

El culpable de l'efecte hivernacle també refreda l'atmosfera

La Terra: temperatura 15 °C. Mart: temperatura -63 °C. Venus: temperatura 464 °C. Diferències com aquestes fan de la Terra un planeta habitable i que altres planetes com Mart o Venus no ho siguin. La temperatura mitjana a la Terra, d'uns 15 °C, possibilita l'existència d'aigua en estat líquid, base de totes les formes de vida que coneixem. A -63 °C o a 464 °C l'aigua no es troba en estat líquid, fet que, juntament amb altres raons, dificulta enormement la proliferació de vida. Però, a què són degudes les diferències de temperatura entre aquests tres planetes? La Terra, Venus i Mart són astres relativament similars. Venus i la Terra tenen mides i masses semblants. Mart és més petit i lleuger. Dins del ventall de planetes, però, es pot dir que tots tres són semblants, lluny d'altres cossos com Júpiter o Saturn, més grans i massius. La proximitat al sol influeix en la temperatura dels planetes, però aquestes diferències tan altes tenen una altra explicació: l'efecte hivernacle. Aquest efecte és causat pels gasos que formen les atmosferes planetàries i la conseqüència directa és l'escalfament d'aquestes atmosferes.

L'efecte hivernacle que té lloc a l'atmosfera dels planetes consisteix essencialment en el mateix que succeeix a l'interior d'un hivernacle, on la temperatura és més alta que a l'exterior. La llum que arriba del sol és radiació electromagnètica d'unes certes característiques, és a dir, d'una certa longitud d'ona. La longitud d'ona és el paràmetre que caracteritza aquestes ones i el que ens informa si la llum és visible o no. Dins de la llum visible, canvis en la longitud d'ona impliquen canvis en el color de la llum. La radiació procedent del sol, doncs, a causa de les seves característiques, travessa la major part dels gasos atmosfèrics,

L'augment del CO₂, com a conseqüència de l'activitat humana, és responsable de l'efecte hivernacle i de l'escalfament global, però ara s'ha demostrat que a l'alta atmosfera produeix l'efecte contrari: el CO₂ refreda les capes situades a més de 50 km de la superfície.

arriba a la superfície del planeta i l'escalfa. La superfície del planeta, pel fet d'escalfar-se i assolir una certa temperatura, emet també radiació electromagnètica. Aquesta radiació, però, presenta característiques diferents a la radiació solar incident: es tracta de radiació de longitud d'ona més alta. La radiació emesa pel planeta circula per l'atmosfera, però, a causa de les seves característiques diferents, no és capaç de travessar els gasos que la formen i sortir a l'exterior. Dit d'una altra manera, els gasos de l'atmosfera que haurien deixat passar la radiació solar absorbeixen la radiació procedent del planeta i, com a conseqüència, s'escalfen. Per tant, la temperatura de l'atmosfera augmenta i ho fa en major mesura si la quantitat de gas que conté és abundant. Venus, amb una atmosfere-

ra d'alta densitat, presenta una temperatura força elevada. Mart, amb una atmosfera molt tènue, pateix temperatures baixes. I la Terra, amb una atmosfera de densitat compresa entre les dues anteriors, acull temperatures moderades que permeten l'existència de vida.

Un fenomen natural augmentat per l'activitat humana. L'efecte hivernacle és, per tant, un fenomen natural i, de fet, és un dels efectes que contribueixen a la presència de vida a la Terra. Si no existira, la temperatura mitjana de la Terra podria arribar a -30 °C, cosa que la convertiria en un planeta força més inhòspit. De tots els gasos presents a l'atmosfera terrestre, n'hi ha alguns que presenten major contribució a l'efecte hivernacle, com el vapor d'aigua, el diòxid de carboni, el metà, o els òxids de nitrogen. La presència de vapor d'aigua a l'atmosfera no ha canviat significativament al llarg dels darrers segles, però sí que ho ha fet, i de manera notable, la concentració de diòxid de carboni. A partir de la revolució industrial l'home va començar a utilitzar combustibles fòssils massivament la combustió dels quals allibera, entre altres gasos, diòxid de carboni. Aquest abús de combustibles fòssils ha fet passar la concentració de diòxid de carboni de 280 parts per milió l'any 1850 a més de 360 parts per milió a final de la dècada dels noranta. Per tant, és clar que l'activitat humana ha augmentat la intensitat de l'efecte hivernacle, principalment causat per l'augment de diòxid de carboni atmosfèric, fet que contribueix a l'escalfament global del planeta.

Però el CO₂ també refreda l'atmosfera! Un estudi publicat recentment per grups de recerca de diversos països (Estats Units, Alemanya, l'Índia i República Txeca), dirigit pel científic txec Jan Lastovicka, estableix que les capes altes de l'atmosfera, compreses entre 50 i 800 km d'alçada respecte a la superfície terrestre, contràriament al que succeeix a les capes baixes, experimenten descensos de temperatura, i que aquests descensos són deguts a l'augment de diòxid de carboni. Aquest estudi, basat en nombroses dades experimentals procedents



L'activitat humana ha accentuat la intensitat de l'efecte hivernacle, principalment causat per l'augment de diòxid de carboni atmosfèric.

de fonts independents, revela que a aquestes alçades, tot i que augmenti, la densitat de diòxid de carboni és massa baixa per mantenir l'efecte hivernacle. El que succeeix, doncs, és que el diòxid de carboni absorbeix calor del seu voltant i l'emet en forma de radiació cap a l'exterior. Per tant, a major quantitat de diòxid de carboni, menor temperatura. Així, es produeix un refredament net en aquesta zona de l'atmosfera, efecte que, fins ara, havia resultat difícil de comprovar per la dificultat d'obtenir sèries històriques de dades corresponents a aquestes alçades.

D'acord amb l'estudi, mesures exhaustives realitzades a la mesosfera (la capa compresa entre 50 i 90 km d'alçada) revelen que aquesta zona es refreda a raó de 3 °C per dècada. Aquest refredament és coherent amb models matemàtics basats en un increment dels nivells de diòxid de carboni. Pel

que fa a les capes més altes, la termosfera (capa compresa entre 90 i 800 km), no hi ha mesures directes de la temperatura, però sí que s'ha observat un decreixement significatiu d'un paràmetre anomenat temperatura iònica. Aquest paràmetre dóna informació sobre el moviment dels ions i està directament relacionat amb la temperatura. La disminució observada és de 17 °C per dècada a alçades de 350 km, quantitat també coherent amb els models que inclouen un augment de la concentració de diòxid de carboni.

Les conseqüències del refredament. El fet que la temperatura de les capes altes de l'atmosfera disminueixi fa que es contraguin i que, per tant, la densitat atmosfèrica a alçades superiors disminueixi. Aquest efecte ha estat comprovat ja sobre les trajectòries d'alguns satèl·lits. Estudis rigorosos

indiquen que els satèl·lits que orbiten a la termosfera experimenten menys fregament amb l'aire. Les dades procedents d'aquests satèl·lits confirmen una reducció de la densitat d'entre el 2 i 3% cada dècada, fet que, una vegada més, resulta coherent amb les prediccions associades al creixement dels nivells de diòxid de carboni. Aquest efecte pot ser una bona notícia per als operadors de satèl·lits com l'Estació Espacial Internacional, que orbita a 350 km d'alçada, ja que normalment els satèl·lits presenten tendència a perdre alçada lentament, a causa justament del fregament amb l'aire. Aquesta estació, per exemple, ha d'engegar coets periòdicament per mantenir l'alçada, mesura que potser haurà de prendre amb menys freqüència si la termosfera continua aprimant-se.

Toni Pou