

## CAPÍTULO 2

# El Antropoceno: el precio de la tecnología

*María Cristina Zilio y Gabriela Mariana D'Amico*

### Del cuadro de las eras geológicas a la Tabla Cronoestratigráfica

La superficie terrestre está cambiando rápidamente, pero, en realidad, siempre ha cambiado. Las rocas son las páginas donde se escribe la historia geológica del planeta y debemos aprender a descifrarlas y colocarlas en el orden histórico apropiado. A finales del siglo XVIII, el geólogo escocés James Hutton reconoció que la Tierra era muy antigua, aunque durante mucho tiempo no hubo un método fiable para determinar su edad.

Durante el siglo XIX, antes de la datación absoluta (a través de métodos radiométricos), se delineó una escala de tiempo utilizando los principios de la datación relativa, teniendo en cuenta el orden de los estratos: los más profundos eran considerados los más antiguos, y los más cercanos a las superficies, de formación reciente. El sufijo *zoico* (relativo a animales), utilizado en la clasificación original, tiene que ver con el registro fósil contenido en los estratos, por eso las grandes eras geológicas se encuentran formalmente relacionadas con grandes extinciones y/o apariciones notorias de grupos faunísticos nuevos. A la subdivisión más antigua con presencia de fósiles se la llamó era “primaria” o **Paleozoica** (“faunas antiguas”), con predominio de vida acuática. Una gran extinción marcó el paso a la era secundaria o **Mesozoica** (“faunas intermedias”), dominada por los dinosaurios. El impacto de un asteroide en la península de Yucatán, en colaboración con la actividad volcánica<sup>18</sup>, marcó el límite con la era Terciaria o **Cenozoica** (“faunas nuevas”), caracterizada por la diversificación de los mamíferos. Continuaba la era **Cuaternaria** o Antropozoica<sup>19</sup>, porque es el momento en el que aparecen los seres humanos. Tiempo después se dividió a esta última en dos períodos: Glacial o **Pleistoceno** y Post-glacial u **Holoceno**. Durante esos primeros esbozos de historia geológica, se llamó **Azoica** (carente de vida) a la etapa anterior al Paleozoico, sin embargo, cuando se supo que sus rocas encerraban las huellas de bacterias, se lo empezó a llamar **Tiempos Precámbricos** (porque el Cámbrico es el primer período Paleozoico).

Los geólogos continúan profundizando su conocimiento sobre el pasado, por eso, el número y tipo de unidades reconocidas y la duración de las mismas han ido variando desde los primeros

---

<sup>18</sup> Leer sobre estas erupciones en el Capítulo 6. *Paradoja volcánica: creación y destrucción*.

<sup>19</sup> Como vemos en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional, los términos “primaria”, “secundaria” y “terciaria”, así como “antropozoica”, dejaron de usarse mientras que el “cuaternario” pasó a tener menor jerarquía al pasar de era a período.

ensayos cronológicos hasta la actualidad. Desde las últimas décadas del siglo pasado, la Comisión Internacional de Estratigrafía<sup>20</sup>, integrante de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS, por sus siglas en inglés -*International Union of Geological Sciences*-), elabora y mantiene actualizada la **Tabla Cronoestratigráfica Internacional**.

La tabla identifica los tiempos geológicos utilizando dos términos para cada división. La primera corresponde a una escala estratigráfica, que se expresa en unidades de tiempo relativas (**eonotema – eratema – sistema – serie – piso**). Comprende las rocas, los sedimentos y los restos fósiles que puedan contener. La segunda, es una escala cronológica, que utiliza el millón de años (**Ma**) como unidad (**eón – era – período – época – edad**). Son los lapsos temporales dentro de los cuales se formaron los materiales y acontecimientos mencionados (figura 1). En el caso particular del Precámbrico, algunas fuentes no oficiales lo consideran un “supereón”. Carece de subdivisiones porque, cuanto más retrocedemos en el tiempo, los detalles son menos precisos. Por ese mismo motivo, la duración temporal de las unidades se va haciendo menor a medida que nos aproximamos a la actualidad.

De acuerdo con la tabla oficial, estamos viviendo en la época Holocena, del período Cuaternario, de la era Cenozoica, del Eón Fanerozoico. Esta época se inició hace 11 700 años, coincidiendo con el inicio del actual periodo interglacial (Cohen *et al.*, 2022).

**Figura 1. Escala simplificada del tiempo geológico**

	EONOTEMA/EÓN	ERATEMA/ERA	SISTEMA/PERIODO	SERIE/EPOCA	PISO/EDAD	Edad Ma	
A	FANEROZOICO	CENOZOICO	Cuaternario	Antropoceno		0,0117	
				Holoceno		2,58	
				Pleistoceno			
			Neógeno	Plioceno			
				Mioceno		23,03	
			Paléogeno	Oligoceno			
				Eoceno			
				Paleoceno		66,0	
			MESOZOICO	PALEOZOICO	Cretácico		
					Jurásico		
		Triásico				251,9	
		Permiano					
		Carbonífero					
		PALEOZOICO	PALEOZOICO	Devónico			
				Silúrico			
Ordovícico							
Cámbrico				541,0			
B	PROTEROZOICO						
	ARCAICO						
	HÁDICO					4.600	

 GSSP o "Golden Spike"

(A) Escala temporal de las unidades básicas. (B) Principales divisiones y su edad en millones de años, no en escala (se han respetado los colores de la tabla), los golden spike y la ubicación no oficial del Antropoceno. Las subdivisiones menores, no relevantes para nuestros objetivos, se han grisado. Fuente: modificado de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Cohen *et al.*, 2022) por María Cristina Zilio.

<sup>20</sup> La Comisión de Estratigrafía comprende diecisiete subcomisiones específicas para cada período con el objetivo de definir con precisión las diferentes unidades.

## El “*golden spike*” no es de oro ni tiene esa forma

El clavo o pico de oro (*golden spike*) marca el límite inferior de una sección estratigráfica. Es definido por la Comisión de Estratigrafía y recibe el nombre de *GSSP*, por sus siglas en inglés (*Global Boundary Stratotype Section and Points*: Sección Estratotipo y Punto de Límite Global). Se indica en la tabla mediante el símbolo de un clavo dorado. Cuando no hay precisión, se utiliza el *GSSA* o identificador de Edades Estratigráficas Estándar Globales.

## El antropoceno es presente

Si bien la Tierra es el escenario de interminables tensiones entre las fuerzas endógenas y exógenas desde el comienzo de su existencia, aparenta calma e inmovilidad porque gran parte de los procesos geológicos se desarrollan a escalas temporales difíciles de comprender. Sin embargo, en el período de la vida de una persona, el mundo ha cambiado radicalmente y seguirá cambiando en las próximas décadas. Procesos geológicos y geomorfológicos inéditos, así como nuevos compuestos químicos visibilizan el creciente papel de los seres humanos como una fuerza más de la naturaleza. La magnitud de las transformaciones es tan grande que se ha planteado la posibilidad de agregar una nueva época geológica a la Tabla Cronoestratigráfica, el **Antropoceno**<sup>21</sup>.

El término (proveniente de *anthropos*: hombre y *kainos*: nuevo o reciente) fue propuesto por el químico neerlandés Paul Crutzen<sup>22</sup> y el ecólogo norteamericano Eugene Stoermer en el año 2000, pero su difusión fue a partir de un breve artículo publicado por el primero. En ese documento, Crutzen (2002, p. 23) afirmaba que la humanidad es una fuerza ambiental y que el 25% de la población mundial generaba precipitación ácida, *smog* y calentamiento del clima.

Sin embargo, la historia del concepto detrás del término es mucho más antigua. En 1775, el naturalista francés Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon<sup>23</sup>, distinguió entre la naturaleza original y la naturaleza civilizada por el ser humano, y observó que “toda la faz de la tierra lleva la huella del poder humano” (Trischler, 2017, p. 22). Un siglo después, el geólogo armenio George Ter-Stepanian (1988, p. 141) consideró que la actividad humana creciente debe considerarse

---

<sup>21</sup> Previamente, Andrew Revkin propuso el término Antroceno como “era geológica de nuestra propia creación”, en su libro *El calentamiento global: Comprensión de la Previsión* (1992), y Michael Samways denominó Homogenoceno (1999) a nuestra época geológica actual, en el cual la biodiversidad está disminuyendo y los ecosistemas en todo el mundo se están transformando en otros (Mundo de Hoy, 2015).

<sup>22</sup> Premio Nobel de Química por su trabajo sobre la incidencia del ozono en la atmósfera, en 1995.

<sup>23</sup> En su historia natural, de 44 tomos, Leclerc también postuló “la teoría de la degeneración americana” -las especies del Nuevo Mundo fueron descritas como más pequeñas y débiles que europeos, debido a condiciones climáticas supuestamente desfavorables-. Este argumento sirvió de base al “macrohistoriador” Alfred Crosby para justificar el éxito de la colonización europea no por su superioridad técnica y militar ni su mejor organización político-económica sino por la superioridad de sus sistemas ecológicos (Crosby, 2013, p. 22).

como agente geológico independiente y propuso hablar de Holoceno como período de transición entre un Cuaternario o Pleistoceno y un **Quinario o Tecnógeno**, dominado por la tecnología.

En 2009, se conformó el Grupo de Trabajo sobre el Antropoceno (GTA o AWG por sus siglas en inglés *-Anthropocene Working Group-*), dependiente de la Subcomisión de Estratigrafía del Cuaternario, con el objetivo de evaluar las evidencias de esta potencial nueva división de la escala de tiempo geológico (Vidas, 2009). En el 35 ° congreso de la IUGS (Ciudad del Cabo, Sudáfrica, 2016), el GTA presentó su recomendación para formalizarlo. Sus 35 miembros<sup>24</sup>, con una sola abstención, estuvieron de acuerdo en que el concepto de Antropoceno “es geológicamente real, funcional y estratigráficamente distinto de la época anterior” (Trischler, 2017, p. 48). Si bien es una unidad localmente delgada y de corta duración en términos geológicos, los cambios involucrados y las señales estratigráficas resultantes son de escala, extensión global, rapidez e irreversibilidad suficientes para considerarlo parte de la Escala de Tiempo Geológico oficial, con marcas estratigráficas completamente nuevas o fuera del nivel de variación del Holoceno<sup>25</sup> (Zalasiewicz *et al.*, 2017, p. 9).

Para 2022, se han planificado una serie de actividades con el objetivo de analizar una serie de posibles candidatos<sup>26</sup> al GSSP. Se proyecta para diciembre de 2022 la elección del mejor marcador estratigráfico (Waters y Turner, 2022). Si bien se están considerando una amplia gama de señales antropogénicas que pueden usarse para identificar el inicio del Antropoceno alrededor de 1950, se destacan las huellas de radionucleidos (plutonio, radiocarbono) originados en la detonación de la primera bomba nuclear de la historia (Zalasiewicz *et al.*, 2015, p. 6). La detonación del dispositivo atómico Trinity<sup>27</sup>, en Alamogordo, Nuevo México, el 16 de julio de 1945, inició la lluvia nuclear local de 1945 a 1951. En las primeras décadas posteriores, se solía afirmar que dicho evento había dado inicio a la “era nuclear o atómica”. Las más de 500 pruebas de armas termonucleares desde 1952 a 1980, generaron el llamado “pico de bomba” de C<sup>14</sup>, Pu<sup>239</sup> y otros radionucleidos artificiales que alcanzaron su punto máximo en 1964, (Zalasiewicz *et al.*, 2015, p. 5-6; Waters *et al.*, 2016, p. 23; Cearreta, 2016).

Pese a estos avances, se necesita todavía la aprobación de los otros tres organismos científicos (Subcomisión de Estratigrafía del Cuaternario, Comisión Internacional de Estratigrafía e IUGS) para que esta división geológica sea considerada oficial.

Sea aceptado o no como una división formal de la Tabla Cronoestratigráfica, los debates continuarán debido al interés despertado en otras ciencias. Los aportes provienen de distintos

<sup>24</sup> Algunos trabajos consultados son autoría de miembros de esta comisión (Will Steffen; John McNeill; Alejandro Cearreta; Jan Zalasiewicz; Colin Waters y Paul Crutzen).

<sup>25</sup> Se ha propuesto posicionarlo en la jerarquía estratigráfica de época, sin embargo, las posibilidades discutidas entraron en un rango comprendido entre una “sub-edad” o edad hasta un período o, incluso, era. En este último caso marcaría el final del Cuaternario o, incluso, del Cenozoico (Zalasiewicz *et al.*, 2017, p. 11).

<sup>26</sup> Entre ellos, se encuentran depósitos costeros en la bahía de San Francisco (EE. UU.), núcleos de hielo de la Antártida, un depósito en una cueva de Italia, corales de la Gran Barrera de Australia y estratos urbanos en Viena (Andrés, 2022).

<sup>27</sup> Esta detonación originó un vasto campo de material vítreo verdoso que se formó a partir de la licuefacción de la arena del desierto. El material fue llamado “trinitita” (Castelvecchi, 2021).

campos científicos como la geología, geografía, sociología, ciencias políticas, arqueología, antropología, filosofía, historia, química, literatura, medicina, geofísica, arte y educación, entre otras. Para la socióloga argentina Maristella Svampa (2016), desde el punto de vista de las ciencias sociales el ingreso al Antropoceno parece designar un punto de no retorno al Holoceno.

## Si vivimos en el Antropoceno ¿cuándo comenzó?

Si bien el Antropoceno es reconocido como un nuevo periodo desde diversas disciplinas, aún no existen coincidencias respecto de cuándo se habría iniciado. Se han propuesto cinco momentos: 1) la ola de extinciones de la megafauna pleistocénica; 2) el surgimiento de la agricultura en el Neolítico; 3) el desarrollo del capitalismo, a partir del siglo XVI; 4) la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII, y 5) la Gran Aceleración del crecimiento demográfico y la industrialización hacia 1950 (coincidentalmente con la explosión de la primera bomba atómica).

La **extinción de los grandes mamíferos** es la hipótesis menos considerada. Según el químico australiano Will Steffen y sus colaboradores, “durante más del 90% de sus 160 000 años de historia<sup>28</sup>, el *Homo sapiens* ha existido únicamente como cazadores-recolectores”, sin embargo dejó su huella en el ambiente, a través, por ejemplo, de la caza de megafauna (Steffen *et al.*, 2011, p. 741). En el Pleistoceno, vivían mamíferos gigantes (gliptodontes, mastodontes, macrauchenias, toxodontes, megaterios y tigres dientes de sable), incluso en nuestras pampas, como pueden observarse en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata. Dos antropólogos de nuestra universidad postulan que los seres humanos son los principales responsables de su extinción en Sudamérica, contradiciendo la hipótesis más aceptada según la cual desaparecieron como consecuencia de los cambios ambientales asociados a la última glaciación. Consideran que solo habrían cazado unas pocas especies, pero eso habría bastado para generar un desequilibrio que desencadenó un colapso general de toda la comunidad de grandes mamíferos (Prates y Pérez, 2021, p. 8).

El fin de la última Edad de Hielo se asocia a la **revolución agrícola**. Según el paleoclimatólogo Ruddiman (2003, 2013, citados en Horn y Bergthaller, 2020, p.29), el metano de los arrozales y mayores niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico como resultado de la deforestación, la desertificación y la agricultura naciente evitó el próximo ciclo de la Edad de Hielo y, por lo tanto, provocó el inusual período estable y comparativamente cálido conocido como Holoceno. Las fluctuaciones de períodos cálidos y muy fríos características del Pleistoceno habrían sido interrumpidas por el efecto invernadero provocado por los gases producidos por las primeras formas de agricultura. En cambio, para Steffen *et al.*, 2011 (p. 741), las primeras actividades agrícolas pueden haber

---

<sup>28</sup> Para los arqueólogos, en la actualidad, el origen del *Homo sapiens* se calcula entre 250 000 y 300 000 años (L. Zilio, comunicación personal, 3 de abril de 2022).

provocado un aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico pero este no fue suficiente para elevar su concentración más allá de la envoltura de la variabilidad natural.

Ya en esta época existen múltiples ejemplos de modificaciones geomorfológicas. El geólogo español Antonio Cendrero y sus colaboradores mencionan la progresiva salinización y empobrecimiento de los suelos debido a los intensos regadíos en las cuencas del Éufrates y el Tigris, y el progresivo cegamiento del antiguo puerto de Éfeso – hoy a unos 6 km de la costa egea-, debido a cambios de uso del suelo en su cuenca (Cendrero *et al.*, 2006, p. 188-189). Por su parte, el historiador español José Remesal Rodríguez (2018, p. 72) estudia, desde hace años, el monte Testaccio (Roma, Italia). Se trata de una colina artificial, con más de 50 m de altura y a escasos metros del antiguo puerto romano, formada exclusivamente por los restos de millones de ánforas que habían contenido principalmente aceite de oliva. Casi el 85% provenía del sur de España.

Para el historiador estadounidense Jason Moore, el **desarrollo del capitalismo** “en el ‘largo’ siglo XVI (c. 1450-1640) marcó un punto de inflexión en la historia de la relación de la humanidad con el resto de la Naturaleza” (2013, p. 10). Explica que la expansión geográfica del sistema de mercancías dentro y fuera de Europa, creó las condiciones indispensables para los avances técnicos e institucionales implicados en el incremento de la productividad del trabajo:

El veloz proceso de apropiación en el interior de las sucesivas fronteras mercantiles rápidamente derivó en condiciones de sobreapropiación –los bosques para extraer combustible y madera se trasladaron más lejos, las tierras se agotaron, las hierbas y plagas proliferaron– y esto debilitaría las condiciones para el propio beneficio local (Moore, 2013, p. 21).

En síntesis, la acumulación del capital viene de la mano de la transformación de la naturaleza y, como dice Moore (2013, p. 13), el capitalismo está definido por el movimiento de fronteras. Considera que la revolución industrial “fue un punto de inflexión en un proceso histórico ya en marcha, no la culminación de un patrón de desarrollo premoderno” (Moore, 2013, p. 10).

Crutzen (2002, p. 23) afirma que el Antropoceno comenzó en la **Revolución Industrial**, a finales del siglo XVIII. Lo hace coincidir con el diseño de la máquina de vapor -creada por James Watt, 1784- ya que las muestras del aire atrapado en el hielo polar mostraron el comienzo de concentraciones globales crecientes de CO<sub>2</sub> y metano para la misma época. Steffen *et al.* (2011, p. 742) consideran que, hacia 1800, con la industrialización comenzó el uso mejorado de combustibles fósiles. Su rápida expansión aumentó lentamente la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Según Leff (2002, p. 204), esta concentración se ha incrementado en 31%, entre 1750 y nuestros días, un nivel jamás alcanzado en el pasado.

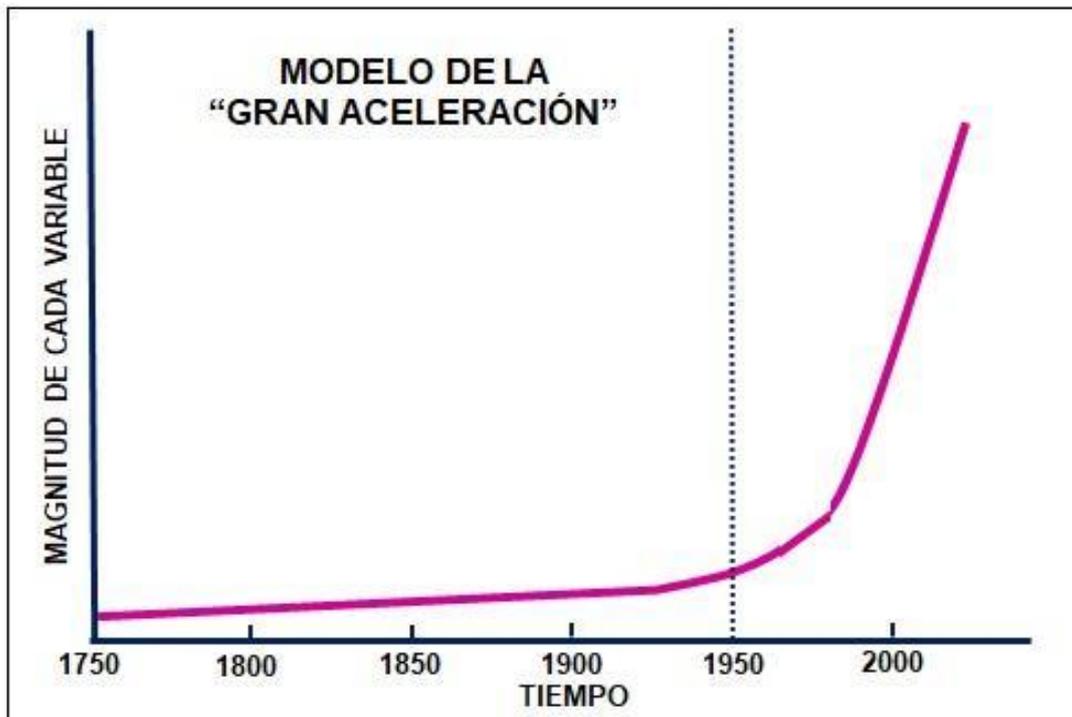
Previo a la irrupción del concepto Antropoceno, Santos (2000, p.146), al hablar del papel que alcanzaron las técnicas a través de las máquinas, había considerado a la Revolución Industrial como un momento de “gran aceleración”, punto de partida para transformaciones considerables. Sin embargo, a partir de las investigaciones de Steffen *et al.* (2011), se comienza a considerar otra **Gran Aceleración**, la del crecimiento demográfico y la industrialización hacia

1950, (coincidentalmente con la explosión de la primera bomba atómica). A través de 24 indicadores, se trazaron gráficas de la actividad humana desde el comienzo de la revolución industrial, en 1750, hasta el año 2000 (luego actualizado a 2010). Los indicadores socioeconómicos se relacionan directamente con la huella humana en el funcionamiento del Sistema Tierra, mientras que los otros 12 indicadores rastrean cambios en las principales características del sistema. Todas las gráficas muestran el mismo patrón: un explosivo aumento hacia 1950, excepto en la concentración de metano atmosférico y la pérdida de ozono, que mostraron una desaceleración o estabilización.

El comportamiento de esta curva (figura 2), se repite en otras investigaciones como la de Waters *et al.* (2016, p. 21), que observan un crecimiento exponencial en la producción de aluminio, plásticos, fibras sintéticas y cemento, y la de Cendrero *et al.* (2006, p. 205) han correlacionado los gráficos de desastres naturales y los daños producidos con variables de tipo económico. La frecuencia de eventos de peligro geomórfico, en nivel local, nacional y global, muestra tendencias de crecimiento exponencial, que parecen estar correlacionados con el producto bruto interno. Sugieren que,

(...) al igual que con el cambio climático, podemos estar ante un acoplamiento entre desarrollo económico y "cambio geomorfológico global" [entrecomillado original], el cual se manifiesta en una creciente huella geomorfológica humana, una aceleración de las tasas de los procesos geológicos superficiales y una intensificación de los riesgos debidos a los mismos (Cendrero *et al.*, 2006, p. 205).

**Figura 2. Modelo de las tendencias de 1750 a 2020 en indicadores globales**



Fuente: realizado por María Cristina Zilio, a partir de las variables utilizadas por Cendrero *et al.* (2006, p. 205); Steffen *et al.* (2011, pp. 742-745) y Waters *et al.* (2016, pp. 21-22).

Algunos científicos consideran que las dos primeras hipótesis podrían ser precursoras de esta nueva época, porque la población era escasa, con bajo uso de recursos y los cambios eran a escala local y diacrónicos en el tiempo (Zalasiewicz *et al.*, 2017, pp. 9-10). Para otros, podría hablarse de un Antropoceno, dividido en épocas (Issberner y Léna, 2018, p. 9). De ser así, el Antropoceno sería entonces sólo otro nombre para el Holoceno.

Sin embargo, consideramos que la llegada de los europeos a América y el saqueo colonial posterior –continuado en la actualidad bajo diferentes formas de extractivismo–, por su dimensión espacial y temporal, es un momento de inflexión en la historia del planeta, que se incrementa drásticamente con la “Gran Aceleración”.

## ¿Cuáles son las señales del Antropoceno?

El cambio climático es solo la punta del *iceberg* de las transformaciones antrópicas<sup>29</sup>. La evidencia de que la Tierra se está calentando es inequívoca. Las emisiones humanas de gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>, han sido responsables de la mayor parte del calentamiento desde mediados del siglo (Steffen, 2011, p. 739).

Antes de la irrupción del concepto de Antropoceno, Ter-Stepanian (1988, p. 140) se preguntó hasta qué punto los seres humanos estamos reproduciendo, imitando o reemplazando a los agentes naturales en multitud de procesos, atmosféricos, hidrológicos, biológicos, geológicos internos y externos, e incluso solares. Sus reflexiones, simplificadas por Bruschi *et al.* (2011, p. 2), se observan en la figura 3. Hemos agregado el concepto “dispersión” de especies. La pandemia nos ha recordado el papel de los humanos en la distribución tanto de animales, plantas como de enfermedades infecciosas, como el Covid 19. En especial, analizaremos algunas señales: 1) antropogeoformas y huella geomorfológica humana, 2) tecnofósiles, como los plastiglomerados y 3) sexta extinción.

---

<sup>29</sup> Ver Capítulo 10. *Impactos ambientales y Cambio Climático en la franja costera atlántica bonaerense.*

Figura 3. Las actividades humanas versus las fuerzas de la naturaleza



Fuente: modificado de Ter-Stepanian (1988, p. 140) y Bruschi *et al.* (2011, p. 105) por María Cristina Zilio. En verde vemos las fuerzas naturales y, en rosa, las antrópicas. El concepto “dispersión” ha sido agregado por las autoras del capítulo.

## Antropogeoformas

Son múltiples los ejemplos del papel de la humanidad como agente geológico o como constructor de **antropogeoformas**. Entre los innumerables ejemplos, que se vinculan con problemáticas ambientales, podemos mencionar: 1) la extravagante **creación de islas** en Dubai (Emiratos Árabes Unidos) que, al igual que las **urbanizaciones cerradas**<sup>30</sup> en humedales, son el resultado de proyectos inmobiliarios asociados a las pautas globales del urbanismo neoliberal; 2) la **implantación de pinos** (“megapinería”) o eucaliptos sobre pastizales y la práctica agrícola sobre **áreas deforestadas**<sup>31</sup>, prácticas extractivistas que generan cambios en los distintos sistemas ecológicos, en particular en sus condiciones hídricas; 3) la **minería subterránea**<sup>32</sup> y la **explotación a cielo abierto**<sup>33</sup>, en especial las megaminerías, que imitan tanto los procesos de meteorización física y química como los procesos de erosión, transporte y sedimentación; 4) la acumulación de agua en las represas, la extracción de petróleo y gas y la producción de energía geotérmica, así como la explotación minera son algunas de las actividades modernas que generan

<sup>30</sup> Ver Capítulo 13. *Modelar la naturaleza: urbanizaciones cerradas en humedales.*

<sup>31</sup> Ver efectos de la deforestación en Capítulo 15. *Agriculturización y sapping en San Luis y Córdoba: señal antropocénica.*

<sup>32</sup> Ver Capítulo 3. *Johannesburgo (Sudáfrica): el legado de la explotación aurífera.*

<sup>33</sup> Ver un tipo de minería a cielo abierto en Capítulo 4. *Explotación del litio en la Puna Austral: implicancias ambientales.*

**sismos “inducidos”<sup>34</sup>; y 5) la modificación de cursos de agua<sup>35</sup> –con variados objetivos-, que modifica el volumen de las aguas de las cuencas a las que alimentan<sup>36</sup>.**

Estos procesos antropogeomórficos disparan otros procesos y encierran riesgos. Por ejemplo, en el partido de La Plata, la decapitación de suelos para fabricación de ladrillos y la extracción de áridos para rellenos ha generado una brusca disminución de la productividad de los suelos y sus canteras abandonadas constituyen un peligro para la salud y la seguridad, donde se han producido decenas de muertes<sup>37</sup>. Por otra parte, el tratamiento y la disposición final de residuos sólidos urbanos, a cargo del CEAMSE, en el camino a Punta Lara (partido de Ensenada), más allá de otros impactos, modifica el paisaje y el drenaje de las aguas vecinas. La “montaña” que hoy vemos no solo cambia la línea del horizonte, sino que genera cambios en el desagüe de las aguas, formándose numerosas lagunas después de lluvias intensas.

El consumo de rocas y minerales es un buen indicador del papel de los seres humanos como agentes de excavación y transporte de materiales sólidos sobre el planeta. Por ejemplo, en 1979, el consumo personal en Alemania equivalía a 14,5 t/año mientras que, a nivel mundial, era de 4,5 t/año (Cendrero *et al.* 2006, p. 189). Se debe considerar que el volumen removido es mucho mayor al mencionado porque se debe sumar un volumen considerable de material descartado por carecer de valor económico. Para Bruschi *et al.* (2011, p. 104), la “denudación tecnológica” es con gran diferencia el factor que más contribuye a la denudación a nivel global (figura 4).

**Figura 4. Denudación tecnológica para el conjunto de tierras emergidas**



Fuente: modificado de Bruschi *et al.* (2011, pp. 105-106) por María Cristina Zilio.

Teniendo en cuenta las manifestaciones del cambio geomórfico global, Cendrero *et al.* (2006, p. 191) propusieron el concepto de **Huella Geomorfológica Humana**, que se expresa en térmi-

<sup>34</sup> Ver Capítulo 5. *Terremotos: similares magnitudes, diferentes consecuencias... ¿Por qué?*

<sup>35</sup> Ver Capítulo 8. *Gestión de cuencas hidrográficas: comparación de tres experiencias.*

<sup>36</sup> Por ejemplo, el mar de Aral, otrora el cuarto lago más grande del mundo, se ha ido reduciendo hasta una décima parte de su superficie, a partir de la implantación de un plan soviético que, en 1960, comenzó a desviar sus aguas hacia una zona productora de algodón. Los barcos varados en un desierto de arena reflejan esta realidad. A la inversa, la construcción de un canal para regular las aguas de las lagunas Encadenadas, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, terminó con la muerte de Villa Epecuén, cuando las aguas saladas de la laguna homónima inundaron la villa, diez años después de la finalización de la obra.

<sup>37</sup> Ver el tema de las cavas en Capítulo 12. *Problemáticas ambientales asociados a la transformación del paisaje.*

nos de tasa de creación de antropogeofomas y tasa de movilización de sedimentos. Este concepto está en cierto modo relacionado con el de huella ecológica<sup>38</sup> pero tiene un significado bastante distinto.

## Tecnofósiles

El crecimiento explosivo de la población humana desde la “Gran Aceleración” ha venido acompañado de un incremento en la velocidad de evolución tecnológica y la globalización ha expandido los nuevos artefactos por todo el planeta.

En la actualidad, el 10% de la producción anual de hidrocarburos se destina a la producción de plásticos. Cuando ya no interesan, son liberados al ambiente o depositados en vertederos. Esto es lo que ha pasado, dice Cearreta (2018), con el 60% de los plásticos producidos en las últimas décadas. Sin embargo, **icnofósiles**<sup>39</sup> humanos han aparecido desde mucho antes. Estos incluyen hormigón, ladrillos, cemento, material para carreteras (alquitrán macadán), cerámica, etc. Los seres humanos producen artefactos a partir de materiales que son muy raros en la naturaleza (hierro, aluminio, titanio) o desconocidos naturalmente.

Dada la extraordinaria diversidad de artefactos humanos (vinculados a las actividades de una sola especie) y la aceleración de la evolución en tipo y cantidad sin precedentes en el registro geológico de la Tierra, Zalasiewicz *et al.* (2014, p. 3) han sugerido que estos representan la nueva categoría de **tecnofósiles**. Este tipo de fósiles podrá clasificarse en un futuro, afirma Cearreta (2018). Por ejemplo, un taxón genérico podría ser los teléfonos y, una “especie”, un *iPhone*.

Dentro de los denominados tecnofósiles, una sedimentóloga canadiense y su equipo han bautizado con el nombre de **plastiglomerado** a una nueva “roca” formada por la aglutinación de sedimentos naturales y plástico derretido debido a fogatas (Corcoran *et al.*, 2014, p. 4). Originalmente, este material fue estudiado en playas de Hawái. Son particularmente peligrosos si se incorporan a la cadena alimenticia<sup>40</sup>. Para el politólogo español Arias Maldonado (2016, p. 3), el plastiglomerado es un *Frankenstein* socionatural nacido de la convergencia de procesos humanos y naturales no intencionados ni dirigidos, un símbolo de esta época.

---

<sup>38</sup> La Huella Ecológica puede expresarse como el número de planetas necesarios para satisfacer las necesidades de la humanidad en un determinado periodo” (UNESCO, 2018). Hoy estamos consumiendo un planeta y medio por año pero la responsabilidad compete sobre todo a los países más ricos y también a los llamados países emergentes, mientras los países de América Latina están por debajo del 50 % del consumo (Svampa, 2016).

<sup>39</sup> Los icnofósiles (del griego *ikhnos*, huella, marca) son estructuras preservadas en rocas sedimentarias que registran actividad biológica.

<sup>40</sup> Se ha comprobado que los plásticos ya están presentes en el interior de los organismos vivos. Por ejemplo, un estudio realizado por científicos del Instituto de Limnología (UNLP – CONICET) comprobó que especies que habitan el estudio del Río de la Plata (como surubies, sábalos, pejerreyes y carpas) albergan microplásticos, en su tubo digestivo, que podrían afectar la calidad de las especies para el consumo humano (Pazos *et al.*, 2017).

Además de esta capa de residuos que estamos produciendo como futuros fósiles, debemos sumar los **fósiles del espacio exterior**. Una nueva capa geológica de basura espacial orbita alrededor del planeta como cementerio tecnológico (Parikka, 2021, p. 232).

Para el artista Grégory Chatonsky, estos fósiles (a los que denomina telofósiles<sup>41</sup>) representan el doble papel de la tecnología: “participan del agotamiento de nuestro planeta pero también constituyen rastros de nuestras existencias” (citado en Parikka, 2021, p. 223).

## La sexta extinción

A lo largo de la historia de la Tierra se reconocen cinco grandes extinciones masivas –más otras de menor escala- en las que se produjo la desaparición de un elevado porcentaje de especies pero nunca la totalidad de las mismas. Han sido episodios prácticamente instantáneos –a escala geológica-, entre tres meses hasta tres millones de años, provocados por distintas causas –erupciones volcánicas, cambios climáticos, impacto de meteoritos o erupciones solares gigantes- (Maldonado, 2009, p. 288-289). Numerosos investigadores consideran que estamos atravesando una sexta extinción, con características inusuales respecto a las anteriores, que habría comenzado con la extinción de la megafauna y se habría acelerado hacia 1950. Un equipo de ecólogos y biólogos ha concluido que las tasas de extinción recientes no tienen precedentes en la historia de la humanidad (Ceballos *et al.*, 2015, p. 3). Para el siglo XXI, los seres humanos superamos ampliamente la biomasa de cualquier especie animal grande, según el entomólogo Edward Wilson (2003, citado en Costa, 2021, p. 18). Indica que el 95% de los mamíferos terrestres grandes está conformado por los seres humanos (36%) y los animales domésticos, ya sea de consumo o mascotas (60%).

El reemplazo del paisaje nativo, hábitat de una gran variedad de fauna y flora autóctona, por actividades culturales –ganadería, forestación, agricultura-, genera una fuerte simplificación de los ecosistemas. Los historiadores franceses Bonneuil y Frescoz (2016, p. 23) vaticinan que, en unos pocos millones de años es probable que los geólogos, “si sobrevive esta profesión típica del Antropoceno”, cuando examinen los depósitos dejados por esta época, detectarán una transición tan repentina como la famosa extinción de los dinosaurios.

La ventana de oportunidad se está cerrando rápidamente, afirman Ceballos *et al.* (2015, p. 1), ya que, de continuar el ritmo de extinción actualmente elevado, los humanos pronto (en tan solo tres vidas humanas) se verán privados de muchos beneficios de la biodiversidad.

A pesar de las evidencias, algunos biólogos niegan que haya una crisis. Afirman que las tasas de extinción estimadas han sido exageradas y que, como los humanos son parte del mundo natural, las extinciones provocadas por el hombre son un fenómeno natural (Cowie *et al.*, 2022, p. 17). Para estos biólogos, los humanos no somos simplemente otra especie, somos la “única”

---

<sup>41</sup> Lo plantea en su obra “Telofósiles”, una ficción especulativa sobre un planeta sin humanos (Parikka, 2021, p. 223).

especie que tiene una opción reflexiva con respecto a nuestro futuro y el de la biodiversidad (Cowie *et al.*, 2022, p. 3). Consideran que hay numerosas ideas sólidas para la acción pero que “falta voluntad política” para desarrollarlas (Cowie *et al.*, 2022, p. 17).

## El concepto de Antropoceno puesto en debate

El debate sobre el Antropoceno ha cruzado las fronteras de la geología y se extendió a todas las disciplinas, incluidas las ciencias sociales y humanas. Todo este abanico de discusiones ha impulsado a algunos investigadores a considerar que debe cambiarse el nombre de Antropoceno por otros términos que representen críticamente los procesos sociohistóricos relacionados. Podemos clasificar las diferentes propuestas en tres grupos (antropocéntricas, ecocéntricas y post-antropocénicas).

La humanidad está involucrada en los cambios antrópicos pero, nos preguntamos ¿somos todos responsables en la misma medida? Bonneuil y Frescoz (2016, p. 27) responden a esa pregunta con una metáfora. Afirman que nuestro propio modelo de desarrollo es el que está golpeando la Tierra como un *bumerang*, por lo tanto, sólo pequeños grupos de personas en los países industriales son los verdaderos responsables de los problemas ambientales de la modernidad. En otras palabras, una minoría cuenta con una importante cuota de poder en las decisiones y se lleva la mayor parte de los beneficios, concentrando la riqueza obtenida, mientras transfiere los perjuicios principalmente a territorios cuya población asiste a una reducción en su calidad de vida, o a la extinción de la vida misma, generando desigualdad e in-sustentabilidad (Pohl Schnake y Coppiarolo, 2020).

En el primer grupo de propuestas se destaca el término **Capitaloceno**, propuesto por Moore, que atribuye la responsabilidad a la expansión del capitalismo en todo el planeta. En palabras del sociólogo argentino Horacio Machado Aráoz (2017, p. 199), Capitaloceno significa “un tiempo geológico donde la historia es concebida y producida como guerra infinita<sup>42</sup>; como guerra perpetua”, que involucró dramáticas transformaciones socioecológicas que ya dejan de ser exclusivamente locales, o regionales, y que pasan a tener alcances verdaderamente mundiales y de larga duración (Machado Aráoz, 2017, p. 204).

Svampa (2016) habla de **Oligantropoceno** ya que la responsabilidad estaría concentrada en una pequeña fracción de la humanidad. Considera que la historia del Antropoceno es también la historia del **Angloceno**, porque Gran Bretaña y Estados Unidos representan el 60 % de las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub>, en 1900, y casi el 50 %, en 1980, aunque, a esto hay que agregarle el ingreso de otros países sobre todo a partir de la segunda década del siglo

---

<sup>42</sup> Para Machado Aráoz (2017, p. 199), el 12 de octubre de 1492 comienza “la Primera Guerra Mundial, en estricto rigor histórico-geográfico, la única guerra propiamente mundial; guerra ésta que tiene fecha de inicio, pero que se extiende hasta nuestros días”.

XX. La bióloga estadounidense Dona Haraway (2016, p. 18) habla de **Plantacionoceno** o Era de las Plantaciones. Se refiere a la transformación agrícola asociada a la esclavitud y otras formas de explotación (café, cacao, bananas, algodón, etc.) que hoy continúa con nuevas actividades específicas (principalmente, producción global de carne industrializada y monocultivos de soja, maíz, pinos y/o eucaliptus).

Para Bonneuil (2015), hasta hace poco tiempo, debía hablarse de **Occidentaloceno** ya que la responsabilidad del cambio climático no recae sobre los países pobres del mundo, sino sobre los países ricos industrializados. Podemos relacionar esta propuesta con algunas conclusiones de Horn y Bergthaller (2020) quienes consideran que, a pesar de sus pretensiones de universalidad, los debates sobre el Antropoceno sigue siendo en gran medida una preocupación occidental (p. 170), sin embargo, las naciones asiáticas son una parte muy importante del problema y, por lo tanto, deben ser parte de la solución, “si es que debe haber una” (p. 173).

Para la socióloga argentina Flavia Costa debería llamarse **Tecnoceno** debido no solo a la aceleración de los desarrollos tecnológicos, en particular los de la información y la comunicación. La manipulación de la población, a partir de los datos informacionales, por parte de actores como empresas y gobiernos, nos alerta sobre la mirada ingenua que solemos tener respecto del rol de las tecnologías (Costa, 2021, pp. 13 y 163).

Las propuestas ecocéntricas incluyen el **Chthuluceno** y el **Eremoceno**. Ambas valoran nuestra necesaria relación asociativa con los “no humanos” para sobrevivir a esta época y nos recuerdan la revolucionaria teoría de **Gaia**<sup>43</sup>, propuesta por el ambientalista inglés James Lovelock. El Chthuluceno fue propuesto por Haraway<sup>44</sup> (2016, pp. 19-20). Hace referencia a los “poderes y fuerzas tentaculares de la tierra y de las cosas reunidas en nombres como (...) Gaia, (...) Mujer-Araña, Pachamama (...), entre otras”. Pone el énfasis en la interconexión entre todas las especies. Por su parte, Edward Wilson, biólogo norteamericano que acuñó el término “biodiversidad”, propuso hablar de Eremoceno, la edad de la soledad y del mundo domesticado. Sin embargo, aclara que los seres humanos no pueden estar solos. No están exentos de la interdependencia de las especies. Nos recuerda que la biosfera no nos pertenece, somos nosotros quienes le pertenecemos a ella (Wilson, 2017, citado en Giménez Barbat, 2017).

A las propuestas anteriores, podemos sumar dos propuestas “post-antropocénicas”. El **Plutoceno** fue acuñado por el paleoclimatólogo australiano Andrew Glikson (2017) para describir un período posterior al Antropoceno (habría comenzado hacia 1750), marcado por una capa sedimentaria marina rica en plutonio. Para Lovelock, el Antropoceno está llegando a su fin (se habría iniciado en 1712, con la invención de la máquina de vapor). Según su propuesta, de 2019, ya estamos en el **Novaceno** porque el impulso exponencial de la tecnología ha culminado con el nacimiento de la inteligencia artificial -IA- (Wagner, 2019).

<sup>43</sup> *Gaia* -también conocida como *Gea*- diosa griega de la Tierra. Etimológicamente, se utiliza como prefijo del nombre de ciencias que implican el estudio del planeta, como geografía, geomorfología y geología.

<sup>44</sup> Haraway explica que no hace referencia al monstruo Cthulhu, de Lovecraft (2016, p. 19).

Bauer y Ellis (2018, p. 210) concuerdan en la posibilidad de cambiar el nombre de Antropoceno por otros términos y consideran que el Antropoceno representa un período oscuro del entorno humano asociado con la modernidad y la consecuencia de la creencia eurocéntrica en la división entre la naturaleza y la humanidad que ahora "afecta catastróficamente el destino de todos" (p. 210). A estas ideas, Zalasiewicz *et al.* (2018, citado en Briones *et al.*, 2019), responden que, en todo caso, si los nuevos nombres son útiles a las ciencias sociales, tal vez esto resuelva los "muchos Antropocenos" pero estos términos no sustituyen al Antropoceno "geológico" porque encarnan diferentes conceptos e intereses.

Para Trischler (2017, p. 50) es crucial distinguir entre el Antropoceno en un sentido científico, como un concepto geológico, y el Antropoceno como concepto cultural, en un sentido más amplio. En una crítica publicada en el mismo trabajo de Bauer y Ellis (2018, pp. 215-216), Braje considera que los argumentos de los autores, al igual que de otros investigadores, sobre "diferentes antropocenos", está empujando a una división y a un aislamiento académicos. Se pregunta ¿por qué reemplazar el Antropoceno con otro término o términos y perder todo el impulso construido para educar al público y estimular diálogos interdisciplinarios? Sin embargo, cierra su idea refiriéndose a un "Antropoceno" geológico, con mayúscula, y a "antropoceno/s", con minúscula, para las propuestas de contenido social.

Teniendo en cuenta los distintos argumentos, proponemos el uso del término **Antropo(capitalo)ceno** o **Antropocapitaloceno**<sup>45</sup> como "concepto paraguas" *-umbrella concept-* (Zilio, 2022). En este juego de palabras, cada especialista puede hacer sus aportes pero sin perder de vista una perspectiva interdisciplinaria y transdisciplinaria. En otras palabras, hablar del Antropocapitaloceno nos remite al origen del término (Antropoceno) y nos permite visibilizar las profundas transformaciones que está registrando el planeta pero, al hacerlo desde una mirada crítica, reconocemos que no todos somos responsables por igual, en estrecha relación con el desarrollo capitalista (Capitaloceno).

## A modo de cierre: pensar en nuestro futuro

A lo largo de este capítulo transitamos por distintos debates abiertos acerca del reconocimiento del Antropoceno como un nuevo periodo geológico (respecto a las ciencias "duras") o histórico (para las ciencias sociales).

---

<sup>45</sup> En una búsqueda exhaustiva de ideas similares, con posterioridad a la publicación de Zilio (2022), hemos hallado diferentes variantes (AntropoCapitaloceno, Antropocapitaloceno, Capitalantropoceno) pero pareciera que las propuestas no reconocen un origen común. El rastro más antiguo lo encontramos en 2015, en el programa de unas charlas sobre Antropoceno, donde Françoise Vergès dialogó sobre "Antropocapitaloceno y política colonial en nuestros días", (Black-market for useful knowledge and non knowledge, 2015). Sin embargo, en 2019, esta politóloga y activista francesa vuelve al concepto de "Antropoceno-Capitaloceno" (Vergès, 2022, p. 38).

Desde las perspectivas antropocéntricas, hay consenso acerca de que la especie humana está realizando cambios en los sistemas terrestres a un ritmo acelerado. Nos encontramos ante una encrucijada crucial. Tres caminos y tres resultados completamente diferentes: mantener el rumbo, implementar medidas drásticas o intentar mitigar los impactos. Si mantenemos el mismo rumbo, la exacerbación de las lógicas de la racionalidad capitalista incrementaría la crisis socio-ecológica y se podría llegar a un punto de inflexión o “no retorno”. La utilización de opciones drásticas, basadas en la manipulación deliberada de un proceso del sistema terrestre, puede generar efectos secundarios no deseados e imprevistos que podrían tener consecuencias graves<sup>46</sup>. Los intentos de mitigación obligan a pensar estrategias alternativas al extractivismo dominante. En síntesis, nuestro espacio seguro es limitado, está en riesgo y es objeto de conflictos. Somos conscientes de nuestra huella como fuerza no solo geológica sino global.

## ¿Sabías que la cultura digital tiene su legado geológico?

En primer lugar, debemos entender que la famosa “nube” donde se almacena toda nuestra información digital no es en realidad una nube. Esa infraestructura invisible tiene una huella física. Los datos necesitan de un soporte material. Esa nube cuenta, por ejemplo, con cables de telecomunicaciones, subterráneos y submarinos, y sofisticados e inmensos edificios<sup>47</sup>, como los que están en Silicon Valley (EE.UU), que conectan entre sí una red enorme de servidores remotos de todo el mundo que funcionan como un único ecosistema ¿Cuánta basura almacenamos innecesariamente en dicha nube (mensajes descartados, *spam*, etc.)?

En segundo lugar, los progresos tecnológicos están estrechamente asociados tanto al agotamiento como a la contaminación del planeta. Por ejemplo, un celular está compuesto por numerosos elementos químicos<sup>48</sup> diferentes y para producir un microchip de memoria de dos gramos, se descarta 1,3 kilogramos de combustibles y materiales. Las industrias de la informática son “tan sucias como los ancestros industriales que al menos indicaban peligro con sus chimeneas”, afirma Parikka (2021, p. 208). Su legado tóxico incluye productos químicos, toxinas y la materialidad de la electrónica. Como dice este historiador y teórico de los medios finés (2021, p. 208), a pesar de que “lo digital” lleva continuamente las connotaciones inmatrimales de la información, está y siempre ha estado conectado a tierra y, por lo tanto, territorializado.

---

<sup>46</sup> Por ejemplo, Crutzen propuso inyectar 1.5 millones de toneladas de partículas de dióxido de azufre a la atmósfera con el fin de reflejar la luz del sol, con el objetivo de detener el calentamiento global. Fue muy criticado por esta idea (Trischler, 2017).

<sup>47</sup> Que además requieren elevado consumo energético para permitir el funcionamiento tanto de los equipos relacionados con la tecnología digital como para los equipos de refrigeración que evitan su sobrecalentamiento.

<sup>48</sup> Oxígeno, silicio, aluminio, potasio, estaño, indio, cobalto, litio, carbono, grafito, fósforo, antimonio, arsénico, boro, galio, cobre, oro, plata, platino, paladio, neodimio, hierro, boro, magnesio, etc. (Universidad de Valencia, 2016).

## Preguntas para reflexionar

- ¿Consideras que es válido utilizar el concepto de Antropoceno para visibilizar las profundas transformaciones que está registrando el planeta? Fundamenta tu respuesta.
- Reflexiona sobre la idea del Antropoceno y el reconocido proverbio indígena americano: "no heredamos la Tierra de nuestros antepasados; la tomamos prestada de nuestros hijos".
- ¿Te reconoces co-responsable por el futuro del planeta y de todos sus habitantes? ¿En qué aspectos de tu vida consideras que vas por "buen camino"? ¿Qué cambios consideras que debes incorporar?

## Referencias

- Andrés, R. (16 de mayo de 2022). Bienvenidos al Antropoceno: nunca la humanidad estuvo tan cerca de cambiar de época geológica. *El diario ar*. Recuperado de [https://www.eldiarioar.com/sociedad/bienvenidos-antropoceno-humanidad-estuvo-cerca-cambiar-geologica\\_1\\_8992597.html](https://www.eldiarioar.com/sociedad/bienvenidos-antropoceno-humanidad-estuvo-cerca-cambiar-geologica_1_8992597.html)
- Arias Maldonado, M. (15 de junio de 2016). El Antropoceno: globalización y biosfera. *Ciclo Bienvenidos al Antropoceno*. Madrid: Ateneo de Santander/Instituto Oceanográfico Español, Recuperado de <https://docplayer.es/49630509-El-antropoceno-globalizacion-y-biosfera.html>
- Bauer, A. y Ellis, E. (2018). The Anthropocene Divide: Obscuring Understanding of Social-Environmental Change. *Current Anthropology*. 59(2), 209–227. The University of Chicago. Recuperado de <https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/697198>
- Blackmarket for useful knowledge and non knowledge (noviembre, 2015). *Encyclopedia Experten*, 19, Paris. Recuperado de [https://mobileacademy-berlin.com/wp-content/uploads/Blackmarket\\_Paris\\_November-2015\\_Encyclopedia\\_Experten.pdf](https://mobileacademy-berlin.com/wp-content/uploads/Blackmarket_Paris_November-2015_Encyclopedia_Experten.pdf)
- Bonneuil, C. (noviembre, 2015). ¿Somos todos responsables? *Le Monde Diplomatique* en español. Recuperado de <https://mondiplo.com/somos-todos-responsables>
- Bonneuil, C. y Fressoz J. B. (2016). *The Shock of the Anthropocene: The Earth, History, and Us*, Verso. Nueva York: Books. Prefacio y Capítulo 1, 3-28. Recuperado de [https://www.ias.edu/sites/default/files/sss/pdfs/Crisis-and-Critique-2018-19/bonneuil\\_anthropocene.pdf](https://www.ias.edu/sites/default/files/sss/pdfs/Crisis-and-Critique-2018-19/bonneuil_anthropocene.pdf)
- Briones, C., Lanata, J. y Monjeau, A. (2019). El futuro del Antropoceno. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 24(84). Universidad del Zulia. Maracaibo. Recuperado de <https://www.re-dalyc.org/jatsRepo/279/27961130001/html/index.html>
- Bruschi, V., Bonachea Pico, J., Remondo Tejerina, J., Forte, L., Hurtado, M. y Cendrero Uceda, A. (2011). ¿Hemos entrado ya en una nueva época de la historia de la Tierra? *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat.* 105, 1-12. Recuperado de <https://rac.es/ficheros/doc/01007.pdf>
- Castelvecchi, D. (17 mayo 2021). La primera detonación nuclear creó cuasicristales 'imposibles'. *Nature* 593, 487. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01332-0>.

- Cearreta, A. (2016). El Antropoceno: ¿concepto científico o declaración política? *Campus. Noticias de la Universidad del País Vasco*. Recuperado de [https://www.ehu.es/eu/-/n\\_20160226-cathedra-alejandro-cearreta](https://www.ehu.es/eu/-/n_20160226-cathedra-alejandro-cearreta)
- Cearreta, A. (2018). ¿Existe el Antropoceno? *Investigación y Ciencia* 506. Recuperado de <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/humanos-751/existe-el-antropoceno-16867>
- Ceballos, G., Ehrlich, P., Barnosky, A., García, A., Pringle, R. y Palmer, T. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), 1-5. Recuperado de <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.1400253>
- Cendrero, A., Remondo, J., Bonachea, J., Rivas, V. y Soto, J. (2006). Acción humana y procesos: *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat. (Esp)* 100(1), 187-209. Recuperado de <https://rac.es/ficheros/doc/00466.pdf>
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. y Fan, J. (febrero, 2022). The ICS International Chronostratigraphic Chart. 36, 199-204. Recuperado de <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02SpanishAmer.pdf>
- Corcoran, P., Moore, C. y Jazvac, K. (junio, 2014). An anthropogenic marker horizon in the future rock record. *GSA Hoy. The Geological Society of America*. 24(6), 4-8. Recuperado de <https://www.geosociety.org/gsatoday/archive/24/6/article/i1052-5173-24-6-4.htm>
- Costa, F. (2021). *Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*. CABA: Taurus.
- Cowie, R., Bouchet, P. y Fontaine, B. (10 de enero de 2022). The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 1-24. Cambridge Philosophical Society. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/brv.12816>
- Crosby, A. (septiembre-noviembre, 2013). Gran Historia como historia ambiental. En *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, XXXIV(136), 21-39. Zamora. Recuperado de <https://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=13729711003>
- Crutzen, P. (3 de enero de 2002). Geology of mankind. *Nature* 415, 23. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/415023a.pdf>
- Giménez Barbat, María (1 de diciembre de 2017). Medio planeta. La lucha por las tierras salvajes en la era de la sexta extinción. Edward O. Wilson. *El Español*. Recuperado de [https://www.elespanol.com/el-cultural/letras/20171201/medio-planeta-lucha-tierras-salvajes-sexta-extincion/266224997\\_0.html](https://www.elespanol.com/el-cultural/letras/20171201/medio-planeta-lucha-tierras-salvajes-sexta-extincion/266224997_0.html)
- Glikson, A. (27 de septiembre de 2017). We may survive the Anthropocene, but need to avoid a radioactive 'Plutocene'. *The Conversation*. Recuperado de <https://theconversation.com/we-may-survive-the-anthropocene-but-need-to-avoid-a-radioactive-plutocene-84763>
- Haraway, D. (junio, 2016). Antropoceno, Capitaloceno, Plantacionoceno, Chthuluceno: generando relaciones de parentesco. *Revista Latinoamericana de Estudios Críticos Animales*. ILECA. III (1), 15-26.
- Horn, E. y Bergthaller, H. (2020). *The Anthropocene. Key Issues for the Humanities*. London: Taylor & Francis Books.

- Issberner, L. y Léna, P. (abril-junio, 2018). Antropoceno: la problemática vital de un debate científico. *El Correo de la UNESCO*, 2, 7-10. Recuperado de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900_spa)
- Leff, E. (2002). La Geopolítica de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. En A. Ceceña y E. Sader (Coord.). *La guerra infinita. Hegemonía y terror mundial (191-214)*. CABA: CLACSO.
- Machado Aráoz, H. (octubre, 2017). “América latina” y la Ecología Política del Sur. Luchas de re-existencia, revolución epistémica y migración civilizatoria. En H. Alimonda, C. Toro Pérez y F. Martín (Coord.) *Ecología política latinoamericana. Pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica*, 2, 193-224. FLACSO. Universidad Autónoma Metropolitana. Buenos Aires. Recuperado de [https://www.clacso.org.ar/libreria-latinoamericana/pais\\_autor\\_libro\\_detalle.php?id\\_libro=1304&campo=autor&texto=3030&pais=1](https://www.clacso.org.ar/libreria-latinoamericana/pais_autor_libro_detalle.php?id_libro=1304&campo=autor&texto=3030&pais=1)
- Maldonado, C. (2009). Evolución, teoría de las extinciones, complejidad. *Acta Biológica Colombiana*, 14, 283-299. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028030007.pdf>
- Moore, J. (2013). El auge de la ecología-mundo capitalista\* (I) Las fronteras mercantiles en el auge y decadencia de la apropiación máxima laberinto, 38, 9-26. Recuperado de [https://jasonwmoore.com/wp-content/uploads/2017/08/Moore-El\\_Auge\\_de\\_la\\_ecologia-mundo\\_capitalista\\_Part\\_I\\_Laberinto\\_2013.pdf](https://jasonwmoore.com/wp-content/uploads/2017/08/Moore-El_Auge_de_la_ecologia-mundo_capitalista_Part_I_Laberinto_2013.pdf)
- Mundo de Hoy (22 de junio de 2015). ¿Vivimos en el Antropoceno? Recuperado de <https://mundo-de-hoy.com/2015/06/22/vivimos-en-el-antropoceno/>
- Parikka, J. (2021). Una geología de los medios. CABA: Caja Negra.
- Pazos, R. S., Maiztegui, T., Colautti, D. C., Paracampo, A. H., y Gómez, N. (2017). Microplastics in gut contents of coastal freshwater fish from Río de la Plata estuary. *Marine pollution bulletin*, 122(1-2), 85-90.
- Pohl Schnake, V. y Coppiarolo L. (2020) *Geografía Crítica y bienes comunes: construyendo puentes desde la Ecología Política Latinoamericana*. Ficha de cátedra. 2020. Departamento de Geografía. FaHCE. UNLP.
- Prates, Luciano y Perez, Iván (2021). Late Pleistocene South American megafaunal extinctions associated with rise of Fishtail points and human population. *Nature Communications*. 12, 2175. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22506-4>
- Remesal Rodríguez, J. (2018). El monte Testaccio (30 años de investigación). *Tribuna d'Arqueologia* 2015-2016. Recuperado de [https://www.academia.edu/37963033/El\\_monte\\_Testaccio\\_30\\_a%C3%B1os\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/37963033/El_monte_Testaccio_30_a%C3%B1os_de_investigaci%C3%B3n)
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo, razón y emoción*. Barcelona: Ariel.
- Steffen, W.; Persson, Å.; Deutsch, L.; Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Richardson, K.; Crumley, C.; Crutzen, P.; Folke, C.; Gordon, L.; Molina, M.; Veerabhadran, R.; Rockström, J.; Scheffer, M.; Schellnhuber, H. y Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship. *AMBIO* 40, 739–761. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3357752/>

- Svampa, M. (13 de agosto de 2016). El Antropoceno, un concepto que sintetiza la crisis civilizatoria. *La Izquierda Diario*. Recuperado de <https://www.laizquierdadiario.com/El-Antropoceno-un-concepto-que-sintetiza-la-crisis-civilizatoria>
- Svampa, Maristella (2019). El Antropoceno como diagnóstico y paradigma. *Lecturas globales desde el Sur. Utopía y Praxis Latinoamericana*, 24(84), 33-54, Universidad del Zulia. Recuperado de <https://redalyc.org/journal/279/27961130004/html/>
- Ter-Stepanian, G. (1 de octubre de 1988). Beginning of the Technogene. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* 38, 133-142.
- Trischler, H. (mayo-agosto, 2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? *Desacatos*, Múnich, 54, 40-57. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/desacatos/n54/2448-5144-desacatos-54-00040.pdf>
- Universidad de Valencia (25 de enero de 2016). Los elementos químicos de los smartphones. Recuperado de <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/elementos-quimicos-smartphones-1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285955476845>
- UNESCO (2018). Léxico del Antropoceno. *El Correo de la UNESCO*, 2. Recuperado de <https://es.unesco.org/courier/2018-2/lexico-del-antropoceno>
- Vergès, F. (mayo, 2022). *Un feminismo descolonial*. Madrid: Traficantes de sueños. Recuperado de [https://traficantes.net/sites/default/files/pdfs/TDS\\_map74\\_feminismo\\_descolonial\\_web.pdf](https://traficantes.net/sites/default/files/pdfs/TDS_map74_feminismo_descolonial_web.pdf)
- Vidas, D. (diciembre, 2009). Anthropocene Working Group of the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Anthropocene Working Group*, 1. Recuperado de <http://quaternary.stratigraphy.org/wp-content/uploads/2018/08/Anthropocene-Working-Group-Newsletter-No1-2009.pdf>
- Wagner, L. (2019). James Lovelock cumple 100 años: Los robots nos tolerarán porque les seremos útiles. *XL Semanal*. Recuperado de <https://www.xlsemanal.com/conocer/tecnologia/20190730/james-lovelock-teoria-gaia-robots-dominaran-mundo.html>
- Waters, C.; Zalasiewicz, J.; Summerhayes, C.; Barnosky, A.; Poirier, C.; Gałuszka, A.; Cearreta, A.; Edgeworth, M.; Ellis, E.; Ellis, M.; Jeandel, C.; Leinfelder, R.; McNeill, J.; Richter, D.; Steffen, W.; Syvitski, J.; Vidas, D.; Waple, M.; Williams, M.; Zhisheng, A.; Grinevald, J.; Odada, E.; Oreskes, N. y Wolfe, A. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*. 351(6269). Recuperado de [https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/512756/1/Waters%20et%20al\\_Science\\_v2.pdf](https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/512756/1/Waters%20et%20al_Science_v2.pdf)
- Waters, C. y Turner, S. (febrero, 2022). Newsletter of the Anthropocene Working Group: Report of activities 2021. *Anthropocene Working Group*, 11. Recuperado de [http://quaternary.stratigraphy.org/wp-content/uploads/2022/03/AWG-Newsletter-2021\\_final.pdf](http://quaternary.stratigraphy.org/wp-content/uploads/2022/03/AWG-Newsletter-2021_final.pdf)
- Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Waters, C.; Barnosky, A. y Haff, P. (2014). The technofossil record of humans. *The Anthropocene Review*, 1, 34–43. Recuperado de [https://leices-ter.figshare.com/articles/journal\\_contribution/The\\_technofossil\\_record\\_of\\_humans/10127450](https://leices-ter.figshare.com/articles/journal_contribution/The_technofossil_record_of_humans/10127450)
- Zalasiewicz, J.; Waters, C.; Williams, M.; Barnosky, A.; Cearreta, A.; Crutzen, P.; Ellis, E.; Ellis, M.; Fairchild, I.; Grinevald, J.; Haff, P.; Hajdas, I.; Leinfelder, R.; McNeill, J.; Odada, E.; Poirier, C.; Summerhayes, C.; Syvitski, J.; Richter, D.; Steffen, W.; Vidas, D.; Waple, M.; Wing, S.; Wolf,

- A.; Zhisheng, A. y Oreskes, N. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/270879730\\_When\\_did\\_the\\_Anthropocene\\_begin\\_A\\_mid-twentieth\\_century\\_boundary\\_level\\_is\\_stratigraphically\\_optimal](https://www.researchgate.net/publication/270879730_When_did_the_Anthropocene_begin_A_mid-twentieth_century_boundary_level_is_stratigraphically_optimal)
- Zalasiewicz, J.; Waters, C.; Summerhayes, C.; Wolfe, A.; Barnosky, A.; Cearreta, A.; Crutzen, P.; Ellis, E.; Fairchild, I.; Galuszka, A.; Haff, P.; Hajdas, I.; Head, M.; Ivar do Sul, J.; Jeandel, C.; Leinfelder, R.; McNeill, J.; Neal, C.; Odada, E.; Oreskes, N.; Steffen, W.; Syvitski, J.; Vidas, D.; Wagemann, M.; y Williams, M. (2017). The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. *Anthropocene*, 19, 55-60.
- Zilio, M. C. (abril, 2022). El Antropo(capitalo)ceno como concepto paraguas. Ficha de cátedra 5, documento de circulación Interna. Cátedra Geografía Física II, Departamento de Geografía. FaHCE-UNLP.