



connexions

Els límits del clima: a la natura, segons la ciència i per la societat

vista prèvia >

El clima ha canviat de manera natural al llarg de milions d'anys, és cert, però la humanitat s'hi juga molt en el canvi climàtic actual: perquè l'activitat antròpica n'és la principal causa, perquè podem patir-ne les conseqüències i perquè encara és a les nostres mans evitar-ne els efectes més catastròfics.



Albert Llausàs

Institut de Medi Ambient de la UdG

albert.llausas@udg.edu

L'estudi de la composició del gas atrapat al llarg de 800.000 anys en bombolles dins el gel de l'Antàrtida,¹ l'anàlisi del pol·len contingut en dipòsits de travertí del Pla de l'Estany² o les campanyes d'investigació geològica a la Conca de Tremp³ són exemples de fonts de dades paleoclimàtiques, que permeten a la comunitat científica fer una reconstrucció de com ha estat el clima planetari en el passat. Gràcies a aquests treballs, i a molts altres provinents d'arreu del món, sabem que el clima del nostre planeta ha estat en canvi permanent. Històricament, la temperatura mitjana de la Terra hauria oscil·lat entre 14°C més que en l'actualitat, ara fa uns 50 milions d'anys, i uns 12 °C menys que avui dia durant les glaciacions de 20.000 anys enrere.⁴⁻⁵

1 LAMBERT, «Dust-climate couplings over the past 800,000 years from the EPICA Dome C ice core».

2 BURJACHS i ALLUE, «Paleoclimatic evolution during the last glacial cycle at the NE of the Iberian Peninsula».

3 ROQUÉ, «Chronology and paleoenvironmental interpretation of talus flatiron sequences in a sub-humid mountainous area: Tremp Depression, Spanish Pyrenees».

4 ROYER, «CO₂-forced climate thresholds during the Phanerozoic».

5 ANDERSEN, «High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period».

Malgrat aquestes constatacions, és perillós pensar que aquests graus d'escalfament o refredament de la Terra puguin representar els límits naturals del seu clima i que, per tant, l'increment d'unes poques dècimes per dècada que s'està registrant en els darrers decennis no té rellevància.

Els estudis paleoclimàtics revelen que en els darrers 10.000 anys, durant la major part del període geològic conegut com l'Holocè, la temperatura ha oscil·lat poc més d'1°C per sota i per sobre de la temperatura mitjana que hem experimentat en les últimes dècades.⁶ Aquesta relativa estabilitat climàtica ha propiciat, també, una certa estabilitat en la biosfera, sense grans episodis d'extincions massives d'espècies per causes naturals, i ha facilitat la transició de les societats humanes des del Neolític cap a la modernitat. Aquestes dinàmiques impliquen que els sistemes naturals i socials que coneixem en l'actualitat han estat operant durant mil·lennis sota unes condicions climàtiques ambientals

6 MARCOTT, «A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years».

molt determinades, amb uns límits poc canviants, i que, per tant, la seva continuïtat en la seva forma actual depèn, en bona mesura, del manteniment d'aquestes condicions. Aquesta constatació obliga a rebutjar una discussió sobre els límits del clima del planeta merament basada en els registres històrics.

En aquest article proposo la diferenciació de tres tipus de límits amb els quals es pot abordar la qüestió dels límits del planeta en relació al clima i el canvi climàtic. En primer lloc es mostrarà com, des de molt variades disciplines científiques, s'han recopilat dades que demostren canvis recents, ràpids i profunds en el clima planetari i com moltes de les variables estudiades han superat límits que feia molt temps —fins i tot milions d'anys— que no s'assolien. Seguidament es discutirà l'aportació de la comunitat científica a l'hora de posar en valor el coneixement que s'ha acumulat entorn de les dinàmiques climàtiques per tal de fer front al repte del canvi climàtic actual i també les seves limitacions. Finalment, s'exposaran algunes de les propostes de límits més rellevants que la humanitat ha adoptat o es

El ritme d'escalfament s'ha accelerat en els últims anys, amb un increment d'entre 0,15 i 0,25°C per dècada, en funció de la regió

discuteix adoptar i se'n comentaran alguns aspectes vinculats a la seva conveniència i viabilitat.

Posant el termòmetre a un planeta amb febre

El conegut com a «efecte hivernacle» és el procés pel qual una part de l'energia solar que arriba a la Terra queda atrapada a l'atmosfera, absorbida per determinats gasos, tot contribuint a elevar la temperatura del planeta i fer-lo habitable. El diòxid de carboni (CO₂) és el gas que més contribueix a aquest efecte, no perquè sigui la molècula que tingui més capacitat de retenir energia, sinó perquè és, amb diferència, la més abundant. La seva concentració a l'època preindustrial era, aproximadament, de 280 ppm (parts per milió). Activitats humanes com ara la combustió d'hidrocarburs i la desforestació han provocat, des de llavors, un notable increment de les emissions.

El maig de 2013, a l'observatori de Mauna Loa, a Hawaii, es va registrar per primer cop una concentració d'aquest gas superior a 400 ppm, un llindar que, segons els científics, no

s'havia assolit mai des de fa entre 2 i 4,5 milions d'anys. En relació a aquesta dada, l'investigador de la NASA David Crisp declarà: «*En certa manera, 400 ppm és només un número, una altra fita que estem fent miques a un ritme que ara excedeix les 2 ppm per any*».⁷ Tot i que aquests canvis són imperceptibles sense l'ús d'instrumental de mesura, ja han desencadenat visibles alteracions en el clima, els fenòmens meteorològics, les espècies i les societats humanes.

La temperatura mitjana de l'atmosfera a la superfície terrestre ha augmentat uns 0,8°C des dels primers registres fiables, que daten de finals del segle XIX. El ritme de l'escalfament s'ha accelerat en els últims anys, amb un increment d'entre 0,15 i 0,25°C per dècada, en funció de la regió mundial.⁸ De fet, el 2014 va ser, al conjunt del món, el més càlid des que hi ha registres, amb 0,69°C més que la temperatura mitjana del

segle XX.⁹ A Europa, la desviació va superar aquell any 1°C, amb molts observatoris catalans registrant rècords de temperatures mitjanes. En consonància amb les observacions fetes arreu de la conca Mediterrània, el Servei Meteorològic de Catalunya ha detectat, en els darrers anys, augments estadísticament significatius en el nombre de dies d'estiu, nombre de nits tropicals, temperatures màximes, temperatures mínimes i per contra, una disminució en el nombre de dies i nits freds, glaçades i ratxes fredes.¹⁰

L'increment de les temperatures també es nota als mars i als oceans. A l'Estartit, per exemple, les observacions de Josep Pascual (1950) demostren un augment significatiu de la temperatura de l'aigua del mar a 20 metres de profunditat en més d'un grau des de 1974. De retruc, l'expansió tèrmica de les masses d'aigua està provocant un augment del nivell del mar, que si bé a l'Estartit se situa en uns 3 centímetres per

7 Veure: <<http://climate.nasa.gov/400ppmquotes>>.

8 PACHAURI, «Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change».

9 WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, «WMO statement on the status of the global climate in 2014».

10 SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA, «Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics (BAIC-2014)».

L'excés de CO₂ atmosfèric comporta una major absorció d'aquest compost per part de les masses marines, provocant l'acidificació de les aigües que dificulta els cicles vitals d'algunes espècies

dècada des de 1990, en altres costes assoleix valors superiors.¹¹

Addicionalment, un major contingut de CO₂ atmosfèric està comportant una major absorció d'aquest compost per part de les masses marines, fet que provoca l'acidificació de les seves aigües i al seu torn, dificulta els cicles vitals d'algunes espècies, de moment les més sensibles com ara els coralls.¹²

A la superfície terrestre hi ha altres bioindicadors que evidencien el canvi global que està provocant l'escalfament. Els cicles vitals de moltes espècies de plantes, per exemple, s'estan veient alterats amb un avançament de la brotada i la floració i un retard en la pèrdua de la fulla. A nivell espacial, s'ha observat com algunes espècies estan experimentant desplaçaments latitudinals i altitudinals cercant les condicions

que els són òptimes com a estratègia d'adaptació. Al Montseny, per citar un exemple proper, una investigació de Josep Peñuelas (1958) del CSIC – Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals i Martí Boada (1949) de la UAB, demostra com les fagedes s'han enfilat fins una cota uns 70 metres més elevada respecte la que ocupaven el 1945, i tot i així no han evitat un empitjorament del seu estat i un reemplaçament per part de roures, més adaptats al clima mediterrani que va colonitzant espais de muntanya.¹³ Aquest desplaçament dels límits temporals i espacials dels organismes vegetals té implicacions per a l'agricultura, que veu com no només canvien les condicions ambientals en les quals desenvolupar les activitats del camp, sinó que simultàniament es veuen alterades les respostes dels conreus. Mentre que la sembra de molts cultius s'avança, l'adaptació a les noves condicions en el cas dels fruiters sol passar per l'adopció de noves varietats més adaptades a temperatures més altes. Determinats sectors, com el vitivinícola, estudia el conreu

de vinyes en indrets on, fins l'actualitat, era poc viable a causa d'unes condicions massa fredes, com ara al Prepirineu català.¹⁴ Algunes espècies faunístiques també estan mostrant dificultats en la seva adaptació als nous ritmes dels cicles vegetals i dels seus patrons migratoris.¹⁵

Les societats humanes també evidencien canvis en el seu funcionament i distribució a causa del canvi climàtic induït per l'escalfament global. De manera molt directa, l'augment del nivell del mar ja obliga a fer una reordenació dels fronts marítims de moltes ciutats litorals i, en casos extrems, a la construcció de dics o al desplaçament de poblacions que habiten en petites illes sense pràcticament perfil altitudinal. Els models de canvi climàtic preveuen una major freqüència d'onades de calor com la que va afectar bona part d'Europa el 2003 o la d'algunes regions del subcontinent indi aquest mateix 2015 i que van deixar milers de morts. En alguns indrets, per

11 SALAT i PASCUAL, «Climatological trend from 32 years of observations at L'Estartit station, near the Catalan coast (NW Mediterranean)»; i PASCUAL i SALAT, «Què ens expliquen 40 anys d'observacions oceanogràfiques prop de la costa catalana (la sèrie temporal ininterrompuda més llarga de la Mediterrània)».

12 HOEGH-GULDBERG, «Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification».

13 PEÑUELAS i BOADA, «A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)».

14 RURALCAT, «El canvi climàtic en l'agricultura i el medi natural».

15 WALTHER, «Ecological responses to recent climate change».

L'augment del nivell del mar ja obliga a fer una reordenació dels fronts marítims de moltes ciutats litorals i, en casos extrems, a la construcció de dics o al desplaçament de poblacions

contra, el canvi global s'espera que aporti beneficis, gràcies a un clima més benigne en regions fredes, augments de la producció agrícola en indrets fins ara poc propicis, l'obertura de noves rutes comercials a causa de l'enretirada del gel àrtic o la possibilitat d'explotació de dipòsits d'hidrocarburs per aquesta mateixa raó. El mapa turístic mundial ja ha començat a mutar en consonància amb el canvi climàtic, amb algunes destinacions netament perdudes —com les estacions d'esquí del Pirineu o algunes zones del litoral mediterrani— i altres indrets, fins ara frescos, afavorits per una major bonança tèrmica.

En síntesi, els resultats de múltiples indicadors del canvi climàtic, des de mesures directes de la temperatura i altres variables físiques, fins l'ús de bioindicadors basats en la fenologia d'animals i plantes, apunten a la superació dels límits que s'havien conegut al llarg de l'Holocè i a la irrupció de nous escenaris de futur amb unes condicions notablement diferents. De fet, científics com ara Paul Crutzen (1933), químic atmosfèric guanyador del Premi Nobel, proposen alterar els límits que s'han establert per

a la història geològica del planeta, donant l'Holocè per acabat i batejant la nova era com a Antropocè, en tant que l'ésser humà ha tingut un impacte global significatiu sobre els ecosistemes de la Terra.¹⁶ El desencaix entre les condicions sobre les quals històricament han sobreviscut i prosperat espècies com la nostra i les noves condicions que emergeixen amb l'Antropocè són motiu de preocupació pels canvis abruptes i/o irreversibles que es podrien produir en les dinàmiques físicoquímiques de la Terra, per l'extinció d'espècies que no es puguin adaptar o desplaçar —per exemple els endemismes insulars—, per l'alteració dels ecosistemes que ens proveeixen serveis ambientals o pel propi risc que suposa per a la supervivència d'una porció de la humanitat que viu sota condicions de gran vulnerabilitat.

La ciència dels límits i els límits de la ciència

Dades com les que s'ofereixen a la secció precedent són meres observacions, mancades de valor si no van

acompanyades d'una reflexió sobre les seves causes, conseqüències i, si l'avaluació així ho requereix, d'una presa de decisions. La missió de la ciència —almenys de la ciència compromesa— va més enllà de fer mesures de variables i publicar-ne els resultats. El seu objectiu ha de ser el d'exercir de frontissa entre les dades crues i la societat. Ho ha de fer a través de la interpretació crítica de les informacions recollides, convertint-les en autèntic coneixement que faciliti a la ciutadania i als seus representants l'adopció d'estratègies i accions. Es tracta d'un procés incòmode per als científics, sovint poc reconegut. D'una banda, perquè obliga a fer sacrificis en la forma de transmetre el coneixement científic, agregant els resultats de nombroses investigacions que sovint tenen unes bases poc homogènies i de difícil comparació, en pro d'una comunicació més senzilla, directa, que pugui fer arribar el missatge final a una audiència no necessàriament experta. D'altra banda, perquè les conclusions i suggeriments que emanen d'aquests esforços solen tenir importants implicacions en l'esfera socioeconòmica i en la seva governança, de manera que no és rar

¹⁶ STEFFEN, «The Anthropocene: conceptual and historical perspectives».

Científics com Paul Crutzen donen l'Holocè per acabat i bategen la nova era com a Antropocè, en tant que l'ésser humà ha tingut un impacte global significatiu sobre els ecosistemes de la Terra

que els experts rebin crítiques o fins i tot pressions a l'hora d'expressar les seves recomanacions.

El 2009, un equip internacional i multidisciplinar de científics liderat pel suec Johan Rockström (1965) va publicar una peça a la prestigiosa revista científica *Nature* titulada «Un entorn per al funcionament segur de la humanitat».¹⁷ L'article, poc convencional per la seva brevetat i absència de revisió d'iguals, feia una estimació de nou límits planetaris que calia no superar per eludir conseqüències desastroses per a la humanitat. Un d'aquells àmbits era el del canvi climàtic, molt relacionat amb un altre límit, el de l'acidificació dels oceans. Les estimacions dels experts van ser criticades, sobretot pel fet que en molts casos no es tractava de dinàmiques amb límits biofísics intrínsecs, sinó dependents de judicis de valor i pel fet que en massa casos adreçaven problemes que es defineixen a escala regional, no global.¹⁸ Curiosament, però, la

denúncia que la humanitat ja havia excedit els límits recomanables en relació al canvi climàtic va rebre poques crítiques, de manera que no es disputa la necessitat d'afrontar aquest repte global. Una revisió dels límits per part del mateix equip de divuit científics, publicada el gener d'enguany, ha trobat que, en els darrers cinc anys, ja s'ha superat un altre dels nou límits, passant el nombre que ho ha fet de tres a quatre.

Una de les hipòtesis sobre les quals se sustenta l'exercici de Rockström i els seus col·legues és la possibilitat que, a partir d'un cert llindar, el canvi d'una o diverses variables desencadeni transformacions profundes, sobtades i irreversibles en un o més subsistemes de la Terra. Els partidaris d'aquesta teoria, coneguda en anglès com a *tipping points*, recolzen, per exemple, que així com l'augment de les concentracions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera es va produint d'una manera progressiva, més o menys lineal, és possible que els efectes d'aquest increment —per exemple una alteració del sistema de corrents oceànics conegut com a circulació termohalina— siguin bruscos i tinguin conseqüències

immediates a gran escala.¹⁹ L'equip de Rockström es basà en evidències paleoclimàtiques per estimar que una concentració de CO₂ a l'atmosfera de 350 ppm mantindria el clima a la Terra en unes condicions aptes per a les necessitats de la humanitat, produint un escalfament que quedaria lluny dels 5°C que es podrien assolir amb concentracions majors i que, en el passat, han generat unes condicions climàtiques molt adverses per a la nostra espècie.

Seguint un raonament similar, orientat a evitar l'escalfament global fins un llindar crític, el 1975 l'economista William D. Nordhaus (1941) estimà que calia limitar l'escalfament global a no més de 2 o 3°C.²⁰ Malgrat que el propi autor admet que aquest rang responia més a una intuïció que a una avaluació de dades climàtiques i paleoclimàtiques, posteriors investigacions han anat ratificant que un llindar de 2°C addicionals voreja el màxim escalfament de la Terra que no desencadenaria fenòmens catastròfics, mantenint a la humanitat

17 ROCKSTRÖM, «A safe operating space for humanity».

18 NORDHAUS, SHELLENBERGER i BLOMQVIST, *The planetary boundaries hypothesis. A Review of the Evidence*.

19 LENTON, «Early warning of climate tipping points».

20 NORDHAUS, *Can we control carbon dioxide?*

L'Antropocè preocupa pels canvis en les dinàmiques físicoquímiques de la Terra, per l'extinció d'espècies, per l'alteració dels ecosistemes i per la supervivència d'una part de la humanitat

dins un marge de seguretat raonable segons el principi de precaució.

Des de la disciplina de les ciències econòmiques que han abordat el canvi climàtic destaca, per la seva repercussió mediàtica, el conegut com Informe Stern.²¹ Encarregat pel govern britànic a l'economista Nicholas Stern (1940), de la London School of Economics, el treball, publicat el 2006, analitza els potencials efectes de l'escalfament global sobre l'economia mundial a través d'una anàlisi cost/benefici. Conclou que el canvi climàtic és una greu fallada de mercat i que no corregir-la suposaria perdre d'un 5% a un 20% del PIB mundial a través d'impactes negatius sobre els recursos hídrics, la producció d'aliments, la salut i el medi ambient. L'informe recomana actuar d'urgència per evitar aquests efectes, fet que s'aconseguiria amb una inversió en mesures de mitigació i adaptació d'aproximadament un 1% del PIB global que arribés a estabilitzar la concentració de CO₂ a l'atmosfera en 550 ppm. El 2013, al Fòrum Econòmic Mundial celebrat a

Davos, l'autor de l'informe admetia, amb el recolzament de noves evidències, que el seu treball no havia pres prou en consideració alguns riscos de l'escalfament, que les seves recomanacions eren excessivament permissives i que l'atmosfera s'enca-minava cap a un escalfament de 4°C cap a finals de segle si no es dedicava almenys un 2% del PIB mundial a mitigar el canvi climàtic.

Un altre dels límits que ha anat canviant al llarg del temps i que cal tenir en consideració a l'hora d'estimar i valorar els efectes del canvi climàtic és el del nostre propi coneixement. La ciència ha fet progressos enormes en les darreres dècades i en l'actualitat disposem d'una quantitat ingent de mesures sobre el clima i molts aspectes relacionats. Malgrat això, encara hi ha moltes incerteses. Aquestes incerteses i la gran complexitat dels processos analitzats fan recomanable una aproximació a l'estudi del clima i la seva relació amb els subsistemes planetaris des dels principis de la ciència postnormal.²² Així ho fa l'Intergovernmental

Panel on Climate Change (IPCC) quan, en els seus informes periòdics, valora el grau de consens i solidesa empírica de les dades i matisa les seves observacions i prediccions acompanyant-les d'un descriptor de probabilitat, extret d'una escala de set categories que cobreixen des de «extremadament improbable» (0-1% de probabilitat) fins «pràcticament segur» (99-100% de probabilitat).²³

En trobem un exemple en una de les conclusions més mediàtiques del darrer informe, el cinquè, del 2014: *«La influència humana ha estat detectada en l'escalfament de l'atmosfera i l'oceà, en canvis en el cicle global de l'aigua, en reduccions de la neu i el gel, en l'increment mitjà del nivell del mar, i en canvis en alguns dels extrems climàtics. Aquesta evidència de la influència humana ha crescut des del darrer informe. És extremadament probable que la influència humana hagi estat la causa dominant de l'escalfament observat des de la meitat del segle XX»*.²⁴

21 STERN, *Stern Review on the Economics of Climate Change*.

22 SALORANTA, «Post-normal science and the global climate change issue».

23 MASTRANDREA i MACH, «Treatment of uncertainties in IPCC Assessment Reports: past approaches and considerations for the Fifth Assessment Report».

24 ONU, «Human cause of global warming is near certainty, UN reports».

El canvi climàtic és una greu fallada de mercat i no corregir-la suposaria la pèrdua de l'equivalent a entre un 5% i un 20% del Producte Interior Brut mundial

Els límits del nostre compromís

A través de la feina de la comunitat científica podem verificar quins límits naturals s'estan creuant com a conseqüència de l'activitat antròpica, alhora que som advertits sobre els efectes de superar determinats llindars. Malgrat això, les respostes sobre quines són les línies vermelles que la humanitat està disposada a respectar no es poden cercar ni a la natura ni en la ciència, sinó que es defineixen com una construcció purament social, fruit del consens, en un escenari ideal, entre totes les societats. Ens trobem, en definitiva, que el marc dins el qual es planteja el debat dels límits del canvi climàtic no és estrictament el de la física atmosfèrica, sinó que inclou, sobretot, aspectes de caire social, econòmic i de governança global i ha d'involucrar, per tant, al conjunt de la ciutadania, les seves institucions i tots els sectors productius. No fer-ho pot abocar la societat a patir la imposició de mesures regulatives, de planificació, tècniques i de mercat imposades de dalt cap a baix, en ocasions de manera autoritària, i que poden afectar els drets i la qualitat de vida de la població, sobretot

quan s'apliquen solucions úniques a contextos molt diversos i a societats molt desiguals.²⁵

Els primers objectius que la comunitat internacional es va marcar no eren finalistes, sinó relatius a la trajectòria històrica. Així, una primera generació d'acords i límits internacionals, com ara el Protocol de Kyoto, simplement proposaven una moderació dels nivells d'emissions en comparació amb un nivell de referència, fixat el 1990. En aquest mateix marc, la UE persegueix, des de 2008, una estratègia coneguda com el 20-20-20, que implica, com a principals reptes, la reducció de les emissions comunitàries de gasos d'efecte hivernacle en un 20% respecte el 1990, que un 20% del consum energètic provingui de fonts renovables i millorar en un 20% l'eficiència energètica. Els diferents plans que han conformat l'estratègia catalana de mitigació del canvi climàtic també s'han centrat en una reducció de les emissions a través de millores en la gestió energètica. A

nivell municipal, el triple límit del 20-20-20 ha estat adoptat voluntàriament per més de 6.000 ajuntaments europeus, alguns d'ells catalans, a través del Pacte d'Alcaldes, que els compromet a implantar Plans d'Acció per a l'Energia Sostenible.

Per a la segona generació d'acords que s'estan engendrant en els darrers temps, el punt de partida és la fixació d'objectius finalistes, per exemple a través de l'establiment d'un sostre d'escalfament màxim que la humanitat està disposada a tolerar, independentment dels mitjans per aconseguir-ho. En aquest sentit, la idea de limitar l'increment de temperatura mitjana a 2°C respecte el període preindustrial ha anat guanyant popularitat en els darrers anys. Una iniciativa procedent de la societat civil organitzada, liderada per l'escriptor especialitzat en medi ambient Bill McKibben (1960), proposa prendre com a referència de límit màxim de concentració de CO₂ atmosfèric l'indicat pel prestigiós climatòleg James Hansen (1941), de la Columbia University, per evitar un punt d'inflexió catastròfic en el clima: 350 ppm. La campanya s'organitza a través de la plataforma 350.org, que té un dels

25 SCHMIDT, «Governing Planetary Boundaries: Limiting or Enabling Conditions for Transitions Towards Sustainability?».

La resposta sobre quines són les línies vermelles que la humanitat està disposada a respectar no es poden cercar ni a la natura ni en la ciència. Són una construcció purament social

grups d'acció local situat a Barcelona, conegut com a 350 BCN. Des de l'òptica de l'economia, els resultats de l'Informe Stern han estat emprats per organismes com la UE, el Banc Mundial, la International Energy Agency i múltiples empreses i organitzacions no governamentals per justificar els seus posicionaments i accions.

L'objectiu dels 2°C d'escalfament màxim, per la seva formulació clara i senzilla, és fàcil de comprendre i de comunicar; dos trets que són avantatjosos a l'hora de fer arribar la ciència a legisladors i al gran públic. Poc abans de la Conferència de l'ONU sobre el Canvi Climàtic que se celebrà a Copenhaguen el 2009, un editorial conjunt publicat per 56 capçaleres periodístiques de 45 països pregonava: «*La base científica és complexa però les dades són clares. El món necessita prendre mesures per limitar l'ascens de la temperatura a 2°C*».²⁶ L'origen d'aquesta cita demostra com la determinació de límits en relació al canvi climàtic transcendeix l'esfera científica i involucra tota la societat.

Finalment, a la mateixa cimera de Copenhaguen, els països participants acordaven formalment: «*tot reconeixent el criteri científic que l'increment de la temperatura global hauria de ser per sota de 2°C, sobre la base de l'equitat i en el context del desenvolupament sostenible, millorarem les nostres accions de cooperació a llarg termini per combatre el canvi climàtic*».²⁷ Posteriorment, més i més institucions internacionals, així com el G8, s'han compromès a respectar l'objectiu de no sobrepassar el límit d'escalfament de 2°C.

Per contra, un missatge tan reduccionista com el dels 2°C amaga al darrere una gran complexitat, pels múltiples factors tant naturals com antropogènics que afecten el clima, i a més no fa referència a quines mesures caldria adoptar per respectar aquest topall, ni en relació a la quantitat d'emissions de gasos d'efecte hivernacle que provoquen l'escalfament, ni en relació als països, grups o sectors que haurien de

liderar l'acció. La negociació a l'hora de convenir els objectius a adoptar per part de cada membre de la comunitat internacional es veu enormement dificultada per la diversitat de perfils, interessos particulars i tensions internes que es reflecteixen ja en el moment de definir les unitats de mesura en el repartiment de responsabilitats. Les implicacions de fer una mesura d'emissions per càpita o per estat són molt diverses en funció del grau de desenvolupament de cada regió. També són clau qüestions com el reconeixement de la responsabilitat històrica de països llargament industrialitzats en l'escalfament existent, la velocitat a la qual s'han d'afrontar les reduccions, els marges i els ajuts que s'han de facilitar a les economies emergents, l'assignació de les emissions vinculades al comerç global entre productors i consumidors, entre moltes altres. Algunes d'aquestes qüestions i d'altres relacionades amb la justícia climàtica són adreçades per l'activista Naomi Klein (1970) en el seu recent llibre *Això ho canvia tot. El capitalisme contra el clima*.²⁸ En

26 «Copenhagen climate change conference: "Fourteen days to seal history's judgment on this generation"».

27 UNFCCC, «Report of the conference of the parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum, part two: action taken by the conference of the parties at its fifteenth session».

28 KLEIN, *Això ho canvia tot. El capitalisme contra el clima*.

Tant la limitació de l'escalfament a 2°C com la reducció de CO₂ atmosfèric fins les 350 ppm assenyalen com a factor clau la limitació de combustibles fòssils com a fonts d'energia

la presentació del llibre a Barcelona, l'autora canadenca constata com afrontar amb garanties els reptes del canvi climàtic obliga a replantejar l'organització del sistema capitalista i també de la mateixa democràcia que, segons Klein, ara hi està superada.

Pel que fa a mesures concretes, tant les campanyes dirigides a limitar l'escalfament a 2°C com les orientades a reduir la concentració de CO₂ atmosfèric fins les 350 ppm assenyalen com a factor clau la limitació de les emissions derivades de l'ús de combustibles fòssils —petroli, gas i carbó— com a fonts d'energia. Això s'explicaria perquè les emissions associades a la producció i al consum d'energia fòssil són responsables, segons les dades del World Resource Institute, d'aproximadament el 65% de les emissions totals de gasos d'efecte hivernacle, amb el 35% restant atribuït de manera fragmentada a l'agricultura, l'activitat forestal, la gestió de residus...²⁹ La International Energy Agency, a l'informe sobre energia i canvi climàtic del 2015 aposta per aconseguir que

les emissions de gasos derivats de l'ús d'energia arribin a la seva cota màxima el 2020, i vagin disminuint a partir de llavors.³⁰ Per fer-ho, l'agència proposa cinc mesures basades en la millora de l'eficiència, la inversió en energies renovables i l'eliminació de subsidis a favor de les fonts d'energia contaminants.

Algunes veus crítiques, però, alerten que calen canvis més substancials per evitar l'alliberament de quantitats perilloses de carboni a l'atmosfera. Per corregir aquesta situació s'han iniciat campanyes sota el lema *Keep it in the ground* [Deixa-ho sota terra], que reclamen que no s'explotin els dos terços de reserves de combustibles fòssils l'ús de les quals abocaria el planeta a superar àmpliament els límits d'escalfament acordats. Seguir aquest criteri implicaria, per exemple, renunciar a l'explotació de les reserves de l'Àrtic, a bona part dels grans dipòsits de carbó d'Austràlia i a aturar la recent expansió pels EUA i Europa de l'explotació de gas a través de tècniques

com el *fracking* [fractura hidràulica].³¹ Simultàniament, però, també hi ha grups de pressió que s'oposen a qualsevol acció que amenaci el benefici econòmic vinculat a l'explotació i combustió d'hidrocarburs fòssils. Entre les seves eines hi ha la negació del canvi climàtic, el qüestionament del seu origen antròpic o l'aposta per tecnologies encara no inventades i el mercat lliure com a solucions del problema. La projecció d'aquestes veus en els mitjans de comunicació —amb els quals, incidentalment, tenen una estreta relació— s'està mostrant efectiva, aconseguint allunyar l'opinió pública de les recomanacions consensuades per una àmplia majoria de la comunitat científica i complicant, encara més, la concreció d'acords entre diferents interessos geopolítics.³²

Després del fracàs de la cimera de l'ONU celebrada a Copenhaguen el 2009 pel que fa a la concreció d'un full de ruta que donés continuïtat als

²⁹ Veure <<http://cait.wri.org/>>.

³⁰ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, «World Energy Outlook Special Report 2015: Energy and Climate Change».

³¹ MCGLADE i EKINS, «The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C».

³² PAINTER i ASHE, «Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007–10».

Cal que els nous acords es fixin objectius més ambiciosos, que garanteixin, amb justícia, unes condicions de vida dignes a totes les poblacions en el marc de la sostenibilitat

compromisos adoptats per alguns països a través del protocol de Kyoto, la propera cimera que se celebrarà a París a finals de 2015 es perfila com a clau per a l'adopció de compromisos concrets que permetin a la humanitat mantenir-se dins uns límits climàtics de la Terra favorables per a la vida. Aquests compromisos haurien d'anar més enllà de buscar la mera pervivència o supervivència de la nostra espècie en un clima més hostil, sinó que en la mesura que el canvi climàtic es relaciona, tal com s'ha repassat al llarg d'aquest article, amb molts altres aspectes del nostre sistema socioeconòmic, cal que els nous acords es fixin objectius més ambiciosos, que garanteixin, amb justícia, unes condicions de vida dignes a totes les poblacions en el marc de la sostenibilitat. Més endavant serà el torn de governs estatals, regionals i locals de demostrar el seu compromís en la lluita contra l'escalfament global renovant i adoptant estratègies més ambiciosos de mitigació del canvi climàtic. ■

■ Bibliografia

ANDERSEN, Katrine K. (et al.). «High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period». *A Nature*, núm. 431, p. 147-151, 2004.

BURJACHS, Francesc i ALLUE, Ethel. «Paleoclimatic evolution during the last glacial cycle at the NE of the Iberian Peninsula». A RUIZ ZAPATA, Maria Blanca (ed.). *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean region*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, 2003.

«Copenhagen climate change conference: "Fourteen days to seal history's judgment on this generation"» [en línia]. *The Guardian*, 7 de desembre de 2012. Disponible a: <www.theguardian.com>.

HOEGH-GULDBERG, Ove (et al.). «Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification». *A Science*, núm. 318, p. 1.737-1.742, 2007.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. «World Energy Outlook Special Report 2015: Energy and Climate Change» [en línia] Disponible a: <www.iea.org>.

KLEIN, Naomi. *Això ho canvia tot. El capitalisme contra el clima*. Barcelona: Editorial Empúries, 2015.

LAMBERT, Fabrice (et al.). «Dust-climate couplings over the past 800,000 years from the EPICA Dome C ice core». *A Nature*, núm. 452, ps. 616-619, 2008.

LENTON, Tim M. «Early warning of climate tipping points». *A Nature Climate Change*, núm. 1, p. 201-209, 2011.

MCGLADE, Christophe i EKINS, Paul. «The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C». *A Nature*, núm. 517, p. 187-190, 2015.

MARCOTT, Shuan A. (et al.). «A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years». *A Science*, núm. 339, p. 1.198-1.201, 2013.

MASTRANDREA, Michael D. i MACH, Katharine J. «Treatment of uncertainties in IPCC Assessment Reports: past approaches and considerations for the Fifth Assessment Report». *A Climatic Change*, núm. 108, p. 659-673, 2011.

NORDHAUS, Ted, SHELLENBERGER, Michael i BLOMQVIST, Linus. *The planetary boundaries hypothesis. A Review of the Evidence*. Oakland: Breakthrough Institute, 2012.

NORDHAUS, William D. *Can we control carbon dioxide?* Laxenburg: IIASA, 1975.

ONU. «Human cause of global warming is near certainty, UN reports» [en línia]. 30 de gener de 2014. Disponible a: <www.un.org>.

PACHAURI, Rajendra K. (et al.). «Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change». IPCC, 2014.

PAINTER, James i ASHE, Teresa. «Cross-national comparison of the presence of climate scepticism in the print media in six countries, 2007–10». A *Environmental research letters*, núm. 7, p. 044005, 2012.

PASCUAL, Josep i SALAT, Jordi. «Què ens expliquen 40 anys d'observacions oceanogràfiques prop de la costa catalana (la sèrie temporal ininterrompuda més llarga de la Mediterrània)» [en línia]. XIX Trobades Científiques de la Mediterrània Josep Miquel Vidal — El clima de la Mediterrània: del passat als impactes del canvi climàtic, 2013. Disponible a: <<http://digital.csic.es>>.

PEÑUELAS, Josep i BOADA, Martí. «A global change induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)». A *Global Change Biology*, núm. 9, p. 131-140, 2003.

ROCKSTRÖM, Johan (et al.). «A safe operating space for humanity». A *Nature*, núm. 461, p. 472-475, 2009.

ROQUÉ, Carles (et al.). «Chronology and paleoenvironmental interpretation of talus flatiron sequences in a sub-humid mountainous area: Tremp Depression, Spanish Pyrenees». A *Earth Surface Processes and Landforms*, núm. 38, p. 1.513-1.522, 2013.

ROYER, Dana L. «CO₂-forced climate thresholds during the Phanerozoic». A *Geochimica et Cosmochimica Acta*, núm. 70, ps. 5.665-5.675, 2006.

RURALCAT. «El canvi climàtic en l'agricultura i el medi natural» [en línia]. 2013. Disponible a: <www.ruralcat.net>.

SALAT, Jordi i PASCUAL, Josep. «Climatological trend from 32 years of observations at L'Estartit station, near the Catalan coast (NW Mediterranean)». A *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, núm. 38, p. 196, 2007. SALORANTA, Tuomo M. «Post-normal science and the global climate change issue». A *Climatic Change*, núm. 50, p. 395-404, 2001.

SCHMIDT, Falk. «Governing Planetary Boundaries: Limiting or Enabling Conditions for Transitions Towards Sustainability?». A MEULEMAN, Louis (ed.). *Transgovernance*. Berlín: Springer, 2013.

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA. «Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics (BAIC-2014)» [en línia]. Disponible a: <<http://static-m.meteo.cat>>.

STEFFEN, Will (et al.). «The Anthropocene: conceptual and historical perspectives». A *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, núm. 369, p. 842-867, 2011.

STERN, Nicholas. *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Londres: UK Government, 2006.

UNFCCC. «Report of the conference of the parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum, part two: action taken by the conference of the parties at its fifteenth session» [en línia]. 2010. Disponible a: <<http://unfccc.int>>.

WALTHER, Giano-Reto (et al.). «Ecological responses to recent climate change». A *Nature*, núm. 416, ps. 389-395, 2002.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. «WMO statement on the status of the global climate in 2014» [en línia]. Disponible a: <www.wmo.int>.