



GLACIACIONS, ESCALFAMENT GLOBAL I OSCIL·LACIONS NATURALS DEL CLIMA

El fred hivern 2004-2005, les escasses precipitacions i els incendis forestals han traslladat al carrer el debat de la ciència sobre els cicles atmosfèrics i els possibles riscos associats al canvi climàtic, encara que si alguna cosa sembla certa és que l'escalfament global no ens ha alliberat d'hiverns com els que van fer fora de Rússia les tropes de Napoleó i de Hitler. Els mecanismes que regeixen el clima són massa complexos perquè la ciència pugui aclarir si la pujada tèrmica de l'últim mig segle –entorn de 0,5 °C en el conjunt del planeta– té alguna cosa a veure o no amb l'aportament continu de contaminants a l'atmosfera.

Per dissipar els dubtes poden servir-nos algunes certeses sobre el passat i les troballes científiques sobre els mecanismes naturals que semblen influir en l'evolució climàtica a escala planetària. Per això, i de manera independent a la influència de l'activitat humana, nombrosos científics admeten com a principals causes naturals de les fluctuacions climàtiques les descrites pel geofísic i climatòleg iugoslau Milutin Milankòvitx (1879-1958), que, en els anys trenta del segle XX, va relacionar les grans glaciacions amb el balanceig de l'eix de rotació de la Terra i els canvis en la seua òrbita al voltant del Sol, ja que aquest conjunt de moviments modifica la distribució de l'energia que el nostre planeta rep de la seua estrella mare.

La teoria de Milankòvitx justifica els grans canvis en el clima planetari amb l'aparició periòdica de grans eres glaciars i curts períodes interglacials –com l'actual– per la combinació de tres cicles còsmics: un d'entre 90.000 i 100.000 anys, en què l'òrbita de la Terra canvia de circular a el·líptica i viceversa; un altre d'uns 26.000 anys que determina el balanceig de l'eix de rotació terrestre; i un tercer de 40.000-41.000 anys en què la inclinació d'aquest eix respecte al pla de l'òrbita oscil·la entre 22,5 i 24,5 graus.

En les fases en què l'òrbita és quasi circular, la distància de la Terra al Sol a penes canvia al llarg de l'any, però quan és el·líptica es produeix una major proximitat en determinades èpoques. En l'actualitat l'òrbita és el·líptica, encara que no es troba en la seua màxima excentricitat, i el periheli –el punt orbital més pròxim al Sol– es produeix a començament de gener, quan és hivern a l'hemisferi nord i estiu en el sud, mentre que l'afeli –el punt més llunyà– ocorre a començament de

«EN L'ACTUALITAT
SEMBLA QUE ENS TROBEM
AL FINAL D'UN PERÍODE
INTERGLACIAL»

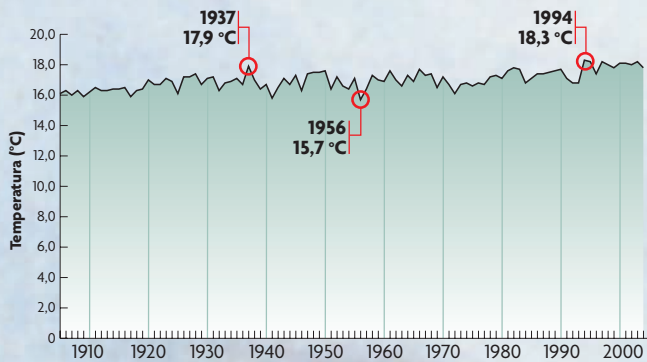
juliol. El cicle, no obstant això, canvia aquesta disposició, de manera que al cap d'un llarg temps el periheli es produeix coincidint amb l'hivern austral en compte de fer-ho amb el boreal.

No obstant això, la clau de la influència dels canvis orbitals en

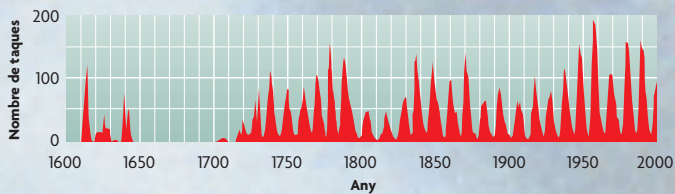
l'aparició d'eres glaciars, d'acord amb el model de Milankòvitx, sembla estar relacionada amb el període en què l'òrbita és circular i la distància de la Terra al Sol a penes varia, prop dels 148 milions de quilòmetres. En aquesta situació no es produeixen estius càlids com els actuals o els de les etapes en què l'òrbita es transforma en una el·lipse de màxima excentricitat, la qual cosa impedeix que es fongui la neu caiguda en l'hivern precedent, que es va acumulant gradualment any rere any i introdueix la Terra en el camí cap a una nova era glacial. És a dir, que, d'acord amb el model de Milankòvitx, el factor que determina les glaciacions no són els hiverns més durs, sinó els estius frescos en què, en contra del que succeeix ara, no retrocedeix la superfície gelada i cada any augmenta el gruix dels casquets polars.

Els períodes glaciars ocupen la major part de la història terrestre en els últims milions d'anys i solen durar uns 100.000 anys cada un, interrompent-se amb períodes interglacials d'uns 10.000 anys de durada. L'última glaciació va tenir el seu màxim fa uns 18.000 anys i va concloure fa uns 10.000. En l'actualitat sembla que ens trobem al final d'un període interglacial, després que fa uns 10.000 anys l'òrbita terrestre abandonara la seua etapa circular i passara a el·líptica, cosa que va ajudar a fondre a l'estiu el gel que ocupa una gran part del planeta.

En els cicles de Milankòvitx, als canvis orbitals se suma l'efecte combinat de les alteracions de la posició de l'eix terrestre a causa del moviment de balanceig i les oscil·lacions de la seua inclinació, que modifiquen el balanç energètic que rep cada hemisferi terrestre en les diferents èpoques de l'any. De fet, les estacions astronòmiques no són degudes a la major o menor proximitat al Sol, sinó a la inclinació de l'eix respecte al pla orbital de la Terra, que al llarg de l'any situa cada un dels dos hemisferis en la posició oposada als raigs solars (hivern) i en la que els reben directament (estiu). Aquests tres moviments originen cicles que es regeixen per mil·lennis i que estan clarament protagonitzats per les glaciacions. Amb tot, les principals incerteses actuals sobre el clima se centren en els canvis a una escala temporal més curta, ja que la humanitat únicament disposa de



Evolució de la temperatura mitjana anual en l'observatori de l'Ebre, prop de Tortosa, durant cent anys. A diferència de nombrosos observatoris, el de l'Ebre disposa d'una llarga sèrie climatològica en què no s'han produït alteracions de temperatura relacionades amb la influència urbana. La corba mostra una tendència a l'escalfament més matisada que les dels informes de l'ONU a escala planetària. Observem el màxim del 1994 i el mínim del 1956. (Font: Observatori de l'Ebre.)



Nombre anual de taques solars observades entre els anys 1600 i 2000. L'escalfament actual sembla coincidir amb un màxim d'activitat solar i la Petita Edat del Gel coincideix amb el mínim de Maunder, que es va produir en el segle XVII i en què a penes es van detectar taques al Sol i tampoc es van veure aurores boreals. (Font: NASA.)



Antiga il·lustració que recrea les fires del gel celebrades el 1683 i 1814 a Londres. Durant la Petita Edat del Gel, entre els segles XVI i XIX, el riu Tàmesi es va glaçar molts hiverns. Això va permetre instal·lar-hi envellats. Des de final del segle XIX el Tàmesi no s'ha tornat a congelar.

registres meteorològics des de mitjan segle XIX i les dades sobre el passat s'han hagut d'obtenir mitjançant investigacions paleoclimatològiques, que, evidentment, no ofereixen la mateixa precisió. Sabem que les dècades dels anys vuitanta i noranta del segle XX van ser les més càlides des que es va iniciar el mesurament sistemàtic de temperatures en el segle XIX, però no hi ha unanimitat entre la comunitat científica sobre si l'escalfament actual no té precedents en segles anteriors.

L'escalfament que actualment sembla tocar sostre va començar amb el segle XX i es va consolidar a mitjan segle, però fins ben entrat el segle XIX, Europa i la resta de l'hemisferi nord van viure un període fred d'uns quants segles –probablement des de 1450– que els investigadors han denominat Petita Edat del Gel (PEH), si fa no fa com una miniglaciació. Un dels elements més destacats que ha permès testificar l'existència de la PEH és la celebració periòdica de fires del gel al riu Tàmesi, que es glaçava molts hiverns, especialment en els segles XVII i XVIII. L'última es va celebrar el 1814, però el Tàmesi encara es va gelar diverses vegades més fins a 1890. Després d'aquest any no ha tornat a succeir aquest fenomen.

Però la congelació de rius no va ser una excepció anglesa. El 1891, un any després que es gelara per última vegada el Tàmesi a Londres, el riu Ebre es va congelar a Tortosa, a tocar del Mediterrani. No era la primera vegada que ocorria, ja que hi ha cròniques que testifiquen que ja va succeir en els hiverns de 1503, 1506, 1572 i 1573, entre altres. Durant la Petita Edat del Gel també es van glaçar diverses vegades el Tajo, el Tormes i molts altres rius de l'Espanya interior, i el 1624 va ocórrer amb el riu Túria a València.

La fase més intensa de la PEH va ocórrer en la segona meitat del segle XVII i la primera del XVIII coincidint amb un període en què el Sol va mostrar una activitat pràcticament nul·la. Entre 1645 i 1715 no es van observar taques a la superfície solar i no hi ha registres d'aurores boreals, la qual cosa s'adiu amb una etapa en què l'energia solar va disminuir en un petit percentatge, cosa que potser va afavorir un refredament a la Terra. Aquest període s'ha anomenat el mínim de Maunder, en honor de Walter Maunder (1851-1928), l'astrònom anglès que el va descobrir a final del segle XIX. Des de llavors no sols no s'ha tornat a produir un descens tan acusat de l'activitat solar, sinó que al llarg del segle XX s'han aconseguit màxims històrics. Segons els estudis sobre el cicle solar, entre els anys 1000 i 1900 la mitjana de taques va ser d'unes trenta l'any, però entre 1900 i l'actualitat –el que coincideix amb el període d'escalfament de la temperatura de la Terra–, la mitjana s'ha duplicat i s'acosta les seixanta.

VICENTE AUPÍ

Periodista i divulgador científic, *Levante-EMV*