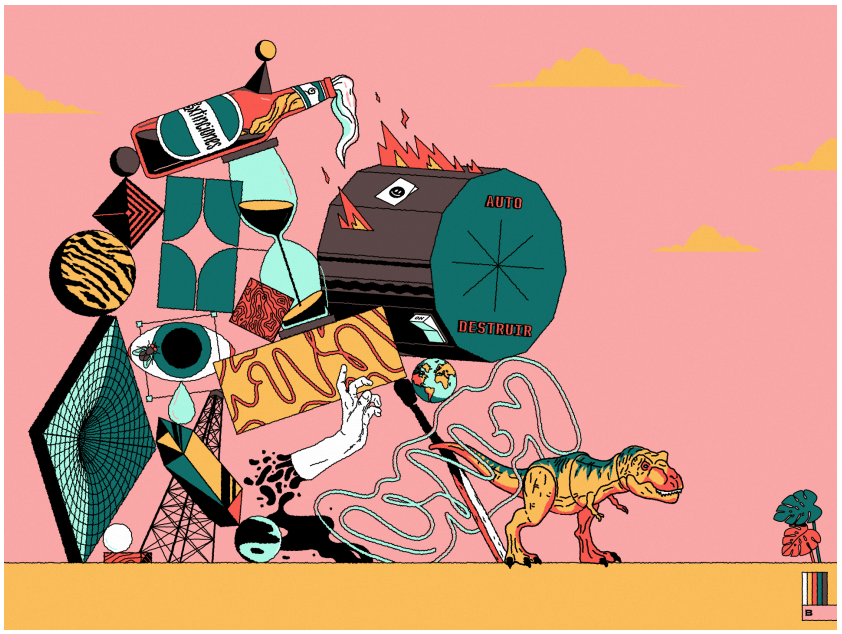


19/08/2020

Sexta a fondo

TXT MARIANO REMIREZ IMG BRUNO SOMOZA

¿Qué es una extinción masiva? ¿La de los dinosaurios fue la más grande?

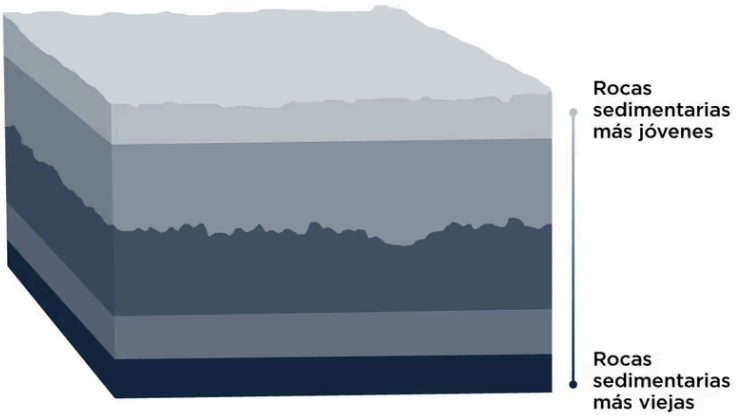
Si hablamos de extinción, lo primero que se nos viene a la cabeza probablemente sea... ¡dinosaurios! Y está muy bien, porque los dinosaurios tienen características que despiertan mucho interés, como su enorme tamaño y que habitaron la Tierra durante más de 140 millones de años. Pero, además, tienen una historia glamorosa acerca de cómo se extinguieron: la famosa idea del meteorito ha generado un mar de literatura y varios episodios de Discovery. La realidad es un tanto aguafiestas: **la extinción de los dinosaurios no es la más importante (al menos en términos cuantitativos) de la historia de la Tierra.** Hubo otras, y todas son significativas porque, además de acabar con especies enteras, dieron lugar a la proliferación de otros organismos. Así que esta es al mismo tiempo una historia de muerte y de

vida. La historia de los que cayeron ayer para que hoy tengamos la Tierra que tenemos.

Tierra de archivo

Cada tanto nos enteramos de que la muerte del último ejemplar de alguna especie marcó su extinción, porque la extinción es esencialmente eso: la desaparición total de una especie. En la actualidad, en algunos casos se hace un seguimiento muy detallado de las especies en peligro y se trabaja en su conservación, y gracias a este detallado seguimiento casi que se puede precisar día y horario en el que la especie finalmente deja de existir. Pero claro, en el pasado esto era un poco más difícil, no podíamos seguir a cada ejemplar hasta verlo morir, entonces ¿cómo sabemos que en el pasado se extinguieron especies? De hecho, ¿cómo sabemos siquiera que existieron otros organismos?

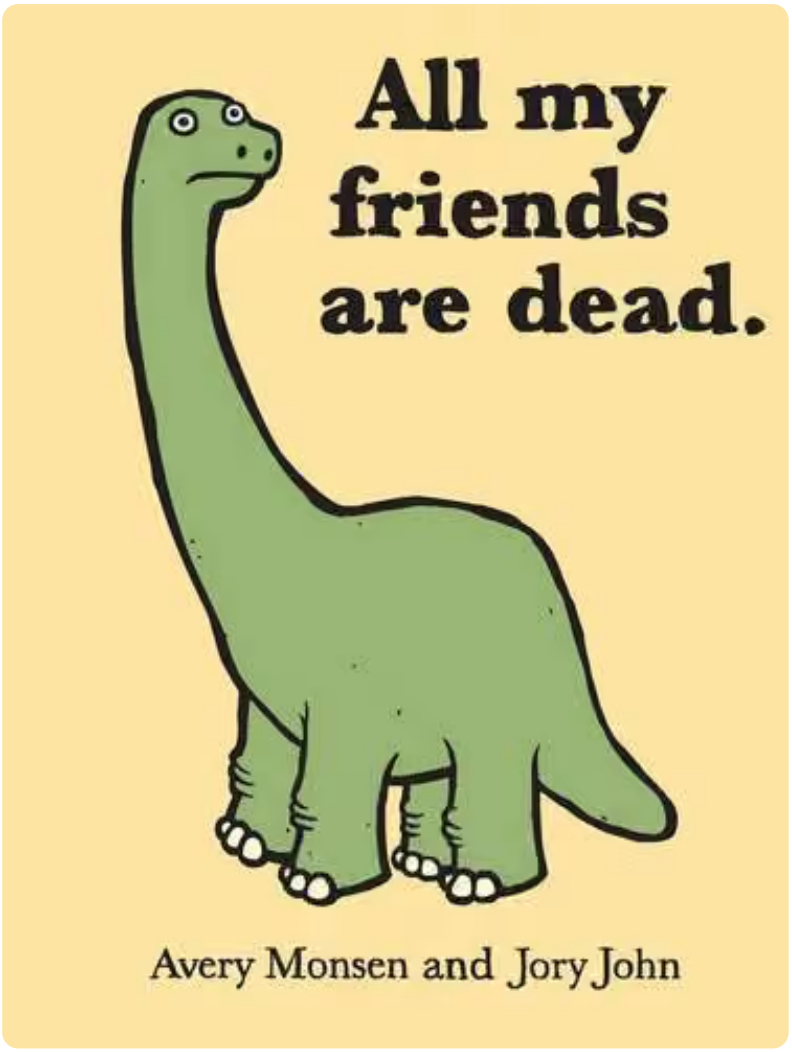
Bueno, posiblemente la respuesta no sorprenda a nadie, pero el registro de organismos que vivieron en el pasado son los fósiles. La corteza terrestre está constituida por una combinación de los tres tipos de rocas (ígneas, metamórficas y sedimentarias) pero vamos a concentrarnos en las sedimentarias, que se apilan a medida que pasan los años (cientos, miles y millones de años) y van atrapando organismos que pueden quedar preservados como fósiles. Las rocas de más abajo son más viejas y las rocas de más arriba son más jóvenes. Por lo tanto, podemos saber que los organismos que encontramos en las rocas de más abajo de la pila son más antiguos y los más arriba son más jóvenes.



Las rocas que están abajo de la pila son más viejas que las que están arriba. Esto, que parece muy sencillo y obvio, es un hito de la Geología moderna.

El tiempo, en geología, se divide en Eones, Eras y Períodos (y algo más, pero que no viene al caso): así, por ejemplo dentro del Eón Fanerozoico está la Era Mesozoica, la cual se divide en los Períodos Triásico, Jurásico y Cretácico. En el registro fósil, la primera aparición de un organismo es el momento en que asumimos que apareció la especie (o la familia, una categoría más amplia que involucra varias especies). Por ejemplo, los dinosaurios aparecieron en el Período Triásico y se extinguieron a fines del Cretácico (unos 140 millones de años más tarde).

¿Y por qué decimos que se extinguieron a fines del Cretácico y no, por ejemplo, durante la Edad de Hielo de hace unos 10.000 años? Porque no hay ningún fósil de dinosaurio que esté en rocas más jóvenes que las de este período. Es decir, e**n las rocas de fines del Cretácico se encuentran los últimos registros de vida de los dinosaurios. Luego, se extinguieron.** Pero ya sabemos cómo funciona la ciencia, tranquilamente podrían aparecer fósiles aún más nuevos que esos, y entonces tendríamos nueva evidencia y nuevas hipótesis, etc.



"Todos mis amigos están muertos". Foto-reacción del último dinosaurio.

Ahora, ¿podemos indicar día y horario de la extinción (como a veces hacemos en la actualidad)? No. No tenemos ese nivel de detalle. Pero lo que sí tenemos es un registro fósil de los organismos que nos permite precisar un intervalo de tiempo, por ejemplo, algunos miles de años. Observamos que los dinosaurios comenzaron un proceso de declinación en su variedad que los llevó, al cabo de un buen tiempo, a la extinción total (en otra nota podemos discutir un poco si los dinosaurios realmente se extinguieron o si Susana tenía razón). Pero lo importante acá es que los dinos no cayeron solos sino con otros amiguitos de la época. Y cuando caen muchos, es decir, cuando se extinguen muchas especies casi simultáneamente ya no estamos ante una extinción 'común' sino ante una extinción masiva.

Decimos que una extinción es masiva cuando hay una pérdida de la **mayoría de las especies en un período de tiempo relativamente corto**. Estamos hablando

de un evento catastrófico que puede durar unos 100.000 años, por decir un número. OK, eso no parece 'corto', pero si lo ponemos en un contexto en que la edad de la Tierra se calcula en unos 4.600.000.000 años (cuatro mil seiscientos millones de años), ahí sí. En otras palabras, un evento de 100.000 años es el 0,002% de la edad estimada de la Tierra.

Las cinco grandes

En la historia de nuestro planeta, las extinciones masivas son bastante más comunes de lo que inicialmente podríamos pensar, al punto tal que **hay 'categorías' de extinciones masivas según la cantidad de especies o familias que se extinguen**, y se conocen como: menores, mayores y las (platillos, música de suspenso, trompetas) '*big five*', o sea las 'cinco grandes'.

Pero ¿cómo determinamos que una extinción tiene méritos suficientes para entrar a ese selecto club? Primero, para poder definir una extinción masiva, debemos tener un abundante registro de organismos bastante sostenido en el tiempo que nos permita establecer que de repente hay algunas especies que no están más, o sea, que se extinguieron, y el lugar por excelencia para hacer ese seguimiento en el pasado geológico lo constituyen las rocas sedimentarias acumuladas en los océanos, ya que su registro es mucho más completo que el de otros ambientes. De hecho, en el registro marino es donde se han podido definir más claramente las extinciones, justamente por su abundancia y continuidad en el contenido fosilífero, ya que las rocas del fondo del mar tienden, a diferencia de lo que pasa en los continentes, a recibir muchos sedimentos y se erosionan muy poco. Entonces, cuando vemos que muchas especies, géneros y hasta familias desaparecen en el registro geológico en un período corto de tiempo, estamos ante una extinción masiva. Y si se extinguen más del 10% de las familias, estamos ante una '*big five*'.

Las extinciones por número de familias en el fondo del mar respecto del tiempo geológico (Fuente: Raup and Sepkoski, 1982).

Las cinco grandes fueron grandes en serio. Por ejemplo, la extinción ocurrida hacia fines del Pérmico (la tercera en el gráfico; que además marca el límite entre el Pérmico y el Triásico) representó la desaparición del 52% de las familias existentes, lo que, por cálculos estadísticos, representa la extinción del **95% de las especies marinas hasta allí conocidas** y casi el 70% de las terrestres. Cuando hablamos de catastrofismo, nos referimos a eso. Pero, para ser justos, **la extinción de finales del Pérmico representa la mayor extinción conocida en el planeta Tierra: se extinguieron casi todas las especies**. Una barbaridad. ¿Y la de los dinosaurios? Es una *big five*, pero la menor (según el gráfico, la de finales del Cretácico), con un porcentaje de 16% de familias extintas que representan la pérdida del 70% de las especies hasta allí conocidas.

Así se debió ver un trilobite vagando por los vecindarios marinos antes de que la extinción de finales del Pérmico acabara con ellos

para siempre. **Fuente**.

Muerte y destrucción

Fuera de las cinco grandes se registran, hasta hoy, 27 extinciones masivas en la historia de la Tierra. Muchas. Pero la pregunta obligada es: **¿qué tiene que pasar en la Tierra para que ocurran semejantes catástrofes?**

Bueno, un poco de todo. Por ejemplo, estamos bastante seguros de que **la gran extinción de finales del Pérmico tuvo que ver con enormes erupciones volcánicas en lo que hoy es Siberia**. Se estima que las erupciones comprendieron entre 3 y 4 millones de kilómetros cúbicos de material eruptivo en menos de 2 millones de años. Para tener una idea de cuanto material es, pensemos que la provincia de Buenos Aires tiene aproximadamente 300.000km. Ahora pongamos 10km de rocas volcánicas arriba y *voilá*, tenemos el vulcanismo siberiano. Pero el problema no es tanto la lava en sí sino lo que trae consigo: enormes emisiones de gases de azufre y carbono, que son los causantes, inicialmente, de la 'oscuridad' volcánica, es decir, una gran nube que impide la penetración de rayos UV a la superficie terrestre, modificando ligeramente la temperatura de la Tierra y, más grave, **provocando una severa disminución en la producción de O_2 por parte de los organismos fotosintéticos.** Pero esas mismas emisiones de gases también causaron, a la larga, un cambio climático de escala global. El modelo más aceptado actualmente para explicar tamaña extinción propone que las grandes emisiones de CO_2 (dióxido de carbono) a la atmósfera asociadas al vulcanismo llevó a generar un efecto invernadero, es decir, calentamiento global, asociado también a períodos de generación de lluvia ácida por la presencia de SO_2 (dióxido de azufre). Esa combinación fue fatal para las plantas, que en algunas partes quedaban destrozadas por la lluvia ácida y en otras morían disecadas por condiciones anormalmente áridas. Ese proceso combinado fue llevando a disminuir la flora continental (con la consecuente disminución de los alimentos para los organismos terrestres) lo que condujo a incrementar la erosión de los suelos y a producir un mayor volumen de sedimentos arrastrados a los lagos y mares. Pero el CO_2 emanado también impactó fuertemente en los océanos: las aguas se volvieron más ácidas y su temperatura

aumentó de manera impresionante. Y esto no es menor, porque las variaciones de temperaturas en los océanos, además de ser mortales para los organismos que no logren adaptarse, generan cambios en los patrones de circulación global (es decir en las corrientes oceánicas) que a su vez tienen impacto directo en el clima. Pero además, el incremento de sedimentos llegando al océano desde los continentes provocó un aumento exponencial en los nutrientes disponibles, lo que, lejos de ser provechoso, generó una sobreproducción de materia orgánica que, al descomponerse, consumió un montón de oxígeno, generando así un océano desoxigenado. Lo que se dice una combinación mortal.

¿Y las demás extinciones masivas? Lo mismo: **el vulcanismo en grandes cantidades parece ser casi siempre el principal disparador. O al menos un actor importante.** Cada vez son más los estudios que conectan este fenómeno con la desaparición repentina de muchas especies, en un modelo bastante similar en todos los casos al que describimos para la extinción del final del Pérmico.

¿Y el meteorito?

Una de las hipótesis más extendidas sobre la causa de extinción de los reptiles enormes es (o fue) la de un gran meteorito que impactó en Chicxulub (Yucatán, México) que generó grandes cambios en la Tierra capaces de producir una extinción masiva (nuestra *big five* menor, la de los dinos a finales del Cretácico). **El impacto del meteorito dejó un cráter de casi 180 km de diámetro y eso tuvo consecuencias directas para algunos organismos** (especialmente para los que justo pasaban por ahí), pero también hay elementos que permiten pensar que, en consecuencias a escala planetaria, podrían haber precipitado la extinción.

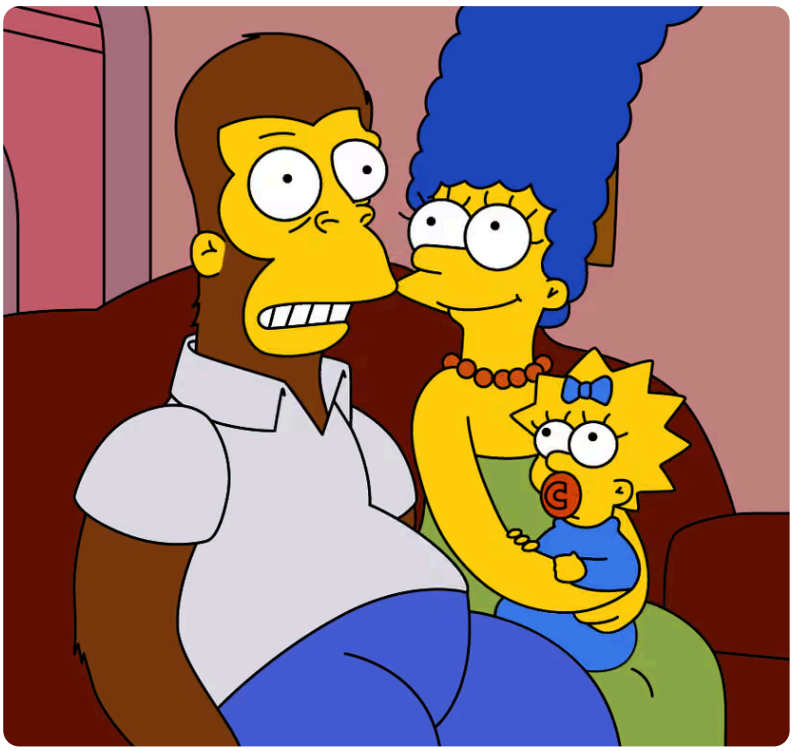
Pero además hay elementos que permiten pensar que el vulcanismo también estuvo involucrado en la extinción de los dinosaurios (y las demás especies que se fueron con ellos). En lo que hoy es el centro-oeste de la India, existen evidencias de un enorme vulcanismo conocido como las *Traps* del Deccan (*Deccan Traps)* que ofrecen una explicación alternativa para los cambios planetarios a gran escala por las grandes emisiones de gases volcánicos como los que ya discutimos antes, **y que serían, en última instancia, los responsables de matar a los dinosaurios**

(independientemente de si esos cambios planetarios fueron causados por volcanes o por asteroides). Y acá viene un gran *sin embargo*, porque los y las colegas que defienden la hipótesis del bólido extraterrestre recientemente encontraron evidencias de que el vulcanismo no sería exactamente coincidente en tiempo con el período de mayor extinción (ayuda memoria: restringir la temporalidad de los eventos en el pasado siempre es difícil, por mucho que avancen las técnicas), sino con el impacto de Yucatán. Y además, ese impacto habría acidificado las aguas marinas, generando una crisis de producción de materia orgánica (¡no hay comida!) y un ambiente bastante hostil para los organismos que hacen su casita de carbonato de calcio (¡los caracolitos de las playas!). Pero entonces, ¿quién tiene razón? Mientras persista el debate (que llegó al New York Times) y no haya una hipótesis aceptada por la comunidad científica en su conjunto, se seguirán sumando evidencias de un lado y del otro, hasta que alguno de los dos extremos de la biblioteca termine convenciendo al otro. O salomónicamente dividan el trofeo. Porque ser contemporáneos a los debates científicos también nos muestra un poquito como cuesta llegar a los grandes consensos.

Oportuncrisis

A esta altura cabe preguntarse: **¿cómo es el mundo después de una extinción masiva?** Postapocalíptico. Bueno, tampoco tanto, pero casi. El vulcanismo (y la extinción que conlleva), no termina un día puntual, sino que es continuo. A medida que el planeta modifica su comportamiento debido al calentamiento global producido por los gases del vulcanismo (principalmente CO_2), la Tierra misma va 'trabajando' para recuperar el equilibrio inicial. Es decir, existen mecanismos naturales que van generando que el CO_2 emanado deje de estar disponible en la atmósfera generando el efecto invernadero. Se trata, ni más ni menos, **de 'atrapar' las moléculas atmosféricas de CO_2 e incorporarlas a otros compuestos, proceso conocido como secuestro de carbono** y que le permiten a la Tierra poder recuperar el equilibrio perdido. Del mismo modo,

mientras se extinguen organismos, van quedando nichos ecológicos vacíos, organismos sin competencia, especies sin predadores, etc. Es decir, oportunidades.



¡Oportuncrisis!

Porque si dos organismos compiten por habitar el mismo nicho y uno de los dos se extingue, tierra fértil para prosperar. Porque si mi principal predador se extingue, tierra fértil para prosperar. Y así sucesivamente. Es así que luego de las extinciones masivas se produce el 'florecimiento' de especies que estaban 'tapadas' por otras en los períodos de tiempo previos: por ejemplo, los mamíferos son los grandes 'ganadores' de la extinción de los dinosaurios, ya que sabemos que existen desde el Triásico, pero durante el Mesozoico (la era de los reptiles) fueron actores de reparto en la gran escena mundial. Al extinguirse masivamente los actores principales, los mamíferos salieron de las cuevas (literalmente) a conquistar el mundo, y por eso el Cenozoico (la era en la cual vivimos) es la era de los mamíferos. Siempre pasó lo mismo con otras familias de organismos, porque la historia de la vida y la Tierra tienen un vínculo super estrecho, al punto que la vida cambia a la Tierra y, como hemos desarrollado en esta nota, la Tierra cambia a la vida.

La sexta

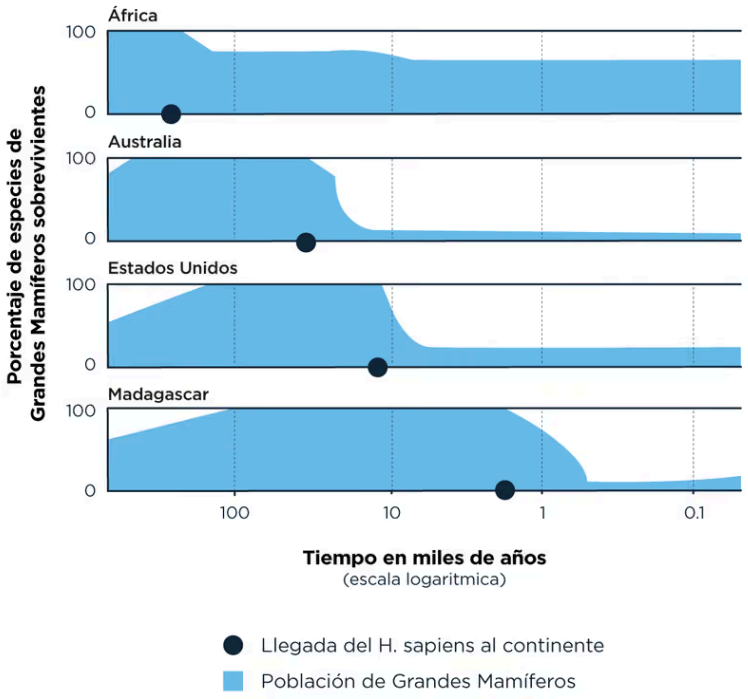
Actualmente hay serias evidencias para asumir que estamos ante la sexta extinción masiva de la historia de la Tierra. Si bien, y como venimos desarrollando, las extinciones forman parte del proceso evolutivo de las especies, la extinción de muchas especies en poco tiempo es un hecho catastrófico y siempre producido por factores externos. A lo largo de la nota hemos explorado las causas y consecuencias de algunas de las cinco grandes extinciones masivas de la historia de la Tierra, y en general podemos asumir que las grandes emisiones de gases (especialmente CO_2) han sido el disparador algunas de ellas. Ahora, el problema es que las emisiones prehistóricas siempre se debieron a factores fundamentalmente naturales, las emisiones volcánicas; pero acá parece que nosotros como humanidad tenemos algo que ver.

Uno de los mecanismos que la Tierra tiene para secuestrar carbono es enterrarlo como materia orgánica, ya que está constituida en un 60% por carbono. He aquí el problema: al cabo de algún tiempo, parte de la materia orgánica puede transformarse en petróleo y al petróleo lo usamos como combustible. Es decir que a través de la combustión de combustibles fósiles liberamos a la atmósfera, en forma de CO_2, parte del carbono que la Tierra trabajosamente había enterrado para poder retornar al equilibrio después de las emisiones volcánicas. Y este CO_2 liberado (más otros gases) es el responsable del calentamiento global tal como lo fue cuando lo emitieron los volcanes. Suena bastante irónico. Pero cuidado: no toda la materia orgánica que ha formado petróleo tiene origen en carbono emanado por grandes erupciones volcánicas, sino que el ciclo del carbono es complejo y son muchos los factores que llevan a acumular carbono en forma de materia orgánica.

Ahora, evidentemente hay una relación ahí (una romántica) entre la vida y la Tierra, o la Tierra y la vida. Porque **los fenómenos geológicos han cambiado drásticamente la evolución de la vida. Pero la vida en sí misma también ha modificado de manera significativa la historia de la Tierra.** Actualmente, lo que aparece como novedoso en esa relación somos los seres humanos, más bien

nuestros sistemas voraces de producción y consumo, acelerando algunos procesos y modificando ciertos ciclos naturales.

Y esto no es lo que podríamos decir 'nuevo'. Hay evidencia de que, cada vez que el ser humano puso pie en un continente por primera vez, el resto de las especies pagaron las consecuencias, como se ve en el siguiente gráfico:



Si estamos discutiendo la existencia de una sexta extinción masiva en un lapso de tiempo cortísimo (arrancando hace unos 12.000 años pero profundizándose significativamente en el período que va desde la Revolución Industrial hasta hoy, que desde el punto de vista geológico es menos que un parpadeo) es porque **hay serios indicios de que nuestras acciones están acelerando exponencialmente procesos de cambio** que, de otra manera, al planeta le habrían llevado cientos de miles de años. Y eso solo ya debería ser motivo para cuestionarnos muchas cosas.

Referencias

Bond, D. P. G. and Grasby, S. E., 2017. On the causes of mass extinctions. Palaeogeogr aphy, Palaeoclimatology, Palaeoecology 478, 3–29.

Bond, D. P. G. and Wignall, P. B., 2014. Large igneous provinces and mass extinctions: an update. The Geological Society of America, Special Paper 505

Ceballos, G. and Ehrlich, P. R., 2018. The misunderststood sixth mass extinction. *Scie nce, 360*(6393), 1080-1081.

Chen, Z. Q., & Benton, M. J., 2012. The timing and pattern of biotic recovery following the end-Permian mass extinction. *Nature Geoscience, 5*(6), 375.

Erwin, D. H., 2015. Novelty and Innovation in the History of Life. Current Biology 25, R930–R940.

Hallam, A., and Wignall, P. B., 1997. Mass extinctions and their aftermath. Oxford Uni versity Press, UK.

Hull, P., 2015. Life in the Aftermath of Mass Extinctions. Current Biology 25, R941–R9 52.

Kump, L., 2016. Mineral clues to past volcanism. *Science, 352*(6284), 411-412.

Rampino, M R. and Caldeira, K., 2017. Correaltion of the alrgest craters, stratographi c impacts signatures, and extinction events over the past 250 Myr. Geoscience Fronti ers 8, 1241-1245.

Raup, D. M., and Sepkoski, J. J.,1982. Mass extinctions in the marine fossil record. *Scie nce, 215*(4539), 1501-1503.

Reichow, M. K., Pringle, M. S., Al'Mukhamedov, A. I., Allen, M. B., Andreichev, V. L., B uslov, M. M., Davies, C.E., Fedoseev, G. S., Fitton, J. G., Inger, S., Medvedev, A. Y., Mitc hell, C., Puchkov, V. N., Safonova, Y, Scott, R. and Medvedev, A. Y., 2009. The timing a nd extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implications f or the end-Permian environmental crisis. *Earth and Planetary Science Letters, 277*(1-2), 9 -20.

Stanley, S. M., 2016. Estimates of the magnitudes of major marine mass extinctions i n earth history. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 113*(42), E6325-E6334.

Sun, Y., Joachimski, M. M., Wignall, P. B., Yan, C., Chen, Y., Jiang, H., ... & Lai, X, . 201 2. Lethally hot temperatures during the Early Triassic greenhouse. Science, 338(610 5), 336-370.Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., & Tasa, D., 2005. *Earth: an introductio n to physical geology*. Upper Saddle River: Pearson/Prentice Hall.

Sumate en
eglc.ar/bancar