

Duda existencial: ¿Un litro de gasolina produce más de dos kilos de CO₂?



“IMAGEN GENERADA CON inteligencia artificial mediante la frase introductoria de este artículo en leonardo.ai”

PABLO VIGNAU MANJARREZ Y JESÚS ANTONIO DEL RÍO PORTILLA

Pablo Vignau Manjarrez es estudiante de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM y emprendedor. Actualmente realiza su trabajo de tesis “Hacia la sustentabilidad: Optimización de rutas de recolección de composta” bajo la tutela del Dr. Antonio del Río Portilla y dirige el emprendimiento *Cacalli*, dedicado al compostaje seguro de excretas de mascotas.

Jesús Antonio del Río Portilla es físico y doctor en ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Distinguido con el Premio Weizmann por su tesis doctoral, Premio Efraín Hernández Xolocotzi por la Universidad de Chapingo, Medalla de Honor en Ciencia y Tecnología otorgada por el Congreso del Estado de Morelos, Medalla VASE, Reconocimiento al Mérito Estatal en Investigación REME 2021 por las contribuciones a la Divulgación y Vinculación y Premio Universidad Nacional 2023 en el área de Innovación tecnológica y diseño industrial. Director fundador el Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica (2007-2008) y primer director del Instituto de Energías Renovables de la UNAM (2013-2021). Es miembro de las academias Mexicana de Ciencias, de Ingeniería de México y de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Era una muy calurosa tarde de febrero del 2024, demasiado cálida para Cuernavaca en esta época del año, no era normal llegar a los 30 grados en ese mes. El sol comenzaba

a descender, sus rayos iluminaban el volcán que nos deslumbraba desde el horizonte con su belleza.

Estábamos disfrutando de una refrescante bebida, pero extrañando los fuertes vientos que eran típicos en esta época del año y recordando que “febrero loco y marzo otro poco”. Observaba cómo las gotas de condensación perlaban el vaso de mi bebida, subí mi vista al volcán, pensé por un momento y comenté con nostalgia:

— ¿Recuerdas aquella vez, hace varios años, cuando subimos el *Izta*?

— ¡Claro! - Me miró con asombro, como si fuera inverosímil que tuviera que preguntarle si se acordaba.

— Tuvimos que subir en invierno para evitar el mal tiempo y las lluvias.

— Y a pesar de eso fue muy pesado. Imagina si hubiéramos subido en verano, con lluvia, rayos y truenos hubiera sido más divertido - dijo con un tono juguetón.

— Ahorita es invierno, si te fijas bien, apenas se nota la nieve en el volcán - le dije señalando al horizonte. Hace unos días leí que se extinguió el glaciar y que pusieron una placa luctuosa para conmemorar que existió alguna vez el glaciar de Ayoloco.

— ¡No me digas! No tenía idea. Es evidente que este invierno fue muy caluroso, pero no me imaginaba que fuese tanto como para derretir un glaciar del *Izta*.

— Bueno, en realidad el glaciar se extinguió hace algunos años. La placa la pusieron un tiempo después, de hecho en 2021 [1]. Para que suceda algo así tiene que ha-

ber un aumento de temperatura duradero. De hecho, creo que pasó algo parecido en Venezuela hace poco.

— ¿Se extinguió un glaciar? ¿En Venezuela? - dijo con cierto escepticismo.

— Sí, el glaciar *Humboldt* [2]- dije con tristeza. - Estas son consecuencias del cambio climático antropogénico, que seguimos sin poder frenar.

— Es una pena lo de los glaciares, pero eso del cambio climático antropogénico, no lo sé - me contestó. - Creo que se ha exagerado mucho. La Tierra ha pasado por muchos cambios climáticos a lo largo de su existencia. ¿Por qué deberíamos preocuparnos ahora?

— Es cierto que ha habido cambios climáticos en el pasado, pero la rapidez e intensidad del cambio actual son diferentes — le respondí. La actividad humana es un claro detonante y contribuye significativamente a aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que afecta al clima.

— No tengo la certeza de eso - me respondió rápidamente. - La Tierra ha experimentado periodos cálidos y fríos sin la intervención humana por millones de años. ¿Cómo podemos tener la seguridad de que lo que estamos viviendo ahora no es simplemente una fluctuación natural? ¿Por qué culpar a la humanidad?

Sorbí un poco de bebida, no sabía de su pensamiento negacionista sobre el cambio climático antropogénico, continué argumentando:

— La evidencia científica es abrumadora. Los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y nume-

rosos estudios respaldan la idea de que las actividades humanas, en particular la quema irracional y desmedida de combustibles fósiles, están contribuyendo al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y, por ende, al cambio climático. Mira esta gráfica -Busqué rápidamente con mi celular en Internet y le mostré una gráfica del cambio de la temperatura global promedio (Figura 1).

Calentamiento global: anomalía mensual de temperatura

Anomalía de la temperatura combinada del aire superficial y de la agua de la superficie marina con respecto al promedio de 1951-1980.

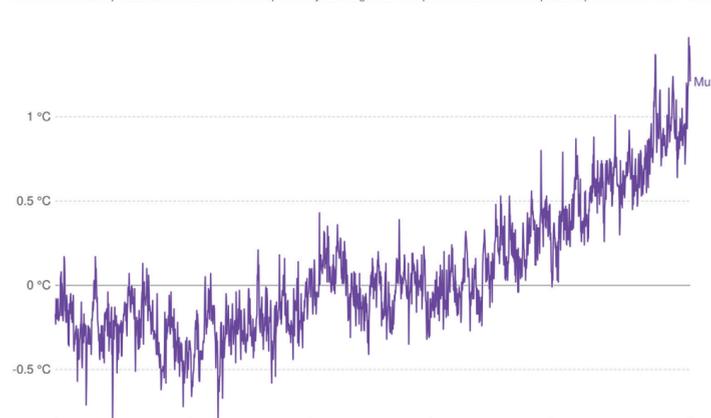


FIGURA 1. ANOMALÍAS globales en temperatura, modificada de *Our World in Data*.

Miró la gráfica detalladamente y con evidente escepticismo me contestó:

— Es cierto que esta gráfica parece ser preocupante y que los glaciares se extinguirían también, pero mira cuantos grados ha variado la temperatura promedio, apenas 1.6 °C en 160 años ¡muy poco para preocuparse tanto!

— Parece poco pero no lo es - contesté con preocupación. Además, mira la tendencia de los últimos años, en los últimos 50 años ha aumentado 1°C, y cada vez la temperatura aumenta con mayor rapidez.

— Puede que sea cierto - me respondió: - pero ¿cómo sabemos que se debe realmente a la actividad humana? ¿No crees que alguna parte de la comunidad científica puede tener intereses ocultos? A veces siento que se exagera para impulsar agendas políticas.

— Es importante tener pensamiento crítico y evaluar la información, pero en este caso la abrumadora mayoría de la comunidad estudiosa de la atmósfera está de acuerdo en que las actividades humanas están afectando el clima, ¡Viste la gráfica! ¡Viste el volcán! Además, el cambio climático no es solo un tema político o de creencia, sino una cuestión de supervivencia para las especies de nuestro planeta, la humanidad incluida.

— A pesar de ello, me cuesta creer que nuestras acciones tengan un impacto tan significativo, somos sólo una especie. La Tierra es grande y resistente y ha pasado por este tipo de cambios en muchas ocasiones ¿por qué ahora sería tan grave?

— Sí, la Tierra es resistente e inmensa en comparación con un humano, pero no es tan grande en comparación con toda la humanidad; somos casi 10 mil millones de perso-

nas. - Tomé un sorbo de mi trago para refrescar mi garganta que lentamente se había secado. - La Tierra es finita y la atmósfera es muy delgada comparada con el tamaño de la Tierra. Las emisiones masivas de gases de efecto invernadero están acelerando el calentamiento global, lo que resulta en eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y pérdida de biodiversidad. Se podrían extinguir más del 96 por ciento de las especies, la humanidad entre ellas - insistí. - De-

consultar en Internet cómo un litro de gasolina que tiene una masa menor de 1 kg, pues es menos densa que el agua, al quemarse, produce más de dos kilogramos de CO₂. ¿Cómo es posible si la masa se conserva? ¿No es esa una ley de la física?

Esa frase también me sorprendió y me repetí: al quemar menos de un kilo de gasolina se emiten más de dos kilos de dióxido de carbono. Mis conocimientos me indicaban que había algo que no estábamos considerando en el balance de masa, algo estaba mal, pero, tan de repente no supe qué. Ante mi sorpresa continué diciéndome:

— Ya ves, esa es la razón de mi incredulidad... -agregó: sabemos que la masa se conserva.

Sin hablar, usé mi teléfono y consulté rápidamente: ¿cuánto CO₂ emite un litro de gasolina? Las diferentes respuestas coincidían en aproximadamente 2.3 kg. Me había compartido su duda existencial y ahora yo también la tenía. Le dije:

— A ver pensemos ¿qué pasa al quemar la gasolina? O más sencillo, pensemos que pasa al quemar carbón, para quitarnos los otros compuestos de la gasolina.

Me interrumpió y dijo:

— Pues eso, los quemamos, tanto a la gasolina como al carbón les prendemos fuego y, además, les extraemos energía y se disipa otra tanta. - continuó argumentando de forma decidida. Menos de un kilogramo de gasolina sirve para mover 12 o 13 kilómetros un vehículo de una tonelada; y además se genera ruido y calor, eso es energía que se disipa ¿no es así? ¿Cómo es posible hacer todo eso y que, además, se emitan 2.3 kilogramos de CO₂ con menos de un kilo de gasolina? No tiene sentido -sentenció.

— Es cierto que ha habido muchos procesos geológicos a lo largo de la historia de la Tierra - le dije retomando el diálogo. - Pero los datos muestran que las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera han alcanzado niveles sin precedentes en los últimos siglos debido a las actividades humanas (Figura 2).

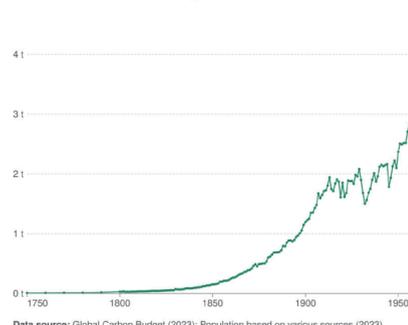
— Es cierto que ha habido muchos procesos geológicos a lo largo de la historia de la Tierra - le dije retomando el diálogo. - Pero los datos muestran que las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera han alcanzado niveles sin precedentes en los últimos siglos debido a las actividades humanas (Figura 2).

Esa frase le electrizó, su rostro cambió a uno de sorpresa y me dijo:

— Es ese cálculo el que me sorprende mucho y me hace pensar que todo lo del cambio climático no es culpa de la actividad humana - Mi cara de interrogación le hizo continuar. Mira, puedes

Emisiones de CO₂ per cápita

Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a partir de combustibles fósiles y de la industria. El cambio de uso de la tierra no se incluye.



Data source: Global Carbon Budget (2023); Population based on various sources (2023) OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

FIGURA 2. AUMENTO en las emisiones de CO₂ a nivel mundial

— ¿Y ese oxígeno de dónde vendría? - preguntó. - Los coches no tienen un depósito de oxígeno — mientras decía esas palabras fue cambiando su rostro a uno de preocupación. - ¿Del aire? - me preguntó.

— Así es, esos dos átomos de oxígeno vienen del aire que respiramos, recuerda que más del 20% del aire en la atmósfera es oxígeno. Mira - le dije con emoción ante la posibilidad de aclarar la situación. - Sabemos que el peso atómico del carbón es 12 g/mol, y el del oxígeno es 16 g/mol, por lo que el peso molecular del CO₂ es 44 g/mol.

Me detuve durante un momento para contemplar su expresión de curiosidad. Tenía que continuar mi ataque.

Como recordarás, - dije con seguridad tras consultar rápidamente la constante de Avogadro en mi celular - un mol de cualquier sustancia contiene alrededor de 6×10^{23} (seiscientos mil millones de millones de millones) entidades elementales (moléculas). Esto quiere decir que 6×10^{23} moléculas de CO₂ tienen una masa de 44 gramos, de los cuales sólo 12 vienen del carbono, mientras que los otros 32 vienen del oxígeno. Al considerar la masa del carbón en un litro de gasolina, aproximadamente 0.7 kg, y sumarle la del oxígeno tomado de la atmósfera, tenemos más de 2.5 kg de materia. Usé solamente la regla de tres, las razones y proporciones que nos enseñaron en la escuela. Así que tenemos energía para mover el vehículo, para que se disipe y materia suficiente para emitir 2.3 kg de CO₂ a la atmósfera. Una parte de la diferencia entre la masa de la gasolina y del oxígeno con el CO₂ nos da energía disponible.

Me respondió:

— Estos cálculos son muy simples y aunque la gasolina tiene otros elementos y compuestos, en esencia tus cálculos son correctos y entonces tenemos masa disponible para transformarla en energía y mover los vehículos.

— Si efectivamente, estos cálculos son una simplificación, pero nos dan una explicación a nuestra duda.

— Es verdad — dijo lentamente. Me has quitado una duda existencial que me llevaba a cuestionarme el hecho del cambio climático, pero entonces... - Su rostro cada vez expresaba más preocupación...

— ¿Qué pasa? - le pregunté.

— La situación es más grave de lo que creía, no sólo estamos emitiendo gases que contaminan a la atmósfera, sino que para hacerlo estamos extrayendo oxígeno del aire, oxígeno que necesitamos para poder vivir todos los animales.

Me invadió un sentimiento extraño. Por un lado estaba feliz, pues había conseguido que alguien más fuera consciente del cambio climático y cómo lo acelera la actividad humana. Sin embargo, también quedé preocupado: era obvio, pero por cada 44 toneladas de CO₂ que se emiten a la atmósfera perdemos 32 toneladas de oxígeno para respirar.

— Es verdad, la situación es grave - al volver la mirada recuperé el optimismo a pesar de su cara de genuina preocupación. - Pero no te angusties, aún podemos revertir la situación.

— ¿Crees tú que realmente podamos hacer algo al respecto? Incluso si reducimos nuestras emisiones, ¿no es posible que otros países las aumenten?

— La cooperación internacional es crucial, pero también es importante que cada persona haga su parte. La transición a fuentes de energía renovable, la eficiencia energética, la educación y

la conservación son pasos que podemos tomar a nivel individual y colectivo.

— ¿Cómo? ¿Qué se puede hacer? ¿No usar el coche? Necesito utilizarlo en mi día a día.

—La realidad es que no hay una solución única, pero cada pequeño paso cuenta. La inversión en tecnologías limpias, la reducción de residuos y la adopción de prácticas sustentables son formas de mitigar nuestro impacto. Además, al ser conscientes e informar a otras personas podemos generar un cambio cultural hacia un estilo de vida más sustentable.

— Aún me parece una tarea titánica. ¿Realmente crees que podemos hacer la diferencia? Mucha gente no estará dispuesta, por ejemplo, a dejar de usar sus coches, incluso si aceptan que el cambio climático es antropogénico.

— Sí, creo que podemos - le respondí - el cambio no es de un día a otro y no todas las personas podrán contribuir de la misma forma, pero sí aporta lo más que pueda creo que sí podríamos tener un impacto.

Tomé un último sorbo de mi bebida, ahora casi vacía, levanté la mirada para observar los colores del atardecer que eran más bellos con cada minuto que pasaba. Enfoqué mi mirada en el volcán y le dije:

— No podremos recuperar el glaciar rápidamente, pero podemos evitar que otros más se extingan. A lo largo de la historia hemos superado desafíos aparentemente imposibles cuando trabajamos en colectividad. La acción colectiva y la responsabilidad individual son cruciales para enfrentar el cambio climático y preservar nuestro hogar común. Tendremos que trabajar en colectividad, pero creo que sí lo lograremos.

Me observaba mientras también terminaba su bebida, se levantó lentamente, se despidió y se marchó.

Con la conciencia tranquila también me levanté, ya no teníamos esa duda existencial y teníamos la seguridad de que, aunque el cambio climático y su rapidez se debe a la actividad humana, también está en nuestras manos comprenderlo y actuar en consecuencia. Entré a la casa a preparar una rica cena en la estufa de inducción, con la tranquilidad de saber que al calentar mi comida no estaba emitiendo CO₂ en nuestra cocina, aunque... ¿Lo estará emitiendo en algún otro lado? Mientras cenaba me puse a investigar sobre el precio de los sistemas fotovoltaicos y noté que habían bajado. Poco a poco la oscuridad se hizo protagonista para dar paso a la noche.

Para leer:

[1] Declaran desaparición del glaciar Ayoloco, en el *Iztaccíhuatl*. Boletín, UNAM 2021 https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdbole-tin/2021_349.html

[2] Rubén A. Hernández “El último glaciar de Venezuela se ha extinguido” (2024) <https://www.aporrea.org/regionales/a329220.html>

Para escuchar [3] Cómo despedirse de un glaciar <https://elhilo.audio/podcast/venezuela-glaciar-humboldt-actualizado/>

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

