



SUSCRÍBETE 

Ciencia / Materia

CORONAVIRUS · ASTROFÍSICA · MEDIO AMBIENTE · INVESTIGACIÓN MÉDICA · MATEMÁTICAS · PALEONTOLOGÍA · ÚLTIMAS NOTICIAS

ATMÓSFERA >

Los humanos cambian el cielo: los límites entre las capas de la atmósfera están variando

Los gases de efecto invernadero han hecho que la troposfera se expanda y la estratosfera se contraiga. Las alteraciones pueden afectar al clima



La tropopausa marca el límite para las nubes, más allá está la estratosfera. La imagen muestra cumulonimbos sobre el Océano Atlántico desde el complejo de la NASA, en Cabo Cañaveral.

NASA/JIM GROSSMANN (EUROPA PRESS)

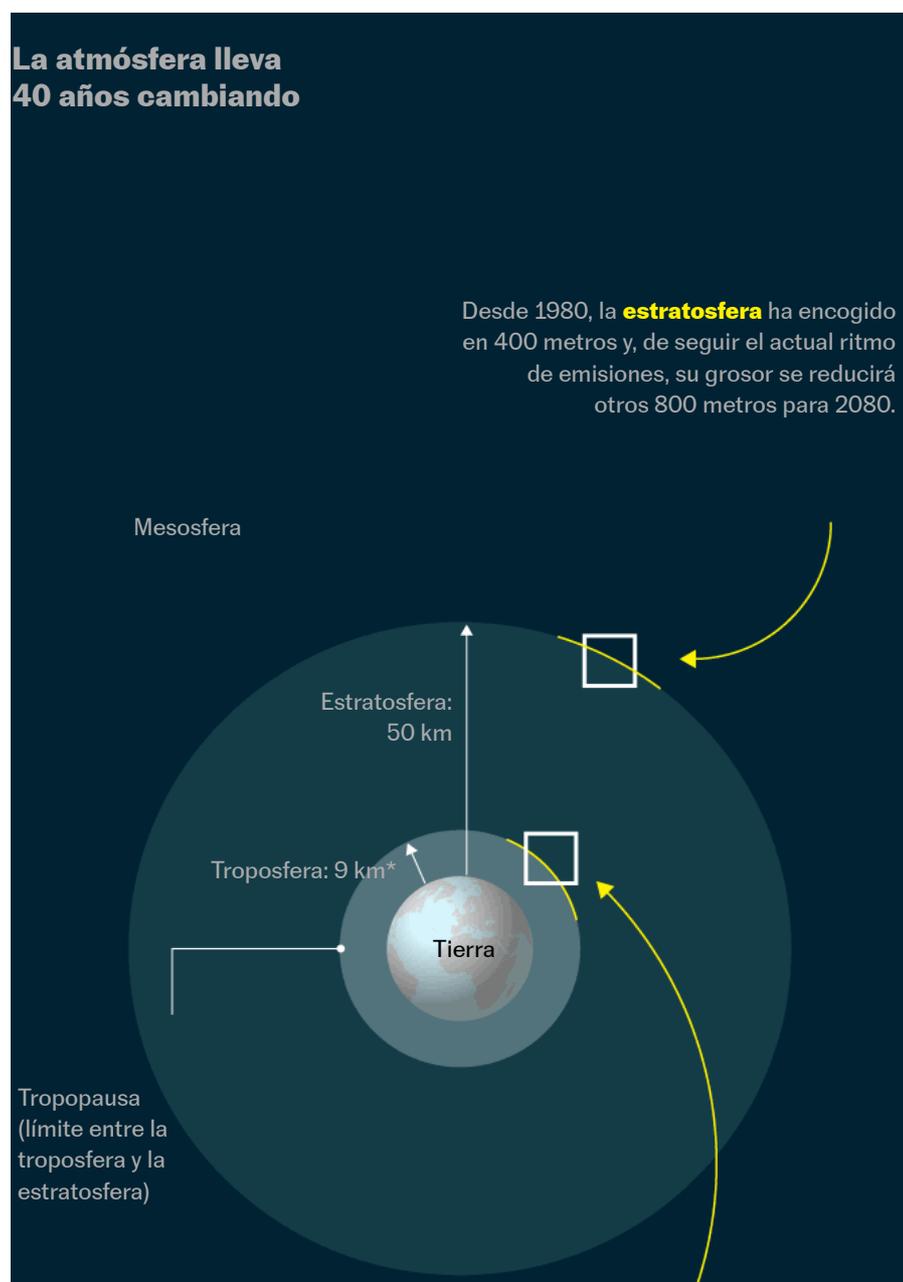


MIGUEL ÁNGEL CRIADO



El cielo está cambiando. Desde hace unas décadas, los límites entre las capas de la atmósfera varían. La altura de las dos más cercanas a la tierra, la troposfera y la estratosfera, está siendo modificada por los [gases de efecto invernadero](#) (GEI): mientras la primera se está expandiendo por el calentamiento global, la segunda se está encogiendo por un enfriamiento paralelo en las alturas. Tanto cambio, creen los expertos, podría afectar a la circulación atmosférica planetaria, clave para el clima global.

Los últimos datos sobre la estructura de la atmósfera, publicados recientemente en la revista científica [Science Advances](#), confirman que el límite entre la troposfera y la estratosfera está subiendo en el hemisferio norte. La primera, con un grosor de entre 15 kilómetros en el ecuador y 9 en los polos, es la capa inferior de la atmósfera y donde se desarrolla la vida sobre el planeta. La segunda, de unos 50 kilómetros de alto, es la capa que hay por encima y, ya solo porque incluye la capa de ozono, es vital para proteger todo lo que hay debajo. La frontera entre ellas se llama tropopausa y marca la línea a partir del cual la temperatura ya no desciende con la altura, sino que aumenta. Aunque su ubicación oscila según las estaciones del año y latitud, está cada vez más arriba desde 1980, se mida desde donde se mida.



La **tropopausa** se está elevando entre 80 y 50 metros por década desde hace cuarenta años.

* La altura oscila a lo largo del año, pero tiene una media de nueve kilómetros en los polos y en torno a 15 km en el ecuador.

Fuente: Centro Nacional de Investigación Atmosférica de Estados Unidos. Red de radiosondas IGRA, Juan Añel, investigador U. de Vigo. Science Advances.
EL PAÍS

La tropopausa se viene elevando entre 80 y 50 metros por década desde hace 40 años, según este nuevo estudio. El abanico depende de los instrumentos que se empleen en la medición. Los datos ofrecidos por redes de satélites GPS cifran la subida entre 70 y 80 metros por década. Mientras, [la red IGRA](#), formada por dos centenares de estaciones de radiosondas, varias de ellas en España, rebaja el ascenso a una cifra en torno a los 50 metros. Estas radiosondas, de las que se fían más los científicos, son básicamente miniestaciones meteorológicas que suben al cielo enganchadas a un globo y caen en paracaídas cuando este revienta. En el lapso, registran datos básicos como la temperatura real en altura.

“Estamos siendo capaces no solamente de cambiar el clima en la troposfera, sino también de modificar toda la estructura de la atmósfera del planeta”

Juan Antonio Añel, investigador del EPhysLab, en la Universidad de Vigo

La investigadora de la Universidad de Toronto (Canadá) Jane Liu, coautora de la investigación, resume sus resultados: “La temperatura de la troposfera ha aumentado entre 1980 y 2020, en especial desde 2000, y la temperatura estratosférica ha descendido en ese mismo periodo, aunque la bajada es menor desde 2000”. Esto se traduce en la expansión de una capa y la contracción de la otra y, en consecuencia, “la altura de la tropopausa se está elevando”, concluye Liu.

La causa de este ascenso de la tropopausa está en los gases de efecto invernadero que están calentando el planeta y cambiando el clima. Este impacto es diferente según la capa atmosférica. El CO₂, el metano y otros GEI, que se concentran sobre todo en la troposfera, atrapan una parte creciente de la radiación solar. Además de la mayor radiación, al calentarse el aire troposférico este se expande siguiendo las leyes de la termodinámica. El resultado es la elevación de la tropopausa. Y esta es solo la mitad de la historia.

El científico de la Universidad de Vigo Juan Antonio Añel lleva desde su época de doctorando investigando la tropopausa. En un artículo en *Environmental Research* publicado en mayo demostró que, [al mismo tiempo que los GEI calientan la troposfera, expandiéndola, esos mismos gases enfrían la estratosfera, contrayéndola](#). Esa contracción hace que suba aún más la tropopausa. Desde 1980, la estratosfera ha encogido en 400 metros y, de seguir el actual ritmo de emisiones, su grosor se reducirá otros 800 metros para 2080.

“[El ascenso de la tropopausa] está considerado uno de los indicadores más robustos del cambio climático”

Pablo Zurita, del departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense

La disminución está relacionada con el enfriamiento de la estratosfera provocado, directa e indirectamente, por los mismos gases que calientan más abajo. La explicación es doble: por un lado la concentración de CO₂ en la troposfera hace que esta atrape una radiación que, en su ausencia, llegaría hasta la estratosfera. Además, la radiación liberada por la menor cantidad de GEI estratosféricos escapa hacia el espacio al ser esta una capa ópticamente más fina. “Estamos siendo capaces no solamente de cambiar el clima en la troposfera, sino también de modificar toda la estructura de la atmósfera del planeta” dice Añel.

En principio, que la tropopausa esté más arriba o abajo podría no tener consecuencias. Pablo Zurita, profesor del departamento de Física de la Tierra y Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid, recuerda, sin embargo, que cuando empezó a descubrirse este ascenso, a comienzos de siglo, “fue considerado [uno de los indicadores más robustos del cambio climático](#)”.

En la troposfera se produce una mayor mezcla del aire, lo que ayuda a eliminar las sustancias contaminantes, mientras que en la estratosfera “apenas hay circulación del aire, por eso costó tanto reducir los gases CFC que dañaban la capa de ozono”, comenta Zurita. Este reparto de papeles podría verse alterado por los cambios en la tropopausa. Otro ejemplo, este de actualidad por la erupción en La Palma, es que “únicamente las emisiones de las erupciones volcánicas que llegan a la estratosfera tienen un impacto global porque en esta capa el aire tarda más tiempo en renovarse”, dice Zurita. Así que cualquier cambio en las fronteras entre ambas capas podrían tener efectos aún por establecer.

Aunque aún queda mucho por investigar, Añel señala su posible impacto en la circulación del aire a escala planetaria: “Las masas de aire no ascienden por igual en todo el planeta. En general, suben desde los trópicos y bajan sobre los polos, llegando de nuevo a las regiones tropicales por la capa inferior. Trastocar esto puede tener efectos no deseados”, advierte. Además, la tropopausa es un límite a la convección, la frontera hasta la que suben las nubes. Todo esto podría “alterar el balance energético global”, completa Añel.

Incluimos los resultados del GPS global y mostraron una elevación menor de la tropopausa en el hemisferio sur”

Bill Randel, del Centro Nacional para la Investigación Atmosférica de Estados Unidos

Aún quedan cuestiones por despejar. Por ejemplo, ¿el ascenso de la tropopausa es un fenómeno global o se limita al hemisferio norte? Bill Randel es investigador principal en química atmosférica del Centro Nacional para la Investigación Atmosférica de Estados Unidos (NCAR) y autor sénior del estudio de Liu. Recuerda que sus conclusiones se limitan a la porción norte del planeta porque es allí donde hay una red fiable de radiosondas. “Ampliamos el estudio utilizando datos de GPS globales, que empezaron a recogerse en 2002. Concuerdan bien con las radiosondas para el período en que se solapan. En principio, incluimos los resultados del GPS global, y mostraron una elevación menor de la tropopausa en el hemisferio sur”, explica. Sin embargo, tuvieron que retirar estas mediciones del estudio final porque otros fenómenos podían estar interfiriendo.

Por encima de la estratosfera están la mesosfera, la termosfera y la exosfera, donde los límites con el espacio se diluyen. Poco se sabe qué está pasando con estas otras capas de la atmósfera, aunque parece que, al menos las dos primeras están encogiéndose, tirando de todo el sistema para abajo. Como dice Randel, “supongo que la altura de la estratopausa [la parte superior de la estratosfera] se ha reducido, pero no creo que nadie lo haya investigado”.

*Puedes seguir a **MATERIA** en [Facebook](#), [Twitter](#) e [Instagram](#), o apuntarte aquí para recibir [nuestra newsletter semanal](#).*

SOBRE LA FIRMA



Miguel Ángel Criado |

Es cofundador de Materia y escribe de tecnología, inteligencia artificial, cambio climático, antropología... desde 2014. Antes pasó por Público, Cuarto Poder y El Mundo. Es licenciado en CC. Políticas y Sociología.

Comentarios - 7 ●

Normas

Más información

La capa de ozono sigue resquebrajándose

MIGUEL ÁNGEL CRIADO
