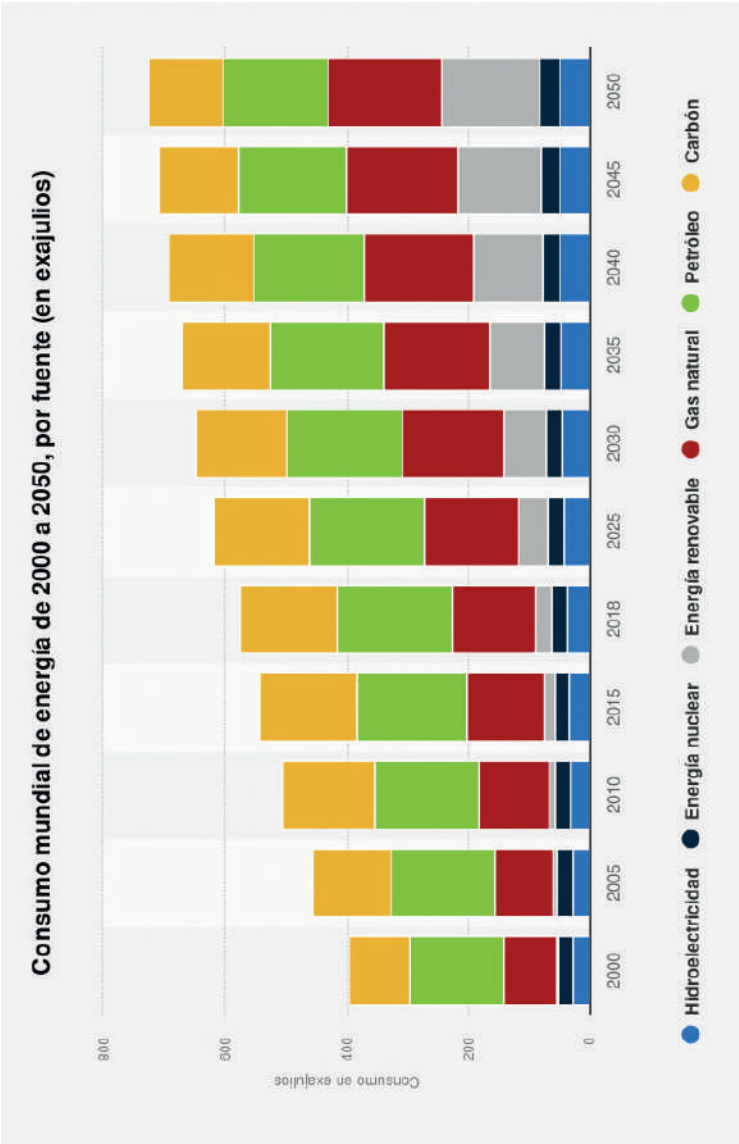


Figura 3.3 Consumo mundial de energía, efectiva y prospectada, para el período 2000-2050. Creación propia.

Petróleo, carbón y gas representan el 81% del total de la energía producida y de mantenerse las tendencias, el porcentaje para 2025 se estima en un 66%.

Por los momentos, a no ser que ocurra un cataclismo en el espacio energético, los combustibles fósiles seguirán dominando. Aun así, es notable el aumento de las energías renovables (hidroeléctrica, fotovoltaica, eólica, biomasa, hidrógeno) desde el año 2000, estimándose que para el 2025, podrían representar el 22%.

Es necesario comentar que, muy recientemente, pareciera haber un cambio de actitud con respecto a la energía nuclear, que representa un 4% de la producción mundial. Y es que las energías renovables tienen un Talón de Aquiles... el clima. Mientras que la energía nuclear es mucho más segura y fiable desde el punto de vista climático. Incluso hay tendencias que colocan la energía nuclear dentro del sector de las energías renovables.

También están interviniendo los avances tecnológicos de pequeñas unidades nucleares, más seguras que las convencionales, conocidas como SMR, Small Modular Reactors. Estas unidades ya están disponibles comercialmente (RT, 14 de julio de 2021) y podrían formar parte de la cartera de inversiones en el sector privado.

La descarbonificación

El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante sobre el cambio climático. Fue adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) celebrada en París (Francia) el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Su objetivo general es mantener “el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales” y proseguir los esfuerzos “para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales” (United Nation Climate Change, 2021).

Para la discusión que sigue queremos resaltar la posición de la Federación Rusa a través de la siguiente declaración:

1. La Federación de Rusia reconoce que, de conformidad con el párrafo 1 del artículo 9 del Acuerdo, las Partes que son

países desarrollados proporcionarán recursos financieros para ayudar a las Partes que son países en desarrollo tanto en la mitigación del cambio climático como en la adaptación al mismo, en cumplimiento de las obligaciones que les incumben en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 9 de mayo de 1992 (en adelante denominada “la Convención”). En este contexto, la Federación de Rusia señala que, como Parte en la Convención, la Federación de Rusia no está incluida en el anexo II de la Convención.

2. La Federación de Rusia parte de la importancia de la conservación y el aumento de la capacidad de absorción de los bosques y otros ecosistemas, así como de la necesidad de tener en cuenta al máximo esta capacidad, incluso en la aplicación de los mecanismos del Acuerdo.
3. La Federación de Rusia considera inaceptable el uso del Acuerdo y sus mecanismos como instrumentos para crear obstáculos al desarrollo social y económico sostenible de las Partes en la Convención (4 de noviembre de 2016).

Por su parte, Estados Unidos de Norteamérica, en su documento *The Long-Term Strategy of the United States Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050* (November 2021) [*La estrategia a largo plazo de los Estados Unidos hacia las cero emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050* (noviembre de 2021)], explícitamente se compromete, en el marco del Acuerdo de París a descarbonizarse completamente para el año 2050 mostrando la siguiente hoja de ruta (figura 3.4):

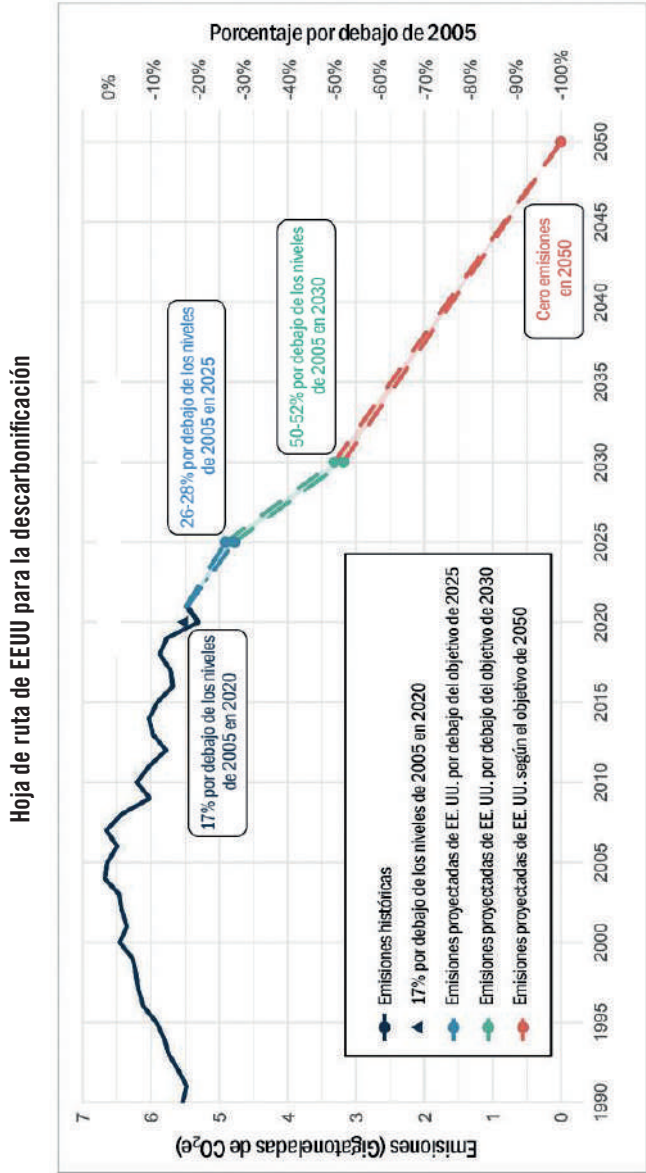


Figura 3.4. Hoja de ruta de los Estado Unidos de Norteamérica para cumplir con un 100% de descarbonización de su economía para el año 2050.

Para ello, propuso cinco transformaciones tecnológicas:

1. **Descarbonizar la electricidad:** La electricidad ofrece diversos servicios a todos los sectores de la población estadounidense. La transición hacia un sistema eléctrico limpio se ha acelerado en los últimos años, impulsados por la caída en picada de los costos de las tecnologías solar y eólica, las políticas federales y subnacionales y la demanda de los consumidores. Sobre la base de este éxito, Estados Unidos ha establecido como objetivo una electricidad 100% limpia para 2035, una base crucial para el cero neto en 2050.
2. **Electrificar los usos finales y cambiar a otros combustibles limpios:** Podemos electrificar de manera asequible y eficiente la mayor parte de la economía, desde automóviles hasta edificios y procesos industriales. En áreas donde la electrificación presenta desafíos tecnológicos, por ejemplo, la aviación, el transporte marítimo, y algunos procesos industriales, podemos priorizar combustibles limpios como el hidrógeno libre de carbono y biocombustibles sostenibles.
3. **Reducir el desperdicio de energía:** La transición a fuentes de energía más limpias es más rápida, barata y fácil cuando las tecnologías existentes y nuevas utilizan menos energía para proporcionar la misma o mejor servicio. Esto se puede lograr a través de enfoques diversos y probados, que van desde nuevos y electrodomésticos más eficientes y la integración de la eficiencia en los sistemas nuevos y existentes edificios, a procesos de fabricación alternativos sostenibles y a la integración de la eficiencia en edificios nuevos y existentes.
4. **Reducir las emisiones de metano y otras emisiones no relacionadas con el CO₂:** Gases distintos del CO₂ como metano, HFC, el óxido nitroso y otros contribuyen significativamente al calentamiento, ya que el metano por sí solo contribuye con la mitad del calentamiento global neto actual de 1,0 °C. Hay muchos rentables u opciones de bajo costo para reducir las fuentes distintas del CO₂, como la implementación de la detección y reparación de fugas de metano para los sistemas

de petróleo y gas y el cambio de HFC a fluidos de trabajo respetuosos con el clima en los equipos de refrigeración. Los EEUU están comprometidos a tomar medidas integrales y acciones inmediatas para reducir el metano a nivel nacional. Y a través del Metano Global, Estados Unidos y sus socios buscan reducir las emisiones globales de metano en al menos un 30% para 2030, lo que eliminaría más de 0,2 °C de calentamiento para 2050. Estados Unidos también dará prioridad a la investigación y el desarrollo para desbloquear la innovación necesaria para reducir drásticamente las emisiones más allá de las tecnologías disponibles actualmente.

5. Aumentar la eliminación de CO₂: En las tres décadas hasta 2050, las emisiones procedentes de la producción de energía pueden acercarse a cero en los Estados Unidos, pero algunas emisiones, como las no relacionadas con el CO₂ procedentes de la agricultura será difícil descarbonizarse por completo a mediados de siglo. Alcanzar las cero emisiones netas, por lo tanto, requerirá la eliminación de dióxido de carbono de la atmósfera, utilizando procesos y tecnologías que se evalúan y validan rigurosamente. Para ello es necesario ampliar la escala de los sumideros de carbono terrestres, así como estrategias de ingeniería (Kerry & McCarthy, November 2021).

A estas alturas, la pregunta que debemos hacernos es: ¿qué tanto se ha descarbonificado el consumo de energía en realidad?

Una nueva consulta, nos indica (figura 3.5) que el consumo mundial de energía primaria ha seguido aumentando en el tiempo y que para el año 2023 fue de 648×10^{18} Joules en completo acuerdo con la figura 3.2. No observamos reducción en la utilización de combustibles fósiles (ni siquiera del carbón) aunque sí, que parte del aumento del consumo de energía ha sido asumido por el gas natural, pero que también es un compuesto del carbono. La gráfica no muestra descarbonificación alguna desde el 2017, fecha de la firma del Acuerdo de París, hasta nuestros días.

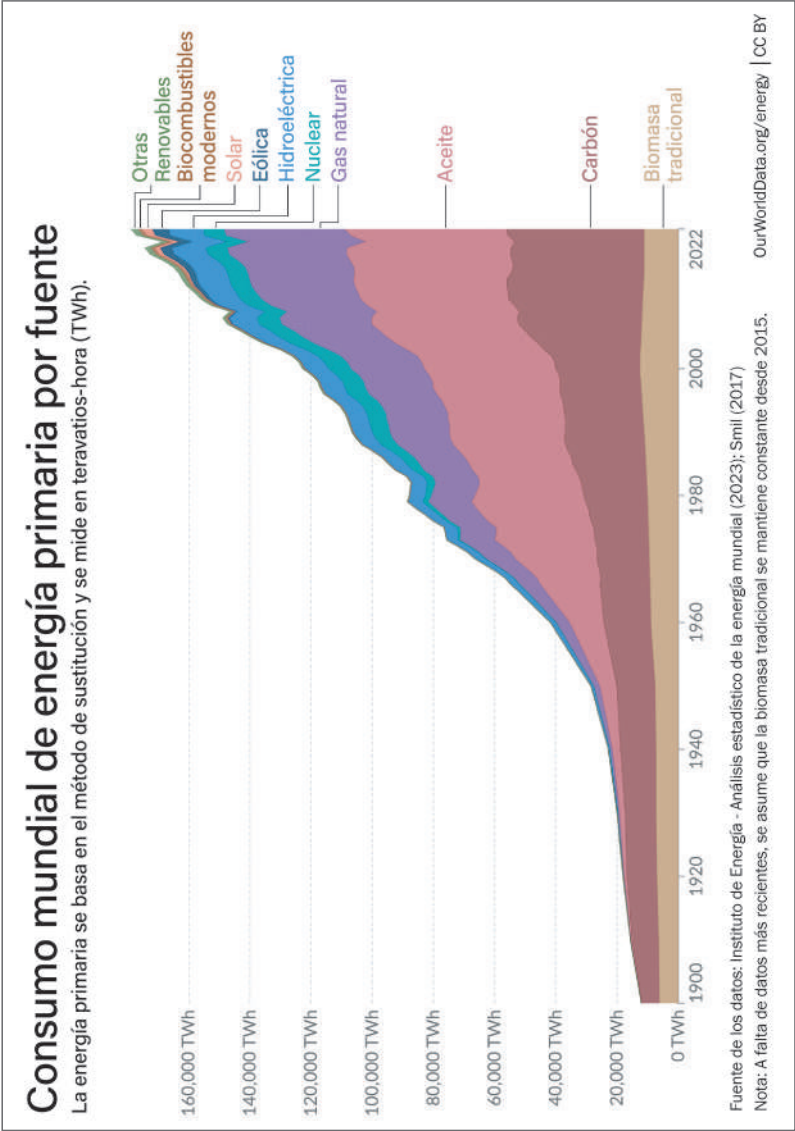


Figura 3.5. Consumo mundial de energía primaria por fuente. (Ritchie et al., July 2020).

Si discriminamos por fuente (figura 3.6) observamos que para el año 2023 el petróleo sigue siendo la base energética (19,3%), seguida del carbón (16,1%) y el gas natural (14,2%). Los incrementos porcentuales de estas fuentes en el período 2017-2023 fueron: petróleo (3,0%), carbón (5,5%) y gas (9,8%). Con respecto a las demás fuentes los porcentajes fueron (% del total y % de aumento en el período 2017-2023, respectivamente): hidro (3,9% y 1,7%), nuclear (2,4% y 1,3%), biomasa (3,9% y 0%), eólica (2,1% y 98,7%), solar (1,5% y 259,8%), biocombustible (0,5% y 37,3%) y otra renovables (0,9% y 33,6%).

Es destacable el aumento porcentual de las energías solar y eólica, aunque siguen representando un porcentaje muy pequeño con respecto al total (en conjunto, 3,6%).

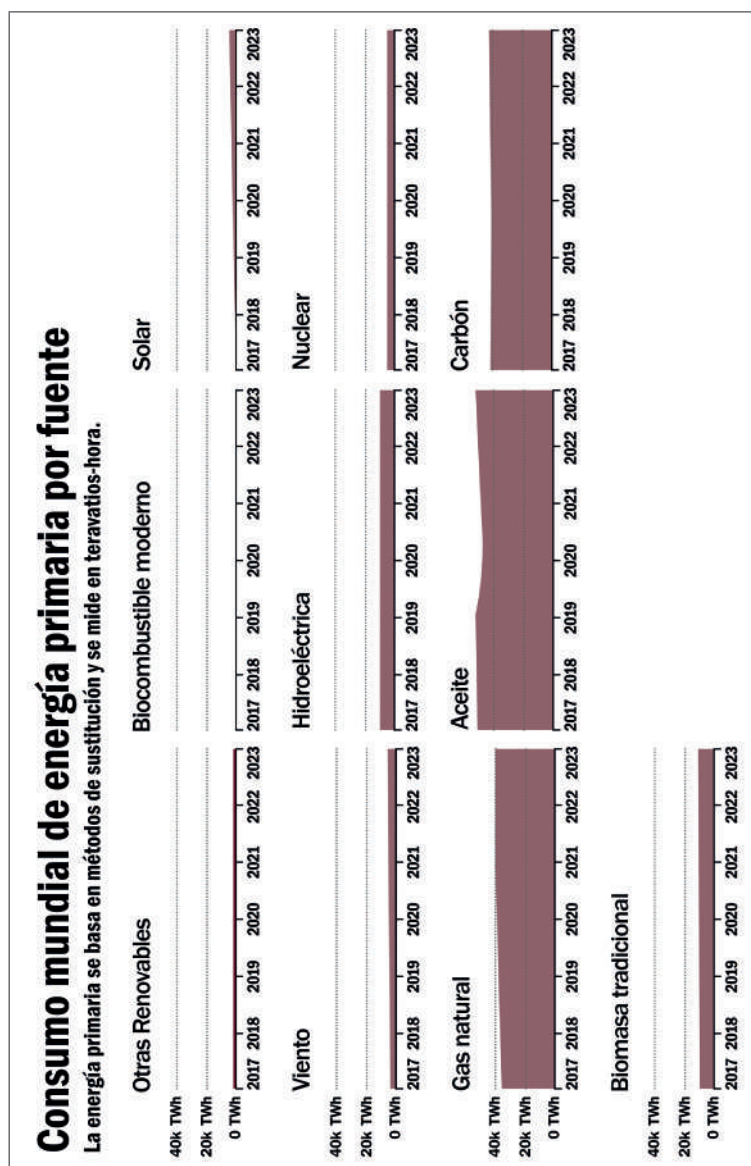


Figura 3.6. Consumo mundial de energía primaria discriminada por fuente.
(Ritchie et al., July 2020).

Si discriminamos por países (o regiones de mayor consumo de energía) (figura 3.7), observamos que, en el período 2017-2023, China aumentó su consumo en un 29.4%, mientras que el de Estados Unidos fue de 1,4% y el de la Unión Europea fue de (-10,5%). De acuerdo a la hoja de ruta de Estados Unidos, su reducción debiera haber sido de ~2-3% lo que no se cumplió.

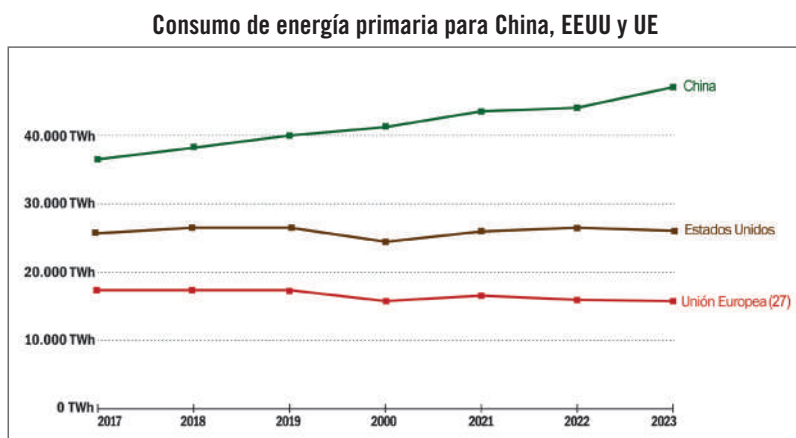


Figura 3.7. Consumo de energía primaria para China, Estados Unidos y la Unión Europea (Ritchie et al., July 2020).

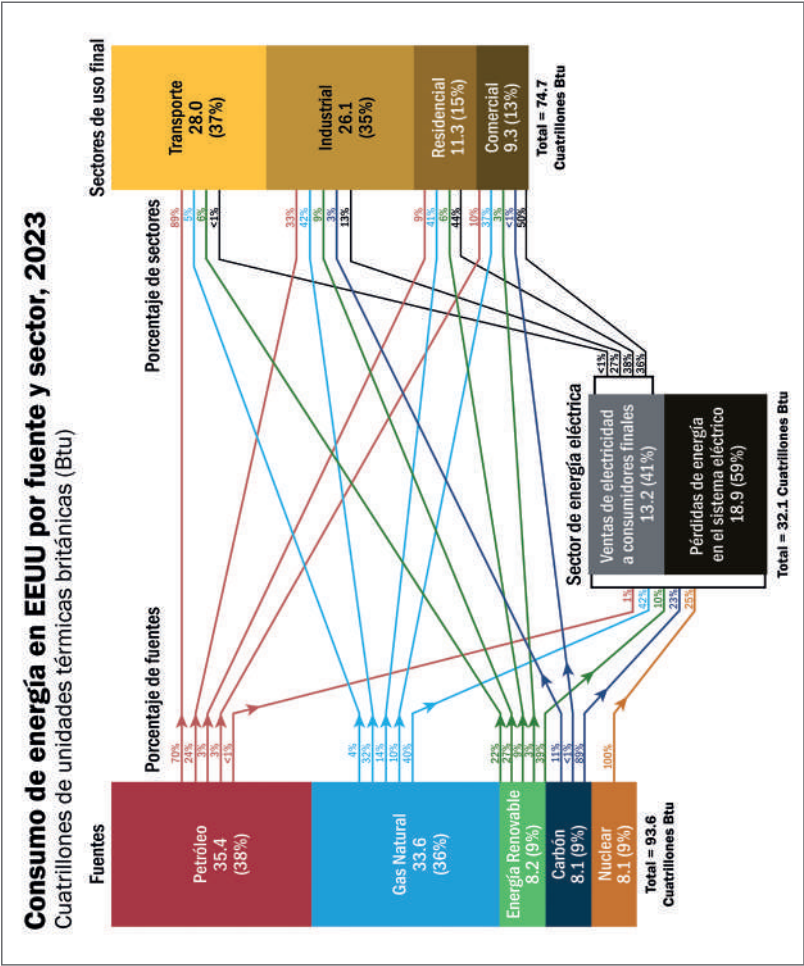


Figura 3.8. Consumo de energía en los Estados Unidos por fuente y sector para el año 2023.

Con respecto a la primera de las cinco transformaciones tecnológicas de los Estados Unidos, referida a la descarbonización de la energía eléctrica, la figura 3.8 nos muestra que tampoco se ha cumplido. Los porcentajes de las fuentes son: gas (42%), nuclear (25%), carbón (23%), renovables (10%) y petróleo (1%).

¿Qué pasó? En 2017, durante la administración del presidente Donald Trump, Estados Unidos “dio un portazo al convenio climático, convirtiendo a su país en el único del mundo en retirarse del compromiso” (Alcalde, 22 de enero 2021). En 2021, Joe Biden firmó una orden ejecutiva para regresar y prometió una serie de medidas para retomar la senda de la descarbonización, sin embargo, el análisis de las cifras actuales no muestra un mayor adelanto en los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París. La descarbonización es un mito.

La soberanía alimentaria como derecho inalienable y herramienta de emancipación

La soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a alimentos saludables y culturalmente apropiados, producidos mediante métodos socialmente justos, ecológicamente sanos y sustentables, y el derecho colectivo de esos pueblos a definir sus propias políticas, estrategias y sistemas para la producción, distribución y consumo de alimentos.

Declaración de Nyéléni, 2007

La *Declaración de Nyéléni* (Sélingué, Malí) fue una reunión de 500 representantes de más de 80 países, de organizaciones de campesinos y campesinas, agricultores, pescadores, pueblos indígenas, pueblos sin tierra, trabajadores rurales, migrantes, pastores, comunidades forestales, mujeres, niños, juventud, consumidores, movimientos ecologistas, y urbanos. Su mensaje pretende ofrecer:

Una estrategia para resistir y dismantelar el comercio libre y corporativo y el régimen alimentario actual, y para encauzar los sistemas alimentarios, agrícolas, pastoriles y de pesca para que pasen a estar gestionados por los productores y productoras locales. La soberanía alimentaria da prioridad a las economías locales y a los mercados locales y nacionales, y otorga el poder a los campesinos y a la agricultura familiar, la pesca artesanal y el pastoreo tradicional, y coloca la producción alimentaria, la distribución y el consumo sobre la base de la sostenibilidad medioambiental, social y económica. La soberanía alimentaria promueve el comercio transparente, que garantiza ingresos dignos para todos los pueblos, y los derechos de los consumidores para controlar su propia alimentación y nutrición. Garantiza que los derechos de acceso y a la gestión de nuestra tierra, de nuestros territorios, nuestras aguas, nuestras semillas, nuestro ganado y la biodiversidad, estén en manos de aquellos que producimos los alimentos. La soberanía alimentaria supone nuevas relaciones sociales libres de opresión y desigualdades entre los hombres y mujeres, pueblos, grupos raciales, clases sociales y generaciones (Nyéléni, 27 de febrero de 2007).

Es una maniobra política que implica una transformación fundamental de nuestro sistema alimentario fallido y de nuestras sociedades. La soberanía alimentaria considera la alimentación como derecho humano, no como una mercancía; enaltece la solidaridad, la cooperación, el internacionalismo y la justicia por sobre el libre mercado, las ganancias y el individualismo. Reivindica el derecho de los pueblos a participar en la toma de decisiones y reúne las luchas de base por la justicia. Soberanía alimentaria significa defender los derechos de los pueblos, la tierra, los territorios, las semillas y la biodiversidad, promover la agroecología y luchar contra el modelo del agronegocio y las políticas neoliberales de comercio e inversiones.

¿Cuál es la situación mundial con respecto a la alimentación? En el sumario ejecutivo de la FAO (2020) se informa que:

1. El mundo no está en camino de alcanzar la meta del Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) 2.1, Hambre Cero para 2030. Las proyecciones combinadas de las tendencias recientes en el tamaño y la composición de la población, en la

disponibilidad total de alimentos y en el grado de desigualdad en el acceso a los alimentos apuntan a un aumento de la prevalencia de la subalimentación en casi 1 punto porcentual. Como resultado, el número mundial de personas desnutridas en 2030 superaría los 840 millones. Teniendo en cuenta el total de afectados por niveles moderados o graves de inseguridad alimentaria, se estima que 2.000 millones de personas en el mundo no tuvieron acceso regular a alimentos inocuos, nutritivos y suficientes en 2019.

2. En América Latina y el Caribe, la prevalencia de la subalimentación fue del 7,4% en 2019, por debajo de la prevalencia mundial del 8,9%, pero que aún se traduce en casi 48 millones de personas desnutridas. La región ha experimentado un aumento del hambre en los últimos años, con un aumento del número de personas desnutridas de 9 millones entre 2015 y 2019.
3. En cuanto a las perspectivas para 2030, África está muy lejos de alcanzar el objetivo de Hambre Cero en 2030. Si persisten las tasas recientes de aumento, su PoU (*Prevalence of Undernourishment*-Prevalencia de la desnutrición) aumentará del 19,1 al 25,7%. América Latina y el Caribe también está en deuda con respecto al objetivo, aunque en un grado mucho menor. Debido principalmente al deterioro de los últimos años, se espera que su prevalencia de subalimentación aumente del 7,4% en 2019 al 9,5% en 2030. Asia, si bien está progresando, tampoco alcanzará el objetivo de 2030 según las tendencias recientes.
4. Lo que las personas comen y cómo se producen esos alimentos, no solo afecta su salud, sino que también tiene importantes ramificaciones para el estado del medio ambiente y para el cambio climático. El sistema alimentario que sustenta los patrones alimentarios actuales del mundo es responsable de entre el 21 y el 37% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), lo que revela que es uno de los principales impulsores del cambio climático, incluso sin tener en cuenta otros efectos ambientales (FAO, 2020).

A nivel mundial hay dos mil millones de personas con hambre o malnutridas, a pesar de los niveles de producción sin precedentes; un tercio de los alimentos que se producen se pierden o desechan, y más de un tercio de la población adulta tiene sobrepeso u obesidad. La amplia mayoría de las poblaciones rurales son empujadas a la pobreza extrema, son discriminadas y se violan sus derechos humanos y en particular sufren desplazamientos, desalojos forzados y expropiaciones de tierras. La mayoría de las y los trabajadores asalariados, independientes y familiares en el sector agrícola y rural son informales, lo que afecta negativamente sus condiciones de trabajo, ingresos y protección social, tal como ha quedado demostrado en la pandemia del covid-19. Estas realidades ponen al descubierto los enormes desequilibrios de poder que existen en el sistema alimentario.

El agronegocio se ha convertido en un modelo de producción, distribución y consumo de *agrocommodities* (productos básicos estandarizados de origen agrario), guiado por una economía capitalista y patriarcal; con la privatización, mercantilización y financiación de la naturaleza como medio para acaparar territorios con el fin de obtener ganancias, se pretende homogeneizar la alimentación y la producción de alimentos. Es un modelo agenciado por empresas transnacionales, que junto con las elites nacionales e internacionales operan para la acumulación de riquezas y ganancias. El agronegocio acapara tierras y territorios, destruye los suelos y los bosques, mata los peces, contamina los ríos, océanos y el aire, envenena a las comunidades y mercantiliza los bienes naturales y alimentos esenciales, a la vez que obtiene miles de millones en ganancias. Los pueblos que oponen resistencia sufren cada vez más amenazas y son criminalizados y asesinados.

El movimiento por la soberanía alimentaria

Creemos que es posible alimentar al mundo, superar las crisis del hambre y de la biodiversidad, y construir sociedades basadas en la justicia y la solidaridad, mediante el uso de prácticas agroecológicas para la soberanía alimentaria.

Amigos de la Tierra Internacional forma parte de un movimiento fuerte y cada vez más numeroso liderado por productoras y productores familiares, indígenas y artesanales de alimentos, y trabajadoras y trabajadores campesinos, en el que se destacan el Comité Internacional de Planificación para la Soberanía Alimentaria (CIP) y el Mecanismo de la Sociedad Civil y Pueblos Indígenas para las Relaciones con el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial de las Naciones Unidas.

En 2007, más de 500 representantes de más de 80 países, de organizaciones de productores de alimentos a pequeña escala, trabajadores rurales, migrantes, mujeres, juventud, consumidores y movimientos ecologistas y urbanos, se reunieron en la aldea de Nyéléni (Mali) para fortalecer el movimiento mundial por la soberanía alimentaria. Las voces de este movimiento están representadas en el *Boletín Nyéléni*, que se publica trimestralmente.

Haciendo campañas y trabajo de incidencia, apoyando las luchas de base, denunciando el poder empresarial y la injusticia, organizando y construyendo movimientos por el cambio, exigen:

- Alimentos para los pueblos, no para el lucro.
- Valorar y apoyar a las productoras y los productores campesinos, familiares, indígenas y artesanales, y a las trabajadoras y trabajadores rurales.
- Acabar con todas las formas de violencia contra las mujeres y las niñas, y dismantelar el patriarcado.
- Reconocer y promover el papel central de las mujeres en la producción de alimentos y como sujetos políticos.
- Relocalizar (desglobalizar) los sistemas alimentarios.

- Democratizar la toma de decisiones y el control y propiedad de los recursos relacionados con la alimentación y la agricultura.
- Respetar y apoyar los conocimientos e innovaciones de las bases.
- Alcanzar la armonía con la naturaleza a través de la agroecología.

Referencias bibliográficas

Alcalde, S. (22 de enero 2021). “¿Qué significa que Estados Unidos vuelva al Acuerdo de París contra el cambio climático?” National Geographic España.

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-significa-que-estados-unidos-vuelva-a-acuerdos-paris-contracambio-climatico_16272

Burton, J. (1990). *Conflict: Resolution and prevention*. New York: St. Martin's Press.

<https://www.amazon.com/Conflict-resolution-political-Institute-Resolution/dp/B00072OWUU>

Danesh, H.B. (2011). “Human Needs Theory, Conflict, and Peace: In Search of an Integrated Model”. In D. J. Christie (Ed.), *Encyclopedia of Peace Psychology*. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell.

Enerdata. (2024). “Estadísticas sobre la transición energética global”. Energía y Clima Mundial. Anuario Estadístico 2024. Enerdata. <https://datos.enerdata.net/>

FAO. (2020) *Executive Summary. Food Security and Nutrition around the World in 2020*. The State of Food Security and Nutrition in the World.

Federación de Rusia. (4 de noviembre de 2016). “Declaración”. Acuerdo de París. Capítulo XVII. París. En *United Nations. Treaty Collection*. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en

García-Allen, J. (30 de mayo de 2015). “Pirámide de Maslow: la jerarquía de las necesidades humanas”. Portal Psicología y Mente. <https://psicologiaymente.com/psicologia/piramide-de-maslow>

Heller A. & Fehér, F. (1991). *The Theory of Need in Marx: Grandeur and Twilight of Radical Universalism*. Ed. Routledge.

Hertenon, S. (January 10, 2005). "A Theory of Universal Human Needs". *Simon Hertnon's Upstream Philosophy Blog*. <https://simonhertnon.com/a-theory-of-universal-human-needs/>

Hewitt, M. (2000). *Marxism, Human Nature and Need. In: Welfare and Human Nature*. Palgrave Macmillan. https://www.academia.edu/70174820/Welfare_Human_Nature

Kerry, J & McCarthy, G. (November 2021). *The Long-Term Strategy of the United States Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050*. Published by the United States Department of State and the United States Executive Office of the President. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/US_accessibleLTS2021.pdf

Lebowitz, M. A. (1979). Heller on Marx's Concept of Needs [Review of *The Theory of Need in Marx*, by A. Heller]. *Science & Society*, 43(3), pp. 349-355. <https://www.jstor.org/stable/40402187>

Maslow, A. H. (1976). *The farther reaches of human nature*. (11th print). United States of America. Penguin Books. (2th ed. The Viking Press, 1972). <https://archive.org/details/fartherreachesof00abra/page/n7/mode/2up>

Max-Neef, M.A. (1993). *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Editorial Nordan-Comunidad.

Nyéléni. (27 de febrero de 2007). *Declaración de Nyéléni*. Primer Foro para la Soberanía Alimentaria, Nyéléni 2007. Sélingué, Malí.

<https://nyeleni.org/IMG/pdf/DeclNyeleni-es.pdf>

Pittman, T.S. & Zeigle, K.R. (2007). "Chapter 20. Basic Human Needs". *Personal Motivational System*. Millennium-journal of International Studies.

https://www.researchgate.net/profile/Thane-Pittman/publication/232598005_Basic_human_needs/links/00b4953bc63df71b9c000000/Basic-human-needs.pdf

Puig Llobet, M.; Sabater Mateu, P. y Rodríguez Ávila, N. (julio, agosto y septiembre, 2012). "Necesidades humanas: evolución del concepto según la perspectiva social". *Aposta, Revista de Ciencias Sociales No 54*.

<http://www.apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/monpuigllob.pdf>

Ritchie, H.; Rosado, P. & Roser, M. (July, 2020). "Energy Production and Consumption". *Energy Institute - Statistical Review of World Energy*. Published online at OurWorldinData.org. (Last revised in January 2024). <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>

RT, Canal Internacional de Noticias en español. (14 de julio de 2021) "China comienza la construcción del primer reactor modular pequeño comercial del mundo". RT, Canal Internacional de Noticias en español.

<https://actualidad.rt.com/actualidad/397730-china-construccion-primer-reactor-modular-pequeno-comercial>

United Nation Climate Change (2021). *The Paris Agreement: What is the Paris Agreement?* United Nation Climate Change. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

U.S. Energy Information Administration [EIA]. (April, 2024). “U.S. energy consumption by source and sector, 2023”. *Monthly Energy Review*, Tables 1.3, 1.4c, and 2.1a-2.6. https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/flow/total_energy_2023.pdf

CAPÍTULO IV

Ecología y Ciencia: ¿qué hay de verdad científica en la retórica del cambio climático?

El *Diccionario de la lengua española* (DRAE) define al clima como: “El conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región”. Una definición que nos deja una sensación de vaguedad ante cuestiones como: ¿Dónde no hay atmósfera no hay clima? ¿Cuál es el “conjunto de condiciones atmosféricas”? ¿La temperatura, la humedad, la presión, el viento, las precipitaciones? ¿Podemos hablar de clima en la Luna donde no hay humedad, ni precipitaciones? ¿O en Marte? La definición entonces requiere de un contexto más preciso y debería decir (por lo menos): “En el planeta Tierra, el tipo de clima de una región, en un momento determinado, se obtiene por los valores de las variables termodinámicas (temperatura, humedad, presión, viento, y precipitaciones)”. Y podría añadirse una segunda acepción: “En los otros planetas del Sistema Solar y sus lunas, el clima depende de sus condiciones termodinámicas particulares, y la presencia (o no) de atmósfera”.

Más allá de las definiciones es insoslayable notar que el clima, en todo el Sistema Solar, depende del Sol y, en menor medida, de las interacciones gravitacionales entre los planetas y sus lunas. Por lo tanto, es conveniente que tengamos un conocimiento básico de la astronomía.

Principios básicos de astronomía

Nuestro universo (porque podría haber otros) se define como el conjunto de todas las entidades, detectables o no por nuestra tecnología, que coexisten e interactúan entre ellas. Es una definición muy amplia que intenta incluir lo que conocemos y lo que desconocemos. Cuando miramos al cielo lo primero que vemos son las estrellas. La segunda característica evidente es que no están distribuidas uniformemente en el espacio.

Desde nuestra visual se observa una acumulación de estrellas en lo que se ha denominado la Vía Láctea (figura 4.1), por su aspecto blanquecino, desde la antigüedad. Ahora sabemos que la Vía Láctea está constituida por miles de millones de estrellas reunidas en

una especie de inmensa rueda (figura 4.2)⁷⁰. Gracias a los modernos telescopios hemos podido observar que existen muchas otras acumulaciones de estrellas a las que hemos llamado galaxias. Los astrónomos que han estudiado las imágenes obtenidas por el Telescopio Hubble estiman que hay más de 1 billón de galaxias en el universo observable.

La Vía Láctea es una galaxia en espiral en forma de lente convexa de 8.000 años luz de diámetro (1 año luz equivale a 9.460.730.472.580,8 kilómetros, es decir, aproximadamente 9,5 billones de kilómetros) con una serie de “brazos”. En uno de esos brazos se encuentra nuestro Sistema Solar. Las galaxias son entidades que tienen “vida” y perecen cuando dejan de convertir el gas en nuevas estrellas; las galaxias en espiral son de muerte lenta, mientras las galaxias elípticas mueren más rápidamente (en ambos casos estamos hablando de miles de millones de años).

70 Durante su búsqueda, Brunier utilizó una cámara digital Nikon D3. El movimiento aparente del cielo causado por la rotación de la Tierra se corrigió mediante el uso de una pequeña y precisa montura ecuatorial que se movía en la dirección opuesta, lo que hizo un círculo completo en 23 horas y 56 minutos alrededor del eje de rotación de la Tierra.

Cada foto requería una exposición de seis minutos, para un tiempo de exposición total de más de 120 horas. El procesamiento de los datos, utilizando un software llamado Autopano Pro Giga, tuvo mucho cuidado en respetar los colores y la “textura” de la Vía Láctea. Frédéric Tapissier necesitó unas 340 horas de computación en un potente PC para completar la tarea. Fuente: <https://www.eso.org/public/news/eso0932/>



Figura 4.1. Preciosa vista de la Vía Láctea desde la Tierra. “Alone & together in the stardust” (Solos y juntos en el polvo de estrellas) Foto: Marco Carotenuto.



Figura 4.2. Espectacular panorámica de la Vía Láctea. Astrofotografía de 800 millones de píxeles, de todo el cielo visto desde los sitios de observación en Chile.
Foto: Serge Brunier y Frédéric Tapissier.

Algo que siempre debemos tomar en cuenta es que, en nuestro universo, nada está quieto. Por el contrario, todo se mueve a velocidades vertiginosas. La Vía Láctea se mueve a la increíble velocidad de 2,2 millones de kilómetros por hora en la dirección del supercúmulo de Virgo (un super cúmulo es una zona con una densidad muy alta de estrellas) sin que sepamos exactamente por qué se mueve en esa dirección.

Nuestro Sol, además de moverse junto a la Vía Láctea a 2,2 millones de kilómetros por hora, también gira alrededor de ella a la velocidad de 864.000 kilómetros por hora. En su movimiento a través del espacio, el Sol se mueve por encima y por debajo del plano de la galaxia, en forma ondulada con un período aproximado de 26.000 años.

Por su parte, la Tierra, viaja alrededor del Sol a 107.000 kilómetros por hora (aproximadamente 30 kilómetros por segundo), una velocidad relativamente lenta comparada con la velocidad de la Vía Láctea (un 5%) (figura 4.3).

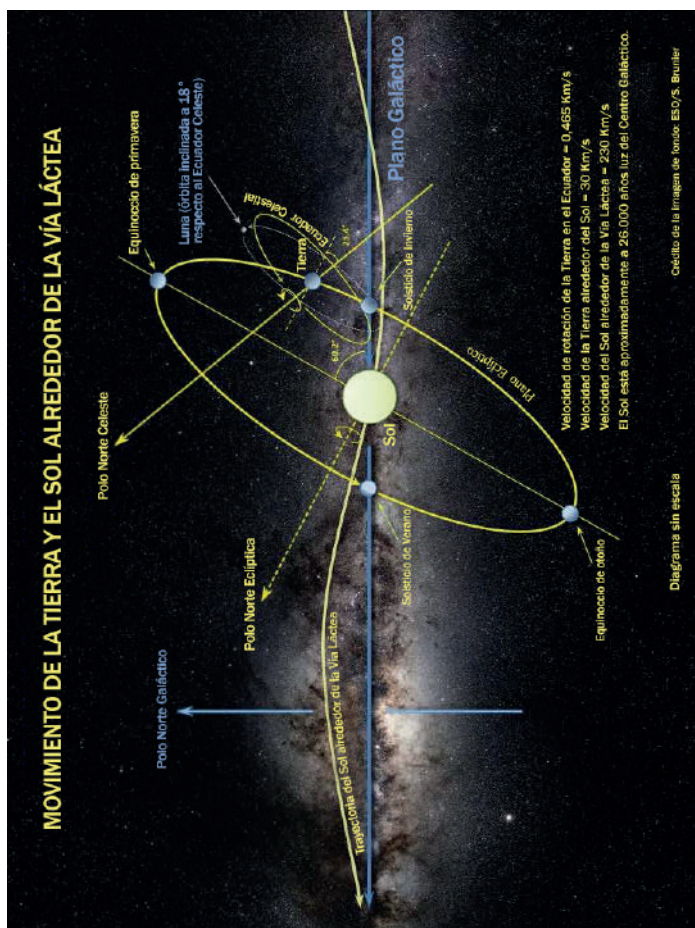


Figura 4.3. Movimiento de la Tierra y el Sol alrededor de la Vía Láctea. Fuente: <https://www.Physicsforums.com/threads/orientation-of-the-earth-sun-and-solar-system-in-the-milky-way.888643/>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



Nacimiento del Sistema Solar

El Sistema Solar se formó a partir de una densa nube de gas y polvo interestelar. Hace unos 4.500 millones de años esa nube colapsó posiblemente debido a la onda de choque originada por la explosión de una supernova (del latín *super* “por encima” y *nova*, “nueva”) es una explosión estelar que puede manifestarse de forma muy notable en el espacio, incluso a simple vista, en lugares de la esfera celeste donde antes no se había detectado nada en particular. Por esta razón a eventos de esta naturaleza se los llamó inicialmente *stellae novae* o simplemente *novae*. Con el tiempo se hizo la distinción entre fenómenos aparentemente similares, pero de luminosidad intrínseca muy diferente; los menos luminosos continuaron llamándose *novae*, en tanto que el término supernova fue acuñado por Walter Baade⁷¹ y Fritz Zwicky⁷² en 1931 para denominar a los más luminosos agregándoles el prefijo *super* (NASA, 23 de julio de 2021). Como consecuencia del colapso se formó una nebulosa solar. Es decir, un disco de material que gira y se arremolina (National Geographic, 19 de junio de 2023).

Por efecto gravitatorio, la materia se acumuló en el núcleo de la nebulosa hasta la presión se hizo tan grande que los núcleos de hidrógeno comenzaron a fusionarse para formar helio liberando grandes cantidades de energía. El 99% de la materia disponible en la nebulosa formó el Sol y el 1% restante giraba alrededor de éste. Por acreción (proceso mediante el cual se acumula material), la materia que giraba alrededor del Sol comenzó a agruparse conformando los planetas, las lunas, cometas y los cinturones de asteroides (figura 4.4).

71 Wilhelm Heinrich Walter Baade (Schröttinghausen, 24 de marzo de 1893 - Gotinga, 25 de junio de 1960) fue un astrónomo alemán que emigró a los Estados Unidos en 1931. Entre otros aportes, definió el concepto de población estelar, descubrió diez asteroides y la existencia de dos tipos de Cefeidas, lo que llevó a una importante corrección en la escala de distancias extragalácticas.

72 Fritz Zwicky (Varna, Bulgaria, 14 de febrero de 1898-Pasadena, California, EEUU, 8 de febrero de 1974) fue un astrónomo y físico suizo de origen búlgaro. Formuló ideas pioneras relacionadas con la materia oscura, y se le atribuye el descubrimiento de las estrellas de neutrones.



Figura 4.4. Concepto artístico de nuestro sistema solar. NASA

La disposición y composición de los planetas se debe al modo en que se formaron. Solo el material rocoso (con alto punto de fusión) pudo soportar el calor cerca del Sol. Por esta razón, los cuatro primeros planetas (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) son rocosos. Todos son pequeños y tienen superficies sólidas. Por el contrario, el material líquido o gaseoso se conglomeró en las regiones exteriores conformando los planetas gaseosos (compuestos principalmente de helio y/o hidrógeno) Júpiter y Saturno y los gigantes de hielo, Urano y Neptuno. Por su parte, Plutón parece haber sido un exoplaneta que fue atrapado por la gravedad conjunta del Sistema Solar.

Ya empezamos a ver aquí, que el clima de cada planeta tiene su origen en la formación del Sistema Solar y su posición con respecto al Sol.

El Sol

El Sol es prácticamente la única fuente de energía externa a la Tierra; la vida y todos los procesos dinámicos que tienen lugar, dependen de él. La energía recibida en forma de radiación solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, medida en la parte externa de la atmósfera terrestre en un plano perpendicular a los rayos del Sol recibe el nombre de constante solar. El valor obtenido de las mediciones de satélites, y aceptado actualmente, es de $1365.4 \pm 1.3 \text{ W/m}^{-2}$

(Kopp & Lean, January 16, 2011). La radiación emitida por el Sol no es exactamente constante, sino que sufre de fluctuaciones caóticas (de muy pequeña amplitud), acompañadas de oscilaciones periódicas (descritas como ciclos de actividad), así como de variaciones tendenciales por las cuales el brillo del Sol decrece lentamente a lo largo de su historia producto de su propia evolución estelar.

Las variaciones en la irradiancia solar son generalmente cíclicas, con tiempos comprendidos entre los 27 días del periodo de la rotación solar, pasando por los 11 y 100 años de los periodos de actividad solar (ciclos de Schwabe⁷³ y Gleissberg⁷⁴, respectivamente), hasta los ciclos muy largos de cientos a miles de años de duración (figura 4.5). El período más conocido es el de 11 años, en anaranjado en la figura, que se corresponde con la variación de la abundancia de manchas solares en la fotosfera del Sol. Medidas recientes muestran una variación del brillo solar de $\approx 0,1\%$, sin embargo, a finales del siglo xvii (entre 1650 y 1700), el Sol permaneció varias décadas sin manchas (periodo mínimo de Maunder⁷⁵) reduciéndose la radiación solar en aproximadamente $0,6\%$, y ocasionando nevadas en pleno verano; este fenómeno se conoce como la Pequeña Edad de Hielo (Chatzis-tergos, February 15, 2024).

73 Samuel Heinrich Schwabe (Dessau, 25 de octubre de 1789 - Dessau, 11 de abril de 1875) fue un naturalista, botánico y astrónomo alemán descubridor del ciclo de las manchas solares.

74 Wolfgang Gleissberg (Breslau, 26 de diciembre de 1903 - 23 de agosto de 1986) fue un astrónomo, matemático y físico alemán.

75 Edward Walter Maunder (Londres, 12 de abril de 1851 - 21 de marzo de 1928) fue un astrónomo inglés que estudió las manchas solares y el ciclo magnético solar que le llevaron a identificar un período sin manchas entre 1645 a 1715 conocido ahora como el Mínimo de Maunder. Su esposa, Annie Maunder (1867-1948), también fue una conocida astrónoma.

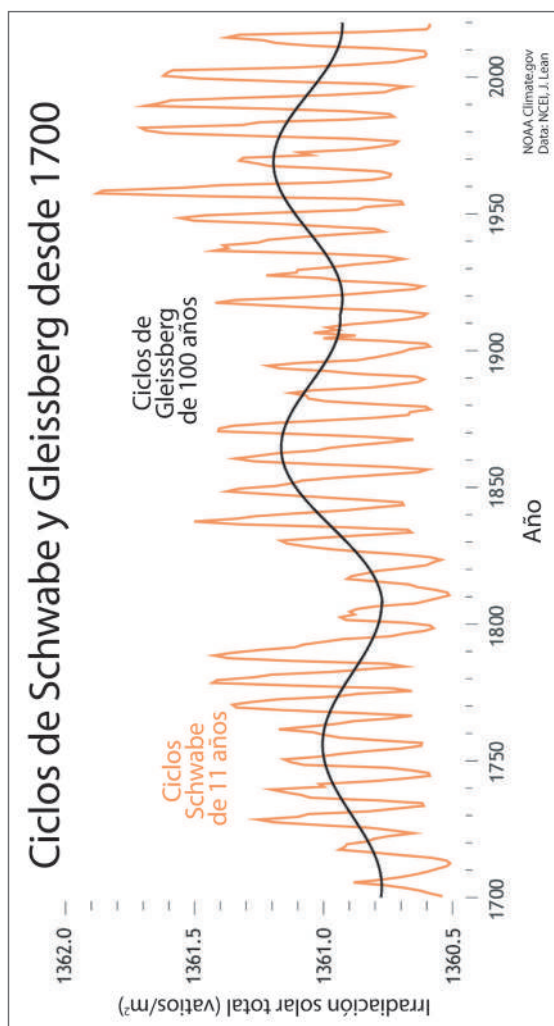


Figura 4.5. Irradiación solar en función del tiempo, desde 1700 hasta el presente. En anaranjado el ciclo de Schwabe y en negro el de Gleissberg. Fuente: www.climate.gov/media/13201

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



El segundo factor en importancia para el clima son los movimientos orbitales de nuestro planeta. En largos periodos (miles de años) la órbita de la Tierra alrededor del Sol cambia debido a muchos factores (como la atracción gravitatoria de los otros planetas del Sistema Solar) produciendo el fenómeno de las glaciaciones. Estos periodos están bastante bien documentados, al menos en el hemisferio norte, donde su ocurrencia se ha detectado regularmente durante millones de años, encontrándose que existe un buen acuerdo entre las variaciones en la órbita de la Tierra alrededor del Sol y las eras glaciares (Marroquín Santoña, 2001).

Además de la rotación y la traslación, el planeta Tierra ejerce otros movimientos menores, que si bien imperceptibles, son de consecuencias importantes en los cambios climáticos que ha sufrido durante el pasado geológico. La conexión entre los movimientos de precesión, oblicuidad y excentricidad, con los grandes cambios climáticos y las glaciaciones fue presentada por Milankovitch⁷⁶ en 1941 (Martínez et al., diciembre de 2017 y Schwarzscher, 1993). Cada uno de los movimientos orbitales presenta una periodicidad que es detectable a partir de datos geológicos y geoquímicos (figura 4.6) (Crowley & Burke, December 10, 1998 y Hays et al., December 10, 1976).

76 Milutin Milankovitch (Dalj, Osek, imperio Austrohúngaro (hoy Croacia), 28 de mayo 1879 - Belgrado, Yugoslavia, 12 de diciembre 1958) fue un ingeniero civil, astrónomo, matemático y geofísico serbio, muy reconocido por su teoría de edades de hielo que relaciona las variaciones de la órbita terrestre y los cambios de larga duración del clima, lo que se conoce como variaciones orbitales o ciclos de Milankovitch.

Componentes orbitales primarios

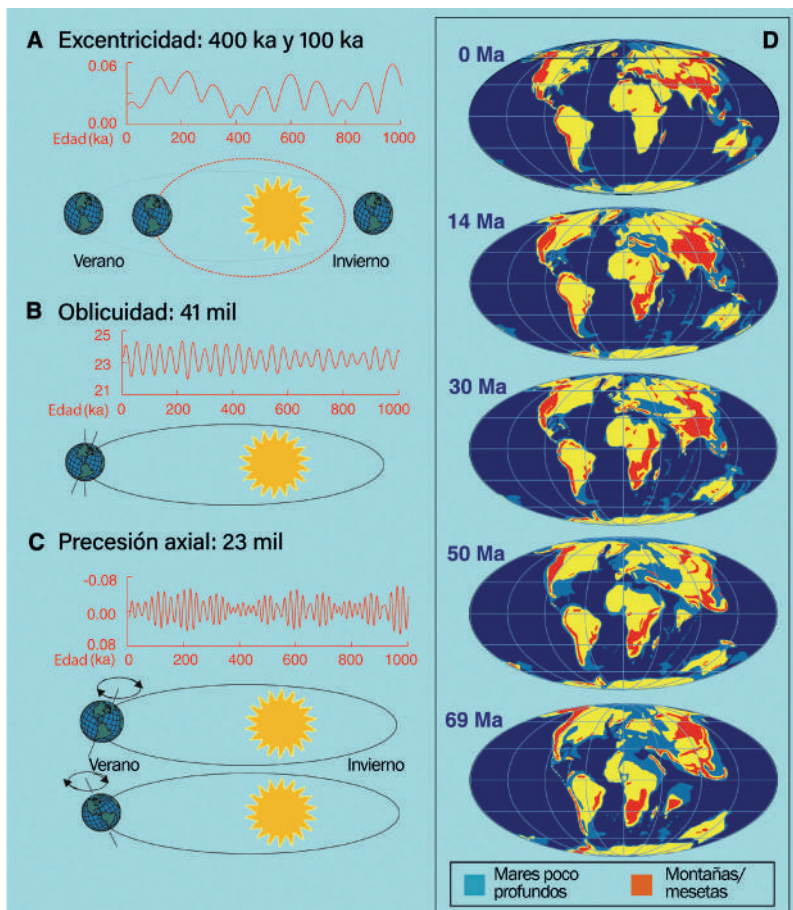


Figura 4.6. Parte izquierda de la figura: Los componentes orbitales primarios: Excentricidad, Oblicuidad y Precesión. Parte derecha de la figura: Paleogeografía continental reconstruida partiendo del momento presente (0 Ma) hasta hace 69 millones de años. Modificada (ka = kilo-años = 1.000 años; Ma = Mega-años = 1.000.000 años). (Zachos et al. April 27, 2001).

Historia climática del planeta Tierra

El comportamiento del clima tiene bastantes rasgos en común con el del tiempo atmosférico. Todo se reduce a una alternancia irregular de frío y de calor, lo que en el caso del clima identificamos con los cambios climáticos. La Tierra tiene aproximadamente 4.600 millones de años (Ma) de edad y durante ese vasto período de tiempo han tenido lugar siete grandes eras glaciales, que no debemos de confundir con las glaciaciones. A pesar de ello, durante la mayor parte de la historia de nuestro planeta el clima ha sido mucho más caluroso que el actual; no en vano, a pesar de la fase cálida actual, nos encontramos inmersos en una era glacial (la séptima).

José Miguel Viñas Rubio⁷⁷

El clima de la Tierra a lo largo de la historia

En la sección anterior vimos que la Tierra se formó hace aproximadamente 4.500 millones de años, 4.600 según el comunicador científico José Miguel Viñas Rubio. Desde esa lejana época hasta nuestros días la Tierra ha vivido siete grandes eras glaciales. Viñas Rubio nos alerta sobre la diferencia entre era glacial y glaciaciones.

¿Qué es una era glacial? Es un periodo en el que la temperatura global desciende drásticamente y grandes extensiones de la Tierra se cubren de hielo. Suelen durar varios millones de años, con periodos interglaciares más cálidos y cortos de duración. Las eras glaciales pueden ser causadas por diversos factores, como variaciones en la órbita de la Tierra, cambios en la actividad solar y niveles de CO₂ en la atmósfera.

¿Qué son las glaciaciones? Las glaciaciones ocurren cuando los veranos no son lo suficientemente cálidos y largos para derretir el hielo acumulado durante el invierno.

⁷⁷ José Miguel Viñas (Madrid, 1969) es físico del aire y comunicador científico, especialista en Meteorología y temas afines. Trabaja como meteorólogo en Meteored, en el portal www.tiempo.com, y es consultor de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), habiendo participado en los proyectos MOMET y PREMIA, ambos en México.

Entonces, ¿cuál es la diferencia entre era glacial y glaciación? Una era glacial es un período prolongado en el que ocurren varias glaciaciones, mientras que una glaciación se refiere a un evento puntual de formación o extensión de masas de hielo.

Los inicios de nuestro planeta Tierra

Los estudiosos de la historia de la Tierra han subdividido el tiempo en supereones, eones, eras y períodos (figura 4.7).

Supereón	Eón	Era	Período	Inicio en millones de años
	Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	2.59
			Neógeno	23.03
			Paleógeno	66.00
		Mesozoico	Cretácico	≈ 145 ≈ 0.8
			Jurásico	201.3 ≈ 0.2
			Triásico	252.0 ≈ 0.5
		Paleozoico	Pérmico	298.9 ≈ 0.2
			Carbonífero	358.9 ≈ 0.4
			Devónico	419.2 ≈ 3.2
			Silúrico	443.4 ≈ 1.5
			Ordovícico	485.4 ≈ 1.9
			Cámbrico	538.8 ≈ 0.2
Precámbrico	Proterozoico	Neoproterozoico	Ediacárico	≈ 635
			Criogénico	850
			Tónico	1000
		Mesoproterozoico	Esténico	1200
			Ectásico	1400
			Calímico	1600
		Paleoproterozoico	Estatérico	1800
			Orosírico	2050
			Riácico	2300
			Sidérico	2500
	Arcaico	Neoarcaico		2800
		Mesoarcaico		3200
		Paleoarcaico		3600
		Eoarcaico		4000
	Hádico			≈ 4500

Figura 4.7. Las eras geológicas.

El eón Hádico, el más antiguo, no está dividido en eras puesto que no se conservan rocas de ese tiempo, tan solo algún mineral reciclado conservado en un relicto en rocas más recientes (un relicto es un organismo que en otro tiempo fue abundante en una gran área, y que ahora está solo en pequeñas áreas).

Las siete eras de los eones Arcaico y Proterozoico, definidas mucho más recientemente, suelen reflejar grandes cambios ambientales (como el aumento del oxígeno en la atmósfera) o climáticos (caracterizados por largos e intensos periodos glaciales).

Las tres eras del eón Fanerozoico reflejan las tres divisiones clásicas de la historia de la vida del planeta, así Paleozoico representa la “era de los peces”, el Mesozoico la “era de los reptiles” y el Cenozoico la “era de los mamíferos”.

Tradicionalmente habían sido denominadas como Era Primaria, Era Secundaria, Era Terciaria y Era Cuaternaria (actualmente el Cuaternario es un período más del Cenozoico).

El paso de una era a otra está definido por eventos de extinciones masivas globales, que suponen una renovación significativa de las biotas del planeta, tanto marinas como terrestres; así el paso del Paleozoico al Mesozoico está marcado por la extinción masiva del Pérmico-Triásico y el paso del Mesozoico al Cenozoico por la extinción masiva del Cretácico-Paleógeno (Cohen et al., 2015, citado en Wikipedia).

Las glaciaciones

No hay un acuerdo unánime sobre cuántas eras glaciales han ocurrido, algunos autores hablan de cuatro, otros de cinco, otros de seis y hasta de siete. Nosotros nos inclinamos por las siete puesto que incluyen a todas (figura 4.8).

Las siete eras glaciales

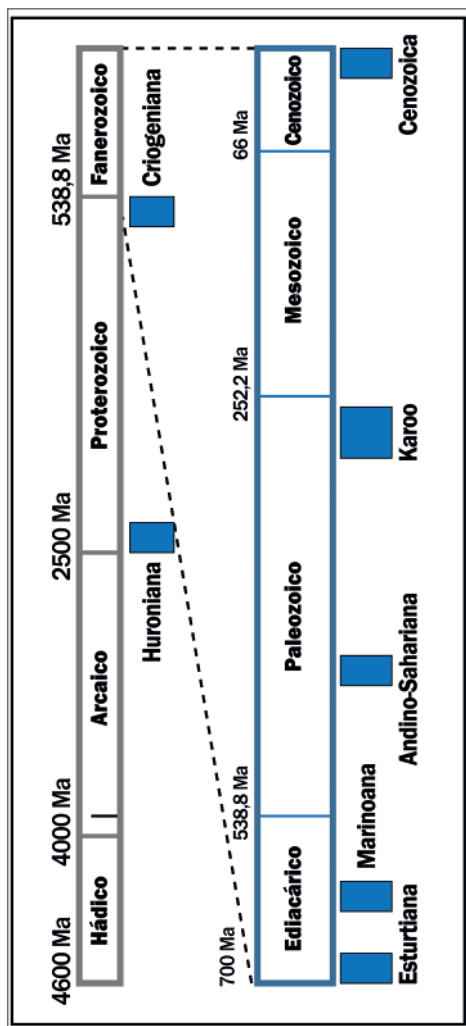


Figura 4.8. Las siete eras glaciales representadas por rectángulos azules. Las fechas están expresadas en millones de años.
Fuente: <https://opentextbc.ca/geology/chapter/16-1-glacial-periods-in-earths-history/>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



Como ya comentamos anteriormente, la Tierra es el resultado de la acreción de una miríada de objetos rocosos que en las primeras etapas del Sol orbitaban alrededor de la estrella. Tras la formación inicial de un protoplaneta, poco a poco fueron incorporándose nuevos materiales hasta alcanzar el tamaño actual.

A partir de ese momento, transcurrieron alrededor de 500 millones de años en los que esa Tierra primigenia era un cuerpo muy caliente (semi-incandescente), con una frenética actividad volcánica y recibía un bombardeo continuo de grandes meteoritos y cometas, lo que provocaba enormes cataclismos. De ahí el nombre del eón: Hádico (palabra que proviene de Hades, dios del inframundo o infierno).

En ese ambiente tan hostil se fue formando una capa gaseosa formada por hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y metano, sin apenas nitrógeno y nada de oxígeno. Según fue avanzando esa etapa la proporción de nitrógeno aumentó, pero el gas que dominaba en la atmósfera hace unos 4.000 millones de años era el dióxido de carbono (CO_2). La composición de aquella atmósfera primitiva se parecía bastante a las de las atmósferas de Venus y Marte.

El origen del agua líquida sobre la superficie terrestre podemos situarlo hace unos 3.800 millones de años, a comienzos del eón Arcaico. La mayoría de la comunidad científica comparte la teoría de que el vapor de agua que comenzó a escapar de las entrañas de aquella Tierra primigenia fue formando cada vez más nubes, en la medida en que el planeta iba enfriándose lentamente. El manto nuboso fue ganando espesor y comenzaron a producirse grandes precipitaciones, que dieron como resultado la formación de los primitivos océanos. No es la única teoría, ya que también podría ser consecuencia del impacto de uno o varios cometas contra la Tierra, lo que hubiera aportado buena parte del vapor que se convertiría en agua oceánica.

El comienzo de la vida

Se especula que hace 3.600 millones de años debieron surgir las primeras formas de vida en los océanos. Aquellos primitivos océanos posiblemente comenzaron a teñirse de color verde debido a la presencia de cianobacterias. Estos organismos elementales provocarían un importante cambio en la composición de la atmósfera, ya que comenzarían a absorber de ella grandes cantidades de CO_2 , enriqueciéndola de oxígeno, hasta llegar a una situación de equilibrio similar a la actual, en que la proporción aproximada de nitrógeno/oxígeno en el aire pasó a ser 78/21 (% en volumen).

Durante los primeros 2.400 millones de años del planeta (la mitad de su edad) la Tierra fue un mundo bastante más cálido que en la actualidad, sin presencia de hielo en su superficie. Varios indicadores paleo-climáticos sugieren que esto cambió bruscamente en ese momento de la historia planetaria, y que durante un período de unos 300 millones de años gran parte de la superficie terrestre se cubrió de hielo, convirtiéndose el planeta en lo que se ha dado en llamar una “Tierra Blanca” o “Tierra Bola de Nieve” durante el período glacial más antiguo conocido como Huroniano.

Sobre la base de la evidencia de depósitos glaciares en el área alrededor del lago Hurón en Ontario y en otros lugares, es evidente que la glaciación huroniana duró aproximadamente desde 2.400 hasta 2.100 millones de años. Debido a que las rocas de esa edad son raras, no sabemos mucho sobre la intensidad o el alcance global de esta glaciación. Pasados esos aproximadamente 300 millones de años, el planeta volvió a calentarse, por causas que no se conocen muy bien. Los hielos fueron desapareciendo y el gran océano que cubría la Tierra se fue poblando por organismos vivos cada vez más complejos.

Tres son las principales hipótesis sobre las causas que pudieron provocar ese cambio tan radical en el clima terrestre:

1. El impacto de un gran meteorito, lo que habría generado una capa tan densa de aerosoles en la atmósfera, que habrían provocado un enfriamiento global, reforzándose a medida que fue apareciendo hielo y que este fue cubriendo cada vez más zonas, debido al elevado poder reflectante del citado hielo.
2. El aumento de la actividad volcánica con efectos similares al del impacto del meteorito.

3. La tercera hipótesis, propuesta por algunos astrónomos, es que la Tierra atravesó en aquel momento una nube interestelar de polvo cósmico, bastante densa, lo que habría reducido significativamente la cantidad de radiación solar incidente en el planeta, con idéntico resultado: un gran enfriamiento.

A finales del Proterozoico, hace unos 800 millones de años, por razones que tampoco se comprenden bien, el clima se enfrió de nuevo drásticamente y la Tierra fue presa de lo que parece ser su glaciación más intensa: una segunda “Tierra Bola de Nieve”. También hay evidencia de algunas glaciaciones más cortas tanto antes como después de estas. Durante las glaciaciones del Criogénico (crio en latín significa frío, helado) todo el planeta estaba congelado, incluso en las regiones ecuatoriales, con hielo en los océanos de hasta 1 km de espesor. Se produjeron dos períodos glaciales más dentro del Criogénico, cada uno de los cuales duró unos 20 millones de años: el Esturriense y el Marinoico que dieron lugar a la tercera “Tierra Bola de Nieve”.

Una explosión de vida

El final de las glaciaciones criogénicas coincide con la evolución de formas de vida relativamente grandes y complejas en la Tierra. Esto comenzó durante el Período Ediacárico, y luego continuó con la llamada explosión de formas de vida en el Cámbrico (inicio de la era Paleozoica). Algunos geólogos piensan que las cambiantes condiciones ambientales del Criogeniano son las que realmente desencadenaron la evolución de la vida marcando el inicio del eón Proterozoico que duró aproximadamente 2.000 millones de años.

La culminación del Proterozoico dio paso al eón Fanerozoico. En el recuento que estamos realizando, nos encontramos a 500 millones de años. Para ese momento, la Tierra ya había alcanzado el 88% de su vida conocida.

La Era Paleozoica se inicia con una tendencia al alza en las temperaturas que se vio truncada en el tramo final del período Ordovícico, hace unos 430 millones de años. Se inició entonces la quinta era glacial en la Tierra, conocida como Cordillera Andina/Sahariana, ya que fue registrada en rocas de América del Sur y África que se prolongó por espacio de unos 40 millones de años con el momento de

mayor frío al comienzo del Silúrico. A medida que avanzó ese período y sobre todo en el Devónico y el Carbonífero, volvió a invertirse, los grandes y frondosos bosques conquistaron las áreas continentales, las poblaciones de insectos se multiplicaron, diversificándose de manera extraordinaria, mientras que los anfibios dieron un salto evolutivo e invadieron tierra firme, apareciendo también los primeros reptiles.

El clima sufre un nuevo revés durante el final del Carbonífero, hace unos 300 millones de años, enfriándose progresivamente hasta que tuvo lugar la cuarta “Tierra Bola de Nieve”, aunque no se sabe a ciencia cierta qué extensión llegó a alcanzar el hielo durante este episodio de frío a escala planetaria. El Karoo fue la más larga de las glaciaciones fanerozoicas, persistiendo durante gran parte del tiempo en que el supercontinente Gondwana estuvo situado sobre el Polo Sur (~360 a 260 millones de años). Abarcaba grandes partes de África, América del Sur, Australia y la Antártida.

El supercontinente Pangea

Si hace unos 500 millones de años un gran océano dominaba toda la Tierra, con varios grandes islotes, hace 300 millones de años, esas grandes masas de Tierra se agruparon formando el supercontinente Pangea. En épocas geológicas posteriores el supercontinente se va fracturando hasta conseguirse una distribución de océanos y continentes similar a la actual hace unos 50 millones de años. Dicha circunstancia, en combinación con otros factores internos (actividad volcánica) y externos (astronómicos), tiene una implicación muy importante en el comportamiento climático, ya que las corrientes marinas (superficiales y profundas) son las grandes moduladoras del clima terrestre.

La Tierra fue cálida y esencialmente no glaciada durante toda la era Mesozoica. Aunque pudo haber habido alguna glaciación alpina en ese momento, ya no hay ningún registro de ella. Los dinosaurios, que dominaron los hábitats terrestres durante la era Mesozoica (períodos Triásico, Jurásico y Cretácico), no tuvieron que soportar condiciones de hielo.

Un clima cálido persistió hasta la era Cenozoica; de hecho, hay evidencia de que el período del Paleoceno (o Paleógeno), fue la época

más cálida del Fanerozoico desde el Cámbrico (figura 4.9) con una temperatura promedio global entre 12 y 8 °C.

La extinción de los dinosaurios

Al comienzo de la era Cenozoica hace 65 millones de años, ocurrió el fenómeno conocido como la “Extinción de los Dinosaurios”. A decir del especialista López-Martínez (septiembre de 2001):

Todos los grupos de organismos que hasta entonces habían poblado el planeta durante más de 150 millones de años se habrían visto superados por alteraciones repentinas de todos los ecosistemas, debidas a causas externas a las que no tuvieron tiempo de adaptarse: sofocación por inyección de polvo y aerosoles tóxicos en la atmósfera, rápida intoxicación y acidificación de la hidrosfera, incendios a escala global, oscurecimiento de la luz solar, larga sequía y un invierno generalizado y desconocido hasta entonces durante todo el Mesozoico. Señales del evento han sido halladas en centenares de secciones estratigráficas y sondeos de depósitos oceánicos, que muestran enriquecimiento en iridio y otras anomalías geoquímicas coincidentes. El cráter de Chicxulub (México) con el tamaño, edad y entorno geológico precisos, constituye el mayor documento del impacto buscado (p. 72).

La figura 4.9⁷⁸ muestra la temperatura promedio global de la Tierra durante los últimos 500 millones de años; llamamos la atención en particular a la transición entre el primer y segundo recuadro a la izquierda, cuando ocurrió el suceso de extinción.

Se observa un fuerte aumento de la temperatura de aproximadamente 8 °C en un lapso aproximado de 10 millones de años, seguido de un fuerte descenso de aproximadamente 16 °C en 25 millones de

78 Cf. imagen con resultados proxy obtenidos experimentalmente a través de la medición de isótopos de oxígeno bentónicos en: Zachos et al. (2008); Lisiecki & Raymo (2005a); así como los registros obtenidos por los programas EPICA (Jouzel et al. August 10, 2007) y NGRIP (Andersen et al., September 9, 2004) a partir de núcleos de hielo. Las predicciones futuras de cambio de temperatura están basadas en simulaciones en el modelo HadCM3 usando diferentes trayectorias representativas (RCP). Las siluetas en la parte superior representan los eventos y características evolutivas más importantes.

años. Tal singularidad en la temperatura solo pudo deberse a un fenómeno catastrófico tal como se relata en el trabajo de López-Martínez. Podemos imaginar los incendios a escala global y la consiguiente capa de humo que impedía el ingreso de la luz solar. Un poco más difícil resulta la cadena de eventos tectónicos y volcánicos que duraron millones de años. Por ejemplo, la colisión de la India con Asia y la formación de la cordillera del Himalaya y la meseta tibetana que dieron lugar a un aumento dramático en la tasa de meteorización y erosión. Las tasas de meteorización más altas de lo normal de las rocas con minerales de silicato, especialmente feldespato, consumen dióxido de carbono de la atmósfera y, por lo tanto, reducen el efecto invernadero, lo que resulta en un enfriamiento a largo plazo.

La formación de la cordillera del Himalaya

Según datos geológicos (De la Cruz, junio de 2022) la formación de la cordillera del Himalaya (hace 65 millones de años) coincide con el impacto del meteorito que provocó la extinción. También podemos añadir, a los 40 millones de años, el movimiento continuo de las placas tectónicas que amplió la estrecha brecha entre América del Sur y la Antártida, lo que resultó en la apertura del Pasaje de Drake, que permitió el flujo ilimitado de agua de oeste a este alrededor de la Antártida conocida como la Corriente Circumpolar Antártica (figura 4.10), que aisló efectivamente el océano austral de las aguas más cálidas de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. La región se enfrió significativamente, y hacia 35 millones de años (Oligoceno) los glaciares habían comenzado a formarse en la Antártida.



Figura 4.10. La corriente circumpolar antártica (flechas rojas) impide que el agua cálida del resto de los océanos de la Tierra se acerque a la Antártida. Fuente:

<https://opentextbc.ca/geology/chapter/16-1-glacial-periods-in-earths-history/>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



Hace alrededor de 15 millones de años, el vulcanismo relacionado con la subducción entre América Central y del Sur creó la conexión entre América del Norte y América del Sur, evitando que el agua fluyera entre los océanos Pacífico y Atlántico. Esto restringió aún más la transferencia de calor de los trópicos a los polos, lo que llevó a un rejuvenecimiento de la glaciación antártica. La expansión de esa capa de hielo aumentó la reflectividad de la Tierra lo suficiente como para promover un ciclo de retroalimentación positiva de mayor enfriamiento: hielo glacial más reflectante, más enfriamiento, más hielo, etcétera. Para el Plioceno (~5 millones de años) las capas de hielo habían comenzado a crecer en América del Norte y el norte de Europa.

La parte más intensa de la glaciación actual, y el clima más frío, ha ocurrido durante el último millón de años (el último tercio del Pleistoceno), pero si contamos la glaciación antártica, realmente se extiende desde el Oligoceno hasta el Holoceno, y probablemente continuará en el futuro.

El último millón de años

El Pleistoceno se ha caracterizado por variaciones significativas de temperatura (en un rango de casi 10 °C) en escalas de tiempo de 40.000 a 100.000 años, y la correspondiente expansión y contracción de las capas de hielo. Estas variaciones se atribuyen a cambios sutiles en los parámetros orbitales de la Tierra⁷⁹. Durante el último millón de años, los ciclos de glaciación han sido aproximadamente de 100.000 años; esta variabilidad es visible en la figura 4.11.

79 Ver el próximo segmento sobre los ciclos de Milankovitch.

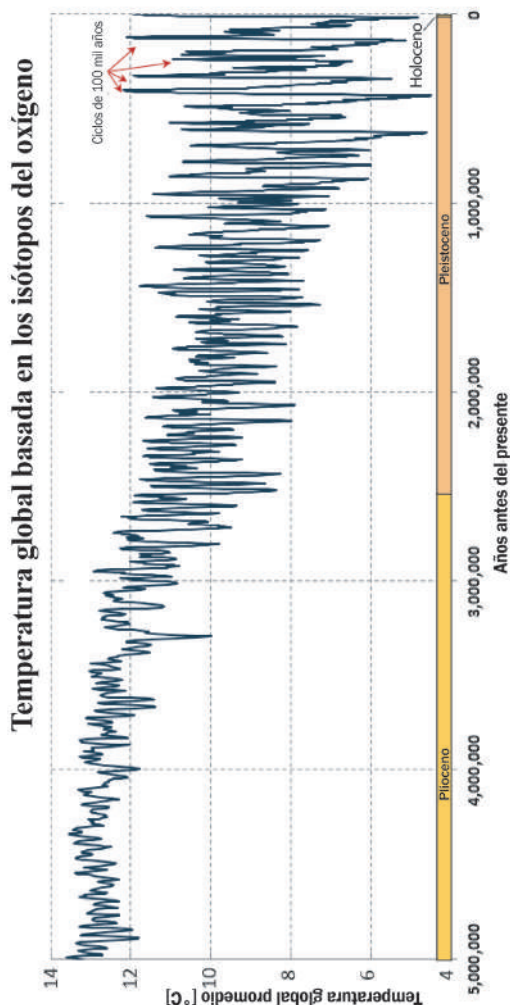


Figura 4.11. Registro de isótopos de oxígeno de Foram (foraminíferas) durante los últimos 5 millones de años basado en datos de isótopos de Oxígeno de sedimentos del fondo marino. Creado a partir de datos en (Lisiecki & Raymo, 2005a).

<http://www.lorraine-lisiecki.com/stack.html>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



La anterior gráfica (4.11) merece una explicación más amplia. Se observa claramente que en los últimos 5 millones de años la temperatura global ha aumentado sus oscilaciones de una manera dramática. Hasta hace 3 millones de años las oscilaciones tenían una magnitud de ± 2 °C; entre 3 y 1 millón de años las oscilaciones aumentaron a ± 4 °C; y en el último millón de años las oscilaciones han llegado a ± 10 °C. Este comportamiento recuerda a un sistema termodinámico que oscila alrededor de su estado de equilibrio y se encuentra cerca de una transición de fase, la pregunta es ¿qué tipo de transición? Nos encontramos en el Holoceno, un período interglaciar, que suele durar entre 10 mil y 15 mil años. El Holoceno comenzó hace 12 mil años, por lo que podemos afirmar que se encuentra en su etapa de finalización. ¿Son estas oscilaciones precursoras de una próxima y cercana glaciación? Es más que probable.

A este punto, nos parece conveniente comentar la técnica utilizada para deducir la temperatura a partir del conteo de isótopos de oxígeno del fondo marino. La técnica es conocida como quimioestratigrafía la cual ha revolucionado nuestro conocimiento sobre muchos aspectos ambientales y climáticos de la historia de nuestro planeta. Como su nombre lo indica es una simbiosis de la Estratigrafía y la Geoquímica. Mientras que la primera aporta series y registros cada vez más completos y mejor datados y caracterizados, la segunda contribuye con un mejor entendimiento de los procesos responsables de la composición química de los minerales y las rocas, a la vez que incorpora técnicas analíticas altamente resolutivas (Martín y Muñoz, enero de 2015) lo que implica mediciones de la temperatura con bastante precisión.

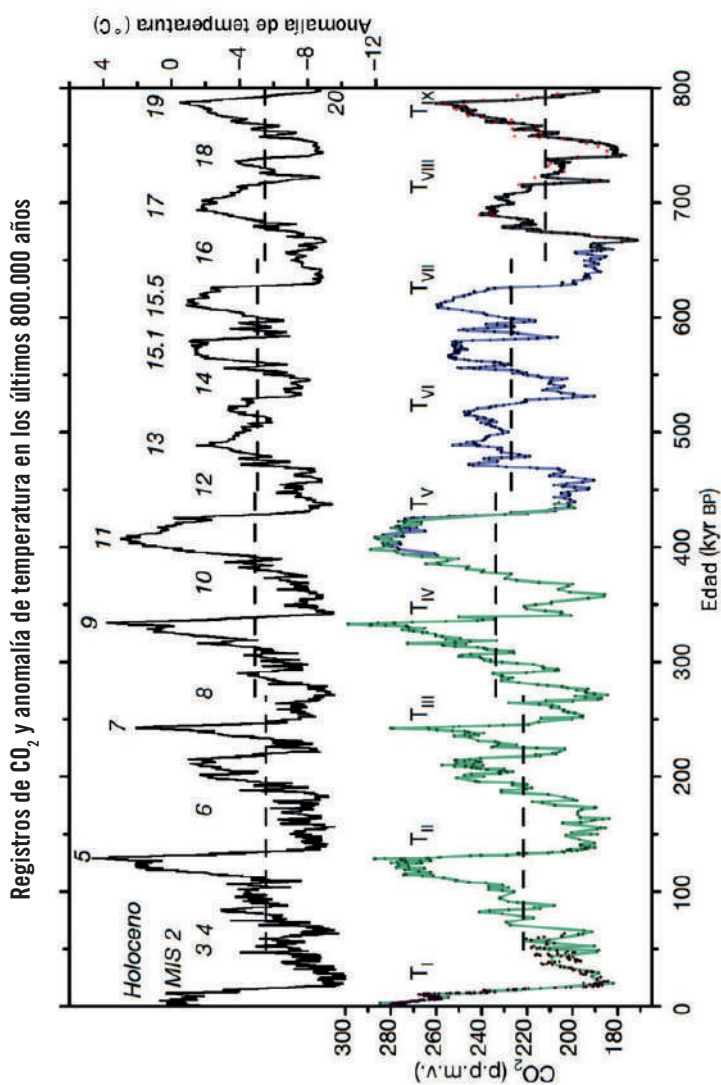


Figura 4.12: Recopilación de registros de CO₂ y anomalía de temperatura en los últimos 800.000 años. El registro de la anomalía de temperatura con respecto a la temperatura media del último milenio (basada en datos originales de deuterio interpolados a una resolución de 500 años) se da como una curva de color negro en la parte superior de la figura. Los datos de CO₂ se reportan en la parte inferior (en color).

La figura 4.12⁸⁰ es quizás la más importante (y citada) medida de la temperatura y la concentración de CO_2 de los últimos 800.000 años. Se conoce como EPICA Dome C y está basada en los registros de deuterio en el hielo de la Antártida. Las medidas se realizan mediante perforaciones a diferentes profundidades.

El análisis de estas curvas nos da información de cómo han variado estas dos variables (concentración de CO_2 y anomalía térmica) en el tiempo. Repasemos algunos detalles:

1. La primera observación evidente a partir de la comparación de las curvas superior (anomalía térmica) e inferior (concentración de CO_2) es que existe una clara correlación entre las dos.
2. La segunda, es que ambas curvas son cíclicas, alternando máximos y mínimos.
3. La tercera, es que para $T=0$ (nuestros días), la curva de la anomalía térmica indica que nos encontramos en uno de los máximos, pero que, con anterioridad, los máximos (señalados en la figura por los números 5, 7, 9 y 11) han presentado anomalías térmicas mayores a la de la época actual.
4. Por su parte, la curva de concentración de CO_2 muestra que los valores actuales (T_I) son similares a los ocurridos en épocas pasadas (T_{II} , T_{III} , T_{IV} y T_V).

La figura 4.13 es una ampliación de la figura 4.12 para poder apreciar mejor el desplazamiento relativo entre la curva que representa la temperatura (azul) y la concentración de CO_2 . Este es el punto importante para establecer, qué representa la causa y cuál es el efecto. Los círculos indican los máximos relativos y las líneas punteadas la diferencia en años. Los máximos de las curvas de hace 300 mil años están separados ~10 mil años; los de hace 200 mil años están separados ~ 5 mil años; y los de hace 100 mil años están separados muy poco, prácticamente coinciden. La temperatura siempre precede (o

80 Para más detalles sobre el contenido de la figura Cf. las referencias Jouzel et al., (August 10, 2007) y Lüthi et al., (May 15, 2008).

igual) al aumento de la concentración de CO_2 . Según este análisis, el aumento de temperatura sería la causa y el aumento de la concentración de CO_2 , la consecuencia. Eso en el caso de que estuvieran correlacionados, como al parecer lo están.

Un hecho tan importante no puede ser dado por conocido con el análisis de las curvas de la figura 4.13, pero es un inicio. Queda por ver cuáles otros factores pudiesen estar influyendo, y analizar porque la diferencia en años del desplazamiento de las curvas no es constante y verificar exhaustivamente si siempre la temperatura precede al aumento de la concentración de CO_2 . Sin dejar de lado que en ese escenario queda pendiente qué modula la temperatura. ¿Los ciclos de Milankovitch?

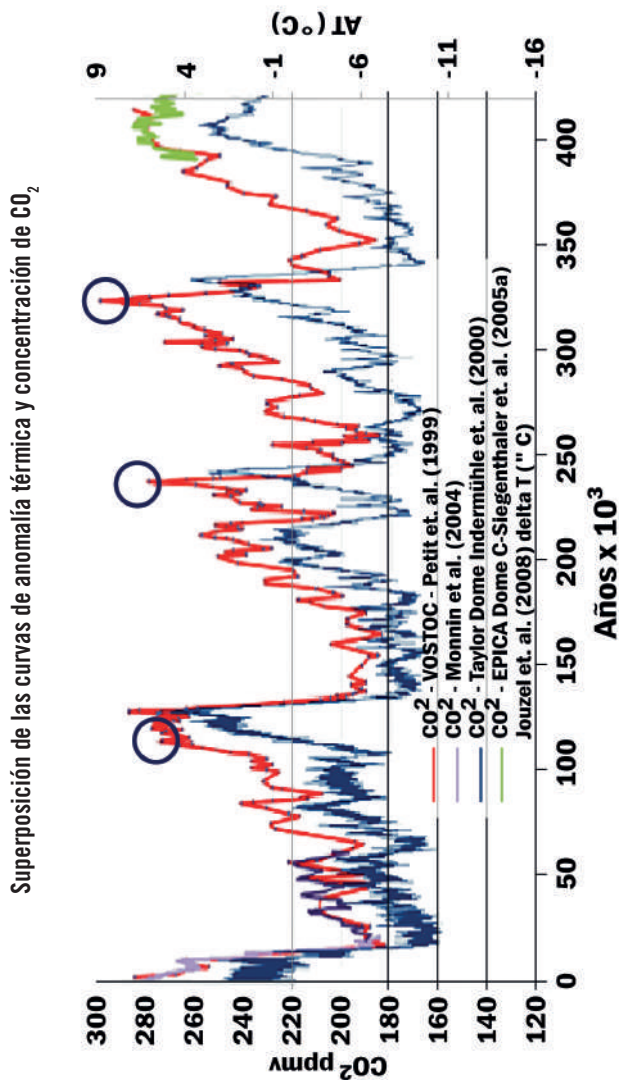


Figura 4.13. Superposición de las curvas de anomalía térmica y concentración de CO_2 obtenidas en Lüthi et al., (May 15, 2008). Los puntos encerrados en un círculo indican que el aumento de la concentración de CO_2 ocurre después del aumento de la temperatura por causas naturales. Fuente: (Florides et al., 2010).

De hecho, concentrándose en el período comprendido entre 400 y 650 mil años antes del presente (véase la figura 4.14) se observa que más hacia el pasado, hace 600 mil años los máximos y mínimos no son claros e incluso, los autores (Florides et al., 2010) afirman que para ese ciclo en particular el aumento de la concentración de CO_2 precedió al aumento de la temperatura.

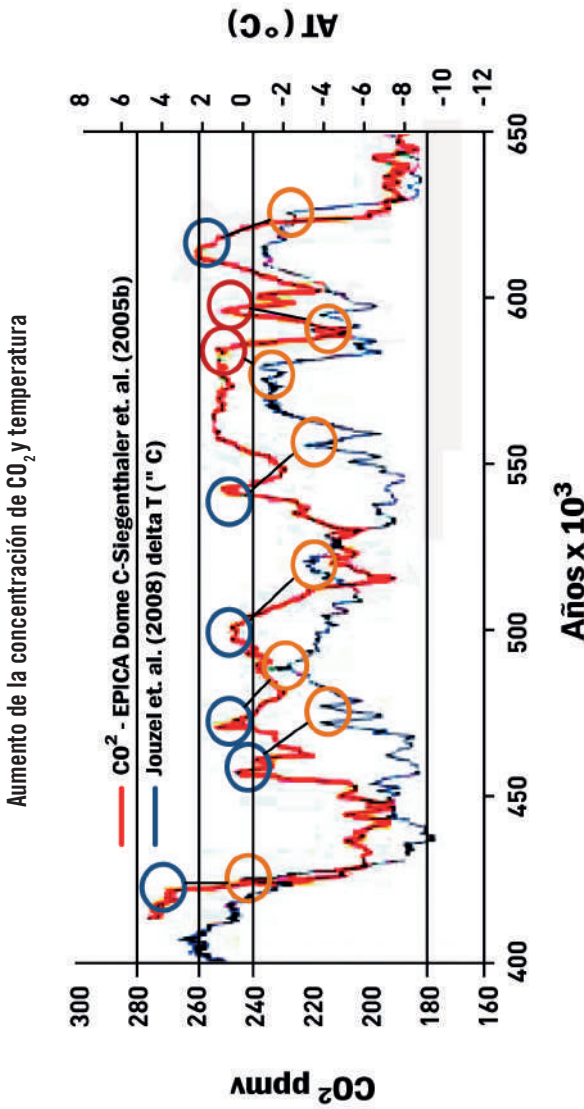


Figura 4.14. El aumento de la concentración de CO_2 sigue al aumento de la temperatura (círculos azules) y en una ocasión precede al aumento de temperatura (círculos rojos). Los máximos relativos están ligados por una línea recta de pendiente negativa. En el caso señalado por el rectángulo azul, la pendiente es positiva.

El comportamiento descrito en las figuras 4.13 y 4.14 posiblemente muestran que fenómenos físicos como la desgasificación/dilución de CO_2 en los océanos y efectos biológicos (actividad microbiana), pueden ser la razón del cambio de la concentración de CO_2 después de la fluctuación de la temperatura.

Para saber más, comprobemos cómo ha fluctuado la concentración de CO_2 a lo largo de la historia de la Tierra (figura 4.15). A pesar de la diferencia de las escalas de la concentración de CO_2 y la temperatura, es posible identificar lo siguiente: a) para $T=300$ millones de años, el mínimo de temperatura coincide con el mínimo de concentración de CO_2 ; b) para $T \approx 50$ millones de años, el máximo de temperatura coincide con el máximo de CO_2 ; c) para $T < 50$ millones de años, tanto la temperatura como la concentración de CO_2 disminuyen; d) para $100 \text{ mil años} < T < 20 \text{ mil años}$ la inestabilidad térmica coincide con la inestabilidad de la concentración de CO_2 ; para $20 \text{ mil años} < T < 10 \text{ mil años}$, tanto la temperatura como la concentración de CO_2 aumentan; y finalmente, para $T < 10 \text{ mil años}$, tanto la temperatura como la concentración de CO_2 presentan estabilidad. Estos hechos indican que la correlación entre estas dos variables es indiscutible.

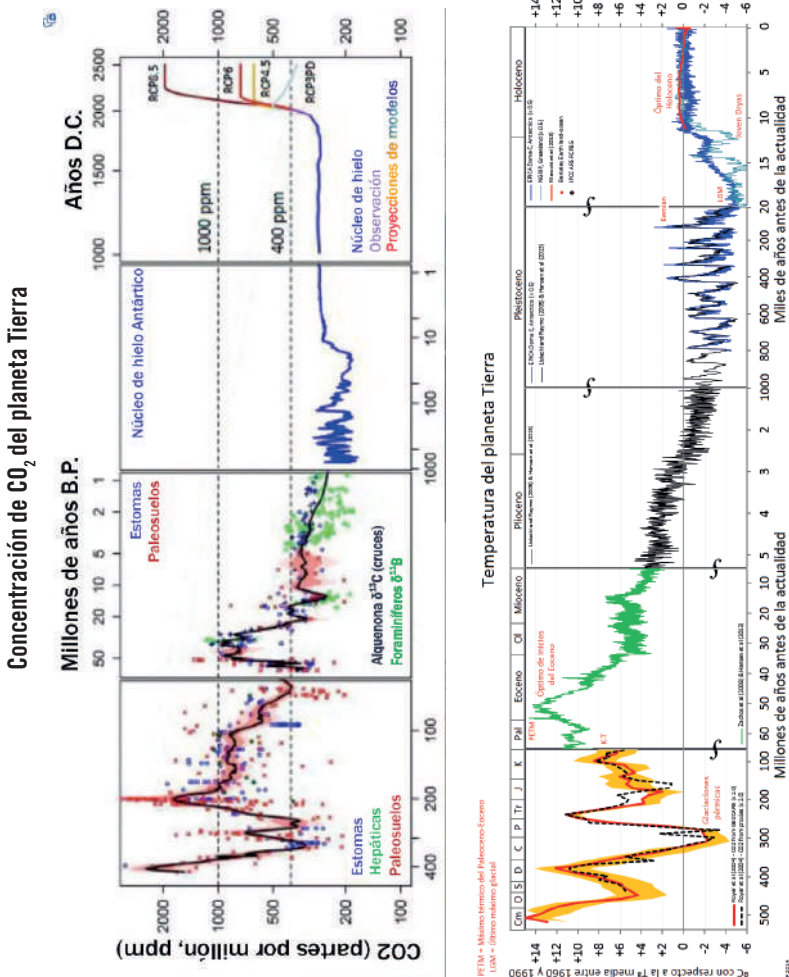


Figura 4.15. Comparación de las curvas de concentración de CO₂ y temperatura en el planeta Tierra en los últimos 400 millones de años. Fuente:

https://earth.org/data_visualization/a-brief-history-of-co2/

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



Sin embargo, repetimos, correlación no identifica causa y efecto. A pesar de ello, la comparación de las dos figuras nos permite hacer algunas aseveraciones:

1. La concentración de CO_2 varía entre 200 y 2.000 ppm durante los últimos 500 millones de años. Mientras que la anomalía térmica (medida a partir del promedio 1960-1990) varía entre -6 y $+14$ °C. Es decir, mientras la concentración de CO_2 se multiplica por 10, la temperatura apenas se duplica.
2. En los últimos 50 millones de años la anomalía de temperatura ha ido disminuyendo paulatinamente desde $+14$ °C hasta -6 °C. Igualmente, la concentración de CO_2 ha disminuido peligrosamente desde 1.000 ppm hasta poco más de 200 ppm. Peligrosamente porque está cerca del umbral para la sobrevivencia de las plantas que es de aproximadamente 100 ppm.
3. En los últimos 10 mil años, la concentración de CO_2 se ha mantenido en los mismos niveles de aproximadamente 300 ppm y la anomalía térmica en 0 °C (ya que se mide a partir del promedio 1960-1990).
4. En los últimos 50 años, la concentración de CO_2 se ha casi duplicado, mientras que la temperatura ha aumentado entre 1 y 2 °C.

En la figura 4.15 también aparecen las concentraciones de CO_2 que maneja el IPCC según los modelos RCP3PD, RPC4.5, RPC6 y RPC8.5.

La figura 4.16 compara los cambios de temperatura con la oblicuidad (el ángulo de inclinación que presenta el eje de rotación de la Tierra con respecto a una perpendicular al plano de la eclíptica). La gráfica muestra una buena correlación entre la anomalía térmica y la periodicidad de la oblicuidad. Cuando la oblicuidad es máxima también se produce un máximo en la temperatura y cuando la oblicuidad es mínima, se producen los mínimos de temperatura. La correlación no es perfecta y no debe serlo puesto que otros factores también influyen como hemos afirmado a lo largo de este trabajo.

Esto nos lleva a pensar de nuevo en los ciclos de Milankovitch que tratamos brevemente en la sección sobre principios básicos de astronomía al principio de este capítulo. Retomemos.

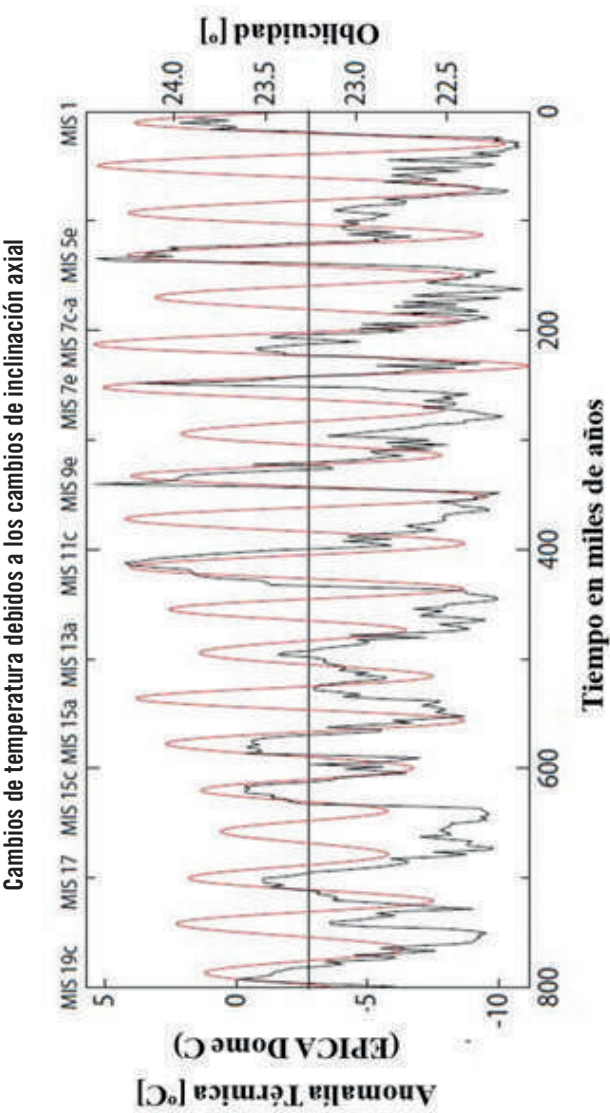


Figura 4.16. Cambios de temperatura debidos a los cambios de inclinación axial. Curva negra: anomalía de la temperatura global medidas de EPICA Núcleo de hielo Dome C para los último 800.000 años, con un retraso de 6.500 años. Curva roja: cambios en la oblicuidad del eje planetario, en grados. Los mínimos de la oblicuidad siempre terminan en interglaciares. Fuente: Vinós (2022)

La Teoría de Milankovitch

Esta sección está basada en el extraordinario trabajo de Javier Vinós⁸¹, *Climate of the Past, Present and Future*.

Milutin Milankovitch, en 1920, fue la primera persona en tomarse el trabajo de calcular las complejidades de la insolación de la Tierra en diferentes latitudes debido a las variaciones en su posición astrométrica. Adoptó la visión de Joseph Murphy (1876) de que los largos veranos frescos y los inviernos cortos y suaves eran las condiciones más favorables para una glaciación, e identificó la insolación estival como el factor clave para explicar los drásticos cambios climáticos en el pasado. Su teoría no fue aceptada hasta 1976, cuando se encontraron evidencias de múltiples ciclos glaciares-interglaciares, aunque los períodos observados no coincidían plenamente con la Teoría de Milankovitch.

Hay tres tipos de cambios orbitales que afectan la insolación de la Tierra a largo plazo (figura 4.17).

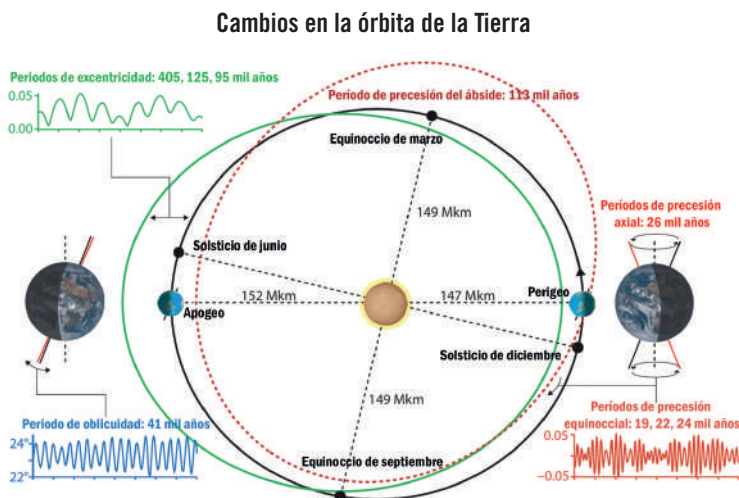


Figura 4.17. Cambios en la órbita de la Tierra como base de la teoría de Milankovitch.
Fuente: (Vinós, 2022)

81 El Dr. Javier Vinós es biólogo de laboratorio de formación y profesión. Ha escrito un libro prodigioso, titulado: *Clima del pasado, presente y futuro: un debate científico*, que se encuentra en su segunda edición.

La Teoría de Milankovitch se basa en los cambios complejos en la órbita y la orientación de la Tierra, que se ven afectadas por la atracción gravitacional de otros cuerpos en el Sistema Solar. La variación de la excentricidad orbital produce cambios en la forma de la órbita de la Tierra con períodos de ~ 400 mil años y ~ 100 mil años. Los cambios de la inclinación axial presentan períodos de ~ 40 mil años. La precesión absidal rota la órbita alrededor de uno de los focos elípticos, mientras que la precesión axial tambalea la Tierra. Ambos juntos producen un período de precesión promedio de ~ 20 mil años.

La excentricidad

Si el Sistema Solar estuviera compuesto únicamente por el Sol y la Tierra, la órbita elíptica de la Tierra siempre tendría la misma excentricidad. Sin embargo, los movimientos de los otros planetas, principalmente el gigante más cercano, Júpiter, y el planeta más cercano, Venus, introducen perturbaciones gravitacionales que cambian la excentricidad de la órbita de la Tierra.

La excentricidad cambia entre períodos de ~ 400 mil años y dos tiempos menores de ~ 95 y ~ 125 mil años. Un cambio en la excentricidad es la única modificación orbital que altera la cantidad de energía solar que recibe la Tierra a medida que cambia su distancia desde el Sol. Sin embargo, la insolación promediada anualmente muestra solo un cambio muy pequeño que se debe al aumento de la distancia media al Sol con excentricidad creciente.

Este efecto se debe a que el planeta pasa más tiempo más lejos del Sol en una órbita más excéntrica debido a la segunda Ley de Kepler. Dado que la órbita de la Tierra es siempre bastante circular (la excentricidad varía de 0,004 a 0,06) el cambio en insolación entre el perihelio y el afelio es pequeño, actualmente alrededor del 6,4% (excentricidad 0.016).

Los cambios en la excentricidad también producen una acortamiento y alargamiento de las estaciones a medida que la Tierra se acelera en el perihelio y se ralentiza en el afelio. En la actualidad, el invierno en el hemisferio norte (en el perihelio) es de 4,6 días más corto que el invierno del hemisferio sur (en el afelio). Lo importante a recordar en términos de cambios climáticos es que, debido a la duración de su ciclo principal, y la baja excentricidad de la órbita de

la Tierra, el ciclo de excentricidad da como resultado un forzamiento extremadamente pequeño. En otras palabras, el promedio anual de cambios de insolación es menos del 0,2% debido a la excentricidad. Es sólo a través de su efecto sobre la precesión y oblicuidad que la excentricidad se vuelve relevante.

El efecto combinado hace que la excentricidad sea un elemento muy relevante del factor climático, y el ciclo de precesión de ~ 400 mil años ha se ha identificado por su efecto sobre los estratos a lo largo de cientos de millones de años.

La oblicuidad

Este ciclo viene dado por los cambios en la inclinación de eje de la Tierra, o inclinación axial, con respecto al plano orbital de la Tierra. Estos cambios son causados por el par ejercido por la atracción gravitacional del Sol y la Luna sobre la protuberancia ecuatorial de la Tierra, con una contribución menor de los planetas. La inclinación axial varía entre $22,1^\circ$ y $24,3^\circ$ en el transcurso de un ciclo de ~ 40 mil años.

En la actualidad (2025), la inclinación es de $23,44^\circ$ y la tendencia es decreciente. El cambio en la inclinación cambia la distribución de la energía solar entre las estaciones y a través de latitudes. Cuanto mayor sea la oblicuidad, más insolación hay en los polos durante el verano y menor insolación durante el invierno. La alta oblicuidad favorece los interglaciares, mientras que la baja se asocia con los períodos glaciales. La oblicuidad en sí no cambia la cantidad de insolación que recibe la Tierra, sino que cambia la cantidad de insolación que recibe cada latitud y el cambio es grande en latitudes altas. Sorprendentemente, la oblicuidad tiene un efecto mayor en el clima de lo que se esperaba. Eso debería tener poco efecto en los trópicos, pero hay una clara impronta de la oblicuidad en el monzón de África Occidental.

La precesión

Hay dos movimientos precesionales. La precesión axial es el lento bamboleo de la Tierra a medida que gira sobre su eje debido a la atracción gravitacional sobre su protuberancia ecuatorial, principalmente por el Sol y la Luna. El eje de la Tierra describe un círculo contra las estrellas fijas con un período de ~ 26 mil años, por lo que, si ahora está apuntando a la estrella Polar, hace ~ 13 mil años apuntaba hacia Vega. El ábside (o elíptica) de la precesión es la rotación lenta de la órbita alrededor del foco de la elipse más cercana al Sol en un período de ~ 100 mil años como resultado de una combinación de factores, incluidos los efectos de la relatividad general y perturbaciones de otros planetas. La precesión combinada (de los equinoccios) de estos dos movimientos desplaza progresivamente las estaciones a lo largo del año y alrededor de la órbita, de modo que si ahora el hemisferio norte el invierno tiene lugar en el perihelio (el perigeo más cercano al Sol), en ~ 10 mil años tendrá lugar en el afelio (apogeo más alejado del Sol).

Por lo tanto, la precesión es modulada por la excentricidad, ya que el ángulo de precesión es irrelevante a excentricidad cero (órbita circular). Es importante tener en cuenta que la precesión no cambia la cantidad de insolación que recibe la Tierra o la cantidad de insolación que cada latitud recibe durante el año. La interacción de los distintos componentes de precesión produce oscilaciones con períodos de 19 mil, 22 mil y 24 mil años, con un período de ciclo medio de aproximadamente 23 mil años. El verano del hemisferio norte ahora tiene lugar en el afelio, es decir, estamos en un mínimo, en el ciclo precesional, desde el punto de vista de la insolación estival a 65° N.

Interpretación moderna de la Teoría de Milankovitch

Tal y como lo ven actualmente los seguidores de la teoría de Milankovitch, el inicio de los glaciares tiene lugar cuando la insolación estival a 65° N permite que más hielo sobreviva al verano cada año permitiendo la acumulación de capas de hielo. Este proceso es alimentado por el albedo del hielo y otras retroalimentaciones, produciendo el enfriamiento progresivo de la Tierra simultáneamente con un descenso del nivel del mar. El siguiente ciclo de excentricidad, a 95 mil o 125 mil años más tarde, induce una respuesta no lineal en la

precesión tal que el siguiente aumento en la insolación estival de 65° N desencadena una terminación glacial. Este es un proceso mucho más rápido que la glaciación, ya que se ve favorecido por los efectos de retroalimentación, como la reducción del albedo del hielo o una acumulación de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, este no era el punto de vista original de Milankovitch. Joseph Murphy (1869) debatió las condiciones que promovió la glaciación, y antes de revisar la evidencia concluyó: “Tenemos muchos datos; y creo que puedo demostrar que todos van a que un verano fresco es lo que más promueve la glaciación, mientras que un invierno frío, por lo general, no tiene ningún efecto sobre él”. El razonamiento de Murphy influyó en las décadas siguientes, y Milankovitch adoptó su punto de vista.

Los cálculos de Milankovitch no son solo una mejor representación de la propuesta de Murphy, sino que también dan lugar a una consideración de los parámetros orbitales. La precesión es principalmente un factor estacional, mientras que la oblicuidad es un factor semestral. Por lo tanto, el pico de insolación depende principalmente de la precesión, mientras que la insolación en verano depende principalmente de oblicuidad en latitudes altas. Milankovitch propuso que la insolación calórica semestral de alta latitud determinó la cantidad de capa de nieve que puede sobrevivir al verano, causando el crecimiento o retroceso de la capa de hielo. En el modelo de Milankovitch, a pesar de no tener en cuenta la duración las estaciones, la precesión está en control de las latitudes bajas mientras que la oblicuidad está en control de las latitudes altas.

En la actualidad se abandona el concepto de verano calórico de Milankovitch a favor de la insolación del 21 de junio (Berger, December 1, 1978). La insolación estival de 65° N depende casi por completo de la precesión, y se introdujo en los primeros modelos (Kutzbach, October 2, 1981), siendo rápidamente adoptado como el parámetro de elección de Milankovitch a pesar de no ser de él la propuesta. Este es un error importante porque la precesión como un control glacial tiene un talón de Aquiles en la aplicación de la segunda Ley de Kepler. Cuando la Tierra está más cerca del Sol, durante el verano en el hemisferio norte, más alta es su velocidad y más corto es el verano. Por lo tanto, el número de días con suficiente insolación para derretir el hielo es menor, lo que resulta en menos derretimiento.

El proyecto SPECMAP (Thompson & Goldstein, December, 2006) ha tallado literalmente en piedra este error al ajustar los registros isotópicos oceánicos a la precesión, dando lugar a una argumentación circular, de cómo la precesión afecta al clima a medida que los registros climáticos se ajustan a la precesión. Pero la impronta de la oblicuidad en el clima está en todas partes. Incluso en los trópicos, donde el efecto de la oblicuidad debe ser muy bajo, hay un claro efecto de oblicuidad en el clima.

La desviación de la teoría moderna de Milankovitch de la insolación estival semestral ligada a la oblicuidad y la insolación máxima del verano ligada a la precesión tiene repercusiones climáticas. La teoría de Milankovitch fue originalmente vinculada a un efecto de 41 mil años, mientras que actualmente se lucha buscando un efecto de 23 mil años sin que la mayoría de los autores desconozca el origen de los problemas.

Sin haber aclarado este importante tema (que se revisará a continuación), las discusiones sobre la Teoría de Milankovitch tratan el papel del CO_2 en la terminación de los glaciares (Shakun et al., April 4, 2012), sobre un modelo de tres etapas con condiciones glaciares y en glaciares completos (Paillard, January 22, 1998), o alrededor de un interruptor de hielo marino para explicar por qué otros picos en el verano de 65°N de insolación no logran sacar al mundo de un glacial hasta que el ciclo de excentricidad se activa 100 mil años más tarde (Gildor & Tziperman, December, 2000).

Problemas con la Teoría de Milankovitch

La teoría actual, tal como se presenta en los libros de texto, explica glaciaciones a través de la insolación estival a 65°N , al ritmo del ciclo de excentricidad de 100 mil años, y está respaldado por el consenso científico. Pero tiene algunos problemas importantes que desafían su validez, y la mayoría de ellos son originados por la adopción de un pico de insolación estival de 65°N como parámetro significativo.

Cuando se analizaron en detalle los últimos 468 mil años (Hays, et al., December 10, 1976), se encontró la periodicidad de los 41 mil años, pero una más fuerte a 100 mil años. La Teoría de Milankovitch no tenía un lugar particular para la excentricidad, ya que su forzamiento es excesivamente pequeño. El problema se agravó cuando

más núcleos bentónicos extendieron el récord en el pasado a 5 millones de años (Lisiecki & Raymo, 2005b). Antes de 1,2 millones de años los registros interglaciares están espaciados en un ciclo de 41 mil años, pero después de 0,8 millones de años lo hacen en un ciclo de 100 mil años (figura 4.18)⁸².

82 Se muestra el progresivo enfriamiento de la Tierra a través del Pleistoceno. A los inicios del Pleistoceno, las glaciaciones tuvieron lugar a intervalos de 41 Ka; a medida que el enfriamiento progresó, este intervalo se alargó a 100 Ka en lo que se llama la Transición del Pleistoceno Medio. La letra H indica el Holoceno. C.f.: (Zachos, et al., April 27, 2001) y Lawrence et al. (April 7, 2006).

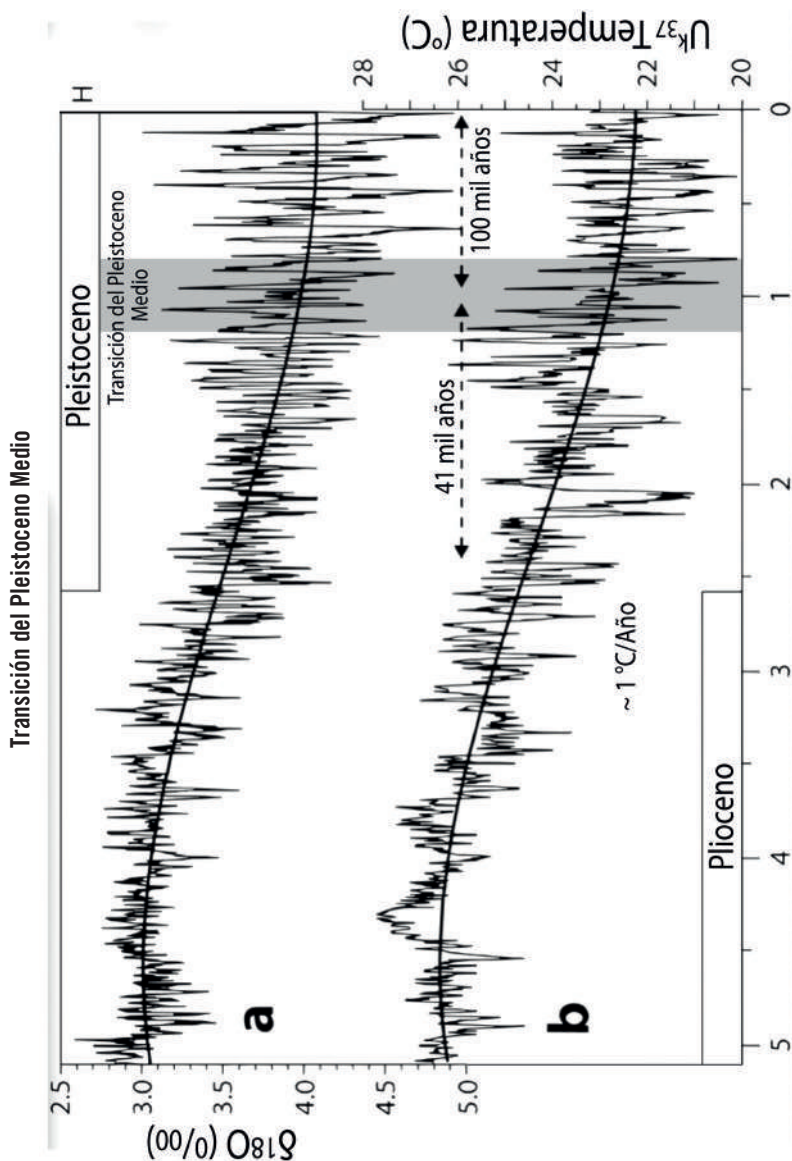


Figura 4.18. La Transición del Pleistoceno Medio. Dos medidas proxies diferentes para la temperatura: a) Isótopo $\delta^{18}O$ en núcleos bentónicos, y b) la alquenona U_{37} en sedimentos marinos.

El período 1,2 -0,8 millones de años se denominó Transición del Pleistoceno Medio (MPT), y nadie sabe qué causó el cambio en la periodicidad glacial. No hay cambios orbitales conocidos, no se conocen cambios en la actividad solar y no se conocen gases de efecto invernadero. Cambios que pudiesen explicar una transición geológicamente abrupta de 41 mil años a 100 mil años de espaciamento interglaciar.

Esencialmente los científicos están atrapados en un doble aprieto. Una explicación de la periodicidad glacial de 100 mil años en términos de excentricidad y la insolación del verano boreal conduce a un inexplicable 41 mil años período pre-MPT, mientras que una explicación del ciclo glacial en términos de oblicuidad de 41 mil años se queda corto para explicar el planeta post-MPT de 100 mil años. En realidad, es un falso dilema que puede explicarse fácilmente en los términos del Principio de Ockham⁸³.

El problema más importante de la interpretación moderna de la teoría de Milankovitch es el problema de los 100 mil años. Eso proviene de la necesidad de explicar la frecuencia observada de 100 mil años en los indicadores globales de volumen de hielo en términos de cambios que no coinciden con la respuesta climática observada al forzamiento calculado. Durante el último millón de años el volumen de hielo glacial, medido por los cambios en el isótopo $\delta^{18}\text{O}$, ha oscilado con una periodicidad principal de 97 mil años. El único ciclo orbital a esa periodicidad es la excentricidad, pero la excentricidad es un forzamiento casi insignificante. Así, se propuso que la excentricidad estaba jugando su papel en una forma no lineal (Hays et al., December 10, 1976). El problema se agrava porque el ciclo principal de excentricidad es de 405 mil años y ese ciclo apenas se ve en el registro bentónico.

Se demostró (Nie, December 1, 2018) que la periodicidad de 405 mil años en el monzón de verano de Asia Oriental y el volumen global de hielo, se intensificaron durante el Plioceno y el Pleistoceno temprano, mientras que se debilitó significativamente en el MPT, por lo que surge la conclusión que la excentricidad produce un efecto multiplicativo durante sus ciclos menores de 95 y 125 mil años, pero,

83 La Navaja de Ockham o *principio de parsimonia* es un principio filosófico y científico propuesto por el filósofo y teólogo franciscano Guillermo de Ockham (c.1285-9 de abril de 1347) y que básicamente sostiene que, si hay varias explicaciones posibles para un mismo hecho, la más sencilla o la que requiere menos suposiciones es seguramente la correcta.

sin embargo, no tiene un efecto importante para su ciclo principal de 405 mil años. Adicionalmente, el cambio del Pleistoceno temprano con glaciaciones de 41 mil años a glaciaciones del Pleistoceno tardío de 100 mil años se logró sin ningún cambio conocido en la insolación, por lo que, en su condición actual, la teoría de Milankovitch no puede explicarlo.

En este punto, el artículo de Vinós continúa con una explicación de los ciclos de las glaciaciones e interglaciaciones, en base a los movimientos de excentricidad y oblicuidad de la Tierra que son demasiado detallados en el contexto del presente trabajo; recomendamos ver el trabajo original a aquellos interesados en profundizar sobre el tema. Lo importante es que llegamos de nuevo a la figura 4.16 en donde Vinós nos muestra como la curva de oblicuidad envuelve los valores de la anomalía térmica.

En sus propias palabras:

Teniendo en cuenta el retraso en la respuesta de la temperatura al forzamiento de la oblicuidad, ambos muestran una combinación casi perfecta en su variabilidad temporal. Como se muestra en la figura, la temperatura rara vez sale de la envoltura de oblicuidad, aunque a menudo es incapaz de mostrar una respuesta fuerte a los aumentos de oblicuidad. El ajuste es tan bueno que deja muy poco espacio para la precesión y la excentricidad en la determinación de la temperatura, lo que indica que solo pueden afectar la amplitud de la respuesta de la temperatura a la oblicuidad y, por lo tanto, deben ser un factor de segundo orden (Vinós, 2022, p. 14).

Queda pues perfectamente demostrado que las variaciones de temperatura observadas son debidas a la periodicidad de la oblicuidad de la Tierra. Con respecto al CO₂, Vinós nos lo explica:

No cabe duda de que el CO₂ es una de las varias retroalimentaciones que debe actuar sobre el ciclo glacial, ya que los niveles de CO₂ aumentan cuando las glaciaciones terminan y disminuye cuando las glaciaciones comienzan. Su papel exacto sigue siendo controvertido. Cerca de la mitad del aumento de CO₂ al final de las glaciaciones proviene del aumento de la actividad volcánica, probablemente estimulada por el derretimiento de la

capa de hielo⁸⁴ destacando su papel de retroalimentación. Ser una retroalimentación positiva implica que la señal se amplifica, y generalmente se acepta que el aumento de CO₂ debe contribuir al calentamiento al finalizar la glaciación.

Hay una objeción a una propuesta más sustantiva del papel del CO₂ en las terminaciones glaciares. Hemos revisado el importante papel que el volumen global de hielo desempeña en la determinación de la temperatura. Los interglaciares precedidos por grandes volúmenes de hielo son más cálidos que los interglaciares precedidos por volúmenes de hielo más bajos. Significa que podemos predecir, hasta cierto punto, qué tan cálido va a ser un interglaciar a partir de la cantidad de hielo acumulado antes de que comience.

Por lo tanto, podemos predecir cuánto CO₂ va a tener (en ausencia de una contribución antropogénica), dada la clara correlación entre el CO₂ y la temperatura. Los factores que pueden predecirse a partir de los agentes causales en fenómenos altamente variables no pueden controlarse. El problema se complica en los inicios glaciares, cuando la correlación entre la temperatura y el CO₂ se pierde, y la disminución de la temperatura conduce a la disminución del CO₂ desfasado durante varios milenios (figura 4.19)⁸⁵ (Vinós, 2022, p. 22).

84 Cf. : MacLennan et al. (November 5, 2002) y Huybers & Langmuir (September 15, 2009).

85 La curva de color negro son las medidas de EPICA Dome C con el deuterio como indicador de la temperatura antártica, mostrando un enfriamiento de 4 °C entre 123.5 y 115 mil años (flecha negra), cuando los niveles de CO₂ de la Antártida (curva en rojo) no muestra cambios (flecha roja). La velocidad de enfriamiento entre 120,5 y 111 mil años (línea punteada negra) es casi lineal, con una tendencia de aproximadamente -0,72 °C/mil años, que no muestra ninguna respuesta importante a las diferencias en la tasa de cambio del CO₂ (Vinós, 2022).

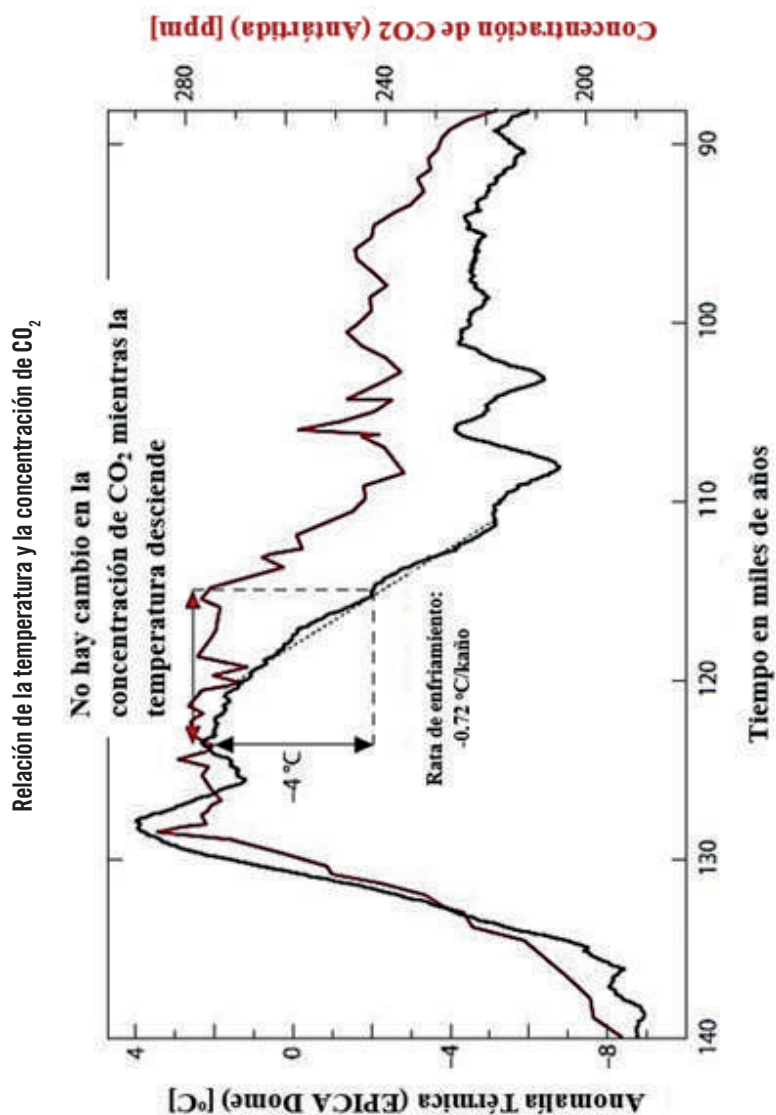


Figura 4.19. Relación de la temperatura y la concentración de CO₂ en los inicios glaciares.

Sabemos por las mediciones de núcleos de hielo que la terminación de la era glacial más cercana a nosotros hace 18 mil años involucraba un cambio en las concentraciones atmosféricas de CO_2 de 190 a 265 ppm, un aumento de 75 ppm. Al mismo tiempo, la temperatura se estima que aumentó entre 4 y 6 °C a nivel mundial (Schneider von Deimling et al., July 27, 2006 y Tierney et al., August 26, 2020). Se ha estimado que el CO_2 causó directamente el 30% del calentamiento, e indirectamente a través de interacciones forzadas otro 20% (Gregoire et al., November 28, 2015), por lo que entre la mitad y un tercio del calentamiento (o alrededor de 2-3 °C) se atribuye al aumento de CO_2 .

Un simple cálculo nos dice que el aumento de 190 a 265 ppm es el 48% de una duplicación. Esto es cierto porque estamos tratando con una escala logarítmica, $[\ln(265) - \ln(190)] / [\ln(190(2)) - \ln(190)] = 0,48$. Por lo tanto, se estima que el 48% de una duplicación ha producido entre 2 y 3 °C de calentamiento entre 18 mil y 10 mil años. El aumento de los niveles preindustriales a los actuales momentos de CO_2 (280 a 415 ppm, o 135 ppm) constituye el 57% de una duplicación. Esto es $[\ln(415) - \ln(280)] / [\ln(280(2)) - \ln(280)] = 0,57$, por lo que debería ser similar en términos de efecto de calentamiento.

Sin embargo, incluso si el CO_2 es responsable del 100% del calentamiento moderno, ¿Por qué sólo ha producido un aumento de alrededor de 0,8 °C? Algo no es correcto.

Si nuestro conocimiento de los niveles pasados de CO_2 es correcto, y la hipótesis de que el CO_2 fue el responsable de un tercio a la mitad del calentamiento en la terminación glacial es correcto y, además, que hace 18 mil años el CO_2 era de dos a tres veces más potente que ahora, entonces, si el CO_2 antropogénico no es responsable de todo el calentamiento observado desde 1850, como parece probable, la situación es mucho peor. No hay forma de conciliar la disparidad. Por lo tanto, deberíamos aceptar que el CO_2 tuvo un papel muy secundario durante la glaciación de, a lo sumo, una sexta parte del calentamiento y, por lo tanto, concluir que el CO_2 no fue un importante factor climático durante las transiciones interglaciares de la glaciación del Pleistoceno.

Del Holoceno al Antropoceno y del Antropoceno al Capitaloceno

Llegamos a la era geológica actual en este largo pero fascinante viaje a través de la historia climática del planeta Tierra. Recordemos lo visto en la sección “El último millón de años” ayudándonos con la figura 4.20.

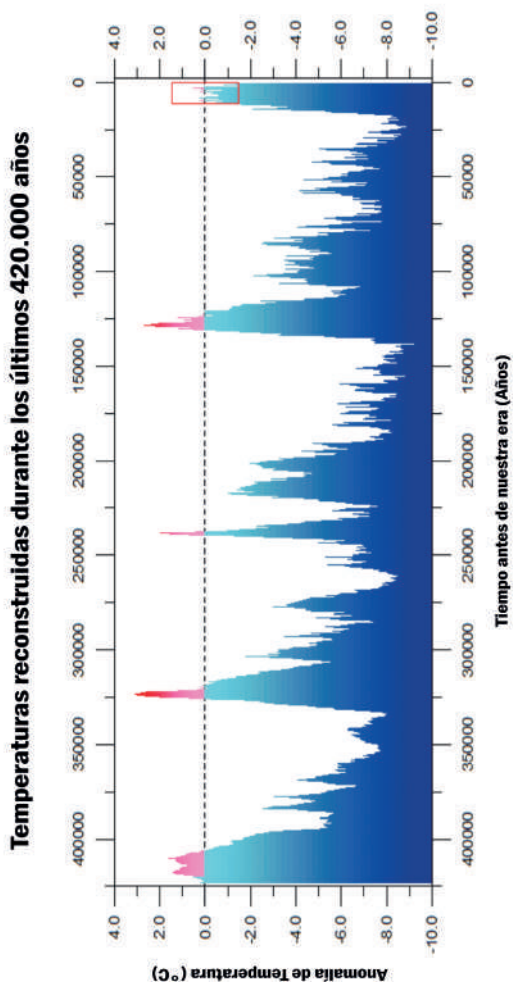


Figura 4.20. Anomalía térmica de la Tierra en los últimos 500.000 años en donde se observa claramente las últimas cuatro glaciaciones marcadas por las flechas azules. Fuente: <https://principia-scientific.com/why-the-current-interglacial-might-be-coming-to-an-end/>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



La figura 4.20 nos muestra la anomalía térmica de los últimos 500.000 años y las últimas cuatro glaciaciones. Las glaciaciones están separadas entre ellas por los periodos interglaciares. Lo que significa que, durante alrededor del 90% de los últimos 450.000 años, la Tierra ha estado en una Edad de Hielo, donde las temperaturas globales se han desplomado hasta 10 grados centígrados, más frías que en los periodos interglaciares relativamente breves.

El período interglacial actual (el quinto) comenzó hace unos 11.600 años (ver figura 4.21), lo que sugiere que puede que no dure mucho más (recordemos que los periodos interglaciares tienen una duración aproximada entre 10 mil y 15 mil años). Corresponde a la época en que los seres humanos comenzaron a cultivar y a construir ciudades y civilizaciones.

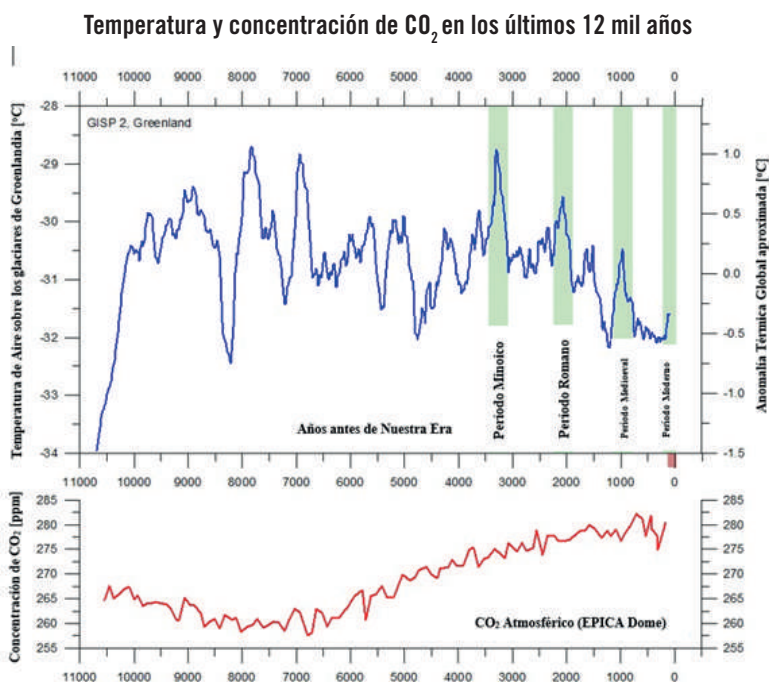


Figura 4.21. Temperatura y concentración de CO₂ en los últimos 12 mil años. Fuente: <https://principia-scientific.com/why-the-current-interglacial-might-be-coming-to-an-end/>

Podemos ver en la figura 4.21, en la parte superior, que nuestro planeta se ha ido enfriando progresivamente durante los últimos 3.500 años, “presumiblemente indicando las primeras etapas de la próxima Edad de Hielo” (Connolly et al., October 2023). También vemos que está marcado por periodos cálidos como el periodo cálido minoico, el periodo cálido romano y el periodo cálido medieval. El actual periodo cálido después de la “Pequeña Edad de Hielo” de 1300-1850 (no se observa en esta gráfica ya que ésta termina en 1854), pero lo mostraremos un poco más adelante.

El gráfico inferior muestra la concentración de CO_2 durante el periodo interglaciar actual, y no hay una relación obvia con la temperatura. Durante un periodo más largo, se ha observado que el CO_2 se retrasa con respecto a la temperatura en varios miles de años en lugar de liderarla, lo que sugiere que las temperaturas más altas pueden impulsar mayores concentraciones de CO_2 en lugar de viceversa. Sin embargo, es cierto que en los últimos 150 años las concentraciones de CO_2 han subido de alrededor de 280 ppm a 395 ppm, un nivel sin precedentes en los últimos 12.000 años (un parpadeo en los cinco mil millones de años de historia de la Tierra).

Si bien gran parte del cambio ambiental producido en la Tierra es una consecuencia directa de la Revolución Industrial, William Ruddiman⁸⁶ argumentó que el Antropoceno se inició hace aproximadamente 8.000 años con la aparición y crecimiento de la agricultura. En este punto, los seres humanos se dispersaron a través de todos los continentes y la Revolución Neolítica comenzó su curso. Durante este periodo, los humanos desarrollaron la agricultura y la ganadería sustituyendo a los cazadores-recolectores. Tales innovaciones fueron seguidas de una ola de extinciones, comenzando con los grandes mamíferos y aves terrestres. Esta ola fue impulsada por la actividad directa de los seres humanos (por ejemplo, la caza) y por las consecuencias indirectas del cambio del uso del suelo para la agricultura. Por otro lado, a pesar de estas observaciones, se argumentan como causa de estas extinciones otras hipótesis no antropogénicas.

86 William F. Ruddiman (Washington, D. C., Estados Unidos, 8 de enero de 1943) es un paleoclimatólogo y profesor emérito de la Universidad de Virginia. Obtuvo una licenciatura en geología en 1964 en el Williams College y un doctorado en geología marina de la Universidad de Columbia en 1969. Trabajó en la Oficina Naval Oceanográfica de Estados Unidos entre 1969 y 1976, y en el Observatorio Terrestre Lamont-Doherty de Columbia desde 1976 hasta 1991. Se trasladó a Virginia en 1991, sirviendo como profesor en Ciencias Ambientales. Los intereses de investigación de Ruddiman se centran en el cambio climático durante varias escalas de tiempo.

El Antropoceno es actualmente un término informal, una metáfora del cambio medioambiental global. Para que se traslade oficialmente a la escala temporal geológica global estándar debe aprobarse por la Comisión Internacional de Estratigrafía y ratificarse por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas en un Congreso Geológico Mundial, cumpliendo las especificaciones de la *Guía estratigráfica internacional*.

Para ello la base del Antropoceno debe ser definida con una sección estratotipo y punto de límite global (GSSP, por sus siglas en inglés) en sedimentos o en un testigo de sondeo en hielo o como una fecha absoluta. Este GSSP debe registrar algún marcador que identifique un cambio global, para lo que se han propuesto diferentes alternativas:

- Aumento del CO₂, que es demasiado gradual.
- Variaciones en los porcentajes de los isótopos estables del carbono por la actividad antrópica, también muy gradual.
- Isótopos radiactivos debidos a las explosiones nucleares atmosféricas en la década de 1960, fecha demasiado tardía respecto al inicio de la influencia humana en el medioambiente.
- Nivel de sulfatos registrado en las capas de hielo de ambos hemisferios debidas a la erupción del volcán Tambora en abril de 1815.

En la actualidad existe un grupo de trabajo en la Comisión Internacional de Estratigrafía, dentro de la Subcomisión de la Estratigrafía del Cuaternario, que estudia la posibilidad de definir el Antropoceno como una nueva época geológica –posterior a la época Holoceno– o incluso como edad geológica, una división del Holoceno. No se está planteando como nueva era o periodo, ni como sustituto del término Holoceno (Lluch et al., julio-septiembre 2017).

Para no pocos especialistas y científicos, entre ellos Paul Crutzen⁸⁷, creador del concepto, habríamos ingresado al Antropoceno hacia 1780, esto es, en la era industrial, con la invención de la máquina de vapor y el comienzo de la era de los combustibles fósiles (Crutzen, 2006). Para otros, como el historiador Jason Moore⁸⁸ (2016), habría que indagar los orígenes del capitalismo y la expansión de las fronteras de la mercancía, en la larga Edad Media, para dar cuenta de la fase actual, que él denomina “Capitaloceno” (Svampa, 2019).

87 Paul Jozef Crutzen (Ámsterdam, Países Bajos, 3 de diciembre de 1933 - Maguncia, Alemania, 28 de enero de 2021) fue un químico neerlandés y ganador del premio Nobel de Química de 1995, junto con Mario Molina y Frank Sherwood Rowland por su trabajo sobre química atmosférica y específicamente por sus esfuerzos en el estudio de la formación y descomposición del ozono atmosférico. También investigó el invierno nuclear, que ocurriría después de una posible gran guerra nuclear.

88 Jason W. Moore (30 de enero de 1971, USA) es historiador, geógrafo y profesor de sociología. Se licenció en Ciencias Políticas por la Universidad de Oregón en 1994. Posteriormente estudió Historia en la Universidad de California, Santa Cruz, completando su maestría en 1997. En 2007 se doctoró en Geografía por la Universidad de California, Berkeley, trabajando a continuación de profesor en varias universidades, tanto dentro como fuera de los Estados Unidos. Moore investiga y escribe sobre la relación entre capitalismo y medio ambiente, centrado especialmente en su desarrollo histórico y crisis contemporánea. Desde 2013 imparte clases de Historia Mundial y Ecología Mundial en la Universidad de Binghamton en el Departamento de Sociología. Coordina la Red de Investigación de Ecología Mundial. Una de sus principales aportaciones es la descripción conceptual de lo que llama Capitaloceno.

ANEXO

Del Capitaloceno a una nueva política ontológica

(Entrevista realizada por Jonah Wedekind
y Felipe Milanez a Jason Moore)

(La entrevista fue realizada en junio de 2015 en la Universidad Boğaziçi en Estambul Türkiye. La versión original fue publicada en ENTITLE blog y está disponible en: <https://entitleblog.org/2016/01/12/jw-moore-political-ecology-or-world-ecology/>)

Palabras clave: ecología-mundo, tejido de la vida, Capitaloceno, fronteras de las mercancías, política ontológica.

Jason W. Moore es profesor de Historia Universal en la Binghamton University y coordinador de la World-Ecology Research Network. Gran parte de sus trabajos sobre desarrollo del capitalismo, historia ambiental, ecología-mundo y ecología política está disponible en su página web¹, donde también hay extractos de su último libro, *Capitalism in the web of life* (Verso, 2015). Moore es editor del nuevo volumen *Anthropocene or Capitalocene? Nature, history and the crisis of capitalism* (PM Press/Kairós, 2016).

—¿Ecología política o ecología-mundo?

—Creo que ambas. En la ecología política existen dos almas, la primera de las cuales dice que sí, que los humanos son una parte de la naturaleza y que todo lo que hacen está enmarañado en el tejido de la vida (*web of life*). Creo que esa perspectiva filosófica ha estado presente desde hace tiempo en la ecología política y en otros campos del pensamiento ambiental. A lo largo de los años, la cuestión ha sido cómo pasar de hacer la ecología política del colonialismo, del neoliberalismo o de algún otro proceso social a entender esos procesos sociales que son centrales en la modernidad —como la acumulación de capital, el colonialismo, la construcción nacional, la formación del Estado nación— como procesos y proyectos socioecológicos en sí mismos. Creo que la ecología política se encuentra ahora en un proceso de replanteamiento y reevaluación que nos llevará —espero— a una ciencia social histórica poscartesiana en la que la modernidad sea entendida como una serie de procesos y proyectos para recrear el tejido de la vida, constituida a través de la naturaleza. Bajo esta perspectiva, el capitalismo no solo actúa sobre la naturaleza, sino que se desarrolla a

1 Véase : <https://jasonwmoore.com/short-essays/>

través del tejido de la vida y es transformado por una serie de relaciones que sin duda escapan al control de los actores políticos y económicos.

—Defiendes el Capitaloceno como un concepto útil para apropiarse de la idea de Antropoceno con fines más políticos y como una forma de rehistorizar el propio Antropoceno. ¿En qué sentido?

—De nuevo, creo que hay dos almas en el argumento del Antropoceno. Una es directamente el argumento geológico, que tiene que ver con la búsqueda de los llamados picos dorados y con el examen de señales estratigráficas. El otro argumento, que es el que ha ganado tanta popularidad, consiste en reconfigurar la historia del mundo moderno como la edad del hombre “el Antropoceno”. Este es un viejo truco capitalista: decir que los problemas del mundo son los problemas creados por todos, cuando en realidad han sido creados por el capital. Y es por esto que creo que deberíamos hablar del Capitaloceno, como una era histórica dominada por el capital. Si nos fijamos en el periodo que va de 1450 a 1750, vemos una revolución en la producción del medio ambiente (*environment making revolution*) sin precedentes desde la revolución neolítica, con el amanecer de las primeras ciudades. Esa revolución estuvo marcada (e incrementada en escala, alcance y velocidad) por el cambio ambiental que emanó del capitalismo atlántico-céntrico. Una transformación de paisajes y ambientes muy rápida que afectó a una región del planeta tras otra. En estos siglos vemos no solo una nueva dominancia de la producción e intercambio de mercancías en la transformación del ambiente global, sino también nuevas formas de ver y entender a la naturaleza con mayúscula —es decir, la Naturaleza como algo “ahí fuera”, fuera de la sociedad, pero que incluye mucha gente no blanca, muchas mujeres, quizás incluso la mayor parte de la humanidad—. El Capitaloceno en sentido amplio va más allá de la máquina de vapor y entiende que el primer paso en esta industrialización radical del mundo empezó con la transformación del medio ambiente global

en una fuerza de producción para crear algo a lo que llamamos economía moderna y que es mucho más grande de lo que puede contener el término economía.

—¿A qué te refieres con el concepto de “tejido de la vida”?

—Una de las cosas que la ecología-mundo (*world-ecology*) ha argumentado es que necesitamos un nuevo vocabulario conceptual para hablar sobre las relaciones de producción de la vida (*life-making*) que son poderosas y creativas y dinámicas, incluyendo la transformación humana de los ambientes globales actual e históricamente. Tradicionalmente en el pensamiento ambiental se ha hecho énfasis en los dos extremos: los humanos y la naturaleza; la sociedad y la naturaleza. La ecología-mundo —que no es la ecología *del* mundo, sino más bien una perspectiva que propone empezar por las relaciones de producción de la vida, de lo que llamamos el oikos— pasa de esta visión dualística a una relación generativa, creativa, dinámica, multinivel, y es una forma de recordarnos que esta relación da lugar a una multitud de combinaciones de ambientes humanos y no humanos. El tejido de la vida es una forma de situar todo lo que hacen los humanos dentro de una totalidad mayor en la que obviamente somos una poderosa especie de producción del medio ambiente (*environment making*), y en la que, a la vez, como especie, tenemos una historia construida por todo tipo de actividades productoras de vida y por una gran serie de procesos geológicos y biogeográficos.

—¿Qué son las “fronteras de las mercancías” (*commodity frontiers*) y qué viene después de ellas?

—El desarrollo del capitalismo entre 1450 y 1750 marcó el patrón para todo lo que vino después. Por primera vez en la historia, tuvo lugar una inversión de un mecanismo que había aguantado durante miles de años: en las civilizaciones precapitalistas, el crecimiento de la población iba sucedido de una expansión de los asentamientos, a lo que seguían el comercio, los mercados y el intercambio y producción de bienes. Durante el largo siglo xvi, ocurrió lo contrario: en vez de desplazarse primero la población, fueron las mercancías las que cambiaron de sitio primero, y la población las siguió. En este contexto, la importancia de las fronteras —especialmente para actividades agrícolas, metalúrgicas y mineras— deriva de que son el sitio donde se dan las formas más precoces y avanzadas de organización industrial. Y no solo eso, sino que las fuentes de capital y los *inputs* más cruciales fluyen desde las fronteras hacia los centros industriales y financieros globales. Así que hay un íntimo vínculo entre la incesante búsqueda de naturaleza barata (*cheap nature*) en las fronteras y la industrialización de las áreas centrales del sistema mundial. Y creo que esta historia se extiende incluso hasta el auge de la China actual, el cual está en gran parte basado en la explotación de una frontera laboral formada por entre dos y tres millones de campesinos expulsados de sus tierras y forzados al trabajo industrial y urbano.

—¿Hacia dónde deben ir los movimientos transformadores actualmente?

—Creo que estamos viendo el nacimiento de lo que llamaría una nueva *política ecológica*. Aunque suena muy académico, creo que es crucial entender qué tipos de forma de hacer política serán necesarias para forjar un proyecto político emancipador y sostenible en el siglo xxi. Esta nueva política ontológica trata fundamentalmente de la elaboración de nuevas concepciones éticas y políticas de lo que es valioso, y es una cuestión que ha sido planteada durante largo tiempo

por ecologistas, activistas laborales, feministas, activistas poscoloniales, etc. Creo que a nuestro alrededor existe un nuevo escenario político, y destacaría la soberanía alimentaria como un ejemplo muy expresivo de esta nueva política ontológica.

Para el argumento de la soberanía alimentaria, la distribución equitativa y justa, el acceso a los alimentos, el derecho a la determinación cultural, a la democracia y algo que podemos llamar sostenibilidad ecológica son cuestiones que forman parte de un solo proceso y no pueden separarse en el sistema actual. Así que necesitamos una política ontológica que sea una política del valor, que sea holística y relacional, que recoja las relaciones de sostenibilidad no solo en un sentido ambiental estricto: necesitamos algo mucho más amplio, una forma de valorizar el trabajo tanto de la naturaleza extrahumana como de la naturaleza humana, y muy especialmente el trabajo de las curas y el reproductivo.

Creo que la ecología política y los nuevos movimientos sociales que adoptan estas políticas ontológicas pueden converger y entrar en una conversación muy fructífera. El resultado de esta sería aprender que los tejidos conectivos del bienestar humano y extrahumano son muy poderosos y pueden nutrirse el uno al otro tanto en un sentido biofísico como en un nuevo imaginario de creación de un mundo en el que la vida humana y extrahumana puedan emanciparse del dictamen del capital.

Referencias bibliográficas

Andersen, K. K. ;Azuma, N.; Barnola, J-M.; Bigler, M.; Biscaye, P.; Caillon, N.; Chappellaz, J.; Clausen, H. B.; Dahl-Jensen, D.; Fischer, H.; Flückiger, J.; Fritzsche, D.; Fujii, Y.; Goto-Azuma, K.; Grønvold, K.; Gundestrup, N. S.; Hansson, M.; Huber, C.; Hvidberg, C. S.; Johnsen, S. J.; Jonsell, U.; Jouzel, J.; Kipfstuhl, S.; Landais, A.; Leuenberger, M.; Lorrain, R.; Masson-Delmotte, V.; Miller, H.; Motoyama, H.; Narita, H.; Popp, T.; Rasmussen, S. O.; Raynaud, D.; Rothlisberger, R.; Ruth, U.; Samyn, D.; Schwander, J.; Shoji, H.; Siggard-Andersen, M-L.; Steffensen, J. P.; Stocker, T.; Sveinbjörnsdóttir, A. E.; Svensson, A.; Takata, M.; Tison, J-L.; Thorsteins-son, Th.; Watanabe, O.; Wilhelms, F.; & White J. W. C. [North Greenland Ice Core Project members (NGRIP)]. (September 9, 2004) High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature* 431, Issue 7005. pp 147-151. DOI: 10.1038/nature02805

Annan J.D. & Hargreaves J.C. (February 2013). “A new global reconstruction of temperature changes at the Last Glacial Maximum”. *Climate of the Past* Vol. 9. Issue 1. pp. 367-376. <https://doi.org/10.5194/cp-9-367-2013>

Berger A. (December 10, 1978). “Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic changes”. *Journal of the Atmospheric Sciences* Vol. 35. Issue 12. pp. 2362-2367. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1978\)035<2362:LTVODI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1978)035<2362:LTVODI>2.0.CO;2)

Chatzistergos T. (February 15, 2024). “A Discussion of Implausible Total Solar-Irradiance Variations Since 1700”. *Solar Physics*. Vol. 299: 21. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11207-024-02262-6>

Cohen, K. M.; Finney, S.; Gibbard, P. L. y Fan, J. X. (2015). "Internacional Chronostratigraphic Chart". In: International Stratigraphic Commission. En *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Era_geol%C3%B3gica

Connolly, R. ; Soon, W. ; Connolly, M. ; Baliunas, S. ; Berglund, J. ; Butler, J. C. ; Cionco, R. G. ; Elias, A. G. ; Fedorov, V. M. ; Harde, H. ; Henry, G. W. ; Hoyt, D. V. ; Humlum, O. ; Legates, D. R. ; Scafetta, N. ; Solheim, J-E. ; Szarka, L. ; Velasco, V. ; Yan, H. & Zhang, W. (October 2023). "Challenges in the Detection and Attribution of Northern Hemisphere Surface Temperature Trends Since 1850". *Research in Astronomy and Astrophysics Vol. 23. Issue 105015*. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1674-4527/acf18e/pdf>

Crowley, T. J. & Burke, K. C. (Eds). (December 3, 1998). *Tectonic Boundary Conditions for Climate Reconstructions*. Oxford University Press. Oxford Academic. Oxford Scholarship Online. <https://academic.oup.com/book/53798>

Crutzen, P. J. (2006). The "anthropocene". In: Ehlers, E., & Krafft, T. (Eds.). *Earth system science in the anthropocene*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 13-18. https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3

De la Cruz, A.; Huamán García, C. y Padilla Cuadrado, O. (junio de 2022). *Los movimientos orogénicos: causas y consecuencias en la litosfera y en el medio ambiente*. Estudio preliminar en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Peruana Unión. Lima, Perú. https://www.researchgate.net/publication/364213831_OROGENIC_MOVEMENTS_CAUSES_AND_CONSEQUENCES_IN_THE_LITHOSPHERE_AND_IN_THE_ENVIRONMENT

Florides, G.; Christodoulides, P. & Messaritis, V. (2010). "Global Warming: CO₂ vs Sun". In Harris S. A. (Ed.), *Global Warming* (pp. 23-62). IntechOpen. Doi: 10.5772/10283

Gildor, H. & Tziperman, E. (December, 2000). "Sea ice as the glacial cycles' Climate switch: role of seasonal and orbital forcing". *Paleoceanography and Paleoclimatology*. Vol. 15. Issue 6. pp. 605-615.
<https://doi.org/10.1029/1999PA000461>

Gregoire, L.J.; Valdes P.J. & Payne, A.J. (November 28, 2015). "The relative contribution of orbital forcing and greenhouse gases to the North American deglaciation". *Geophysical Research Letters* Vol. 42. Issue 22. pp. 9970-9979. <https://doi.org/10.1002/2015GL066005>

Hays, J. D.; Imbrie J. & Shackleton N. J. (December 10, 1976). "Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages". *Science*. Vol 194. Issue 4270. pp. 1121-1132. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.194.4270.1121>

Haywood, A. M.; Valdes, P. J.; Aze T.; Barlow, N.; Burke, A.; Dolan, A. M.; Von der Heydt, A. S.; Hill, D. J.; Jamieson, S. S. R.; Otto-Bliesner, B. L.; Salzmann, U.; Saupe, E. & Voss, J. (April 22, 2019). "What can Paleoclimate Modelling do for you?". *Earth Systems and Environment* Vol. 3. pp. 1-18. Doi.org/10.1007/s41748-019-00093-1

Huybers, P. & Langmuir, C. (September 15, 2009). "Feedback between deglaciation, volcanism, and atmospheric CO₂". *Earth and Planetary Science Letters* Vol. 286 Issues 3-4. pp. 479-491.

Jouzel, J. Masson-Delmotte, V.; Cattani, O.; Dreyfus, G.; Falourd, S.; Hoffmann, G.; Minster, B.; Nouet, J.; Barnola, J. M.; Chappellaz, J.; Fischer, H.; Gallet, J. C.; Johnsen, S.; Leuenberger, M.; Loulergue, L.; Luethi, D.; Oerter, H.; Parrenin, F.; Raisbeck, G.; Raynaud, D.; Schilt, A.; Schwander, J.; Selmo, E.; Souchez, R.; Spahni, R.; Stauffer, B.; Steffensen, J. P.; Stenni, B.; Stocker, T. F.; Tison, J. L.; Werner, M. & Wolff, E. W. (August 10, 2007). "Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years." *Science Vol 317*. Issue 5839. pp. 793-796. Doi: 10.1126/science.1141038

Kopp, G. & Lean, J. L. (January 16, 2011). "A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance". *Geophysical Research Letters Vol. 38*(1). <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010GL045777>

Kutzbach, J. E. (October 2, 1981) "Monsoon climate of the early Holocene: Climate experiment with the earth's orbital parameters for 9000 years ago". *Science Vol. 214*. Issue 4516. pp. 59-61. DOI: 10.1126/science.214.4516.59

Laskar, J.; Joutel, F. & Boudin F. (1993). "Orbital, precessional, and insolation quantities for the earth from -20 Myr to +10 Myr". *Astronomy and Astrophysics 270*, pp. 522-533.

Lawrence, K.T.; Liu Z., & Herbert T.D. (April 7, 2006). "Evolution of the Eastern Tropical Pacific Through Plio-Pleistocene Glaciation". *Science Vol. 312*. Issue 5770. pp. 79-83. DOI: 10.1126/science.1120395

Lisiecki, L. E. & Raymo, M. E. (2005a). "Pliocene-Pleistocene stack of globally distributed benthic stable oxygen isotope records". *PANGAEA*. Doi.org/10.1594/PANGAEA.704257

Lisiecki, L.E. & Raymo, M.E. (2005b): "A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records". *Paleoceanography and Paleoclimatology* Vol. 20, Issue 1. Doi.org/10.1029/2004PA001071

Lluch Cota, S.; Saldívar Lucio, R. y Aranceta Garza, F. (julio-septiembre, 2017) "El Antropoceno, ¿una nueva era del planeta?". *Ciencias Revista de cultura científica de la UNAM* N° 125. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://www.revistacienciasunam.com/es/205-revistas/revista-ciencias-125/2074-el-antropoceno-%C2%B7una-nueva-era-del-planeta.html>

López-Martínez, N. (Septiembre de 2001). "La extinción de los dinosaurios y su registro en los Pirineos meridionales". *Actas de las II Jornadas de Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*. Sala de los Infantes. Burgos, España. pp. 71-98.

<https://hdl.handle.net/20.500.14352/60484>

Lüthi, D.; Le Floch, M ; Bereiter, B.; Blunier, T.; Barnola, J.; Siegenthaler, U.; Raynaud, D.; Jouzel, J.; Fischer, H.; Kawamura, K. & Stocker, T. (May 15, 2008). "High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present". *Nature* 453, pp. 379-382.

<https://www.nature.com/articles/nature06949>

Marroquín Santoña A. (2001). "Clima y constante solar variable". *Calendario meteorológico 2001*. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). pp. 242-249.

<https://www.divulgameteo.es/Clima-y-constante-solar-variable/>

Martín Chivelet, J. y Muñoz-García, M. B. (Enero de 2015). “Estratigrafía de isótopos de oxígeno y la reconstrucción de los cambios climáticos del pasado”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2015 (23.2), ISSN (edición impresa): 1132-9157 - (edición electrónica): 2385-3484. pp. 160-170. https://www.researchgate.net/publication/301794043_Estratigrafia_de_isotopos_de_oxigeno_y_la_reconstruccion_de_los_cambios_climaticos_del_pasado

Martínez, M.; Lorenzo, E. y Álvarez, A. (Diciembre de 2017). “Los Ciclos de Milankovitch: Origen, Reconocimiento, Aplicaciones en Cicloestratigrafía y el estudio de Sistemas Petroleros”. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, Vol. IV. N°3, pp. 56-65. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7306/1/UPSE-RCT-2018-Vol.4-No.3-006.pdf>

Moore, J. W. (Ed.) (2016). *Anthropocene or Capitalocene? Nature, History and the Crisis of Capitalism*. Kairos, Oakland. pp. 1-11. https://www.researchgate.net/publication/301301869_Anthropocene_or_Capitalocene_Nature_History_and_the_Crisis_of_Capitalism

Murphy J. J. (1869). On the nature and cause of the glacial climate. *Quarterly Journal of the Geological Society*. Vol. 25 (1-2). pp. 350-356. <https://doi.org/10.1144/GSL.JGS.1869.025.01-02.63>

NASA. (23 de julio de 2021) “¿Qué es una supernova?” En *NASA Ciencia Space place*. <https://spaceplace.nasa.gov/supernova/sp/>

National Geographic. (19 de junio de 2023). “Así fue el origen del Sistema Solar”. En *National Geographic*. <https://www.nationalgeographicla.com/espanol/2023/06/asi-fue-el-origen-del-sistema-solar>

Nie J. (December 1, 2018). "The Plio–Pleistocene 405-kyr climate cycles". *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* Vol. 510. pp. 26-30.

<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.07.022>

Paillard D. (January 22, 1998). "The timing of Pleistocene glaciations from a simple multiple-state climate model". *Nature* 391. pp. 378-381.

<https://doi.org/10.1038/34891>

Schneider von Deimling, T.; Ganopolski, A.; Held, H. & Rahmstorf, S. (July 27, 2006). "How cold was the last glacial maximum?". *Geophysical Research Letters* Vol. 33. Issue 14. <https://doi.org/10.1029/2006GL026484>

Schwarzacher, W. (Ed.) (1993). "Cyclostratigraphy and the Milankovitch Theory". *Developments in sedimentology* 52. Department of Geology, The Queen's University of Belfast. United Kingdom. pp. Iii-vii, 1-225. <https://www.sciencedirect.com/bookseries/developments-in-sedimentology/vol/52/suppl/C>

Shakun, J. D.; Clark, P. U.; Feng, H., Marcott, S. A.; Mix, A. C.; Zheng, L. Y.; Otto-Bliesner, B.; Schmittner, A. & Bard E. (April 4, 2012). "Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation". *Nature* 484. Issue 7392. pp. 49-54.

Svampa, M. (2019). "El Antropoceno como diagnóstico y paradigma. Lecturas globales desde el Sur". *Utopía y Praxis Latinoamericana*, Vol. 24, N° 84. pp. 33-54.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.2653161>

Tierney, J. E.; Zhu, J.; King, J.; Malevich, S. B.; Hakim, G. J. & Poulsen, C. J. et al. (August 26, 2020) "Glacial cooling and climate sensitivity revisited". *Nature* 584. Issue 7822. pp. 569-573.

<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2617-x>

Thompson, W. G. & Goldstein, S. L. (December, 2006). "A radiometric calibration of the SPECMAP timescale". *Quaternary Science Reviews* Vol. 25, Issues 23-24, pp. 3207-3215. <https://doi.org/10.1016/j.quasci-rev.2006.02.007>

Vinós, J. (2022). *Climate of the Past, Present and Future: A Scientific Debate*. (2nd ed.) Critical Science Press, Madrid. https://www.researchgate.net/profile/Javier-Vinos/publication/363669186_Climate_of_the_Past_Present_and_Future_A_scientific_debate_2nd_ed/links/63296077071ea12e36487da9/Climate-of-the-Past-Present-and-Future-A-scientific-debate-2nd-ed.pdf

Viñas, J. (7-9 de mayo 2012). *El clima de la Tierra a lo largo de la historia* [Ponencia]. IX Seminario Historia y Clima: Clima, Naturaleza, riesgo y desastre. Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España.

Zachos, J. C.; Dickens G. R. & Zeebe R. E. (January 16, 2008). "An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics". *Nature* 451, Issue 7176. pp 279-83. <https://www.nature.com/articles/nature06588>

Zachos, J.; Pagani, M.; Sloan, L.; Thomas, E. & Billups, K. (April 27, 2001). "Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present". *Science* Vol. 292, Issue 5517. pp. 686-693. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1059412>

CAPÍTULO V

Crisis climática: ¿sí o no?

La anomalía térmica

Uno de los parámetros más significativo utilizados en la discusión del cambio climático es la anomalía térmica, definida como la diferencia de temperatura en un tiempo determinado con respecto a otro momento o intervalo. La figura 5.1 muestra la anomalía térmica durante el período 1951-1980. Por ejemplo, si en la figura 5.1 leemos que para el año 2023 la anomalía térmica es de 1 °C, significa que la temperatura del 2023 menos la temperatura del promedio 1951-1980 es igual a 1 °C.

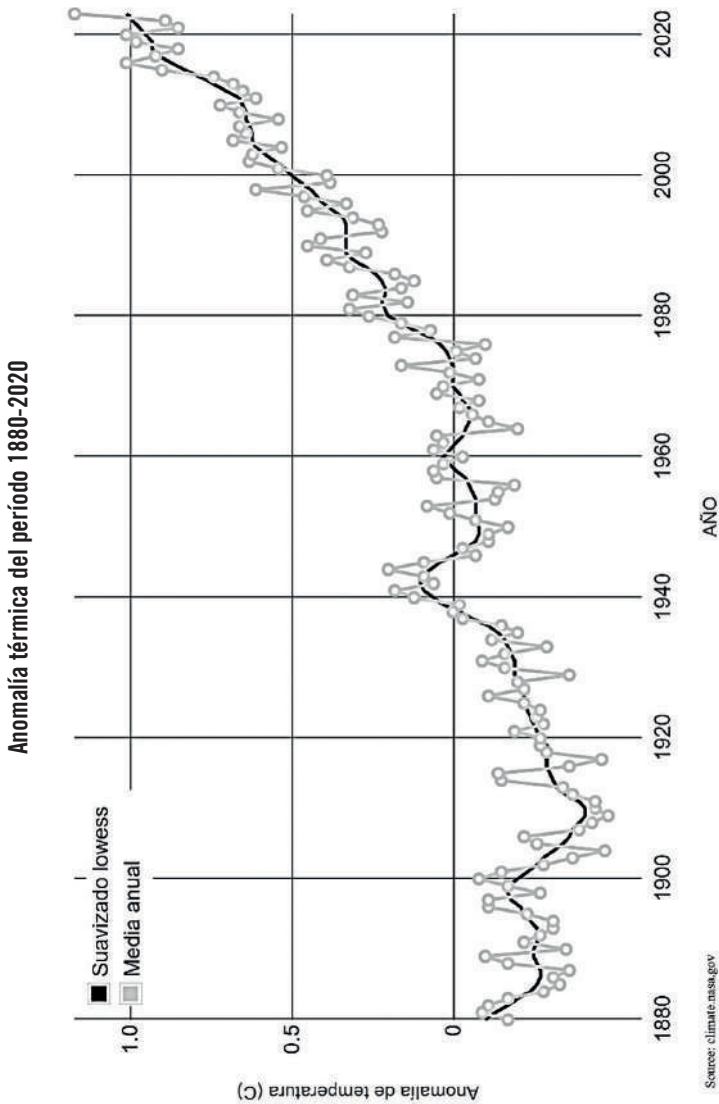


Figura 5.1. Anomalia térmica del período 1880-2020 con respecto al promedio (1951-1980). Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA.

Varios detalles necesitan ser explicados. El término “temperatura del año 2023” es el promedio de todo el año, en todo el planeta, y sobre la superficie de este.

La superficie del planeta es, aproximadamente, 70% agua y 30% roca, y muestran diferentes temperaturas tal como podemos observar en las figuras 5.2 y 5.3. El promedio también se realiza durante el año ya que las temperaturas anuales varían de mes a mes debido a las estaciones (figuras 5.4 y 5.5), que a su vez son diferentes para el hemisferio norte y el hemisferio sur (figuras 5.6 y 5.7).

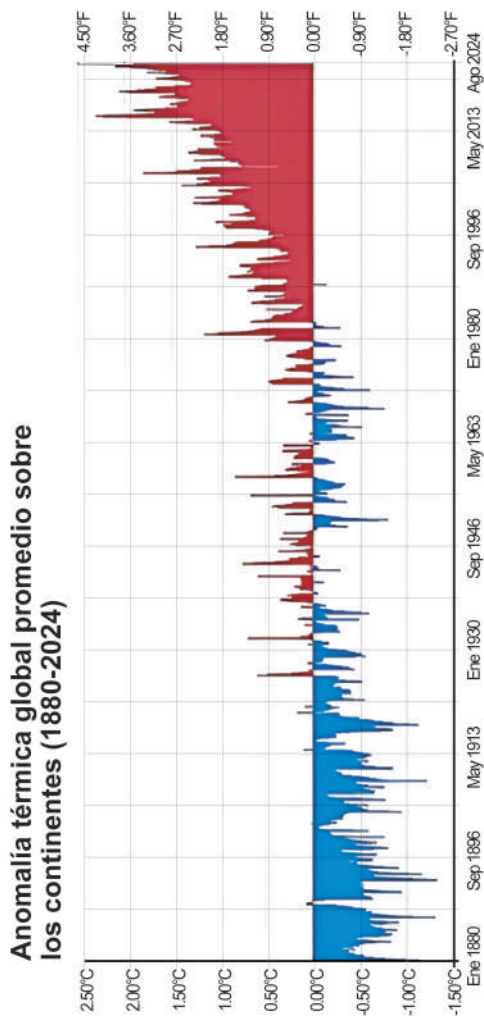


Figura 5.2. Anomalía térmica global promedio del período 1880-2024 sobre los continentes con respecto al promedio (1991-2020). Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>
Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



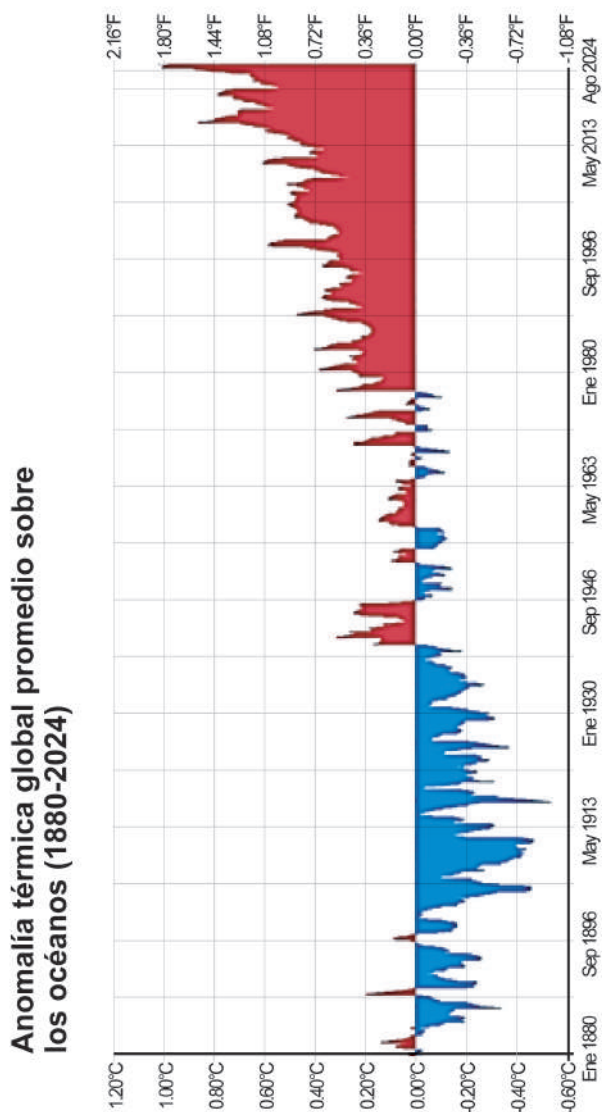


Figura 5.3. Anomalía térmica del período 1880-2024 para los océanos (promedio anual) con respecto al promedio (1991-2020). Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

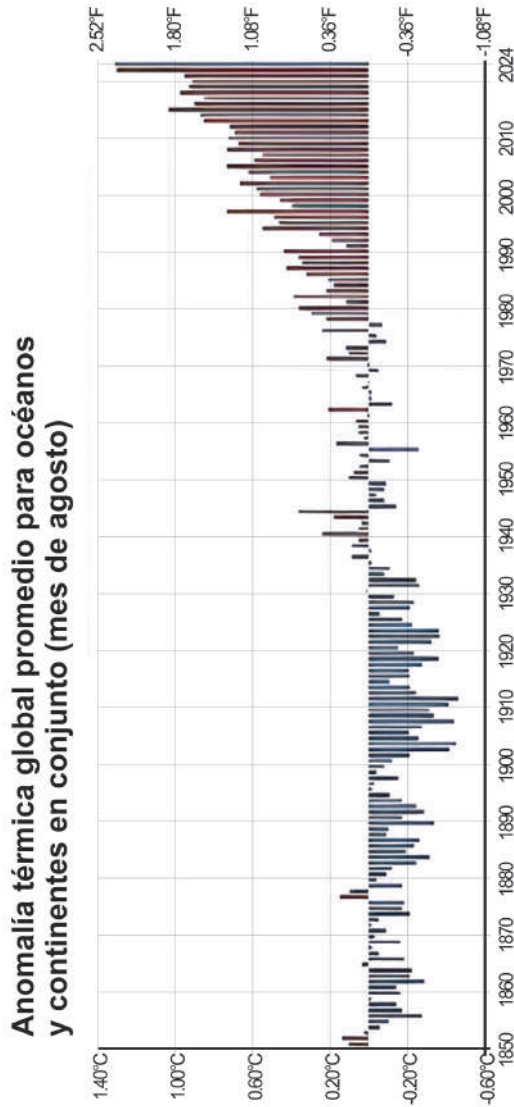


Figura 5.4. Anomalía térmica del período 1850-2024 para la tierra y el océano con respecto al promedio (1991-2020) para el mes de agosto. Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024.
<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

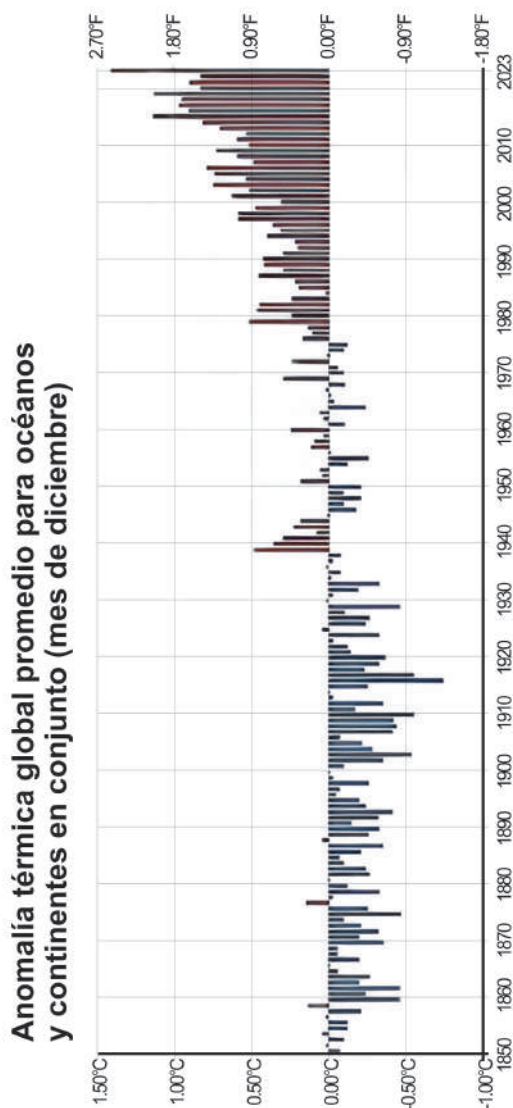


Figura 5.5. Anomalía térmica del período 1850-2024 para la tierra y el océano con respecto al promedio (1991-2020) para el mes de diciembre. Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024.
<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

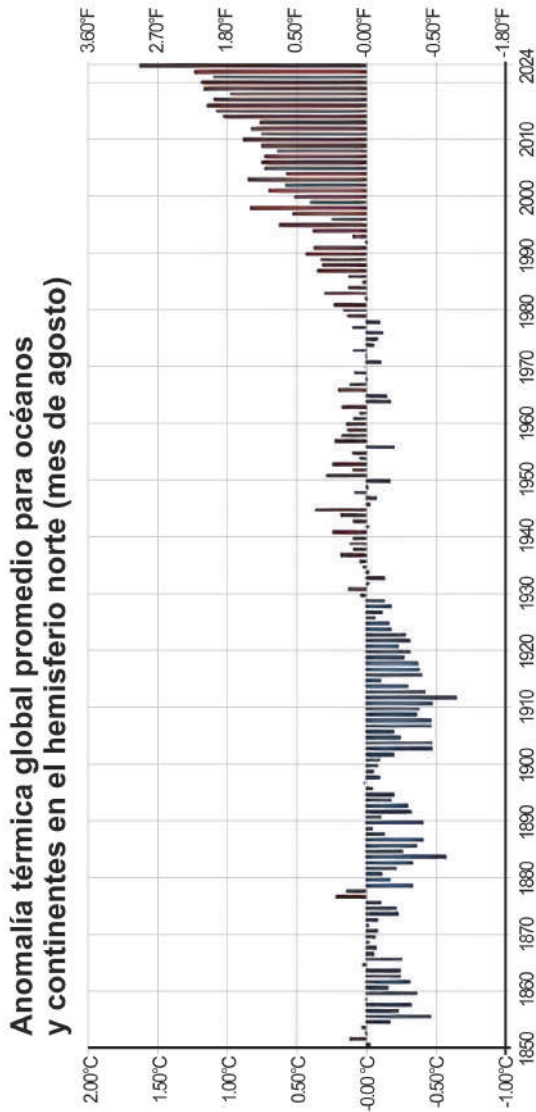


Figura 5.6. Anomalia térmica del período 1850-2024 para la tierra y el océano con respecto al promedio (1991-2020) para el mes de agosto en el hemisferio norte. Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

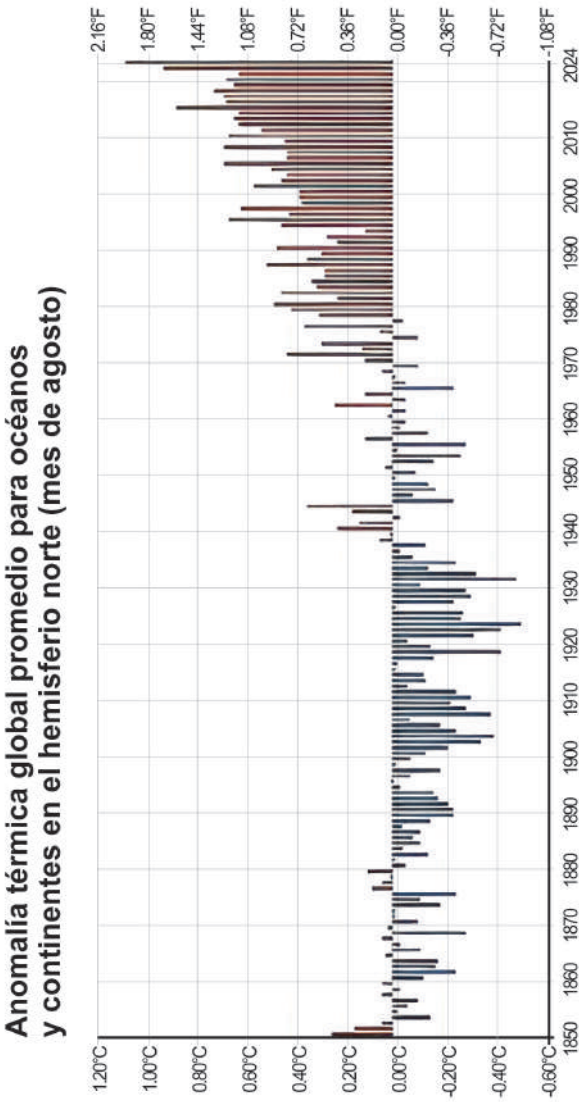


Figura 5.7. Anomalía térmica del período 1850-2024 para la tierra y el océano con respecto al promedio (1991-2020) para el mes de agosto en el hemisferio sur. Fuente: NOAA National Centers for Environmental Information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2024, retrieved on September 26, 2024. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

Y de esta manera podríamos continuar varias páginas más distinguiendo varias zonas del planeta (Europa, África, el Caribe, el Ártico, la Antártida, etc.) cada una de las cuales tiene un registro diferente de temperatura en cada mes del año.

Esto significa que la precisión de la medida de la anomalía térmica, que en la figura 5.1 se pretende sea de $\pm 0,01$ °C (ver figura 5.8, flecha azul) está muy lejos de ser creíble por mucha tecnología avanzada que se esté utilizando.



Figura 5.8. Error experimental de la figura 5.1. Fuente: Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) de la NASA.

En un reciente y acucioso estudio titulado *The Detection and Attribution of Northern Hemisphere Land Surface Warming (1850-2018) in Terms of Human and Natural Factors: Challenges of Inadequate Data* (August 28, 2023) realizado sobre las medidas de la anomalía térmica en el hemisferio norte, incluso se sugiere distinguir entre la toma de datos en zonas rurales y urbanas. En su resumen, nos indican:

Se aplicó un análisis estadístico a las temperaturas de la superficie terrestre del hemisferio norte (1850-2018) para tratar de identificar los principales impulsores del calentamiento observado desde mediados del siglo XIX. Se consideraron dos estimaciones de temperatura diferentes: una mezcla rural y urbana (que coincide casi exactamente con la mayoría de las estimaciones actuales) y una estimación solo rural. La mezcla rural y urbana indica un calentamiento a largo plazo de 0,89 °C/siglo desde 1850, mientras que el rural sólo indica 0,55 °C/siglo. Esto contradice la suposición común de que los índices de temperatura global actuales basados en termómetros se ven relativamente poco afectados por los sesgos del calentamiento urbano. Se consideraron tres factores climáticos principales siguiendo los enfoques adoptados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su reciente 6º Informe de Evaluación (AR6): dos forzamientos naturales (solar y volcánico) y el compuesto “todos los forzamientos antropogénicos combinados” en series de tiempo recomendadas por el AR6 del IPCC. El tiempo volcánico fue la recomendada por el AR6 del IPCC. Se contrastaron dos conjuntos de datos alternativos de forzamiento solar. Una de ellas fue la serie temporal de Irradiancia Solar Total (TSI) recomendada por el AR6 del IPCC. El otro, al parecer, el AR6 del IPCC, pasó por alto las series temporales de la ETI. Se comprobó que la alteración de la estimación de la temperatura y/o la elección del conjunto de datos de forzamiento solar dieron lugar a conclusiones muy diferentes en cuanto a los principales impulsores del calentamiento observado. Nuestro análisis se centró en la tierra del hemisferio norte de las temperaturas superficiales globales, ya que este es el componente con mayor riqueza de datos. Revela que siguen existiendo de-

safíos importantes para el problema más amplio de detección y atribución del calentamiento global:

1. El sesgo de urbanización sigue siendo un problema sustancial para los datos globales de temperatura de la tierra.
2. Todavía no está claro cuáles de las muchas series temporales de ETI en la literatura (si las hay) son estimaciones precisas de TSI anteriores.
3. La comunidad científica aún no está en condiciones de establecer con seguridad si el calentamiento desde 1850 es en su mayoría causado por el hombre, en su mayoría natural, o alguna combinación. Ofrecemos sugerencias sobre cómo estos retos científicos que podrían resolverse (Soon et al. August 28, 2023).

También es ampliamente conocido en la literatura del cambio climático, el testimonio que diera John R. Christy⁸⁹ ante la U.S. House Committee on Science, Space & Technology (Comité de Ciencia, Espacio y Tecnología de la Cámara de Representantes de EEUU) el 2 febrero de 2016 en el cual ofrece un análisis de la situación con respecto a:

1. El conjunto de datos de temperatura utilizados para estudiar el clima.
2. La comprensión básica del cambio climático y
3. El efecto que las regulaciones, como el Acuerdo de París, podrían tener sobre el clima.

89 John R. Christy, profesor distinguido de Ciencias Atmosféricas, climatólogo del estado de Alabama y director del Centro de Ciencias del Sistema Terrestre de la Universidad de Alabama en Huntsville. Autor principal, autor colaborador y revisor de las evaluaciones del IPCC de las Naciones Unidas, galardonado con la Medalla de la NASA por Logros Científicos Excepcionales y en 2002 elegido miembro de la Sociedad Meteorológica Americana.

También incluye un extracto de su testimonio en el Senado de los Estados Unidos en diciembre 2015, en el que critica:

1. La noción popular de que los eventos climáticos extremos están aumentando debido al cambio climático inducido por el hombre (no lo están), y
2. La desafortunada dirección que la investigación en este sentido ha tomado.

Chrysty comienza su disertación comentando la gráfica que mostramos en la figura 5.9. En sus palabras:

Comenzaré con una discusión que fue precipitada por una campaña cada vez más activa de afirmaciones negativas hechas contra las observaciones, es decir, los datos, de la temperatura del aire superior. La gráfica, en particular, ha atraído una atención considerable de aquellos que consideran que el sistema climático está experimentando una rápida transformación causada por el hombre en un clima al que las personas tendrían grandes dificultades para adaptarse. Este sencillo gráfico expone que la proyección promedio del modelo, en la que se basan sus temores (¿o esperanzas?), no sigue la métrica de temperatura fundamental que supuestamente es la que más responde a gases de efecto invernadero adicionales en la capa desde la superficie hasta los 50.000 pies (la capa que se muestra se conoce como troposfera media y se utiliza porque se superpone con la región de la atmósfera tropical que tiene la mayor firma anticipada de la respuesta del efecto invernadero entre 20.000 y 50.000 pies). El gráfico indica que la teoría de cómo ocurren los cambios climáticos, y el impacto asociado de los gases de efecto invernadero adicionales, no se comprende lo suficientemente bien como para reproducir el clima pasado. De hecho, los modelos claramente sobrecalientan demasiado la atmósfera. El problema para el Congreso, es que tales deficientes proyecciones de modelos se utilizan para hacer políticas (Chrysty, February 2, 2016).

¡Lapidario!

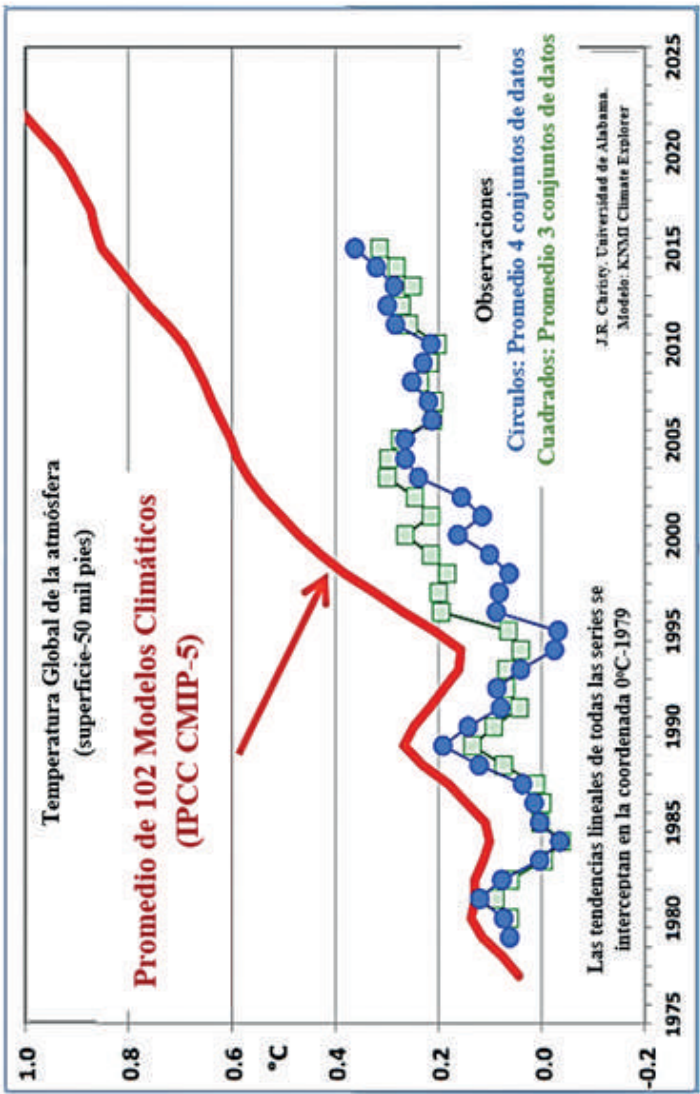


Figura 5.9. Valores medios quinquenales de la temperatura media anual (1979-2015) de la atmósfera (troposfera media, MT) representada por el promedio de 102 IPCC CMIP5 modelos climáticos (rojo), el promedio de 3 conjuntos de datos satelitales (verde - UAH, RSS, NOAA) y 4 conjuntos de datos de globos (azul, NOAA, UKMet, RICH, RAOBCORE).

Y continúa:

Debido a que este resultado desafía la teoría actual del calentamiento del efecto invernadero en términos relativamente directos, ha habido varios ataques bien financiados contra aquellos de nosotros que construyan y utilicen dichos conjuntos de datos y en los propios conjuntos de datos. Como científico del clima, me he encontrado, junto con otros colegas de ideas afines, arrojado a un mundo asociado con el asesinato de la reputación y la desorientación, que encuentran en la política de Washington un ejemplo, en lugar de un discurso objetivo y desapasionado comúnmente asumido para el esfuerzo científico. Las investigaciones sobre nosotros por parte del Congreso y los medios de comunicación son impulsadas por la idea de que cualquiera que no esté de acuerdo con la visión del *establishment* climático debe estar en la nómina de organizaciones difamatorias o mentalmente deficiente. También se introduce en este medio material promocional, es decir, propaganda, intentar desacreditar estos datos (y a los investigadores) con afirmaciones que no valen nada.

Varias de estas acusaciones contra los datos aparecieron hace unas semanas en forma de un vídeo bien hecho. Abordaré las principales afirmaciones con el siguiente material, que de forma similar ha aparecido en la literatura revisada por pares a lo largo de los años.

El video de interés fue promovido por un grupo de presión sobre el cambio climático (Yale Climate Connections, <http://www.yaleclimateconnections.org/2016/01/over-reliance-on-satellitedata-alone-criticized/>) en el que científicos de renombre hacen afirmaciones que en su mayoría son sin sentido o completamente erróneas en relación con la evidencia de la gráfica. Deseo hacer cuatro puntos con respecto al video y demuestran la mala dirección por la cual tal video, junto con los medios de comunicación que imitan felizmente, son tan famosos.



En primer lugar, se afirma que los satélites no miden la temperatura. En realidad, los sensores en los satélites pueden medir la temperatura por la radiación emitida, el mismo método que un médico utiliza para medir la temperatura corporal con alta precisión usando una sonda para el oído. El oxígeno atmosférico emite microondas, cuya intensidad es directamente proporcional a la temperatura del oxígeno y, por lo tanto, la atmósfera. Que los satélites miden la temperatura es evidente en el siguiente gráfico (figura 5.10) que compara nuestros datos satelitales UAV⁹⁰ con temperaturas calculadas a partir de termistores de balón. Como nota al margen, la mayoría de las superficies en las mediciones de temperatura son indirectas, utilizando resistencia electrónica.

90 Para más información sobre este tipo de satélites ver: Emilien Alvarez-Vanhard, Thomas Corpetti, Thomas Houet. *UAV & satellite synergies for optical remote sensing applications: A literature review*. Science of Remote Sensing Volume 3, June 2021. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100019>

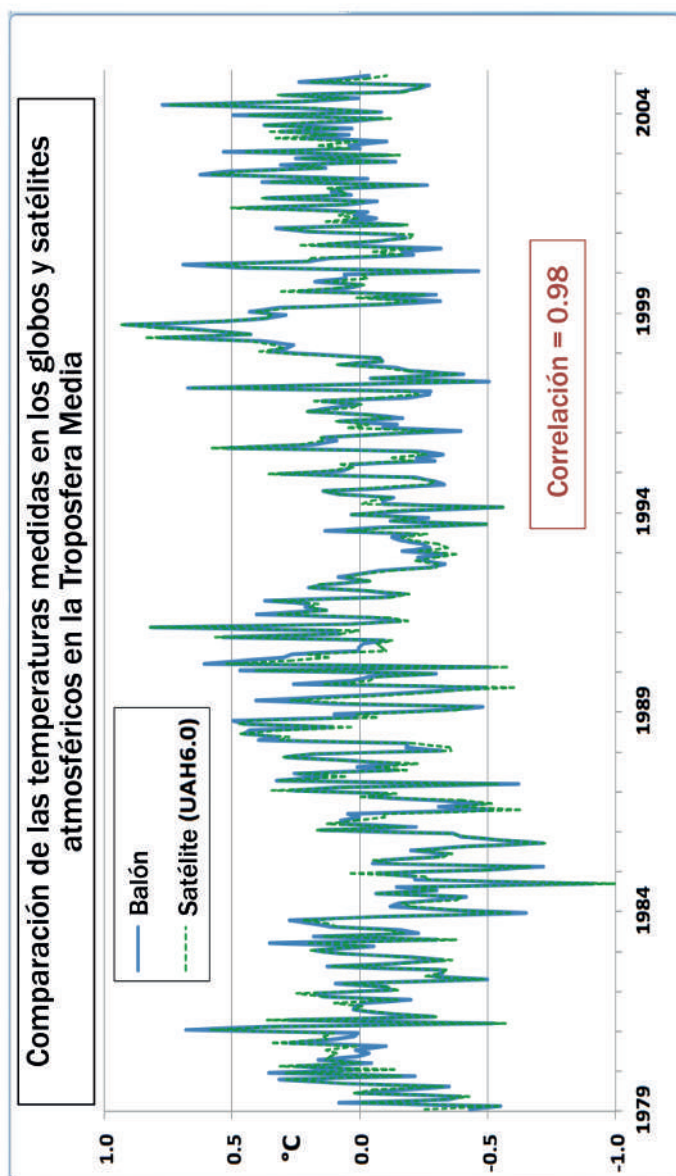


Figura 5.10. Variaciones de temperatura promedio medidas en 59 estaciones de radiosonda en los EEUU y Australia.

En segundo lugar, los científicos afirman que la caída vertical (decaimiento orbital) de los satélites debido a la fricción atmosférica provoca un enfriamiento espurio a través del tiempo. Esta caída vertical tiene un impacto inconmensurable en la capa utilizada aquí, por lo que es una afirmación sin sentido. En versiones muy anteriores de otro producto de capa (LT o *Lower Troposphere*), se trataba de un problema, pero se corrigió fácilmente hace casi 20 años. Por lo tanto, al plantear cuestiones que una variable diferente la cual, en cualquier caso, se fijó hace muchos años, es un claro desvío que, en mi opinión, demuestra la debilidad de su posición.

En tercer lugar, los científicos hablan de los cambios de temperatura espurios que ocurren a medida que el satélite se desplaza en dirección este-oeste, el llamado problema de la deriva diurna (que fue detectado por primera vez y contabilizado por nosotros). Hablan de un error de signo en la corrección del procedimiento que cambió la tendencia. Una vez más, este error no fue un factor en la capa MT, pero para la capa LT es diferente. Y, de nuevo, este problema se trató para LT 10 hace años.

Finalmente, aunque no se menciona específicamente en este video, algunos de estos científicos afirman que la gráfica es de alguna manera manipulada para ocultar su creencia en la destreza y validez de los modelos climáticos. A esto, por el contrario, le digo que hemos visualizado los datos de la manera más significativa. El problema aquí es la tasa de calentamiento de la atmósfera, es decir, la tendencia. Esta métrica nos dice qué tan rápido se acumula el calor en la atmósfera: la métrica fundamental del calentamiento global. Para representar esto visualmente, he ajustado todos los conjuntos de datos para que tengan un origen común. Piensen en esta analogía: se han corrido más de 500 carreras en los últimos 25 años, y en cada una de ellas todos los corredores parten del mismo lugar al mismo tiempo con el simple propósito de determinar quién es el más rápido y por cuánto, el primero en la línea de meta. Obviamente, la velocidad relativa general de los corredores está determinada más claramente por su ubicación al cruzar la línea de meta, pero todos deben comenzar juntos.

De la misma manera, construí el gráfico de modo que la línea de tendencia de todas las temperaturas en las series de tiempo comenzase en el mismo punto en magnitud y tiempo (valor cero en 1979), por lo que el espectador pueda ver cuán amplia es la diferencia en la línea de meta (2015). Una forma de ver esto se observa en la figura 5.11, donde proporciono lo expuesto en la figura 5.9, excepto que esta es solo la línea de tendencia sin las variaciones que se producen cada año debido a los volcanes y demás. Esto es análogo a trazar la velocidad promedio general de un corredor a lo largo del recorrido, aunque probablemente corría más lento en una subida y más rápido en una bajada.

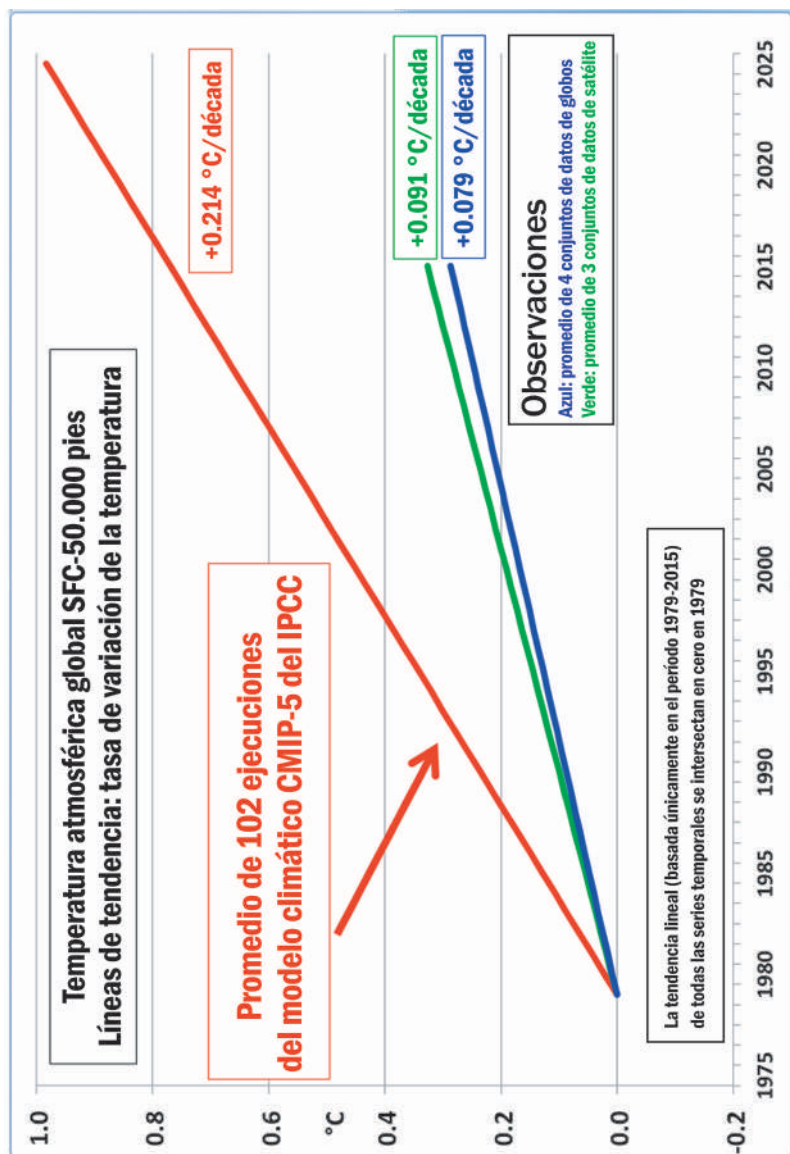


Figura 5.11. La línea de tendencia lineal durante el periodo 1979-2015. Los colores representan los mismos datos de origen que se muestran en la figura 5.9.

He mostrado aquí que, para la atmósfera global, los modelos sobrecalientan la atmósfera por un factor de aproximadamente 2,5. Como nota adicional, si uno se enfoca en los trópicos, los modelos muestran un calentamiento de efecto invernadero aún más fuerte en esta capa. Sin embargo, un cálculo con observaciones, como se muestra en la figura 5.11, indica que los modelos sobrecalientan la atmósfera tropical por un factor de aproximadamente 3, (Modelos +0,265, Satélites +0,095, Globos +0,073 °C/década), lo que indica nuevamente que la teoría actual está en desacuerdo con los hechos.

Es una estrategia audaz, en mi opinión, promover activamente el resultado del clima teórico mientras se ataca las múltiples líneas de evidencia de las observaciones. Tengan en cuenta que ninguno de los conjuntos de datos observacionales es perfecto y el escrutinio continuo es saludable, pero cuando varios grupos independientes generan los conjuntos de datos y, a continuación, cuando los resultados de dos sistemas completamente independientes (globos y satélites) concuerdan estrechamente entre sí y no están de acuerdo con el resultado del modelo, uno se queda rascándose la cabeza ante la decisión de lanzar una ofensiva contra los datos. Esto no tiene sentido científico para mí (Christy, February 2, 2016).

En este punto de su intervención, Christy comienza a discutir los datos de la temperatura de la superficie, un tema que sigue en litigio actualmente y del cual nos estamos ocupando. Sigamos con Christy:

Hay varios problemas relacionados con los conjuntos de datos de temperatura de la superficie que son demasiado complicados para que se discutan en este material. Me centraré en algunos puntos con los que estoy familiarizado y que ya he publicado.

Uno de mis muchos intereses climáticos es la forma en que se miden las temperaturas de la superficie y cómo las temperaturas de la superficie, especialmente sobre la tierra, se ven afectadas por su entorno. En varios artículos (Christy et al., 2006, Christy et al., 2009, Christy, 2013, Christy et al., 2016) examiné de cerca estaciones individuales en diferentes regiones y han

llegado a la conclusión de que la magnitud de la señal relativamente pequeña que buscamos en el cambio climático inducido por el hombre es fácilmente enrevesada por el crecimiento de la infraestructura alrededor de las estaciones de termómetros y la variedad de cambios que estas estaciones experimentan a lo largo del tiempo, así como la variabilidad de los altibajos naturales del clima. Es difícil adaptarse a estos factores contaminantes para extraer un conjunto de datos puros para la detección del efecto invernadero, ya que, a menudo, la influencia se manifiesta de manera muy gradual, tal como se espera de la respuesta al efecto invernadero.

Al examinar las temperaturas oceánicas (Christy et al., 2001) descubrí que las tendencias de la temperatura del agua (1 m de profundidad) no coinciden bien con las de la temperatura del aire justo por encima del agua (3 m), incluso si ambos se miden en la misma boya por 20 años. Esto es importante para la discusión a continuación en la que la NOAA⁹¹ utilizó la temperatura del aire marino para ajustar las mediciones de la temperatura del agua desde los barcos.

Hay muchos otros factores que hacen que los conjuntos de datos de temperatura de la superficie sean de baja eficacia para la detección del aumento del calentamiento del efecto invernadero, entre ellos: a) la falta de cobertura geográfica en el tiempo, b) métodos de medición e instrumentación no sistemáticos en el tiempo y en el espacio, (c) la medición puntual representa, en el mejor de los casos, un área local diminuta y (d) son fácilmente afectados por ligeros cambios en el entorno, que pueden ocurrir, por ejemplo, cuando una estación se mueve. Se han realizado enormes esfuerzos para tratar de ajustar los datos brutos de la superficie para dar una serie temporal que representaría la de un entorno prístino, y he dirigido o he participado en algunos de estos (por ejemplo, para Central California en Christy et al., 2006 y East África en Christy et al., 2009 y Christy, 2013). Por lo tanto, al tener experiencia en la construcción de conjuntos de datos de temperatura de superficie, satélites y globos,

91 National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce.

y teniendo en cuenta la señal que buscamos para detectar el efecto invernadero mejorado, la evidencia me sugiere que las mediciones atmosféricas ofrecen la mejor oportunidad para responder las preguntas sobre la respuesta del clima a este cambio inducido por el hombre en la composición atmosférica. La atmósfera profunda es mucho más coherente en el espacio y en el tiempo en cuanto a sus variaciones. No se ve afectada por el desarrollo del ser humano en la superficie. Se mide sistemáticamente. Sin duda, los satélites y las temperaturas de los globos requieren sus propios ajustes y no pueden considerarse “perfectas”, pero ofrecen una independencia entre sí para permitir estudios comparativos directos. En cuanto a la detección del efecto invernadero aumentado, la troposfera, como se ha indicado según los modelos, resulta ser la región atmosférica que más responderá, es decir, calentará más rápido y, por lo tanto, en mi opinión, es una métrica que proporciona la mejor manera de detectar influencia en el clima.

El año pasado aparecieron una serie de artículos (entre ellos Huang et al., October, 2015, y Karl et al., June 4, 2015) describiendo un nuevo conjunto de datos de temperatura superficial construido por la NOAA que indicaron un poco más de calentamiento en los últimos 10 a 25 años que las versiones anteriores. El cambio clave se refiere a las temperaturas del agua de mar en el conjunto de datos ahora conocido como ERSSTv4. Este cambio introdujo un calentamiento adicional en el registro a partir de 1990. La razón principal de este nuevo calentamiento, como señalan los autores, fue el ajuste aplicado a datos de boyas, añadiendo alrededor de $+0,12^{\circ}\text{C}$ a las lecturas. En 1980, solo alrededor del 10% de los informes de datos eran de boyas, pero para el año 2000 alrededor del 90% eran datos de boyas. Así debido a que la influencia de los datos de la boya creció significativamente a lo largo del tiempo, la adición de un sesgo a todas las boyas desde el principio creó una tendencia más cálida a medida que se convirtió en la fuente dominante de información.

Es necesario tener algunos antecedentes. A diferencia de los conjuntos de datos satelitales y de globos, que miden una can-

tividad sistemática, esencialmente de la temperatura del aire atmosférico, los conjuntos de datos de la temperatura de la superficie son una mezcla de las temperaturas del aire (sobre la tierra) y del agua (sobre el océano) medidas en una gama considerable de instrumentos, exposiciones y métodos. Sobre tierra, miden la temperatura del aire en diferentes tipos de refugios de instrumentos y técnicas variadas a un nivel de unos 5 pies sobre el suelo. Sobre el océano, sin embargo, la temperatura utilizada es la del agua misma, no la del aire de arriba, por lo que la temperatura global tradicional de los conjuntos de datos de superficie no mide un parámetro físico homogéneo sobre la tierra frente al océano.

Además, la profundidad de la medición de la temperatura del agua es bastante variada de 2 pies a 50 pies más o menos, por métodos que van desde cubos tirados en cubierta en los que un termómetro se inserta, a las temperaturas de admisión del motor, mucho más profundas en el agua y boyas, a la deriva o amarradas al fondo. Por lo tanto, el hecho de que la temperatura varíe según la profundidad es una cuestión a abordar antes de que se pueda plantear la posibilidad de construir un conjunto de datos sistemático. Además, las mediciones no son coherentes espacial o temporalmente con grandes regiones, como África y los océanos del sur, sin medir.

Tengamos en cuenta que, aunque la tendencia de este conjunto de datos de la NOAA se volvió más positiva en los últimos 10 a 20 años, todavía está por debajo de las proyecciones de los modelos climáticos a largo plazo. Para períodos más largos, como el período desde 1979, cuando los satélites comenzaron a medir las temperaturas atmosféricas masivas, el nuevo conjunto de datos globales es similar al del Centro Hadley⁹² (1979-2015: NOAA +0,155 °C/década, Centro Hadley UKMet, +0,165 °C/década). Sin embargo, quedan preguntas sobre el nuevo conjunto de datos de agua de mar de la NOAA, especialmente

92 El Centro Hadley del Servicio Meteorológico o Centro Hadley (en inglés Met Office Hadley Centre) es un centro de investigación para los aspectos científicos asociados con el cambio climático inaugurado en el Reino Unido en 1990.

cómo indica un mayor calentamiento en los últimos 20 años que otros.

La figura 5.12⁹³ muestra las tendencias oceánicas para la región 20°S a 60°N (es decir, el hemisferio tropical y el hemisferio norte): había muy pocos datos al sur de los 20°S para generar temperaturas del aire cerca de la superficie. Hay 4 conjuntos de datos representados, NOAA (NOAA, rojo), Centro Hadley (HadCRUT4, naranja), una temperatura preliminar del aire cerca de la superficie sobre los océanos por mi estudiante de posgrado Rob Junod (amarillo) y la temperatura del aire de la capa profunda de los satélites UAV (azul). Tanto NOAA como HadCRUT4 son temperaturas del agua de mar cerca de la superficie, por lo que debería ser la misma.

93 El rojo y el naranja son datos de la NOAA y el Centro Hadley (HadCRUT4). El amarillo es un conjunto de datos de temperatura del aire cerca de la superficie (Night Marine Air Temperature) creado por satélite UAH (preliminar). El azul es la tendencia de la temperatura de la atmósfera profunda (superficie hasta 35,000 pies o Troposfera Inferior) de las emisiones de microondas captadas por satélites (también UAHv6.0b5).

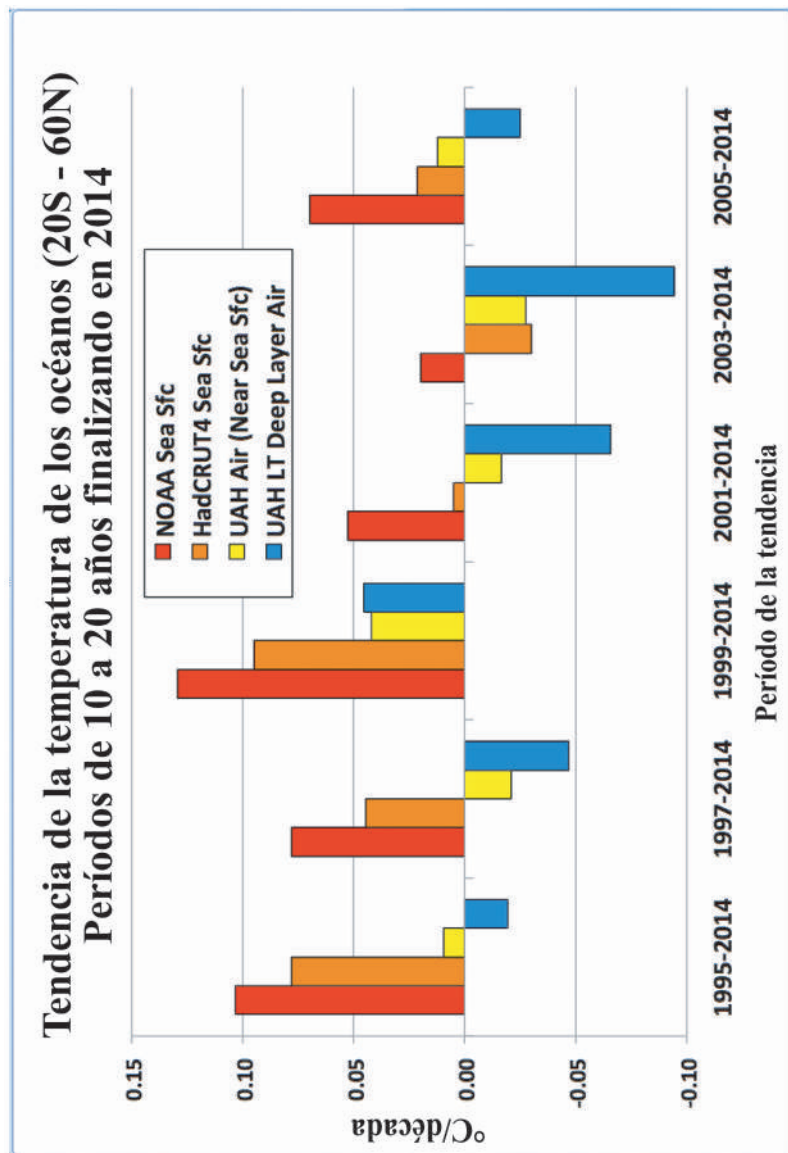


Figura 5.12. Tendencias decenales ($^{\circ}\text{C}/\text{década}$) de cuatro conjuntos de datos de la temperatura superficial de los océanos a partir de 20°S a 60°N para períodos variables que terminan en 2014.

La NOAA utilizó una curiosa variable de referencia para calibrar las temperaturas del agua medidas a partir de las tomas de aire de los barcos: la Temperatura Nocturna del Aire Marino (NMAT). Esto es curioso porque se requieren ajustes considerables para los propios NMAT, es decir, correcciones para la altura de la cubierta del barco, etc. En cualquier caso, a partir de esto, los datos de la boya se ajustaron para coincidir con los datos del barco. Parece, entonces, que el proceso de ajuste fundamental depende de los NMAT para ajustar los datos del buque, para luego ajustar los datos de la boya. El producto final de la NOAA mezcla todo esto junto, y debido a que la representación geográfica de los diferentes sistemas cambió drásticamente (como se ha señalado, de aproximadamente el 10% de las boyas y el 90% de los barcos en 1980 al 90% de las boyas y el 10% de los barcos en la actualidad (Huang et al. 2015), un ajuste aplicado a las boyas influirá automáticamente en la tendencia.

Sé que el Comité buscó información sobre este curioso proceso y preguntó a NOAA para generar conjuntos de datos basados únicamente en sistemas de medición consistentes, es decir, solo barcos, boyas por sí solas y NMAT por sí solos, para ver si un sistema podría haber impactado en las tendencias incorrectamente debido a cambios en la distribución. La NOAA no pudo atender esta solicitud. Al mismo tiempo, le pedí a mi estudiante de posgrado, Rob Junod, que hiciera el trabajo para NMAT. Lo que se presenta aquí es preliminar, pero sigue gran parte del trabajo previo sobre los NMAT (desarrollado en el Centro Oceanográfico Nacional y el Centro Hadley en el Reino Unido) con esa ventaja añadida de estar actualizado a 2014. La mejor cobertura geográfica de datos se encontró que era de 20°S a 60°N, por lo que esta área también se aplicó a los otros conjuntos de datos para una manzana a la comparación con manzanas. Los resultados se muestran en la figura 5.12 en la que todas las tendencias terminan en 2014 pero cubren períodos en incrementos de dos años de 20 a 10 años.

Una serie de observaciones son evidentes en la figura 5.12:

1. En términos de la tendencia de la temperatura, las temperaturas del aire son menores que las del agua (como se indica en mi estudio de 2001 mencionado anteriormente).
2. La NOAA se calienta más rápido en todos los períodos.
3. En los últimos 10-14 años, las tendencias del HadCRUT4 concuerdan mejor con la temperatura del aire cerca de la superficie (estando cerca de cero y apoyando la noción de un hiato) que con las tendencias de su cantidad físicamente idéntica de la NOAA.
4. La magnitud de las tendencias del NMAT radica en las tendencias de la atmósfera profunda y el agua de mar.

Esta cifra también genera una serie de preguntas sobre la calidad de los datos:

1. Si los NMAT se utilizaran para calibrar las temperaturas del barco y luego los barcos se utilizaron para calibrar las temperaturas de la boya, ¿por qué el conjunto de datos de la NOAA difiere tanto de su punto de referencia básico? ¿NMAT?
2. ¿Cómo son las series temporales y cuáles son las tendencias de los subperíodos para agua de mar con la condición de que solo se utilicen barcos y/o solo boyas para construir el conjunto de datos de los últimos 20-25 años?
3. ¿Qué hace la serie temporal del NMAT de la NOAA (i.e. su referencia) en el conjunto de datos que muestran?

Las verdaderas preguntas científicas aquí son aquellas que tienen una importancia significativa para la comprensión de cómo los gases de efecto invernadero adicionales podrían afectar el clima, como se muestra en la siguiente sección.

Hasta aquí la disertación de Christy sobre las medidas de la anomalía térmica a nivel de superficie del planeta. Podemos resumir que Christy recibió severas e inmerecidas críticas por parte del *establishment* porque sus medidas de la temperatura en la capa media de la atmósfera contrastaban con los modelos climáticos del IPCC (figura 5.9). En su disertación ante el Senado de los Estados Unidos incluso fue comedido al afirmar que “la teoría de cómo ocurren los cambios climáticos, y el impacto asociado de los gases de efecto invernadero adicionales, no se comprende lo suficientemente bien como para reproducir el clima pasado”. Más acucioso y agudo fue en su sección dedicada a los datos presentados por NOAA (que son los mismos de la NASA) demostrando su inconsistencia.

Continuó Christy su exposición refiriéndose a los gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, el segundo argumento importante del *establishment*.

Los gases de efecto invernadero

La composición de la atmósfera terrestre

La atmósfera terrestre está compuesta por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%); el restante 1% lo constituyen otros gases minoritarios, entre los que se encuentran los gases de efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), el óxido de nitrógeno (N_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el ozono (O_3), y el metano (CH_4) son los principales gases a efecto invernadero que se encuentran en nuestra atmósfera (figura 5.13). Estos gases influyen en los flujos radiativos térmicos desde la Tierra al espacio exterior.

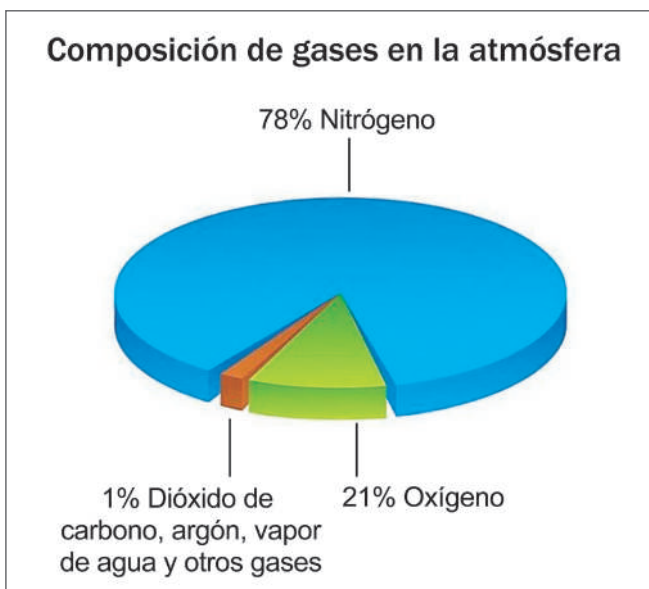


Figura 5.13. Composición porcentual de gases en la atmósfera del planeta Tierra. Fuente: <https://www.lifeder.com/atmosfera-terrestre/>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



La radiación solar y el balance energético de la Tierra

El clima de la Tierra es un sistema alimentado por energía solar. A nivel mundial, a lo largo del año, el sistema terrestre (superficies terrestres, océanos y atmósfera) absorbe un promedio aproximado de 240 vatios de energía solar por metro cuadrado. La luz solar absorbida impulsa la fotosíntesis, alimenta la evaporación, derrite la nieve y el hielo y calienta el sistema de la Tierra.

El Sol no calienta la Tierra de manera uniforme. Debido a que la Tierra es una esfera, el Sol calienta las regiones ecuatoriales más que las regiones polares (fig. 5.14)⁹⁴.

94 La curva roja discontinua es el promedio anual del flujo térmico saliente (infrarrojo neto de onda larga) radiado al espacio por la Tierra. El exceso de energía solar absorbida en los trópicos es transportado a los polos. Los datos provienen de observaciones satelitales (Dewitte & Clerbaux, November 7, 2017). Fuente: Adaptado de PhysicalGeography.net (Pidwirny, 2006).

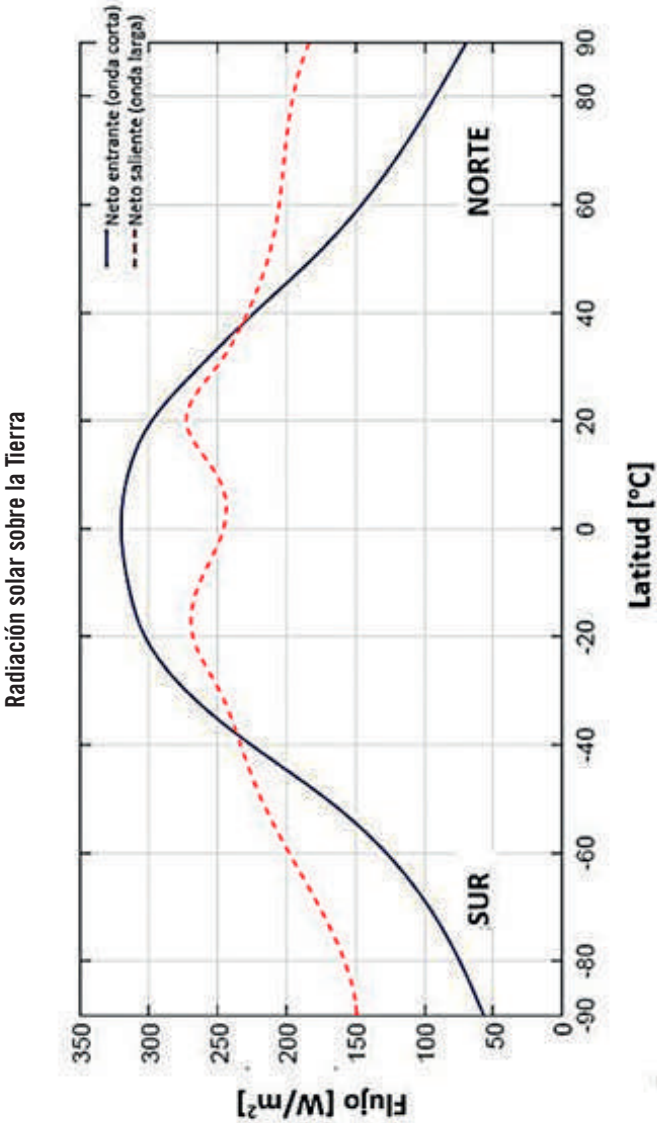


Figura 5.14. La curva azul continua es el promedio anual del flujo solar entrante de onda corta (visible neto, infrarrojo cercano y ultravioleta) absorbido por la Tierra.

La atmósfera y el océano trabajan sin parar para equilibrar los desequilibrios del calentamiento solar a través de la evaporación del agua superficial, la convección, la lluvia, los vientos y la circulación oceánica. Esta circulación acoplada de la atmósfera y el océano se conoce como el motor térmico de la Tierra.

El motor térmico del clima no solo debe redistribuir el calor solar desde el ecuador hacia los polos, sino también desde la superficie de la Tierra y la atmósfera inferior hacia el espacio. De lo contrario, la Tierra se calentaría sin cesar. La temperatura de la Tierra no aumenta infinitamente porque la superficie y la atmósfera irradian simultáneamente calor al espacio. Este flujo neto de energía dentro y fuera del sistema terrestre es el presupuesto energético de la Tierra.

Cuando el flujo de energía solar entrante se equilibra con un flujo igual de calor al espacio (figura 5.15), la Tierra está en equilibrio radiativo y la temperatura global es relativamente estable. Cualquier cosa que aumente o disminuya la cantidad de energía entrante o saliente perturba el equilibrio radiativo de la Tierra; las temperaturas globales aumentan o disminuyen en respuesta.

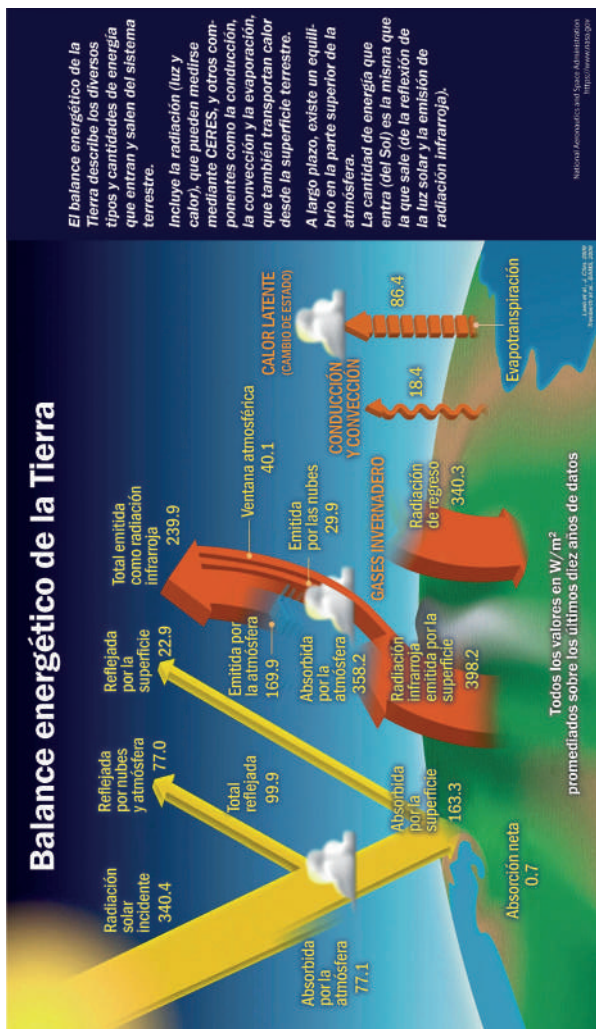


Figura 5.15. Balance energético de la Tierra.
Fuente: <https://blogs.cuit.columbia.edu/dmw-2158/solar-radiation-the-earths-energy-balance>

Nota: si el enlace no abre, pruebe usando un VPN



El efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico que se produce cuando la radiación térmica de la superficie de la Tierra, que es emitida hacia el espacio, es parcialmente retenida por los gases de efecto invernadero (GEI) presentes en la atmósfera. Esto ocasiona un incremento de la temperatura de la Tierra. La transferencia de radiación térmica en la atmósfera de la Tierra tiene muchas similitudes con la de las estrellas, donde se desarrollaron por primera vez métodos para modelar la transferencia de radiación, aunque hay importantes diferencias:

a) La opacidad de la atmósfera de la Tierra tiene una dependencia de frecuencia mucho más complicada que la de las estrellas.

b) En la mayoría de estrellas, la transferencia radiativa está dominada por la dispersión de plasmas ionizados, con poca absorción. En la atmósfera de la Tierra, la radiación térmica es absorbida por gases de efecto invernadero, pero la dispersión es insignificante. Las moléculas de invernadero emiten radiación a una velocidad dependiente de la temperatura, ya sea que estén absorbiendo radiación o no. A diferencia del casi isotrópico flujo de calor de las fuentes termonucleares en los núcleos de las estrellas, el calentamiento solar de la Tierra es sustancialmente más fuerte en los trópicos que cerca de los polos, como se muestra en la figura 5.14. El meridional transporte de calor por la atmósfera y los océanos, permite que los polos emitan más energía térmica al espacio que la energía solar que absorben mientras que las regiones tropicales emiten menos de lo que absorben. Los cambios en las temperaturas medias de la atmósfera y los océanos, debido a los desequilibrios transitorios de radiación, son pequeños debido a la enorme capacidad térmica de los océanos.

El calentamiento de la superficie de la Tierra y de la atmósfera inferior es impulsado por el forzamiento radiativo (F) que es la diferencia entre el flujo de energía radiante térmica de un cuerpo negro a través de una hipotética atmósfera transparente, y el flujo a través de una atmósfera con gases de efecto invernadero, partículas y nubes, pero con la misma temperatura superficial. El forzamiento radiativo a menudo se especifica en unidades de vatios por metro cuadrado (W/m^2). Este forzamiento radiativo (F) depende de la altitud (z) y de

cómo varían la temperatura y las concentraciones de gases de efecto invernadero con la altitud. La velocidad de calentamiento radiativo (R) de la atmósfera es igual a la tasa de cambio del forzamiento con la altitud, $R = dF/dz$, y puede especificarse en unidades de $W/m^2/km$. En la mayor parte de la atmósfera, $R < 0$, por lo que la radiación infrarroja térmica es un mecanismo de enfriamiento que transfiere la energía solar absorbida al espacio.

La tasa de cambio del forzamiento radiativo (R) puede calcularse por modelización de la absorción/transmisión óptica en función de la frecuencia de la radiación y de la concentración de cada gas, tal como se muestra en la figura 5.16⁹⁵, donde se muestra el efecto de duplicar la concentración de dióxido de carbono.

95 Curva azul: Flujo espectral calculado considerando una temperatura de 18,7 °C y una atmósfera transparente sin gases de efecto invernadero. Curva verde: Se omite el CO_2 y permanecen todos los otros gases a efecto invernadero en sus concentraciones estándar. Curva negra: Se incluyen todos los gases de efecto invernadero. Curva roja: Se duplica la concentración actual de CO_2 mientras que los otros gases permanecen con su concentración estándar. Fuente: (Van Wijngaarden & Happer, 2019).

Frecuencia de la radiación y concentración de los gases de la atmósfera

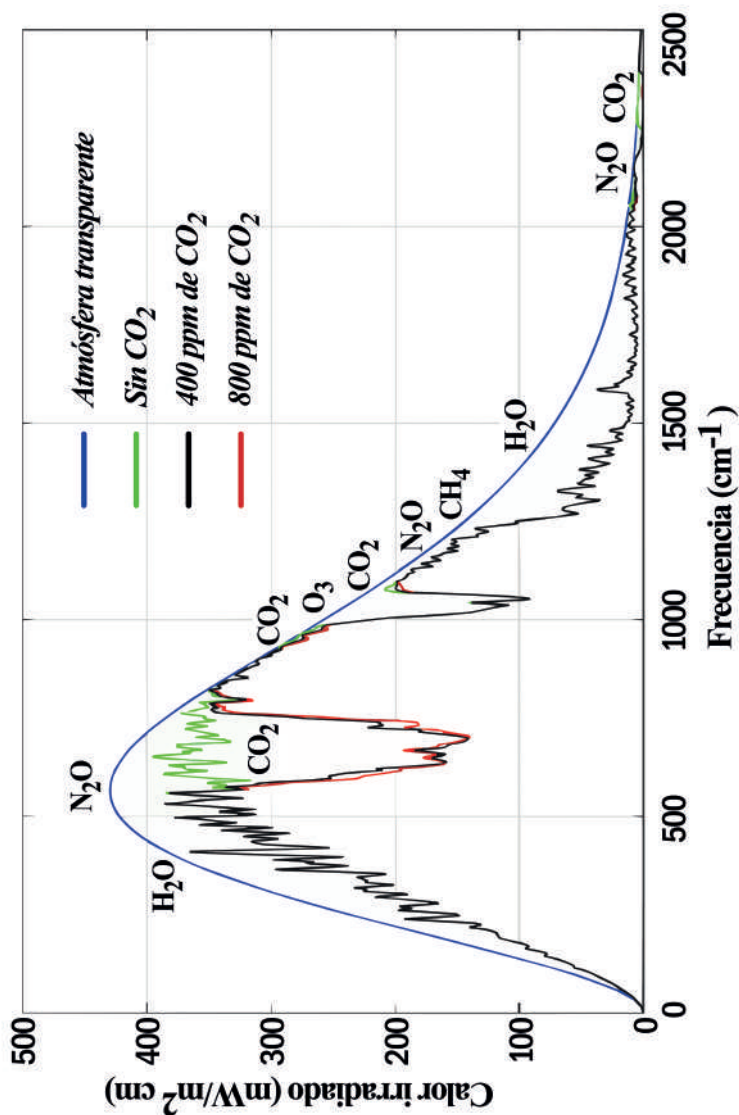


Figura 5.16. Calor irradiado en función de la composición de la atmósfera.

Los cálculos muestran que doblando la concentración estándar de CO_2 (de 400 a 800 ppm) se obtiene un aumento del forzamiento de solo $3,0 \text{ W/m}^2$. Dicho en otras palabras, un aumento del 100% de CO_2 (duplicación) solo reduce la radiación al espacio en un 1% (Prokoph, et al., March, 2008). Estos cálculos son confiables, combinan la física más avanzada (mecánica cuántica, mecánica estadística, termodinámica, espectroscopía molecular, análisis espectroscópico de la forma de las líneas) con las mejores observaciones disponibles (mediciones con globos de temperaturas atmosféricas, flujos infrarrojos en la parte superior de la atmósfera observados por satélite, análisis espectroscópico detallado de gases moleculares relevantes) y combinan los dos en un marco consistente. De eso se trata la física: tratar de dar sentido a las observaciones y desarrollar un modelo que sea capaz de reproducir todas las mediciones.

Desde la superficie cálida de la Tierra, se emite radiación infrarroja y finalmente se absorbe y transfiere en forma de calor y radiación infrarroja a las capas superiores de la atmósfera; a partir de ahí, este calor se pierde en el espacio exterior a través de la radiación infrarroja. La pregunta es hasta qué punto las concentraciones más altas de gases de efecto invernadero afectan a este proceso. En vista del debate sobre el CO_2 que se está produciendo en la ciencia y aún más en la política, es muy deseable una respuesta sensata a esta pregunta. La respuesta es, en términos simples, que, si el CO_2 disponible ya absorbe casi toda la energía infrarroja, agregar más hará poca diferencia.

Retomemos a Christy en el momento cuando en su disertación se hace la pregunta: ¿qué tan bien entendemos el cambio climático? Y nos responde:

Un objetivo científico crítico en nuestra era es determinar si las emisiones las actividades tienen un impacto en el clima y, de ser así, en qué medida. Esto se hace especialmente difícil porque sabemos que el sistema climático ya está sujeto a cambios significativos sin la influencia de los seres humanos. Debido a que no existe un dispositivo de medición que determine explícitamente la causa de los cambios climáticos que podemos medir, como la temperatura, nuestra ciencia debe un enfoque diferente para buscar la comprensión de lo que causa los cambios, es decir, cuánto es natural y cuánto es inducido por el hombre. El

enfoque básico hoy en día utiliza modelos climáticos. (Las proyecciones de estos modelos también se están utilizando para las políticas de carbono).

Es importante entender que los resultados de estos modelos, (es decir, las proyecciones del futuro clima y la relación específica que el aumento del CO₂ podría tener en el clima) hipótesis o afirmaciones científicas, el resultado del modelo no puede considerarse como proporcionando pruebas de los vínculos entre las variaciones climáticas y los gases de efecto invernadero. Estos modelos son programas informáticos complejos que intentan describir a través de métodos matemáticos y ecuaciones tantos factores que afectan al clima como sea posible y así estimar cómo el clima podría cambiar en el futuro.

Se espera que el modelo proporcione información precisa de las respuestas de las variables climáticas, como la temperatura, cuando se producen variaciones en las concentraciones de los gases de efecto invernadero incluidos en el modelo. Sin embargo, las ecuaciones para casi todos los factores climáticos importantes no son exactos, representando las mejores aproximaciones que los modeladores pueden idear y que las computadoras pueden manejar en este punto.

Un aspecto fundamental del método científico es que si decimos que entendemos un sistema (como el sistema climático), entonces deberíamos ser capaces de predecir su comportamiento. Si no se pueden hacer predicciones precisas, entonces al menos algunos de los factores en el sistema no están bien definidos o tal vez incluso faltan. Nótese, sin embargo, que el mero hecho de replicar el comportamiento del sistema (es decir, reproducir “qué” hace el clima) no garantiza que la física fundamental es bien conocida. En otras palabras, es posible obtener la respuesta adecuada, pero por las razones equivocadas, es decir, acertar con el “qué” del clima, pero perder el “por qué”.

¿Entendemos cómo afectan los gases de efecto invernadero al clima, es decir, la relación entre emisiones y efectos climáticos? Como se señaló anteriormente, una métrica muy básica para

los estudios climáticos es la temperatura de la capa atmosférica conocida como troposfera, aproximadamente desde la superficie hasta los 50.000 pies de altitud. Esta es la capa que, según los modelos, debería calentar significativamente a medida que el CO₂ aumenta, incluso más rápido que la superficie. A diferencia de la temperatura de la superficie, esta temperatura nos informa sobre el quid del calentamiento global: ¿Cuánto calor se acumula en la atmósfera? El calentamiento causado por el CO₂ debería ser fácilmente detectable a estas alturas, según los modelos. De este modo, se proporciona una buena prueba de lo bien que entendemos el sistema climático, porque desde 1979 hemos tenido dos medios independientes para monitorear esta capa: satélites desde arriba y globos con termómetros liberados desde la superficie.

Pude acceder a 102 CMIP-5 rcp4.5 simulaciones de clima con modelos de las temperaturas atmosféricas para la capa troposférica y generé temperaturas a partir de los modelos para una comparación de manzanas con manzanas con observaciones desde satélites y globos (figura 5.17). Estos modelos se desarrollaron en instituciones en todo el mundo y se utilizan en la Evaluación Científica IE5 del IPCC (2013).

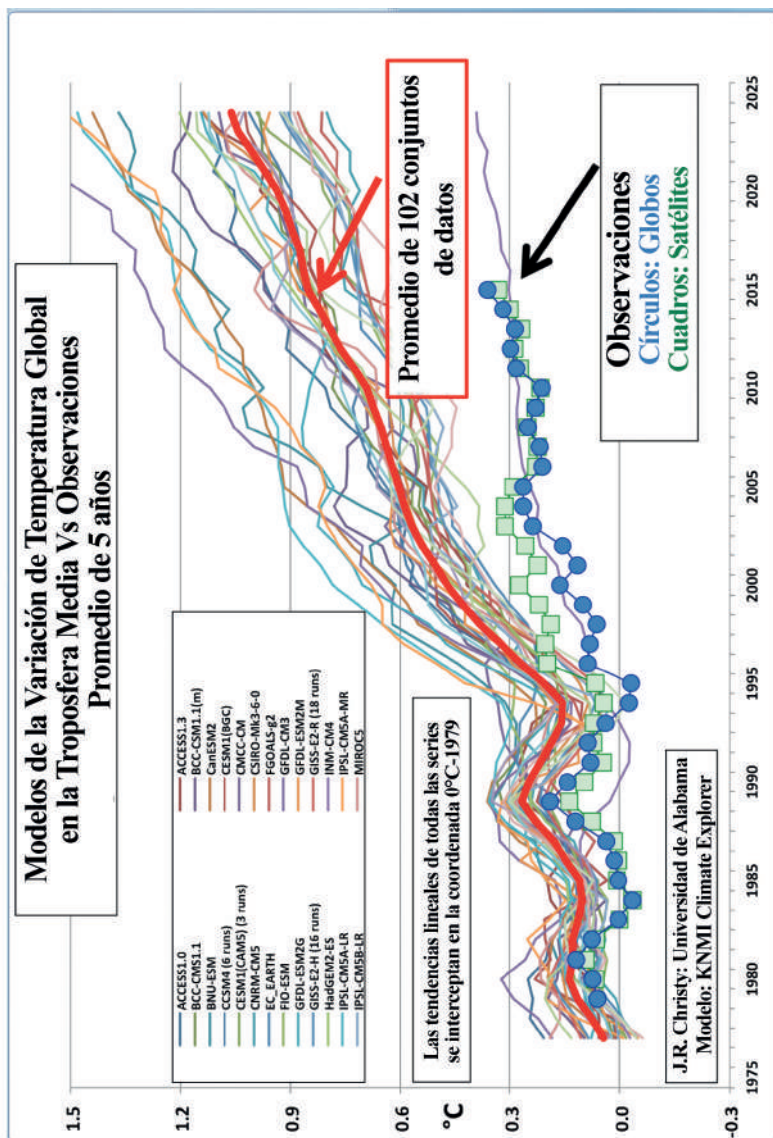


Figura 5.17. Variaciones de la temperatura media de la troposfera media mundial (promedios de 5 años) para 32 Modelos (líneas) que representan 102 simulaciones individuales. Círculos (globos) y cuadrados (satélites) representan las observaciones. El modelo ruso (INM-CM4) fue el único modelo cercano de las observaciones.

La información de esta figura proporciona evidencia de que los modelos tienen una fuerte tendencia a sobrecalentar la atmósfera en relación con las observaciones reales. En promedio, los modelos calientan la atmósfera global a un ritmo 2,5 veces mayor que en el mundo real. Esto no es un episodio a corto plazo, especialmente seleccionado, sino que representa los últimos 37 años, más de un tercio de siglo. Este es también el período con la mayor concentración de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, el período en el que la respuesta debe ser de mayor magnitud. Siguiendo el método científico de probar las afirmaciones contra los datos, concluiríamos que los modelos no representan con precisión los procesos importantes que impactan el clima porque no pudieron “predecir” lo que ya había ocurrido. En otras palabras, estos modelos fracasaron en la simple prueba de decirnos “qué” sucedió, y por lo tanto no estaría en condiciones de darnos una respuesta segura a “qué” puede suceder en el futuro y “por qué”. Como tales, serían de muy dudoso valor para el Comité de la Cámara de Representantes sobre Ciencia, Espacio y Tecnología en la determinación de la política que debería depender de una comprensión muy segura de cómo el sistema climático funciona.

Existe una métrica climática relacionada (figura 5.18) que también utiliza la temperatura atmosférica, que tiene una respuesta aún mayor que la del promedio global mostrado arriba. Ésta métrica, entonces, proporciona una prueba más sólida para comprender qué tan bien funcionan los modelos en lo que respecta específicamente a los gases de efecto invernadero. En los modelos, la atmósfera tropical se calienta significativamente en respuesta a los gases de efecto invernadero añadidos, más que la de la temperatura atmosférica media.

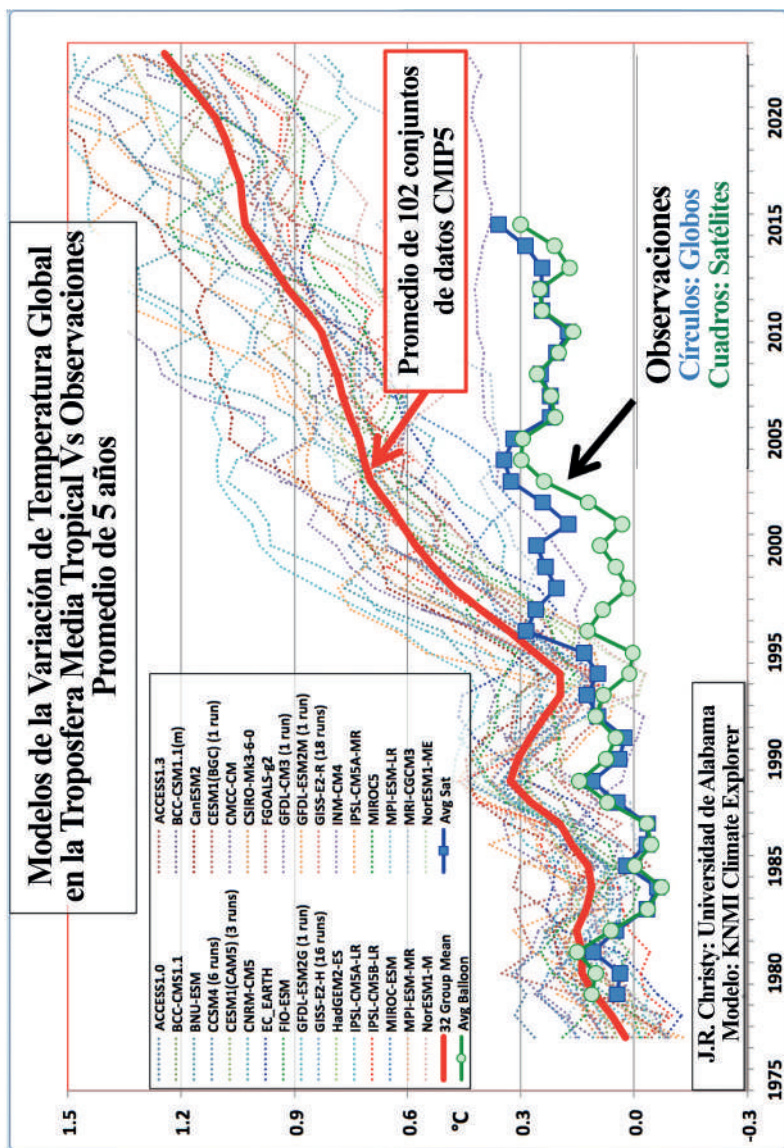


Figura 5.18. Variaciones de la temperatura media de la troposfera tropical (promedios de 5 años) para 32 modelos (líneas) que representan 102 simulaciones individuales. Círculos (globos) y cuadrados (satélites) representan las observaciones.

En la comparación tropical aquí, en la figura 5.18, la disparidad entre los modelos y las observaciones es aún mayor, con modelos que calientan en promedio esta región atmosférica en un factor de tres veces mayor que en la realidad. Tal resultado refuerza la implicación anterior de que los modelos tienen que mejorar mucho antes de que podamos tener confianza en que lo harán proporcionar información sobre lo que el clima puede hacer en el futuro o incluso por qué el clima varía en la medida que lo hace. Para el tema que nos ocupa, las estimaciones de cómo podría ser la temperatura global afectados por las reducciones de emisiones de las regulaciones sería exagerado y poco confiable.

En esta sección Christy nos demuestra que los modelos climáticos actuales no tienen ninguna confiabilidad y que sería irresponsable tomar decisiones políticas, que pudiesen poner en peligro el futuro de la humanidad, en base a ellos. Para finalizar, Christy nos hace llegar una reflexión sobre los Acuerdos de París:

Nadie conoce el impacto climático de las reducciones de emisiones de carbono propuestas en París. La razón principal de esto es que hay un margen considerable para que los países hagan tanto o tan poco como deseen. Al examinar la historia de las emisiones globales de carbono, los países, especialmente los países en desarrollo, continuarán tratando de expandir el uso de energía a través de la combustión de carbono debido a su asequibilidad y considerables beneficios positivos para sus ciudadanos.

En cualquier escenario, el impacto sobre la temperatura global de las reducciones actuales y propuestas de los gases de efecto invernadero serán, en el mejor de los casos, diminutos. Para demostrar esto, supongamos, por ejemplo, que las emisiones totales de los Estados Unidos se redujeran a cero, a partir del pasado 13 de mayo 2015 (la fecha de una audiencia en la que testifiqué). Es decir, a partir de ese día y hacia adelante, no habría industria, ni automóviles, ni servicios públicos, ni personas, es decir, los Estados Unidos dejarían de existir a partir de ese día. Las regulaciones, por supuesto, solo reducirán las

emisiones en una pequeña cantidad, pero para hacer ver cuán minúsculo es el impacto regulatorio simplemente porque iremos mucho más allá de la realidad y haremos que los Estados Unidos desaparezcan. Con esto intentaremos responder a la pregunta sobre el impacto del cambio climático debido a la reducción de emisiones.

Utilizando la herramienta de impacto del IPCC de las Naciones Unidas conocida como Modelo para la Evaluación de los Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático Inducido (MAGICC, por sus siglas en inglés), el estudiante de posgrado Rob Junod y yo redujimos el crecimiento proyectado en las emisiones globales totales por contribución de emisiones de EEUU a partir de esta fecha y continuando. También utilizamos el valor de la sensibilidad climática de equilibrio como determinado a partir de técnicas empíricas de 1,8 °C. Después de 50 años, el impacto como determinamos por estos cálculos del modelo sería de solo 0,05 a 0,08 °C, una cantidad menos de lo que la temperatura global fluctúa de un mes a otro.

[Estos cálculos utilizaron los escenarios de emisiones A1B-AIM y A1F-MI con emisiones de EEUU comprendidos entre el 14 y el 17% de las emisiones globales de 2015. Hay evidencias de que la sensibilidad climática es inferior a 1,8 °C, lo que reduciría aún más estas proyecciones].

Como se ha señalado, el impacto sobre las emisiones globales y el clima global de los recientes acuerdos de París con respecto a las emisiones globales no es exactamente cuantificable. Saber cómo cada país se comportará con respecto a sus emisiones es esencialmente imposible de predecir, además del problema añadido de no saber cómo evolucionarán los propios sistemas energéticos con el tiempo.

Detener las emisiones de todo nuestro país (EEUU) tendría un impacto tan minúsculo en el clima global, que es obvio que las reducciones fraccionadas de las emisiones a través de la regulación producirían resultados imperceptibles. En otras palabras, no habría evidencia en el futuro para demostrar que un

impacto climático particular fue inducido por los reglamentos propuestos y promulgados. Por lo tanto, las regulaciones no tendrán ningún significado o consecuencias útiles en el sistema climático físico, incluso si uno cree que los modelos climáticos son herramientas útiles para la predicción.

De nuevo Christy es lapidario en sus reflexiones. El Acuerdo de París no conduce a ninguna parte, y quizás sea esa la razón por la cual la descarbonización ha sido un mito (o un fracaso, de acuerdo a como se mire) al día de hoy, nueve años después de su aprobación, por unanimidad, en la Naciones Unidas.

Las figuras 5.17 y 5.18 muestran un calentamiento global de la Troposfera Media de apenas 0,3 °C, mientras que los promedios de los modelos climáticos superan 1 °C. Podríamos establecer que la discrepancia es mucha (¡300%!), sin embargo, las cifras parecen, a la vista de cómo se mide la anomalía térmica, del orden de los errores experimentales. Por otra parte, los modelos se “modulan” a partir de los parámetros de inicio de manera que es posible que siempre coincidan con los valores experimentales.

Así que:

1. La medida de la anomalía térmica no es un parámetro confiable a pesar de los medios tecnológicos puestos en marcha: satélites, boyas marinas, estaciones climáticas, etc. Se trata de medir la temperatura global promedio de un objeto (la Tierra) que tiene 500 millones de kilómetros cuadrados de superficie, que está compuesto de muy diversos materiales, y que además tiene una envoltura gaseosa cambiante. Es técnicamente imposible calcular esa temperatura global promedio con la precisión de $\pm 0,01$ °C que pretende la NASA (figura 5.8). Esta es una de las principales críticas que ha recibido el parámetro Anomalía Térmica por parte de la comunidad científica.

2. Por otro lado, la afirmación de que la concentración de CO₂ determina la temperatura global promedio de la Tierra, tal como afirman los informes del IPCC, no se ajusta con lo observado en cuanto a cuál es la causa y cuál es el efecto. Además, los modelos climáticos elaborados bajo esta presunción están alejados de las medidas observacionales. Es decir, los modelos climáticos no predicen adecuadamente las observaciones.

Si queremos tomar decisiones a nivel planetario sobre el clima necesitamos apoyarnos en modelos que sean fiables.

Entonces, ¿qué debemos esperar en el futuro?

Depende de lo que entendamos como futuro. Los modelos climáticos del IPCC pretenden imponernos una línea de vida a partir de la observación de la anomalía térmica de los últimos 50 o 100 años, ignorando deliberadamente millones de años de la historia climática de la Tierra.

Los tiempos geológicos no son los mismos tiempos humanos. Podemos afirmar que los primeros homínidos aparecieron, más o menos, hace un millón de años, cuando ya había transcurrido el 99,985% de la vida del planeta Tierra (4.500 millones de años). Somos unos recién llegados. Toda la civilización humana cabe en el último período interglaciario.

Los cambios geológicos duran, cientos, miles, millones de años. La era geológica que estamos viviendo, el Holoceno, es un interglaciario que, por lo general, dura ~10 mil años. Ya han transcurrido 12 mil años desde que comenzó. Diríamos que ya tiene el período vencido o está por vencerse. Lo que sí es seguro es que los efectos de la próxima glaciación ya los estamos viviendo.

Clive Best⁹⁶ nos cuenta un importante detalle:

Así que ¿está a punto de acabarse nuestra suerte? Resulta que la respuesta es no, porque somos muy afortunados de que la sociedad humana se haya desarrollado durante un interglaciario en el que la órbita de la tierra tiene una excentricidad muy baja. La excentricidad es importante porque regula la fuerza de la insolación del máximo polar estival causada por la precesión de los equinoccios cada 21 mil años. La precesión determina la distancia al sol durante un verano polar. Si el verano coincide con el perihelio de la Tierra, la insolación estival puede ser hasta un 20% superior a la media. Sin embargo, si la órbita de la Tierra es casi circular, como lo es hoy, entonces la precesión tiene poco efecto. Es por eso que nos quedan unos 12 mil años antes de que comience el enfriamiento.

Y nos muestra la figura 5.19:

96 Clive Best, licenciado en Física y doctor en Física de Altas Energías. Ha trabajado como investigador en el CERN durante 3 años, en el Laboratorio Rutherford durante 2 años y en el experimento de fusión nuclear JET durante 5 años. Posteriormente, trabajó en el Centro Común de Investigación en Italia hasta abril de 2008. Comenzó un blog de viajes, pero ahora se ha transformado principalmente en un blog de ciencia sobre el clima.

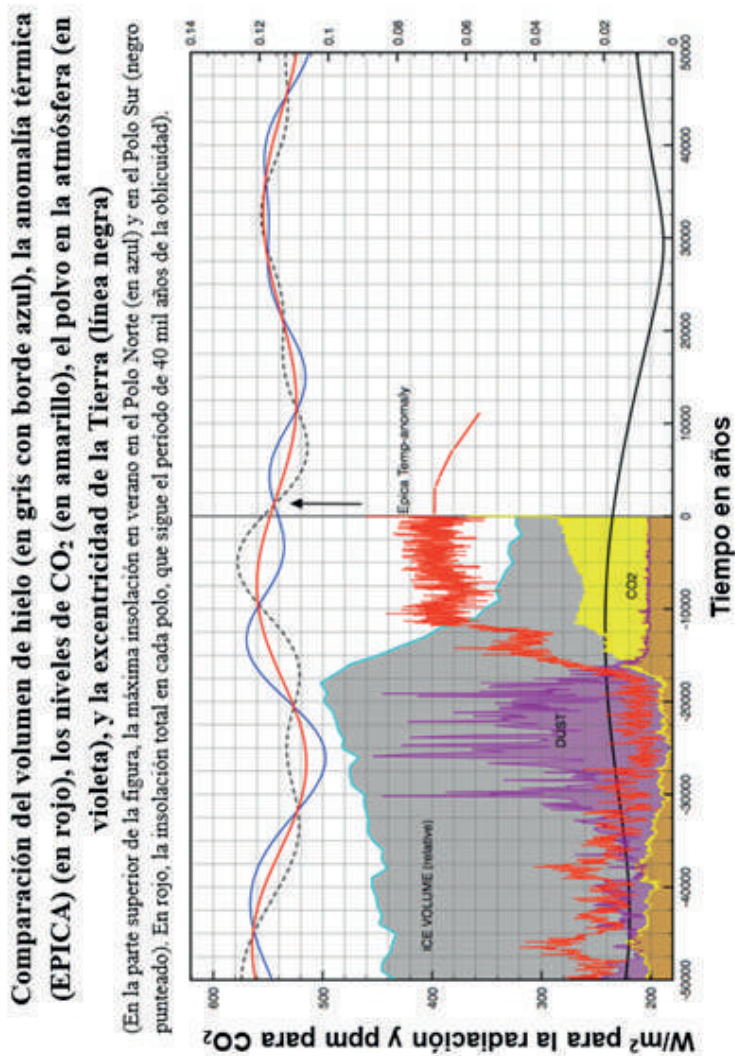


Figura 5.19. Comparación del volumen de hielo (en gris con borde azul), la anomalía térmica (EPICA) (en rojo), los niveles de CO₂ (en amarillo) (escala izquierda), el polvo en la atmósfera (en violeta), y la excentricidad de la Tierra (en negro) (escala derecha) para el período de tiempo 50 mil antes de nuestra era y 50 mil años después de nuestra era. Fuente: (Best, October 4, 2016).

En esta gráfica observamos el máximo del volumen de hielo hace aproximadamente 20 mil años, y su descenso a medida que nos adentramos en el Holoceno. En concordancia, la temperatura muestra su mínimo hace 20 mil años y su respectivo incremento al entrar en el Holoceno. La concentración de CO_2 sigue al aumento de temperatura como ya ha quedado establecido en secciones anteriores. La precesión (curva de color negro en la parte baja de la figura) muestra su máximo a comienzos del Holoceno y su mínimo dentro de aproximadamente 30 mil años. La oblicuidad (curvas en la parte superior de la figura) muestra un máximo a ~ 10 mil años antes de nuestra era y un mínimo a ~ 12 mil años después de nuestra era; fecha a la cual estima Clive Best ocurra la próxima glaciación.

La presentación de Best continúa con una interrogante: ¿Cómo fue el pasado período interglaciar a fin de compararlo con las condiciones astrométricas del presente Holoceno? En la figura 5.20 nos lo muestra:

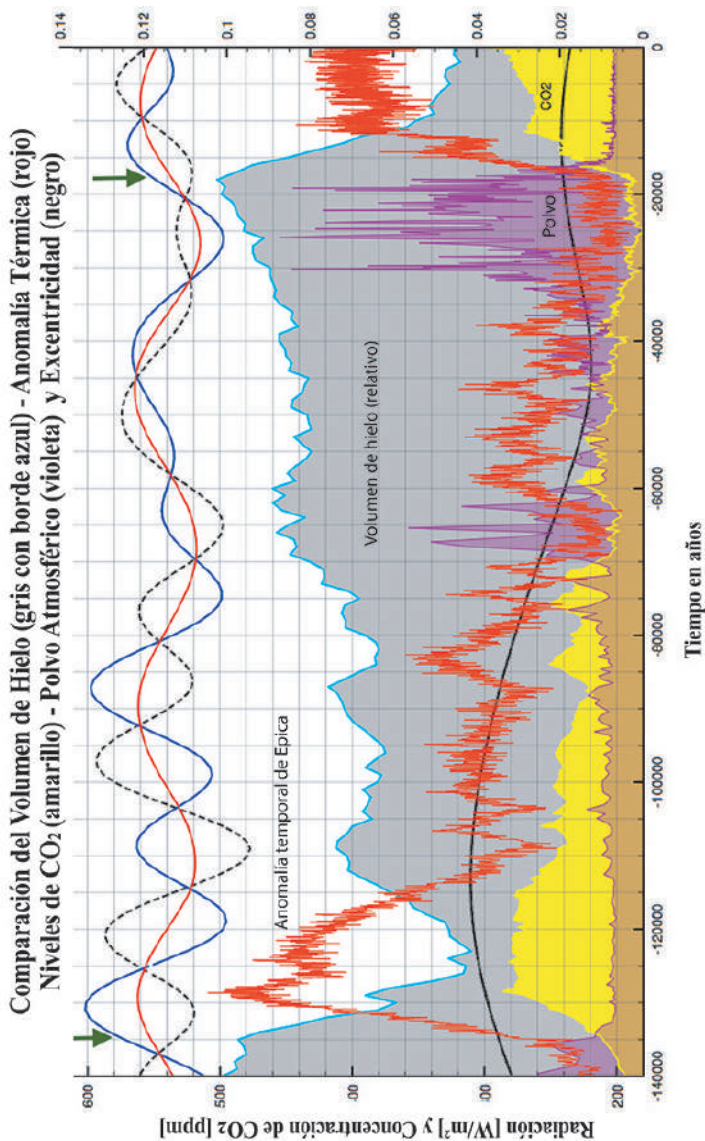


Figura 5.20. Comparación del volumen de hielo (en gris con borde azul), la anomalía térmica (EPICA) (en rojo), los niveles de CO_2 (en amarillo) (escala izquierda), el polvo en la atmósfera (en violeta), y la excentricidad de la Tierra (en negro) (escala derecha) para el período de tiempo entre 140 mil años antes de nuestra era y el momento presente. Fuente: (Best, October 4, 2016).

En esta figura observamos el anterior período interglaciar conocido como el Eemiano, período interglaciar que comenzó hace unos 130.000 años al final del penúltimo período interglaciar y terminó hace unos 115.000 años al comienzo del último período interglaciar (el Holoceno). Tuvo una duración de aproximadamente 10 mil años porque la excentricidad, mucho mayor en ese momento, permitió que el primer verano de precesión mínima aumentara la extensión de las capas de hielo del norte.

Y añade Best:

Hay que remontarse 420.000 años atrás para encontrar un ciclo glacial similar al actual con baja excentricidad. Esto se conoce como la glaciación anglicana porque las capas de hielo se extendieron hasta el sur de Anglia y desviaron el Támesis hacia el sur desde el Wash hasta su cuenca actual. El Anglicano tenía parámetros orbitales muy similares a los que experimentamos hoy en día.

Y nos muestra la figura 5.21:

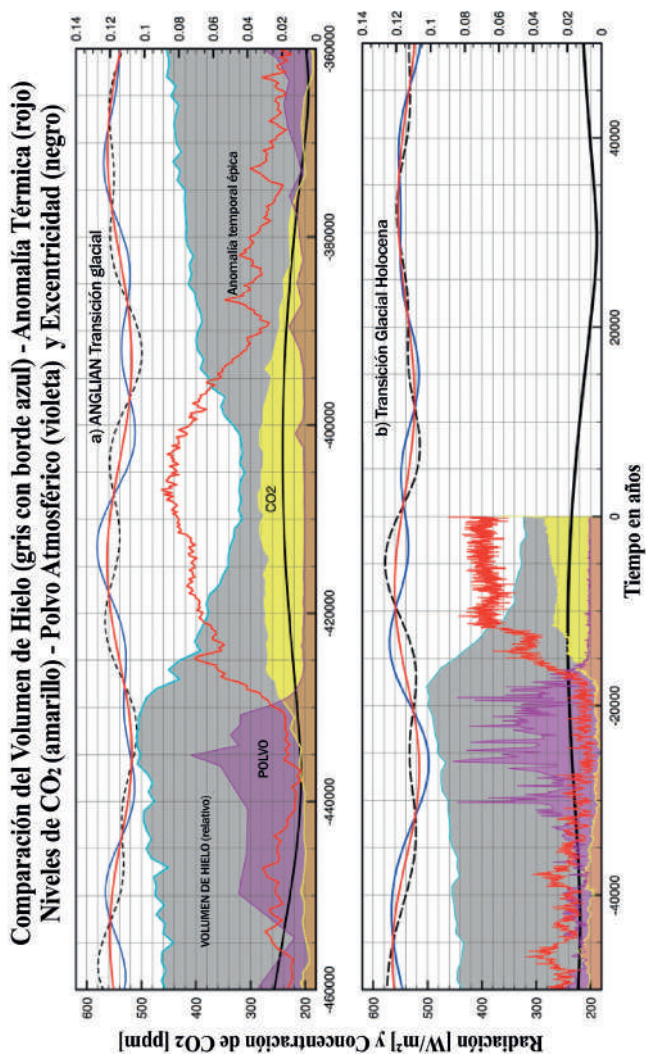


Figura 5.21. Comparación del volumen de hielo (en gris con borde azul), la anomalía térmica (EPICA) (en rojo), los niveles de CO₂ (en amarillo) (escala izquierda), el polvo en la atmósfera (en violeta), y la excentricidad de la Tierra (en negro) (escala derecha) para el período de tiempo de la glaciación Anglica (superior) y el Holoceno (inferior). Fuente: (Best, October 4, 2016).

Las condiciones astrométricas del período Anglicano son semejantes a las del presente Holoceno. Según Best:

Este resultado implica que el interglaciar actual duraría naturalmente otros 20 mil años. Sin embargo, la alineación de la precesión no es perfecta, y el ciclo de precesión norte-sur está invertido. A pesar de esto, con una excentricidad muy baja, lo que realmente cuenta es la oblicuidad. Concluimos que dentro de 12 mil años la Tierra estaría volviendo naturalmente a una nueva edad de hielo que duraría 100 mil años. La Tierra entra entonces en otro largo período de alta excentricidad que dura otros 400 mil años. Los futuros interglaciares durarán solo ~ 10 mil años, antes de que el ciclo se repita. No hay más que ver cómo eran los interglaciares transitorios hace 600 mil años, cuando la excentricidad era alta.

Las predicciones sugieren que Holoceno será un interglaciar largo, ya en etapa terminal, y que solo le quedarían otros 12 mil años. La temperatura global debería estar descendiendo lentamente, a razón de 1 °C cada 5 mil años, atendiendo a lo observado en el último millón de años (ver figura 4.16).

Según las cifras de la NASA, para el año 2023 la anomalía térmica sería de +1,17 °C y ese calentamiento ha sucedido en los últimos 50 años. Otras medidas (globos y satélites) muestran un incremento más moderado de +0.3 °C, pero los datos abarcan solo hasta el 2015.

Podríamos discernir hasta cinco posiciones diferentes con respecto al calentamiento global o crisis climática:

1. La defendida por la ONU de que, sí hay motivo de alarma urgente y que son necesarias medidas extremas para controlar el calentamiento global, como la prohibición del uso de los combustibles fósiles.
2. La defendida por los que mantienen una actitud escéptica con respecto al calentamiento global, porque afirman que no hay forma de medir con precisión una temperatura global, de forma que la cantidad medida (anomalía térmica) es inferior al error experimental. Por lo tanto, no es necesario tomar

ningún tipo de acción sobre un parámetro que todavía tiene un valor difuso.

3. La defendida por los optimistas que saludan el aumento de la concentración de CO_2 pues traerá un reverdecimiento del planeta por lo que la quema de combustibles fósiles ha sido una bendición que incluso retardaría la próxima era glacial. No hay de qué preocuparse.
4. La defendida por los que opinan que, independientemente de las coyunturas climáticas de un momento determinado, existe un problema estructural relacionado con el tipo de sociedad actual que está en contradicción con el metabolismo que la naturaleza ha alcanzado tras miles de millones de años de evolución.

Las posiciones 1 y 4 son activas, mientras que la 2 y 3, son inactivas.

La posición 1, propia de las élites corporativas globales, está consciente de que la sociedad actual es inviable... a no ser que la población mundial se reduzca considerablemente. Como lo discutimos en “la ecuación que lo define todo”, hay dos variables: el número de habitantes y el consumo por habitante. Su producto es una constante —el número de recursos disponibles en el planeta Tierra—. O reducimos el consumo o reducimos el número de habitantes; los dos no pueden crecer simultáneamente.

Queda la quinta posición: mudarse a Marte.

Referencias bibliográficas

Best, C. (October 4, 2016). "When is the next Ice Age due?" In *Science Travel Opinions*. <https://clivebest.com/blog/?p=7344>

Christy, J. R. (October 1, 2013) "Monthly Temperature Observations for Uganda" *Journal of Applied Meteorology and Climatology Vol. 52*. Issue 10. pp. 2363-2372. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-13-012.1>

Christy, J. R. (February 2, 2016). *Testimony of John R. Christy House Committee on Science, Space and Technology*. U.S. House Committee on Science, Space & Technology. University of Alabama in Huntsville. <https://docs.house.gov/meetings/SY/SY00/20160202/104399/HHRG-114-SY00-Wstate-ChristyJ-20160202.pdf>

Christy, J. R.; Parker, D. E.; Brown, S. J.; Macadam, I.; Stendel, M. & Norris, W. B. (January 1, 2001) "Differential trends in tropical sea surface and atmospheric temperatures since 1979". *Geophysical Research Letters Vol. 28*. Issue 1. pp. 183-186. <https://doi.org/10.1029/2000GL011167>

Christy, J. R.; Norris, W. B.; Redmond, K. & Gallo, K. P. (February 15, 2006). "Methodology and results of calculating Central California surface temperature trends: evidence of human-induced climate change?" *Journal of Climate. Vol. 19*. Issue 4. pp. 548-563. <https://doi.org/10.1175/JCLI3627.1>

Christy, J. R.; Norris, W. B. & McNider, R. T. (June 15, 2009). "Surface Temperature Variations in East Africa and Possible Causes" *Journal of Climate Vol. 22*. Issue 12 pp. 3342-3356. <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2726.1>

Dewitte, S. & Clerbaux, N. (November 7, 2017). "Measurement of the Earth Radiation Budget at the Top of the Atmosphere - A Review". *Remote Sensing Vol. 9*, Issue 11. p. 1143. <https://doi.org/10.3390/rs9111143>

Huang, J.; Yu, H.; Guan, X.; Wang, G. & Guo, R. (October, 2015). "Accelerated dryland expansion under climate change". *Natural Climate Change*. Vol. 6, pp. 166-171. DOI: 10.1038/NCLIMATE2837.

Karl, T. R.; Arguez, A.; Huang, B.; Lawrimore, J. H.; McMahon, J. R.; Menne, M. J.; Peterson, T. C.; Vose, R. S. & Zhang, H.-M. (Junio 4, 2015). "Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus". *Science Vol. 348*, Issue 6242. pp. 1469-1472. DOI: 10.1126/science.aaa5632

Pidwirny, M. (2006). "Net Radiation and the Planetary Energy Balance". *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. Date Viewed. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7i.html>

Prokoph, A.; Shields, G. A. & Veizer, J. (March, 2008). "Compilation and time-series analysis of a marine carbonate $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $\delta^{34}\text{S}$ database through Earth history". *Earth-Science Reviews Vol. 87*. Issues 3-4, pp. 113-133. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.12.003>

Soon, W.; Connolly, R.; Connolly, M.; Akasofu, S.-I.; Baliunas, S.; Berglund, J.; Bianchini, A.; Briggs, W. M.; Butler, C. J.; Cionco, R. G.; Crok, M.; Elias, A. G.; Fedorov, V. M.; Gervais, F.; Harde, H.; Henry, G. W.; Hoyt, D. V.; Humlum, O.; Legates, D. R.; ... Zhang, W. (August 28, 2023). "The Detection and Attribution of Northern Hemisphere Land Surface Warming (1850–2018) in Terms of Human and Natural Factors: Challenges of Inadequate Data". *Climate 2023, Vol. 11*. Issue 9. p. 179. <https://doi.org/10.3390/cli11090179>

Van Wijngaarden W. A. & Happer W. (June 18, 2019). *Infrared Forcing by Greenhouse Gases*. Department of Physics and Astronomy, York University, Canada. Department of Physics, Princeton University, USA. <https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2022/03/Infrared-Forcing-by-Greenhouse-Gases-2019-Revised-3-7-2022.pdf>

En los años setenta del siglo xx las élites capitalistas idearon un plan para imponer un gobierno supranacional. Este plan ha sido llamado de varias maneras, Nuevo Orden Mundial, Agenda 2030 y, recientemente, Pacto para el Futuro. Bajo eufemismos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) esconden los verdaderos objetivos del plan que no son otros que la depopulación mundial y el sometimiento de la soberanía de las naciones a un despótico gobierno global. Parte de la estrategia consiste en prácticas terroristas simuladas. En este libro el profesor Pedro Grima Gallardo y el ingeniero Félix Barloil León Parra analizan esos planes, comentando los diferentes ejes transversales que tocan y cómo la evidencia científica ha sido tergiversada, manipulada y desprovista de toda veracidad.



Pedro Grima Gallardo es doctor en Ciencia de los Materiales de la Universidad Pierre et Marie Curie (1995) y profesor titular jubilado de la Universidad de Los Andes (ULA) (1981-2006). Ha sido rector de la Universidad Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (Unellez) (2005-2006), presidente del Centro de Investigaciones de Astronomía “Francisco J. Duarte” (2016-2023). Actualmente es asesor del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología (Mincyt), miembro del Directorio del Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (Cenditel), presidente de la Agencia Merideña de Energías, entre otras importantes responsabilidades.

Félix Barloil León Parra tiene un doctorado en Ecología del Desarrollo Humano, magister en Ecología del Desarrollo Humano, y es ingeniero en Desarrollo Endógeno de la Universidad Politécnica Territorial “Kléber Ramírez” (UPTM) en Mérida. También es ingeniero Electrónico, graduado en el Instituto Politécnico Santiago Mariño en Mérida. Realizó estudios en Energías Renovables en la República Federal de Alemania. Actualmente es comisionado de Energías Renovables y Alternativas y presidente de la Comisión de Energía “Don Luis Zambrano” del estado Mérida.





ISBN: 978-980-7755-46-7

