

ELS PREMIS NOBEL

DE L'ANY 2007

SOBRE EL

PREMI NOBEL DE LA PAU

CONCEDIT A

AL GORE

I EL GRUP INTERGOVERNAMENTAL

D'EXPERTS

SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC (IPCC),

A CÀRREC DE (I) JOSEP ENRIC LLEBOT,

DEL DEPARTAMENT DE FÍSICA

DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA

DE BARCELONA,

I (II) JAUME TERRADAS,

DEL CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA

I APLICACIONS FORESTALS (CREAF)

I DE LA UNITAT D'ECOLOGIA

DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA

DE BARCELONA

(I) PER QUÈ EL CANVI CLIMÀTIC ÉS UNA VERITAT INCÒMODA?

RESUM

L'escalfament de l'atmosfera com a resultat de l'increment continu de la concentració atmosfèrica de gasos amb efecte d'hivernacle està fora de dubte. L'origen humà d'aquests gasos, també. Com a conseqüència, el sistema climàtic experimentarà, i experimentarà, canvis en els seus patrons de funcionament, la velocitat dels quals no es pot saber. En termes generals, aquests canvis ambientals poden semblar clars, però a escala regional se saben de manera deficient. En qualsevol cas posen en perill els sistemes naturals i socials més vulnerables. El Premi Nobel de la Pau d'enguany s'ha atorgat al Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), un grup de científics naturals i socials experts en canvi climàtic creat per l'Organització de les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial l'any 1988, així com a l'exvicepresident dels Estats Units d'Amèrica Al Gore, justament perquè han posat en relleu aquesta vulnerabilitat.

162

PARAULES CLAU: escalfament de l'atmosfera, efecte d'hivernacle, canvi climàtic, canvi global, Organització de les Nacions Unides (ONU), Organització Meteorològica Mundial (OMM).

ABSTRACT

The heating of the atmosphere as a result of the continuous increase of the atmospheric concentration of greenhouse gases is beyond doubt as well as the human activity origin of these gases. As a result, the climate is submitted to changes in their patterns of operation at a speed that we can not know. In

general, these environmental changes may seem clear, but at regional level are badly known. In any case those changes are dangerous for the natural and social systems that are more vulnerable. The Nobel Peace Prize this year was awarded to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), a group of natural scientists and social experts on climate change created by the United Nations Organization, and the World Meteorological Organization in 1988, and the former vice president of the United States of America, Al Gore, just because they have highlighted this vulnerability.

KEYWORDS: atmosphere heating, greenhouse gases, climatic change, global change, United Nations Organization (ONU), World Meteorological Organization (WMO).

LA CONCESSIÓ DEL PREMI NOBEL DE LA PAU

163

El comitè encarregat de la concessió del Nobel de la Pau de l'any 2007 ha decidit guardonar el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), un grup format per uns 2.500 experts de tot el món, representats pel seu president, l'enginyer i economista indi Rajendra Kumar Pachauri, i el polític nord-americà Albert Arnold Jr. Gore, més conegut per Al Gore, «pels seus esforços per construir i disseminar un



FIGURA 1. Logo de l'IPCC.

coneixement més gran respecte al canvi climàtic d'origen humà i per establir els fonaments de les mesures que es necessiten per contrarestar els canvis».

La concessió del guardó, a banda del reconeixement a una tasca innegable, té una dimensió política que va provocar comentaris discrepants sobre l'equilibri plantejat pels responsables de l'atorgament entre el grup d'experts, reconegut pel seu rigor i per l'esforç a assolir un consens sobre l'estat del coneixement al voltant del canvi climàtic, i Al Gore, amb la seva activitat per fer conèixer i sensibilitzar respecte al problema del canvi climàtic arreu del món. De tota manera, la gestió del canvi climàtic ha esdevingut una qüestió essencialment política. Des del punt de vista de l'expert hi ha encara molts matisos importants per investigar i per saber, però el diagnòstic sobre l'origen del problema, les accions que s'han de dur a terme i les conseqüències generals que pot produir són clars i no són objectes de debat.

EL CONTEXT INTERNACIONAL DEL PROBLEMA

La dimensió internacional i global del problema del canvi climàtic és la seva característica fonamental. Però aquesta dimensió global no hi ha estat sempre. Es pot situar el començament de tot plegat quan l'any 1988 les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial van decidir crear el grup d'experts intergovernamental per a l'estudi de la qüestió del canvi climàtic. Fins aleshores, l'escalfament de l'atmosfera, produït com a conseqüència de l'augment de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle, era una qüestió que poques vegades havia transcendit l'escenari científic. L'any 1987, en una conferència internacional celebrada a Mont-real, es va acordar el Protocol de Mont-real, un acord desenvolupat per gestionar adequadament la davallada de la concentració d'ozó



FIGURA 2. Al Gore. (Foto: Ken Opprann. Fundació Nobel.)

a l'estratosfera terrestre a conseqüència de l'augment en aquesta zona de l'atmosfera d'uns components químics, els halocarburs, usats en la indústria del fred, l'electrònica i en aplicacions farmacèutiques i cosmètiques, que no van ser sintetitzats fins ben avançat el segle XX i que, per tant, no van formar part de l'atmosfera terrestre fins que van ser desenvolupats i usats en la societat tecnològica del segle XX. El fet colpidor va ser observar com un problema ambiental que tenia l'origen a l'hemisferi nord, on viu la major part de la població mundial i on es dona la major activitat industrial del globus, es mostrava amb tota intensitat al lloc més allunyat dels focus d'emissió, l'Antàrtida. Aquest fet, simbòlicament, va representar l'inici d'una nova època en l'anàlisi dels problemes ambientals, els d'abast planetari.

El Protocol de Mont-real, a més, contenia un aspecte rellevant: la constatació que el progrés del coneixement científic havia de conduir a una actualització periòdica dels termes de l'acord. La qüestió de l'escalfament de l'atmosfera, aleshores, no tenia tanta urgència, ni tan sols un coneixement científic tan unànim, i d'aquí ve l'encert de les Nacions Unides i de l'Organització Meteorològica Mundial de crear l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), el Grup

Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic, grup format per un gran nombre d'experts de tot el món que, amb una mínima infraestructura de gestió, té l'objectiu d'elaborar informes i estudis que recullin l'opinió majoritària i consensuada sobre les qüestions científiques lligades a l'escalfament de l'atmosfera i al consegüent canvi de les condicions ambientals, el que anomenem *canvi climàtic*.

L'IPCC, fins ara, ha elaborat quatre informes globals; el més recent s'ha donat a conèixer l'any 2007. Cadascun d'aquests quatre informes ha contribuït decididament al progrés de la gestió internacional sobre el canvi climàtic i ha produït accions d'índole diversa, però totes importants. El primer informe (*IPCC First Assessment Report, FAR*), fet públic l'any 1990, ja contenia projeccions sobre l'augment de la temperatura durant el segle xx, que posteriorment van ser comprovades, i va servir per aportar els fonaments sobre els quals es van sustentar les discussions sobre el canvi climàtic que es van desenvolupar el 1992 en el context de la Cimera de la Terra a Rio de Janeiro i que van resultar en la signatura del Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic. Es tracta de l'eina jurídica de rang més alt que existeix en aquests moments per a gestionar els problemes del canvi climàtic. Aquest conveni va entrar en vigor el 21 de març del 1994, ratificat per la major part d'estats de les Nacions Unides. El conveni és una declaració de bones intencions, més o menys ambigües, però extraordinàriament importants, sobre el canvi climàtic. En l'article segon el conveni marc diu que els estats són responsables de «l'estabilització de les concentracions de gasos causants de l'efecte d'hivernacle a l'atmosfera a un nivell que impedeixi interferències perilloses en el sistema climàtic». A hores d'ara, però, no hi ha una diagnosi tècnica que pugui indicar si hi ha un nivell segur i assumible de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera i tampoc quines són les interferències perilloses en el sistema climàtic, ja que

existeix una gran incertesa sobre quin canvi de la temperatura atmosfèrica indueix una concentració donada de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera i, a la vegada, sobre quan un determinat impacte de l'escalfament global pot ser perillós per a un indret o estat i pot no ser-ho per a un altre.

En el mateix conveni marc s'expliciten els compromisos dels estats, basats en el concepte de responsabilitats comunes però diferenciades: tots els països del món contribueixen a l'estat de l'atmosfera i, per tant, totes les seves accions contribueixen d'alguna manera a una determinada composició atmosfèrica, però no s'adjudica a tots la mateixa responsabilitat.

Els acords internacionals es doten d'unes eines de vigilància i de desenvolupament de les clàusules del redactat. Pel que fa al Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, una d'aquestes eines és la conferència de les parts, que s'abreuja com a COP (Conference of the Parties). Aquestes conferències tenen l'objectiu de materialitzar en acords concrets allò que estableix el conveni marc. La primera conferència (COP 1) es va celebrar el 1995 i des d'aleshores cada any, les darreres setmanes de novembre i les primeres de desembre, es reuneixen els representants polítics dels estats en diferents llocs del món per avançar en la concreció de les mesures que cal prendre per tal de pal·liar els problemes del canvi climàtic. La tercera d'aquestes conferències (COP 3) es va organitzar a l'antiga capital imperial japonesa, Kyoto, l'any 1997, on es va acordar el ben conegut Protocol de Kyoto, que, recollint el principi de les responsabilitats comunes però diferenciades, estableix mesures de limitació d'emissions diferents per al grup de trenta-tres països desenvolupats i de l'antiga Europa de l'Est i no n'estableix per a la resta de països signants. El Protocol de Kyoto es va acordar, curiosament, dos anys després que l'IPCC hagués emès el seu segon informe (*IPCC Second Assessment Report*, SAR). Un altre aspecte important del conveni marc és que fixa l'elaboració i la presentació d'inventaris na-

cionals. De sempre, les emissions de diòxid de carboni (CO₂) s'han basat en càlculs, no en mesures. Abans del Protocol de Kyoto cada estat les calculava amb una metodologia pròpia. Amb el Protocol de Kyoto (i amb l'assessorament de l'IPCC), es va establir un sistema de protocols d'elaboració dels inventaris nacionals. Així doncs, d'aquesta manera, els sistemes de mesurar i calcular les emissions són els mateixos i els inventaris dels estats són comparables. Aquesta situació és molt important per establir les bases per a una negociació, ja que no hi ha d'haver dubtes entre els que negocien sobre la versemblança de les dades que poden determinar i configurar els acords. En aquest mateix sentit, el Protocol de Kyoto inclou els anomenats *mecanismes de flexibilitat*, que són intents de portar les emissions de carboni al mercat econòmic per identificar on són més barates les seves reduccions i per facilitar la transferència de la tecnologia més eficient en l'ús del carboni.

L'any 2001 es va publicar el tercer informe global de l'IPCC (*IPCC Third Assessment Report, TAR*), que posava al dia la informació que es tenia sobre els impactes del canvi climàtic i actualitzava les eines de detecció i les possibles estratègies polítiques d'actuació per a la mitigació i l'adaptació. Per primera vegada, es veia com els models reflectien que no es poden explicar els canvis en la temperatura atmosfèrica mitjana a la superfície durant la segona meitat del segle XX sense tenir en compte l'acció humana sobre la composició atmosfèrica. Dos anys més tard, l'octubre del 2003, la Unió Europea va posar en marxa la directiva sobre comerç d'emissions que regula les quotes d'emissió dels diferents països en funció dels compromisos adoptats per cadascun en el Protocol de Kyoto i en l'anomenat *globus europeu*¹ i estableix sistemes per

1. S'anomenen *globus europeu* els acords per repartir entre els estats membres la limitació d'emissions a la qual la Unió es va comprometre a Kyoto.

compensar els incompliments entre els estats. És rellevant aquest fet, ja que per primera vegada es posava en marxa un sistema de gestió de les emissions a la Unió. La directiva ha comportat que els països europeus elaborin un pla d'assignacions de les emissions, que, un cop aprovat per la Comissió Europea, implica compromisos fermes per a les instal·lacions industrials i els estats, a més de mecanismes compensatoris en un mercat d'emissions en cas de no complir-los.

El 16 de febrer del 2005, després de la ratificació de Rússia, el Protocol de Kyoto va entrar en vigor, i, per tant, ara ja és una eina jurídica que reglamenta les emissions dels països i les metodologies de càlcul d'aquestes emissions. És rellevant destacar que van caldre més de set anys per ratificar el redactat del protocol, fet que posa en relleu que no només els sistemes naturals tenen respostes lentes a les perturbacions (tècnicament, escales de temps llargues), sinó que també la societat, davant de problemes complexos, respon lentament. El període de compliment del Protocol de Kyoto és el 2008-2012. Les mesures incloses en el protocol són minses si pensem en com incidiran en la composició atmosfèrica de gasos amb efecte d'hivernacle. La reducció de les emissions quedarà emmascarada per l'important increment de les emissions dels països en desenvolupament i d'altres països, com els Estats Units, que no han ratificat el protocol. No obstant això, la valoració que es pot fer del protocol és positiva, perquè, tot i que és poc ambiciós pel que fa a la reducció d'emissions, el protocol ha posat en marxa unes dinàmiques i uns mecanismes que de ben segur facilitaran que en els propers anys s'assoleixin acords més substancials i amb efectes ambientals tangibles en un termini mitjà.

El quart informe (*IPCC Fourth Assessment Report*, AR4), publicat l'any 2007, constata amb tota certesa que la temperatura superficial augmenta arreu, que els patrons de les precipitacions estan canviant, que les glaceres perden

extensió arreu, que el nivell del mar puja, que es detecten inequívocament canvis fenològics, etc. En definitiva, amb aquest informe es mostra que tothom està convençut que el canvi climàtic d'origen antròpic ja està passant, perquè les proves que hi ha un canvi de les condicions ambientals són inequívocues. En la cloenda de les sessions conjuntes de l'IPCC que es van celebrar a València el mes de novembre del 2007, el secretari general de les Nacions Unides, Ban Ki-moon, va instar tots els estats del món a aconseguir, en la COP 15, que se celebrarà a Copenhaguen l'any 2009, un acord substantiu de reducció d'emissions que cobreixi, si més no, el període 2012-2020.

Fins aleshores probablement es discutirà si es prenen com a base d'actuació les opcions assumides políticament pels estats o organitzacions d'estats com la Unió Europea, que ha decidit considerar interferències perilloses totes les emissions que conduïxin a un increment de més de 2 °C de la temperatura a l'atmosfera respecte dels nivells a l'època preindustrial. Ara estem, de mitjana, en un augment de 0,6-0,8 °C i la concentració estable de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera que s'espera poder assolir perquè la temperatura superficial no augmenti més de 2 °C és de 550 ppm.

L'ÚS DELS MODELS

Fa poc més de cinquanta anys, la climatologia no era una disciplina que gaudís de gaire prestigi ni que atragués un gran nombre de científics, ja que consistia a agafar sèries de dades, fer-ne estadístiques, estudiar-ne les regularitats i els comportaments climatològics repetitius i utilitzar-les sobretot en l'agricultura i en el desenvolupament d'estratègies per protegir la salut. No hi havia plantejades grans qüestions científiques fonamentals per analitzar i tractar. Fins i tot es podria dir que aquesta disciplina estava amenaçada, ja que, com que

es disposava de primitius models numèrics per a la predicció meteorològica, es pensava que una conseqüència lògica del seu desenvolupament seria l'obtenció de models numèrics per a la predicció climatològica. La realitat d'avui, però, està encara molt lluny d'aquesta utopia que s'albirava fa cinquanta anys. El que ens podem preguntar és quines són les causes de l'allunyament actual entre la predicció meteorològica precisa i les encara molt incertes projeccions climatològiques.

La major part de models meteorològics operatius són representacions numèriques complexes, però encara simplificades, del món natural rellevant per al comportament de l'atmosfera a les zones més properes a la superfície terrestre, que poden introduir-se dins d'ordinadors amb gran capacitat de càlcul. Els models meteorològics, doncs, agafen les dades que en un instant determinat són representatives meteorològicament de l'estat de l'atmosfera i elaboren una predicció sobre el futur que, en principi, podria anar endavant en el temps indefinidament. Acostumen a explicar, però, que com més llunyana en el temps es vol fer una predicció meteorològica, més incerta és. Per què és això? Sis hores després d'haver-se elaborat la predicció, els models incorporen, gràcies a la capacitat de comunicació per la xarxa informàtica que hi ha actualment, allò que podem anomenar la *veritat-terreny*, és a dir, les mesures meteorològiques que prenen una munió d'estacions meteorològiques representatives repartides per tot el globus. Si el model ha fet prediccions sobre l'estat de l'atmosfera i la realitat no és exactament com el model la preveu, cada sis hores el model es reinicialitza, és a dir, s'adapta a les condicions de l'atmosfera reals mesurades per les estacions. Per això, per a una bona predicció meteorològica és imprescindible disposar d'una bona xarxa d'estacions meteorològiques que mesurin en cada moment l'estat real de l'atmosfera i que siguin representatives de la zona on estan instal·lades. Però no a tot arreu és igualment de fàcil disposar d'estacions meteorològiques.

Només cal pensar que el 70 % de la superfície de la Terra està cobert d'aigua, i que no és el mateix instal·lar una estació en una zona continental que en una de marina. El progrés de la predicció meteorològica dels darrers decennis rau, doncs, en la capacitat de disposar d'estacions automàtiques en llocs allunyats, d'on abans no se sabia res, i, a més, de disposar de la informació que proporcionen els satèl·lits meteorològics, cosa que data de no fa gaire temps.

Quines similituds i diferències tenen els models meteorològics amb els models climatològics? Podem pensar que en la climatologia, en principi, els models també pretenen reproduir com funciona el món natural, especialment pel que fa a l'atmosfera i l'oceà, i que, en aquest sentit, són del mateix tipus que els models meteorològics. Això no obstant, hi ha una diferència important. L'anàlisi climàtica pretén conèixer el comportament de l'atmosfera a un termini llarg i, malgrat que els fenòmens físics bàsics són els mateixos, hi ha comportaments rellevants a escala climàtica que no ho són a escala meteorològica i a l'inrevés. Un model meteorològic no recull, per exemple, canvis molt ràpids en paràmetres com l'evolució de les cobertes de la neu o del glaç en els pols o la temperatura de l'aigua del mar, perquè en sis hores no varien apreciablement, i, en canvi, els models climatològics sí que incorporen aquestes variacions. Però el problema essencial que tenen els models meteorològics respecte als models climatològics, i que pren el caràcter predictiu a aquests darrers, és que no poden alimentar-se en períodes de temps representatius amb la realitat de l'estat de l'atmosfera i els oceans per tal que la projecció climàtica sigui precisa, ja que el clima canvia en escales de temps molt més llargues comparades amb les escales meteorològiques.

Però els humans som molt imaginatius i aquest problema, quan es va plantejar, durant el tercer quart del segle XX, va fer proposar als experts que si els models no es podien cali-

brar funcionant cap al futur, el que es podia fer era calibrar-los cap al passat fent-los funcionar cap enrere en el temps. El que s'ha fet, doncs, és fer funcionar els models climàtics de manera que siguin capaços de reproduir els climes del passat recent, dels darrers cent cinquanta anys, per exemple. Ara bé, aquest procediment no està exempt de problemes, ja que si cerquem la informació meteorològica instrumental de fa deu o vint anys, no tenim problemes a trobar-la, perquè n'hi ha a bastament, i si la busquem de fa cinquanta anys, tot i que n'hi ha menys, encara és suficient. Però si cerquem més enllà, la informació d'àmbit mundial és molt més escadussera. Per exemple, a l'observatori de Lleida es disposa de dades des del 1913. Barcelona és un lloc privilegiat, ja que el metge i erudit Francese Salvà i Campillo va començar l'any 1786 a prendre mesures meteorològiques al carrer de Petritxol, fet que dona lloc a una de les sèries més llargues d'Europa. A Madrid hi ha una sèrie de temperatures des del 1859, a Lisboa des del 1860, etc. Ja es veu que són sèries solament d'uns determinats llocs del món, no les sèries o dades observacionals que tenim ara i que serien desitjables. Com a resultat d'un ajust amb mesures instrumentals, i més concretament de la temperatura de l'atmosfera superficial, que és la magnitud de la qual es disposa de més dades, s'arriba com a molt fins a la meitat del segle XIX. Per tant, podem dir que de la informació que ens donen, els termòmetres dels models poden calibrar-se com a molt fins al 1850.

Els paleoclimatòlegs, però, han fet que es pugui obtenir una reconstrucció del passat climàtic del planeta dels darrers dos mil·lennis i, fins i tot, de força més enllà. A vegades es diu que la temperatura mitjana amb què hem conviscut els darrers anys és la més alta dels dos darrers mil·lennis. Però, no havíem quedat que només tenim informació instrumental dels darrers cent cinquanta anys? A falta d'instruments, els climatòlegs utilitzen les anomenades *dades indirectes* (*proxy data*),

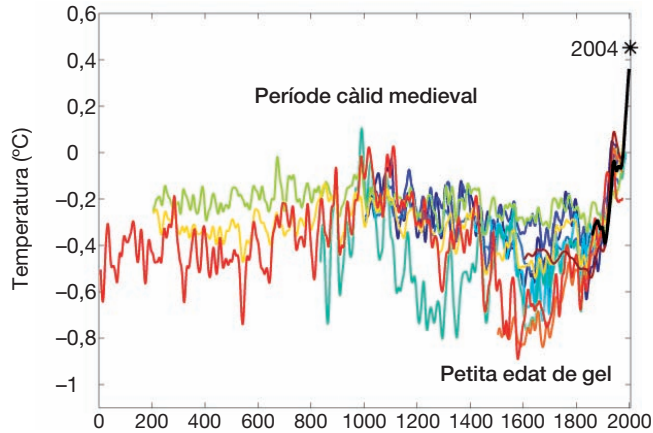


FIGURA 3. Reconstrucció de la temperatura a partir de dades indirectes de procedència diversa. (Font: Elaboració pròpia a partir de Jones i Mann, 2004.)

174

que són determinacions indirectes d'alguna de les variables d'interès climatològic a partir de dades documentals o registres molt diversos (figura 3). Les dades documentals, per exemple, aporten informació sobre l'inici de la verema, la qual cosa, d'alguna manera, aporta informació sobre les característiques ambientals de la primavera i l'estiu, o sobre la recurrència de períodes de secada o d'inundacions.

Les dades documentals no són les úniques dades indirectes, sinó que hi ha tot un seguit d'altres determinacions que són les que permeten saber quina era la temperatura l'any 100 o l'any 1000 i, en menor mesura, quina va ser la pluviometria o quina era l'extensió dels gels. Entre les mesures indirectes podem esmentar, a tall d'exemple, l'anàlisi dels anells de creixement dels arbres, l'estudi de les característiques de creixement dels coralls, les anàlisis de l'aire atrapat en testimonis de gel a l'Àrtic o a l'Antàrtida i de les característiques isotòpiques del mateix gel, l'anàlisi dels sediments marins o l'anàlisi

de la temperatura d'estrats profunds mitjançant perforacions a la roca, les quals gairebé estan al llinard del que seria una mesura indirecta per determinar la temperatura superficial de fa uns quants anys, i les extensions de les glaceres. Són determinacions totalment disjunctes; hi ha mètodes experimentals que serveixen per a uns llocs i uns altres per a uns altres llocs, i en molts casos, no hi ha cap mètode disponible que permeti obtenir informació sobre la temperatura² o altres variables climatològiques.

Amb totes aquestes mesures indirectes es pot concloure que en els darrers dos mil·lennis la temperatura ha experimentat fluctuacions cap amunt i cap avall, però que en els darrers vint-i-cinc anys la temperatura mitjana de la superfície terrestre és sensiblement superior a la que es creu que va ser la temperatura mitjana del passat. D'això, se'n té més certesa en períodes recents, els darrers cent o dos-cents anys, que en períodes més allunyats, ja que les incerteses en les determinacions de la temperatura són força més grans com més ens allunyem dels temps actuals. Així, per a l'any 1500 hi ha més jaciments d'on es poden extreure dades i aquests contenen molta més informació que si volem esbrinar la temperatura de l'any 1000 o abans, perquè el nombre de llocs d'on es pot obtenir informació indirecta és molt més petit.

Però aquests mètodes tenen encara un altre inconvenient, clarament irresoluble. Els testimonis de gel o de sediments, els arbres, els coralls, etc., són en uns llocs determinats, i a partir de la informació que se n'extreu, es pretén esbrinar quina va ser la temperatura superficial a tota la Terra. Fent una analogia, això equival a pretendre saber, a partir de la informació que es té de la temperatura a Castelló, per exemple, quina és la temperatura o la precipitació mitjana de tot el planeta, però, a més, amb l'agreujant que a Castelló ara

2. JONES i MANN (2004).

sí que es mesura la temperatura i la pluviometria i, en canvi, amb les mesures indirectes s'obté una informació a partir de la qual es dedueix la temperatura.

QUÈ PODEM DIR DEL FUTUR CLIMÀTIC?

Així doncs, a partir de la reconstrucció de la temperatura del passat es calibren els models i, quan estan calibrats, s'utilitzen per intentar saber què ens depara el futur climàtic. Són aquests models els que ens diuen, en el context del quart informe de l'IPCC, que l'any 2100 la millor estima de l'augment de la temperatura mitjana superficial de la Terra és d'entre 1,8 i 4,0 °C i que el nivell del mar pot augmentar entre 0,18 i 0,59 m. Aquestes prediccions colpeixen, per la seva magnitud. Però, què ens volen dir amb els intervals de les prediccions? Els intervals de valors que els informes de l'IPCC contenen no indiquen una franja d'error de la predicció, sinó que corresponen als diversos resultats que l'ús d'una vintena de models, que cada vegada funcionen millor, prediu en els diversos escenaris d'emissions. També convé dir que com a criteri de confiança respecte del funcionament dels models, s'utilitza la intercomparació. Les discrepàncies rellevants entre les prediccions dels models s'analitzen i s'intenten comprendre per tal d'assegurar-se que no sorgeixen d'un error de codi o d'un error conceptual en la incorporació al model de la realitat biofísica de la Terra.

Tenint en compte tot aquest context, interpretem que el valor més probable per a l'augment de la temperatura en l'escenari més suau pel que fa a les emissions és d'1,8 °C respecte a la mitjana de la temperatura durant els anys 1980-1999, i usant el model menys favorable, l'augment de la temperatura en les mateixes condicions descrites abans resulta ser de 4,0 °C. Pel que fa a l'augment del nivell del mar, els models preveuen

un augment de prop de mig metre per a final de segle, però encara no incorporen tota la física, especialment la que correspon a la fusió dels gels a l'Antàrtida i a Grenlàndia, perquè no es coneix. Aquest fet fa opinar als experts que probablement els resultats dels models són moderats i que sembla bastant fàcil que les condicions futures que es donin en realitat siguin més serioses.

Des del punt de vista tècnic els models funcionen bastant bé. Un dels problemes amb què s'enfronten és saber els valors de les dades d'entrada al model. Efectivament, totes aquestes eines informàtiques necessiten una informació fonamental: quina serà la composició de l'atmosfera des de l'inici de la projecció fins al darrer any de la simulació. Aquesta informació no depèn de les variables físiques del model, sinó de variables que descriuen el context socioeconòmic a partir de l'evolució de l'economia, el creixement demogràfic, la implantació de la tecnologia i el repartiment de la riquesa. No és el mateix, pel que fa a les emissions, un món futur amb les heterogeneïtats econòmiques i tecnològiques actuals que un món on els desequilibris hagin anat desapareixent. El problema fonamental de la predicció climàtica, doncs, és que resulta impossible predir l'evolució de l'economia i de la demografia, per exemple, des d'ara fins al 2100 i, per tant, la incertesa dels resultats dels models és tanta que no els hem d'interpretar com a prediccions sinó com a projeccions.

Per acotar aquestes projeccions i per tal que tots els models utilitzin els mateixos supòsits, l'IPCC va formular l'any 2000 una quarantena d'escenaris que contenen hipòtesis sobre l'evolució global de l'economia, la demografia i la tecnologia d'aquí al 2100. Per tant, als models no se'ls ha d'atorgar una funció predictiva, sinó que simplement són eines que permeten projectar allò que pot passar si es compleixen unes determinades condicions. En aquest sentit, els models climàtics són ben diferents dels models meteorològics,

que sí que proporcionen una veritable predicció sobre l'estat de l'atmosfera.

LA PREDICCIÓ DE LES CONSEQÜÈNCIES DEL CANVI CLIMÀTIC ESTÀ IGUALMENT AVANÇADA?

L'IPCC divideix el seu treball en tres grups. El grup segon es dedica a avaluar les conseqüències dels canvis ambientals. Moltes vegades es presenta a la societat la necessitat d'actuar enfront del problema del canvi climàtic en funció dels impactes que pot originar. No són gaire encertats els plantejaments basats en aquesta estratègia. La causa d'aquest desencert és doble. D'una banda, com ja s'ha dit, no hi ha prou seguretat en l'evolució dels paràmetres socials per poder fer una predicció acurada de les conseqüències, però, a més, per saber quines seran les conseqüències, cal utilitzar també models d'impactes que encara estan menys desenvolupats. A tall d'il·lustració, unes determinades projeccions sobre canvis en la temperatura i en la pluviometria indueixen canvis en el rendiment de les collites, però aquests canvis poden ser positius o negatius depenent de la magnitud de les variacions de la temperatura i, naturalment, de les espècies conreades. Si els models no incorporen aquesta informació difícilment seran útils per elaborar polítiques d'adaptació als canvis ambientals i econòmics.

D'altra banda, els resultats dels models encara tenen una resolució espacial massa difusa. Els models operatius tenen una grandària de xarxa de prop de 100 km. Estan, per tant, al límit de poder «veure» accidents orogràfics importants per a la precipitació com els Pirineus o les serralades Litoral i Prelitoral. És per això que les projeccions de la variació de la precipitació en la nostra àrea geogràfica són tan poc precises i els models discrepen tant entre si. En definitiva, els arguments per actuar enfront del problema del canvi climàtic a

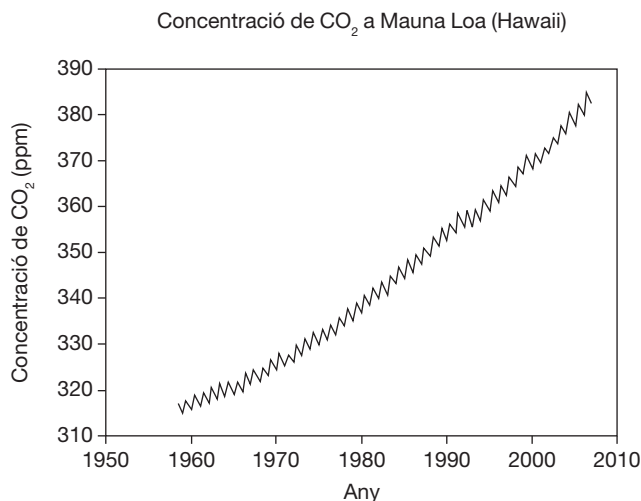
causa de la magnitud dels impactes no tenen gaire versemblança tècnica i són fàcilment atacables. A més, els impactes no sempre són dolents per a un territori en particular. Per tant, és més adequat afirmar que la crisi climàtica és una crisi, en tot cas, del model socioeconòmic vigent actualment sobre l'ús dels recursos, fonamentat fins ara en una capacitat de proveïment il·limitada i a un preu barat. Això ara ja no és així; però no pas perquè hi hagi un canvi climàtic especialment dur, la qual cosa podria passar però encara no es pot provar, sinó pel mateix model. Cada vegada necessitem més energia i no en tenim assegurada la disponibilitat a mitjà termini, les matèries primeres cada vegada són més escasses, l'aigua cada vegada és també més escadussera i, finalment també, l'aire, aquest recurs sense drets de propietat, democràtic perquè es reparteix entre tothom, generós perquè n'hi ha molt, però que, ai las!, pot canviar de manera de moure's i de comportar-se sobtadament i originar uns problemes que mereixen que de manera urgent es posi fil a l'agulla per resoldre'ls.

179

QUIN ÉS EL FUTUR DE L'IPCC?

Fins ara l'IPCC ha cercat proves sobre l'augment de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle (figura 4); l'augment de la humitat a l'atmosfera; els canvis en els règims i la quantitat de la precipitació; els canvis en la temperatura superficial, a la troposfera mitjana i a l'estratosfera de l'atmosfera terrestre; canvis fenològics; canvis en l'extensió i el gruix de les glaceres, etc., amb l'objectiu de trobar proves del canvi climàtic.

A més, com ja s'ha explicat, l'IPCC va fer una proposta d'escenaris de futur que s'utilitzen en les projeccions dels models, amb els quals s'ha aconseguit reproduir el clima del passat i distingir en la seva evolució que la variabilitat natural



180

FIGURA 4. Concentració de CO₂ a l'atmosfera a partir de les mesures instrumentals a l'observatori de Mauna Loa. (Font: Elaboració pròpia a partir de dades de la Institució d'Oceanografia Scripps i del Laboratori de Supervisió i Diagnosi del Clima de l'Administració Nacional Oceànica i Atmosfèrica.)

no és suficient per poder explicar com ha evolucionat la temperatura els darrers quaranta anys.

Cap on han d'evolucionar els diagnòstics de l'IPCC en el futur? Hi ha diverses opinions. Les més ortodoxes assumeixen que continuarà com ha funcionat fins ara, però focalitzant les futures anàlisis en allò que encara està més verd pel que fa als coneixements en els temes de canvi climàtic. Aquests temes són: millorar les projeccions regionals, és a dir, aconseguir augmentar l'escala dels models de tal manera que es pugui particularitzar molt més que fins ara en les projeccions locals; millorar els models d'impactes, és a dir, progressar en la descripció i el coneixement de les relacions entre els canvis en les condicions físiques i la resposta dels sistemes, i millorar

l'assessorament sobre mesures de mitigació. Des d'una visió més crítica, es qüestiona un dels condicionants més rellevants fins ara de la feina de l'IPCC: el consens. Quan els informes estan tancats des del punt de vista tècnic, l'IPCC elabora els resums per a polítics. Aquests resums pretenen destil·lar d'entre totes les dades i totes les afirmacions que els experts han elaborat aquelles sobre les quals tots els països estan d'acord i que, naturalment, incideixen sobre els aspectes més importants de l'escalfament de l'atmosfera i el canvi del clima derivat. Els crítics, veient els resultats d'aquest procés, argumenten que la gran i principal virtut dels resums per a polítics, el consens, pot arribar a esdevenir el principal problema de cara a la gestió del canvi climàtic.

D'altra banda, una altra crítica a la feina de l'IPCC és el seu conservadorisme. Amb el lògic afany d'aportar dades contrastables i comprovables, no sempre se situa en els escenaris més plausibles. En la figura 4 es pot veure l'increment continu de la concentració de CO₂ a l'observatori de Mauna Loa, a l'arxipèlag de Hawaii, als Estats Units, com a representatiu d'allò que passa arreu. La concentració atmosfèrica d'aquest gas augmenta contínuament. Hi ha dos processos que contribueixen a explicar aquest increment. L'un és l'augment de les emissions lligat al creixement de l'economia i a l'augment de la intensitat energètica i de carboni,³ que fan que les emissions hagin augmentat de l'1,3 % anual característic de la dècada dels noranta del segle passat al 3,3 % anual que es dona actualment. L'altre és la disminució de la capacitat dels embornals, el sòl i els oceans, d'absorbir el CO₂.⁴ El conservadorisme que s'atribueix a les prediccions de l'IPCC

3. La intensitat energètica és la quantitat d'energia que es necessita per produir una unitat de producte interior brut (PIB) i la intensitat de carboni, moltes vegades relacionada, és la quantitat de carboni que s'utilitza per produir una unitat de PIB.

4. CANADELL *et al.* (2007).

argumenta que encara treballa amb els escenaris elaborats l'any 2000 quan la realitat els ha fet, pel que fa a l'evolució de la concentració del CO₂ a l'atmosfera, poc realistes, ja que la situació és pitjor del que es preveia. El complicat procés d'elaboració dels resums per a polítics també propicia aquest conservadorisme i elimina del coneixement ampli de la població els advertiments sobre els riscos més greus, que, en no poder-se confirmar de manera explícita, apareixen als documents complets però no als resums.

En qualsevol cas, des de la seva creació, la contribució de l'IPCC ha estat fonamental si es vol entendre l'evolució de la ciència i la política del canvi climàtic i la concessió del Premi Nobel de la Pau ha estat un reconeixement merescut i necessari que fa visible per a tothom la dimensió social tan important per a l'esdevenidor de la qüestió del canvi climàtic d'origen antròpic.

L'ALTRA MEITAT DEL GUARDÓ: ALBERT ARNOLD JR. GORE

Al Gore, l'altre guardonat amb el Premi Nobel de la Pau de l'any 2007, és un polític amb una trajectòria personal fortament sensible als aspectes relacionats amb el medi ambient i, en particular, amb el canvi climàtic. El seu perfil biogràfic el situa com una persona formada en política i dret, que exerceix de periodista durant la seva època d'estudiant i que, quan acaba el període formatiu, es dedica a la política. Senador per Tennessee des de l'any 1985, el 1993 esdevé vicepresident dels Estats Units d'Amèrica sota la presidència de Bill Clinton. Mentre Al Gore és vicepresident, se signa el Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic i s'acorda el redactat del Protocol de Kyoto, el qual no va ser mai ratificat pel Senat americà. L'any 2000 es presenta per a la presidència dels Estats Units i perd en una votació molt ajustada amb

resolució judicial final. Des d'aleshores, amb intermitències, es dedica a treballar per difondre les idees i la consciència sobre el problema del canvi climàtic d'origen antròpic. Durant la seva carrera política aquest aspecte va ocupar força temps de la seva dedicació, i va organitzar i propiciar la col·laboració de científics en els treballs dels òrgans legislatius nord-americans. A final del 2006 s'estrena el documental *An inconvenient truth* («Una veritat incòmoda»), amb el qual contribueix a la difusió per tot el món de la problemàtica associada a l'ús dels combustibles fòssils i a l'escalfament de l'atmosfera. L'èxit de la pel·lícula va portar a la publicació d'un llibre homònim. L'any 1992 n'havia publicat un altre, *Earth in the balance: Ecology and the human spirit*, on ja adverteix de la gravetat del problema del canvi climàtic. Aleshores el seu pensament preocupat per les condicions ambientals i elaborat des del món de la política era singular en la classe política de tot el món.

183

Les posicions defensades per Al Gore al documental *An inconvenient truth* han estat qüestionades, de la mateixa manera que s'ha qüestionat la concessió mateixa del Premi Nobel al polític nord-americà. Un dels episodis representatius de l'oposició a les visions mantingudes per Al Gore és la demanda que un ciutadà britànic va exercir per requerir que fos prohibida l'exhibició de la pel·lícula a les escoles perquè contenia com a mínim nou errors. La resolució del jutge va ser desestimar la demanda, però a la sentència va reconèixer que a la pel·lícula hi ha alguns aspectes que es poden interpretar com a comprovats i que, en canvi, poden ser objecte d'un raonable debat científic.

Aquests nou temes els comentem tots a continuació amb l'únic objectiu de dir-ne quatre paraules, ja que solen ser qüestions de debat sobre els impactes del canvi climàtic; i en dos, hi aprofundim una mica més.

*L'ascens del nivell del mar com a conseqüència
de la fusió de l'escorça de gel*

Aquest és un tema controvertit, sobre el qual actualment s'estan dedicant molts esforços de recerca. La diagnosi de l'IPCC en el seu quart informe manté una posició extraordinàriament conservadora, tot i que lògica, ja que no hi ha encara prou treballs per poder tenir en compte les retroaccions que es donen quan es fonen els gels continentals.

Els efectes no lineals relacionats amb la fusió dels gels continentals tenen molta importància i generen força debats. Essencialment, es basen a adonar-se que el gel superficial, quan es fon en enfonsar-se envoltat de gel, no es torna a gelar, i en arribar a la superfície de roca, fa un efecte lubricant que genera grans desplaçaments de plaques de gel cap al mar i n'accelera la fusió. Hi ha força experts⁵ que creuen que les dades paleoclimàtiques indiquen que mecanismes de retroacció com aquests funcionen amb molta intensitat i que estem actualment gairebé al llindar d'una situació que, ja ara, fa que el nivell del mar augmenti a un ritme superior al previst en el més pessimista dels escenaris. Al Gore, al documental, esmenta aquest procés i dona unes xifres plausibles i acceptades per la comunitat científica, segons les quals la fusió completa dels gels de Grenlàndia o del gel de l'Antàrtida oest produiria en cada cas l'ascens d'uns sis metres en el nivell del mar.

Necessitat d'evacuació d'algunes illes del Pacífic

Illes com les que hi ha a l'arxipèlag de Tuvalu, que són molt planes, poden tenir seriosos problemes en el cas que l'ascens del nivell del mar continuï al ritme actual. Els impactes

5. RAHMSTORF *et al.* (2007).

qüestionen la possibilitat de viure-hi, ja que es veuen afectades les fonts d'aigua potable; l'erosió del litoral, associada a episodis de marea alta i de baixes pressions, i, en últim terme, la mateixa habitabilitat de l'illa. És cert que el Govern de Tuvalu té establerts acords i plans d'evacuació amb Nova Zelanda per a l'acolliment dels habitants. Al Gore simplement esmenta aquest fet però no confirma que hi hagi cap evidència sobre aquest procés.

Impactes climàtics sobre el corrent termohalí

El corrent termohalí és un corrent oceànic de gran importància per al clima. És un dels mecanismes que contribueixen a la redistribució de l'energia que arriba a la Terra i hi ha proves que fa uns dotze mil anys, en un episodi climàtic conegut com el *Dryas recent*,⁶ un canvi en el patró de circulació d'aquest corrent va produir que el clima, que estava en un episodi de transició cap a un període interglacial, tornés a les condicions de la glaciació. S'interpreta que el fenomen es va generar quan les plaques de gel continental a l'Amèrica del Nord es van fondre i van produir una irrupció sobtada d'aigua dolça a l'Atlàntic nord, fet que va ocasionar canvis en la salinitat i, per tant, en la densitat de l'aigua, suficients per canviar el sentit del corrent.

Actualment no estem en la situació que va generar aquest episodi, ja que la quantitat de gel a l'Amèrica del Nord és molt petita comparada amb la que hi havia fa dotze mil anys. No obstant això, si es fongués tot el gel de Grenlàndia, podrien donar-se efectes semblants. Els models de l'IPCC

6. La *Dryas octopetala* és una planta característica de les regions fredes. La presència de pol·len d'aquesta planta caracteritza els episodis climàtics de retorn al fred posteriors a la darrera glaciació (Würm), que se succeeixen aproximadament entre 18.000 i 11.500 anys enrere. El *Dryas recent* va transcórrer entre 12.800 i 11.500 anys enrere.

mostren un alentiment del corrent termohalí, i les mesures experimentals,⁷ també, tot i que hi ha molts aspectes del corrent termohalí i de les seves implicacions climàtiques que encara no estan ben entesos. La referència que se'n fa a la pel·lícula certament pot fer pensar, encara que no s'esmenti, que hi ha força certesa respecte a aquest fenomen i com evolucionarà en el futur immediat.

El CO₂ i el registre de la temperatura als testimonis de gel

L'absorció atmosfèrica de la radiació infraroja és el fenomen responsable que la temperatura mitjana de la superfície terrestre sigui de 15 °C en comptes de la temperatura de -18 °C que hi hauria si no es donés aquest efecte. És el que s'anomena *efecte d'hivernacle*, gràcies al qual la Terra és un entorn tèrmicament habitable. La contribució més important es deu al vapor d'aigua, el CO₂ també hi té un paper important i s'hi compten també, tot i que amb contribucions menors, el metà, l'ozó, l'òxid nítrós i, des de la seva síntesi al llarg del segle XX, els halocarbons. Per tant, l'efecte d'hivernacle és un fenomen natural que caracteritza com es manifesta la vida a la superfície terrestre, encara que el que en els darrers temps preocupa considerablement és l'augment de les concentracions dels gasos amb efecte d'hivernacle lligats a les activitats humanes.

La relació entre els canvis a la temperatura i la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera, quan s'observa de lluny, sembla clara i, per tant, si la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle augmenta, també augmenta la capacitat de l'atmosfera d'absorbir radiació, i això comporta l'escalfament de l'atmosfera. A final del segle XIX, quan Svante Arrhenius va tenir en compte aquest efecte per fer la

7. BRYDEN, LONGWORTH i CUNNINGHAM (2005).

primera predicció de canvi climàtic en termes moderns,⁸ la crítica rebuda va ser que si les bandes d'absorció del CO₂ i del vapor d'aigua se superposaven, podia exhaurir-se completament la radiació susceptible d'ésser absorbida en aquella banda i, per tant, l'efecte global del creixement de la concentració no tenia per què ser lineal. L'argument era raonable quan es va formular, però quan es va assolir una millor precisió en el mesurament de les bandes, es va veure que moltes vegades no se superposaven, i que té plenament sentit pensar que hi ha una relació més o menys directa entre la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle i l'escalfament de l'atmosfera.

Per il·lustrar aquest fet, sovint s'usa la informació paleoclimàtica obtinguda a partir dels testimonis de gel extrets en diferents indrets de Grenlàndia i l'Antàrtida. Com si es fessin perforacions per extreure petroli, se cerquen llocs amb una gran estabilitat pel que fa al gel, es perforen i s'extreuen cilindres de gel de les fondàries. Cap al pol Sud, a prop de la base russa de Vostok, s'ha perforat fins als gairebé 4.000 metres i s'han obtingut registres fòssils que actualment van més enllà dels 650.000 anys. Al fons dels oceans s'actua de la mateixa manera i s'obtenen testimonis de sediments marins. Tant en el gel com en els sediments marins els mètodes paleoclimatològics per determinar la temperatura es basen en anàlisis isotòpiques de la relació ¹⁸O/¹⁶O i de deuteri/hidrogen. En el gel hi ha petites bombolles que contenen rastres de l'atmosfera, en concret de diòxid de carboni (CO₂), metà (CH₄) i òxid nitrós (N₂O),⁹ que permeten elaborar perfils sobre la composició atmosfèrica d'aquests gasos. Quan es fa això es poden construir gràfics com el de la figura 5. Segons aquest gràfic, el

8. ARRHENIUS (1896a, 1896b).

9. L'òxid nitrós no roman de manera constant a les bombolles, ja que reacciona amb la matèria orgànica d'algunes partícules materials que també varen quedar atrapades al gel.

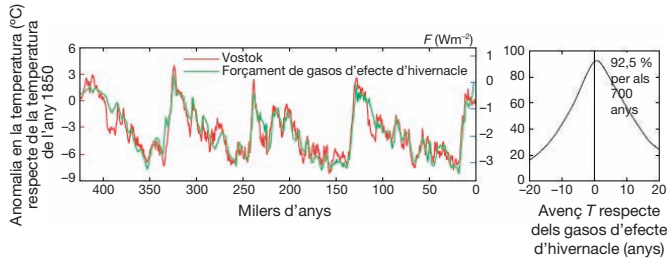


FIGURA 5. Canvis en la temperatura respecte a la temperatura actual durant els darrers quatre períodes glacials (color vermell) i forçament (concentració) (verd) de CO_2 , CH_4 i N_2O durant els mateixos períodes. A la dreta es mostra el resultat de l'anàlisi estadística, segons el qual el senyal de la temperatura s'avança uns set-cents anys als senyals que dona la concentració de gasos d'efecte d'hivernacle. (Font: Elaboració pròpia a partir de Hansen *et al.*, 2007.)

188

senyal de la temperatura s'avança uns set-cents anys al senyal de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle.¹⁰

Com s'interpreten aquestes dades paleoclimàtiques? És que el CO_2 i altres gasos amb efecte d'hivernacle no són importants per explicar l'efecte de les glaciacions? Qüestionen aquestes dades la interpretació que es dona sovint quan s'explica que la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle és determinant per a la temperatura de l'atmosfera terrestre?

La resposta és que no, però l'ensenyament que es pot extreure d'aquesta aparent paradoxa és que és molt difícil elaborar arguments causa-efecte en climatologia. Efectivament, si s'analitzen les dades dels darrers quatre períodes glacials, la temperatura va per davant de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle, és a dir, que el desencadenament de les glaciacions o dels períodes interglacials es deu a una altra raó. La causa de les glaciacions va ser compilada per un astrònom serbi, Milutin Milankovic, el qual va recollir treballs anteriors

10. HANSEN *et al.* (2007).

on es posava de manifest la importància dels paràmetres orbitals de la Terra al voltant del Sol (la inclinació de l'eix de rotació respecte del pla de l'òrbita, l'excentricitat de l'òrbita i la precessió al voltant de l'eix de rotació). Aquests tres factors, que varien de manera molt i molt lenta, és a dir, en escales de temps de prop del miler d'anys, produeixen un canvi en la radiació que arriba a la Terra del Sol, que és molt petit i que s'avalua en un forçament radiatiu¹¹ de $0,25 \text{ Wm}^{-2}$.

La importància d'aquest forçament no rau en la magnitud, sinó en la distribució de l'energia addicional per la superfície del planeta. Els estudis que es duen a terme sobre els climes del passat mostren la gran sensibilitat de la Terra als canvis en la distribució de la radiació solar, que desencadenen processos de retroacció que poden comportar el retrocés de l'escorça de gel, la qual cosa fa disminuir la reflectivitat de la Terra, coneguda amb el nom d'*albedo*, i això ocasiona més escalfament, etc. Aquests processos sembla que explicarien la meitat de l'augment de la temperatura superficial terrestre quan es passa d'un període glacial a un període interglacial. L'altra meitat sembla que s'explica gràcies als canvis en la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle. Efectivament, l'escalfament de la superfície del mar fa disminuir-ne la capacitat de contenir CO_2 , que s'emet a l'atmosfera. L'atmosfera, en contenir més CO_2 , s'escalfa, la qual cosa torna a produir més emissions del gas carbònic del mar. Aquest tipus de processos, aquí només enunciats, explica la meitat de l'escalfament entre períodes glacials.

Pel que fa a l'escalfament de l'atmosfera associat a l'augment de la concentració atmosfèrica de CO_2 , les dades de

11. El *forçament radiatiu* és un canvi en el balanç energètic del planeta. Normalment es compta el forçament radiatiu d'augment de la concentració dels gasos amb efecte d'hivernacle o, en aquest cas, a causa que la Terra és més a prop o més lluny del Sol.

les darreres glaciacions no el posen en entredit. L'augment de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle ara sí que pot ser el motor de l'escalfament. En aquest cas, l'ús dels combustibles fòssils i la desforestació són els factors que produeixen l'augment de la concentració atmosfèrica d'aquests gasos, la qual cosa es tradueix en un forçament radiatiu positiu que condueix a un escalfament com el que es mesura arreu.

Per tant, la crítica que s'ha expressat a les afirmacions que Al Gore formula a *An inconvenient truth* simplement pot reduir-se al fet que no proporciona prou detalls respecte de la relació entre temperatura i CO₂, però en cap cas això no significa que el fons de la seva afirmació que la temperatura pot incrementar-se molt més com a conseqüència del ritme cada vegada més alt d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle sigui desencertat.

Les glaceres del Kilimanjaro

Quan públicament es vol mostrar un dels efectes del canvi climàtic, sovint es presenta la imatge de les glaceres del Kilimanjaro. És cert que hi ha un retrocés general pràcticament a tot el món de l'extensió de les geleres (figura 6). No obstant això, l'evolució de l'extensió de les geleres als tròpics, com les del Kilimanjaro, ha estat sotmesa a una anàlisi especial.

En la literatura hi ha una certa discussió sobre el paper o el percentatge que l'escalfament global representa en la disminució de l'extensió dels gels del Kilimanjaro. La dinàmica d'una gelera és un balanç entre les aportacions i la fusió de gel, i aquest balanç segur que ha anat variant d'acord amb els canvis de la temperatura mitjana superficial, que altrament a les cotes altes no són tan grans com al nivell del mar, i, a més, com a resultat de canvis locals com els patrons de pluviometria i d'humitat.

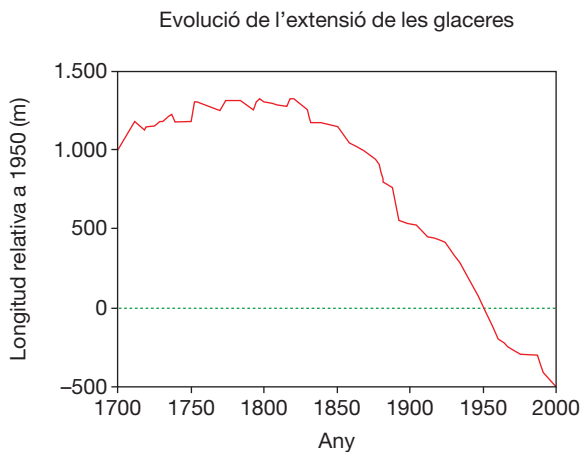


FIGURA 6. Evolució de l'extensió de les geleres a tot el món. La referència marcada amb un 0 correspon a l'extensió de l'any 1950. (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'IPCC, *The scientific basis*, 2001.)

L'evolució del llac Txad

Les imatges del satèl·lit que mostren l'evolució del llac Txad, a l'Àfrica central, són espectaculars i esfereïdores. Les causes que han produït una disminució tan rellevant de l'aigua, en la que era una de les reserves d'aigua dolça més grans d'Àfrica, es poden atribuir tant a factors humans com a factors climàtics. Els usos per a irrigació dels cabals dels rius que l'alimenten pot ser-ne una causa, però de ben segur que una altra causa major és la gran reducció de la precipitació que hi ha hagut a tot el Sahel durant el període 1950-1980, que actualment encara està a nivells inferiors a la mitjana que es donava fa cinquanta anys. En qualsevol cas, aquest exemple serveix per il·lustrar dos aspectes dels canvis ambientals amb què ens enfrontem. Si bé l'escalfament de l'atmosfera fa preveure a escala global més precipitació, això no vol dir que no hi hagi

regions, com la del Sahel o la regió mediterrània, on els models prevegin, en general, una disminució de la precipitació.

L'huracà Katrina i l'escalfament global

Els huracans són un dels fenòmens de la natura que inspiren més temor. Són la manifestació d'un cicló tropical, una violenta manifestació d'una convecció organitzada sobre les aigües tropicals i subtropicals.

Les condicions que condueixen a un huracà solen ser:¹² *a*) aigües del mar càlides ($> 26,5$ °C) en una columna d'aigua suficientment profunda, *b*) una atmosfera potencialment inestable en la convecció humida, *c*) una troposfera humida, *d*) distància suficient de l'equador, *e*) l'existència d'una baixa amb rotació i convergència suficients i *f*) poc cisallament del vent amb l'altura.

192

L'huracà Katrina, que va ocasionar nombroses pèrdues personals i considerables pèrdues materials, juntament amb el reguitzell de tempestes tropicals que es van desfermar a la conca atlàntica durant els anys 2004 i 2005 van donar peu al renaixement del debat sobre la relació entre l'escalfament global i els huracans. La qüestió rau a poder saber la part que correspon a la variabilitat natural i la part que correspon a l'escalfament de l'atmosfera. De la presentació que fa Al Gore del tema, se'n pot pensar que insinua, tot i que mai explícitament, que aquests esdeveniments tan catastròfics tenen a veure amb el canvi climàtic. El que sí pretén explícitament és il·lustrar la potència destructiva dels huracans, la incapacitat de lluitar directament contra els desastres naturals i les conseqüències tan extremes que comporta l'augment de la intensitat d'aquests fenòmens.

12. MARSHALL SHEPHERD i KNUTSON (2007).

L'anàlisi sobre la possible relació entre el fenomen dels huracans i l'escalfament de l'atmosfera es pot realitzar tenint en compte tres aspectes:

a) *Aspectes teòrics i dels models respecte a l'evolució futura dels huracans.* Els primers estudis que es van realitzar sobre la freqüència dels huracans lligada a la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera van mostrar resultats inconsistents, és a dir, van ser incapaços de trobar-hi una relació unívoca.

L'ús de models acoblats oceà-atmosfera —que es fan servir per tenir en compte, de manera conjunta, l'escalfament de la troposfera, i, per tant, l'efecte esmorteïdor per al desenvolupament dels huracans, i les temperatures més altes de l'aigua superficial, com a conseqüència de l'augment (assumit) d'un 1 % anual de la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera— va portar a la previsió d'un augment de mig grau en la categoria d'intensitat dels huracans en l'escala de Saffir-Simpson,¹³ com es pot veure en la figura 7.

Malgrat que apreciablement el nombre d'huracans es manté constant, augmenta el nombre d'huracans amb una pressió a l'ull inferior, la qual cosa indica una velocitat del vent superior.

b) *Observacions.* Les anàlisis dels canvis en les variables meteorològiques a les regions de formació de les tempestes tropicals que originen els huracans semblen fora de tot dubte. La temperatura superficial de l'oceà i el vapor d'aigua atmosfèric augmenten, així com l'energia potencial convectiva disponible. Per mesurar la potència dissipada pels huracans, recentment s'ha proposat un índex anomenat PDI,¹⁴ que

13. L'escala de Saffir-Simpson dels huracans es va definir per classificar la intensitat dels huracans a partir de la seva potencialitat de causar danys materials. L'escala té cinc graus, i el grau 5 correspon a la categoria dels huracans més intensos, que superen els 249 km/h.

14. EMANUEL (2005).

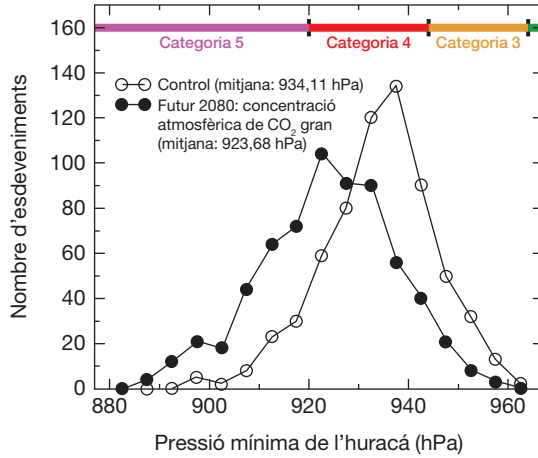


FIGURA 7. Comparació de la distribució dels huracans per categories segons l'escala de Saffir-Simpson, simulats per a l'any 2000 i per a l'any 2080. (Font: Marshall Shepherd i Knutson, 2007.)

194

és una mesura de la potència acumulada pels ciclons i que es calcula a partir del cub de la velocitat, sumat durant el cicle de vida de la tempesta.

La compilació de l'índex PDI acumulat cada any i l'anàlisi de la seva evolució porten a un augment (figura 8), lleuger però constant, durant el segle XX.¹⁵

En un altre estudi,¹⁶ es va analitzar des del 1970 la temperatura superficial de l'oceà tropical amb mesures de satèl·lit i es va observar en totes les conques on hi ha huracans un augment d'aproximadament 0,5 °C. Quan, a la vegada, es van analitzar les característiques dels huracans en cada conca, es va observar que durant aquest període el nombre de tempestes de grau 4 i 5 gairebé s'havia doblat (figura 9).

15. LANDSEA (2005).

16. WEBSTER *et al.* (2005).

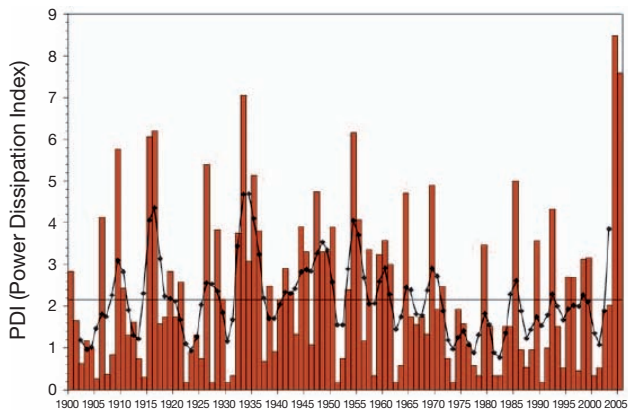


FIGURA 8. PDI durant el segle XX i començament del segle XXI. Hi ha una certa tendència a l'augment. (Font: Landsea, 2005.)

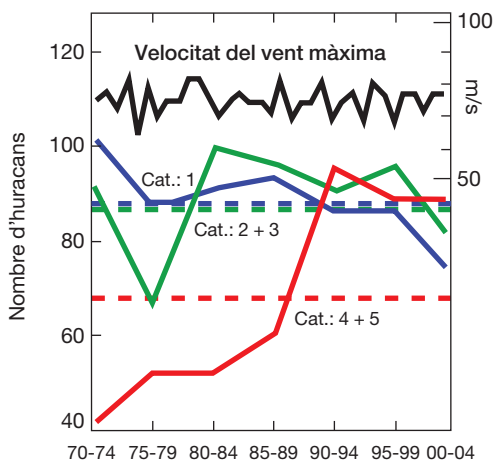


FIGURA 9. Nombre d'huracans en funció de la intensitat segons la classificació de Saffir-Simpson. Mentre que el nombre total de tempestes de categoria 1 disminueix, el nombre total de les tempestes més intenses gairebé es dobla en trenta anys. (Font: Webster *et al.*, 2005.)

El curt període de temps de la mesura (tres dècades) fa una mica fràgil aquest resultat, ja que s'argumenta que aquestes variacions podrien ser a causa d'una oscil·lació amb un període més llarg que el considerat en l'anàlisi de les dades.

c) La variació de la temperatura superficial de l'oceà i de la intensitat dels huracans és una tendència de la variabilitat natural o una conseqüència de l'escalfament global? La resposta general a aquest apartat és que sembla moderadament clar que hi ha una correlació entre la temperatura superficial de l'aigua i el nombre de tempestes tropicals, i que els cicles de les oscil·lacions atlàntiques per si sols no poden justificar com ha evolucionat el nombre d'huracans.

Tot i que la tendència de les dades sembla indicar que el canvi climàtic també inclou la variació en el nombre i la intensitat dels huracans, calen encara uns quants anys de recerca per poder assegurar amb tota confiança que això és així.

L'impacte de l'extensió de gel sobre els óssos polars

L'ós polar és una icona extraordinàriament efectiva de l'impacte de l'escalfament de l'atmosfera sobre la biosfera. A final de cada estiu apareixen els informes que expliquen com de gran ha estat la fusió dels gels marins a l'Àrtic. Cada any va disminuint la superfície gelada i els models preveuen que, en un termini mitjà, al final de l'estiu l'Àrtic pràcticament representarà un pas lliure per a la navegació. Això es deu al fet que a les regions polars l'escalfament és més gran, ja que la reducció de la superfície de gel redueix l'albedo i, per tant, hi ha més radiació solar que no es reflecteix, i també es deu als canvis dels vents, que impulsen el gel cap a zones on li és més fàcil desfer-se. De fet, els ports de la zona es comencen a preparar per acollir un increment significatiu del trànsit de vaixells que voldran seguir la ruta del pol Nord per passar de l'Atlàntic al Pacífic o a l'inrevés.

El documental utilitza aquesta icona per mostrar-nos justament com poden quedar afectats els óssos per la fusió del gel, però és cert que l'anàlisi de les poblacions d'óssos és difícil. Hi ha estudis que afirmen que el pes mitjà de les femelles ha anat disminuint durant els darrers vint-i-cinc anys, però n'hi ha d'altres que asseguren que la població d'óssos augmenta en disminuir la pressió sobre les poblacions per la cacera. En qualsevol cas, l'ús de l'ós polar a la pel·lícula és una concessió a la facilitat de comunicació i la sensibilitat que es desperta quan ens referim a aquesta espècie.

Impacte sobre els esculls de corall

Els coralls, com molts altres entorns ambientals, estan sotmesos a estrès com a conseqüència dels canvis ambientals que pateixen: la sobrepesca, la pol·lució de l'aigua, l'augment del nivell del mar, l'acidificació de l'oceà i, finalment, l'escalfament dels oceans. És del tot veritat que l'augment de la temperatura, juntament amb altres factors, produeix l'emblanquiment dels coralls, i s'hi ocasionen transformacions irreversibles. En aquest sentit, els coralls mostren també molt clarament com de vulnerables són alguns ecosistemes i com l'escalfament de l'atmosfera incideix d'una manera més notable en els més febles en comptes dels més resistents.

197

BIBLIOGRAFIA

ARRHENIUS, S. (1896a). «Über den einfluss des atmosphärischen kohlen säuregehalts auf die temperatur der erdoberfläche». *Bihang till Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, vol. 22, núm. 1, p. 1-102.

- ARRHENIUS, S. (1896*b*). «On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground». *Philosophical Magazine and Journal of Science: Fifth Series*, vol. 41, p. 237-275.
- BRYDEN, H. L.; LONGWORTH, H. R.; CUNNINGHAM, S. A. (2005). «Slowing of the Atlantic meridional overturning circulation at 25 °N». *Nature*, vol. 438, p. 655-657.
- CANADELL, J. G.; LE QUÉRÉ, C.; RAUPACH, M. R.; FIELD, C. B.; BUTENHUIS, E. T.; CIAIS, P.; CONWAY, T. J.; GILLETT, N. P.; HOUGHTON, R. A.; MARLAND, G. (2007). «Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 104, núm. 47, p. 18866-18870.
- EMANUEL, K. (2005). «Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years». *Nature*, vol. 436, p. 686-688.
- HANSEN, J.; SATO, M.; KHARECHA, P.; RUSSELL, G.; LEA, D. W.; SIDDALL, M. (2007). «Climate change and trace gases». *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 365, p. 1925-1954.
- JONES, P. D.; MANN, M. E. (2004). «Climate over past millennia». *Reviews of Geophysics*, vol. 42, article núm. RG 2002.
- LANDSEA, C. W. (2005). «Meteorology: Hurricanes and global warming». *Nature*, vol. 438, p. E11-E12.
- MARSHALL SHEPHERD, J.; KNUTSON, T. (2007). «The current debate on the linkage between global warming and hurricanes». *Geography Compass*, vol. 1, núm. 1, p. 1-24.
- RAHMSTORF, S.; CAZENAVE, A.; CHURCH, J. A.; HANSEN, J. E.; KEELING, R. F.; PARKER, D. E.; SOMERVILLE, R. C. J. (2007). «Recent climate observations compared to projections». *Science*, vol. 316, núm. 5865, p. 709.
- WEBSTER, P. J.; HOLLAND, G. J.; CURRY, J. A.; CHANG, H.-R. (2005). «Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment». *Science*, vol. 309, núm. 5742, p. 1844-1846.

(II) PER QUÈ SÓN IMPORTANTS ELS PREMIS NOBEL DE LA PAU DEL 2007 I PER QUÈ ENS CAL ESCOLTAR-NE EL MISSATGE

RESUM

L'atorgament dels premis Nobel sovint suscita controvèrsia. I encara més en el cas dels premis de Literatura i de la Pau, segurament perquè molta gent en té una opinió. El 2007 el Comitè Nobel noruec ha atorgat el Premi Nobel de la Pau al Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) i a l'exvicepresident nord-americà Al Gore, «pels esforços per bastir i difondre un coneixement més gran sobre el canvi climàtic resultat de l'acció humana i per establir els fonaments per a les mesures que cal prendre per contrarestar aquest canvi». La idea que les emissions antropogèniques de diòxid de carboni a l'atmosfera, per la crema de combustibles fòssils, causaven un escalfament del planeta per l'efecte d'hivernacle havia estat molt combatuda, principalment per grans multinacionals amb interessos petrolers. L'informe de síntesi de l'IPCC estableix amb tota solemnitat el total consens dels experts en el tema crucial de l'origen antròpic del canvi climàtic: una contribució essencial per al conjunt de la humanitat, un avís dels riscos i una alerta sobre el que cal fer en benefici del benestar dels homes i dones actuals i futurs. Al Gore és probablement la persona individual que més ha fet per donar a conèixer a un públic ampli, per tots els mitjans al seu abast, la importància de l'amenaça i la urgència de prendre mesures. Els seus detractors han intentat desprestigiar-ne el missatge, però nombrosos i distingits membres de l'IPCC han expressat la seva satisfacció per compartir el premi amb Gore, reconeixent que ells mai no haurien pogut donar tanta visibilitat al seu missatge com ho havia fet Gore, i que realment es tractava del *mateix* missatge.

PARAULES CLAU: IPCC, Al Gore, escalfament de l'atmosfera, efecte d'hivernacle, canvi climàtic, canvi global, Organització de les Nacions Unides (ONU), Organització Meteorològica Mundial (OMM).

ABSTRACT

The awarding of the Nobel Prizes often provokes controversy. And more specially in the case of Prizes for Literature and Peace, probably because many people have an opinion about. In 2007 the Norwegian Nobel Committee awarded the Nobel Peace Prize to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and former nordamerican vice president Al Gore “for his efforts to disseminate a greater knowledge about climate change resulting from human action and to establish the basis for the measures to be taken to counteract this change.” The idea that anthropogenic emissions of carbon dioxide in the atmosphere by burning fossil fuels, were the cause of global warming by the greenhouse effect, had been strongly refused and fight by the large multinational companies related to oil. The summary report of the IPCC states rigorously the total consensus of experts on the crucial issue of anthropogenic climate change. This represents an essential contribution to the whole of humanity, a warning about the risks and about what to be done to protect the welfare of men and women now and in the future. Al Gore is probably the single person who has done more to inform the general public through all means available the importance of such a threat and the urgency to act. His detractors have tried to discredit his message, but numerous and distinguished members of the IPCC have expressed their satisfaction to share the prize with Gore, recognizing that they could never have given such visibility to their message as he had done Gore, even that it was really the same message.

KEYWORDS: IPCC, Al Gore, global warming, greenhouse effect, climate change, global change, United Nations Organization (UNO), World Meteorological Organization (WMO).

L'atorgament dels premis Nobel sovint és motiu de controvèrsia. I encara més els de Literatura i de la Pau, segurament perquè més gent en té una opinió. En el cas que ens ocupa, un primer fet és que el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), que és un nombrós grup d'especialistes (ara, prop de 2.500) creat fa vint anys per les Nacions Unides, hauria pogut aspirar a un Nobel d'una disciplina de ciències, ja que la majoria dels seus membres són científics (climatòlegs, físics, geòlegs, químics, biòlegs, sociòlegs, geògrafs, etc.). Potser el seu caràcter interdisciplinari feia difícil decidir-ne el camp més destacat. Però hi havia una altra cosa que ho feia enrevessat. L'IPCC no ha fet aportacions noves importants al coneixement científic. La seva missió és una altra. El que fa és reunir informacions de camps molt diversos i elaborar informes en els quals es dona el que en podríem dir el coneixement científic consensuat sobre el canvi climàtic. El terme *consensuat* aquí és molt important. Hi ha encara moltes incerteses i opinions divergents en aspectes particulars que tenen relació amb aspectes de detall d'aquest tema, però les societats humanes necessiten uns missatges clars. D'alguna manera, el que fa l'IPCC és trobar uns mínims comuns denominadors en què els milers de científics que el componen puguin estar d'acord i, a continuació, convertir això en una llista d'advertències, escenaris possibles i recomanacions que puguin orientar les polítiques futures. El consens actual no implica la certesa absoluta d'allò que l'IPCC preveu que s'hagi de complir, ni per massa ni per poc, però ofereix l'únic marc de referència disponible i ho fa donant el grau de confiança que té el conjunt de membres de l'IPCC en els seus pronòstics.

La feina de l'IPCC és tan mesurada, s'ha pres tanta cura a assolir el consens per a cada frase, que pot ser rebatuda amb moltes dificultats. Només això ja és extremament important. No oblidem que el darrer informe de l'IPCC és ja el quart, i que els anteriors no havien tingut ni de bon tros la mateixa repercussió internacional. Això es deu a diverses causes, però una d'aquestes és que la idea que les emissions antropogèniques de diòxid de carboni (CO₂) a l'atmosfera, per la crema de combustibles fòssils, causaven un escalfament del planeta per l'efecte d'hivernacle havia estat molt combatuda.

Als anys noranta, hi va haver, per exemple, una campanya organitzada en què la companyia ExxonMobil va finançar (potser «subornar» seria més exacte) grups de científics per introduir dubtes sobre aquest canvi climàtic induït per l'ésser humà. Hi havia molts interessos en joc. No es publicaven articles científics que donessin indicis d'una explicació alternativa convincent de l'escalfament planetari, però els mitjans de comunicació parlaven de discrepàncies imaginàries entre els científics en relació amb el tema i alguns científics hi contribuïen amb declaracions ambigües. L'actitud d'ExxonMobil i altres grans multinacionals amb interessos petrolers, que intentaven enganyar-nos sobre el canvi climàtic, hauria de ser investigada per un tribunal internacional, ja que ha retardat uns quants anys la presa de decisions i pot haver causat danys irreparables per al futur de la humanitat. Hi ha força indicis que alguns governs han cedit a les pressions d'aquests interessos econòmics i han contribuït a enganyar els ciutadans.

Quan, l'any 2002, Rajendra Kumar Pachauri, un economista i científic ambiental indi, va ser escollit nou president de l'IPCC, successor de Robert Watson i del climatòleg Bert Bolin (que en va ser el primer i que ha mort molt recentment), algunes veus, entre aquestes la d'Al Gore, que va escriure un article molt crític a *The New York Times*, van denunciar que

Pachauri era l'home preferit pel president Bush i que la seva missió era desactivar l'IPCC. Pachauri es va defensar, però la seva millor defensa ha estat expressada amb el contingut del conjunt del quart informe (tres volums) i en l'informe de síntesi publicat separatament. Aquest darrer conté molta informació important, però el que hi destaca és la solemnitat amb què s'estableix el total consens dels experts en el tema crucial de l'origen del canvi climàtic. El fet d'haver arribat a aquest consens, per si sol, segurament ja mereix el Nobel de la Pau, en tant que és una contribució essencial per al conjunt de la humanitat, un avís dels riscos i una alerta sobre el que cal fer en benefici del benestar dels homes i dones actuals i futurs.

Que l'IPCC, que engloba milers de científics i que representa, en realitat, tota la comunitat de científics del món que treballa sobre temes relacionats amb el canvi que està experimentant la biosfera com a resultat de les activitats de les societats humanes, comparteixi el premi amb un sol home, pot ser sorprenent. Que aquest home sigui Al Gore té la seva lògica, ja que no hi ha dubte que Gore ha estat actiu en qüestions ambientals des de fa molts anys, abans d'accedir a la vicepresidència dels Estats Units, i que darrerament la seva activitat ha arribat a un gran públic mitjançant publicacions, centenars de conferències i el documental *An inconvenient truth* («Una veritat incòmoda»), que va guanyar dos Oscar de Hollywood i que ha tingut un èxit considerable. El Govern català, per exemple, ha decidit comprar-ne un munt de còpies i fer-lo arribar a totes les escoles. Tanmateix, l'elecció de Gore ha estat un consol per als negacionistes o menystenidors del canvi climàtic. A Gore se'l pot atacar més fàcilment que a l'IPCC. I això és el que han fet.

Per començar, Gore és nord-americà, milionari i polític. Té una casa gran que consumeix molta energia i es passa el dia volant d'una banda del món a l'altra, o sigui generant CO₂ per dur el missatge que cal reduir-ne les emissions. Va ser

representant dels Estats Units quan es van negar a signar el Protocol de Kyoto per a la reducció d'emissions. Tot això, li ho han retret, i se l'ha titllat d'oportunista i de buscar una revenja política contra l'home que va aconseguir d'una manera molt discutible la presidència. La sàtira era fàcil. Després, els qui sempre havien negat el canvi climàtic s'estripaven la roba, hipòcrites, denunciant que Gore deia, en el seu documental, veritables barrabassades que, oh, escàndol!, s'allunyaven de la doctrina de l'IPCC: eren, doncs, errors científics!

Tota aquesta faramalla mediàtica, la intenció de la qual no era només desprestigiar Gore sinó també reintroduir els dubtes que l'informe de l'IPCC semblava haver dissipat, va quedar desmuntada pocs dies després. Nombrosos i distingits membres de l'IPCC van expressar la seva satisfacció per compartir el premi amb Gore, reconeixent que ells mai no haurien pogut donar tanta visibilitat al seu missatge com ho havia fet Gore, i que realment es tractava del *mateix* missatge. Alguns van recordar que Gore sempre havia estat en contacte amb científics de primera fila, n'havia buscat l'assessorament i que l'interès per les qüestions ambientals era ben genuí en ell, i antic.¹

1. Recentment, alguns comentaristes han mirat de respondre a la pregunta de per quin motiu Gore, ara amb l'aurèola triple d'haver guanyat en vots unes eleccions anteriors, haver rebut un Nobel i haver estat premiat amb dos Oscar, no es presentava a les properes eleccions. La cursa ha començat, i Gore no ha dit que no, sinó que s'ho pensaria, però hi està competint (encara hi ha qui creu que l'empat tècnic entre Obama i Clinton podria dur a una solució tercera en el camp demòcrata que posés Gore a la presidència i Obama i Clinton en llocs importants del Govern). Segons aquests comentaristes que miren d'explicar que Gore no s'hi presenti, l'experiència política prèvia va ensenyar-li que era, paradoxalment, molt difícil arribar a l'opinió pública des del Govern, el qual estava sempre sotmès a massa pressió. Però per combatre el canvi climàtic és essencial guanyar la batalla de l'opinió pública. I això és el que Gore prova de fer. Si aquest fos el cas, l'actitud de Gore seria digna d'elogi, ja que hauria preferit fer un servei al món per damunt de les seves ambicions com a polític. Naturalment, d'altres opinen que Gore pot treure més beneficis,

Em limitaré a l'exemple més usat pels detractors de Gore. L'IPCC diu que el nivell del mar experimentarà una pujada d'entre un pam i mig metre, d'ara a final de segle, si continuen les emissions, a causa de la fosa de gel i la dilatació de l'aigua reescalfada. A *An inconvenient truth*, Gore diu que si tot el gel de l'Àrtic i Grenlàndia es fongués, el mar pujaria sis metres. El clam és que Gore exagera molt, de manera demagògica. Tanmateix, el que diu Gore és cert, i ell no afirma que aquesta fusió total es produirà en aquest segle. Estrictament, no hi ha error científic. L'acusació de voler impressionar amb exageracions es podria mantenir, ja que el públic pot deduir del documental que la fosa del glaç és imminent, però l'IPCC no pensa el mateix... És cert?

He dit que la ciència de l'IPCC era consensuada. I les prediccions que fan són plenes de matisos. Entre un pam i mig metre, diuen, i hi ha qui exclama que un pam vol dir que, ran de platja, l'aigua ens arribarà als turmells, mentre que Gore mostra tres quarts de Florida sota el mar! Però l'IPCC afegeix que, en el seu càlcul, no s'hi ha inclòs l'acceleració de la reducció de les glaceres, un fet ja observat arreu del món però de mal quantificar. Un estudi publicat a *Science* estimava que, considerant aquest factor, la pujada podria estar entre 0,5 m i 1,5 m. Ni l'IPCC (que de tota manera n'indica la possibilitat) ni ningú no pot encara donar compte de les conseqüències de certs processos autoaccelerats, alguns dels quals poden haver entrat ja en funcionament.

fins i tot econòmics, en el seu rol actual que des de la presidència. Això s'hauria de demostrar. Tendeixo a creure en la sinceritat de Gore, encara que no es pot posar la mà al foc per ningú... Però ara voldria tocar un altre punt. Existeixen les discrepàncies científiques entre el documental de Gore i l'IPCC? Ja he dit que molts membres de l'IPCC les han considerat irrelevantes, però més val que ho aclarim.

Un d'aquests processos és el desglaç de l'Àrtic. Com més es redueix la superfície de gel damunt l'oceà, més proporció de radiació solar és absorbida per l'aigua, que s'escalfa, i menys és reflectida cap a l'atmosfera pel gel. Entre el 1980 i el 2006, la superfície gelada havia minvat, de manera més o menys gradual, de 6.500 km² a 5.000 km², aproximadament. Això suposava una pèrdua de prop del 23 % en vint-i-sis anys, que ja és prou notable, no gaire lluny d'un 1 % anual. La sorpresa va ser quan, l'estiu del 2007, la superfície de glaç va disminuir, en una caiguda sense precedents, uns 3.600 km², una dada que va elevar les pèrdues en relació amb l'any de referència del 1980 a prop del 55 %! Va ser un fet excepcional, o l'inici d'un procés autoaccelerat? No ho sabem. Ara, les previsions que el glaç desapareixeria en quaranta anys s'han revisat molt a la baixa. Hi ha qui es frega les mans. S'obre un nou pas, importantíssim, al tràfic de mercaderies, i queden a l'abast fons inexplorats d'on s'espera treure molt de petroli..., la crema del qual, per descomptat, empitjorarà els problemes.

Mentrestant, a Grenlàndia, la fosa a l'estiu afecta superfícies cada cop més grans. Les estimacions són que les pèrdues de glaç s'han doblat en només deu anys i assoleixen ja els 100.000 milions de tones. Càlculs molt recents per a l'Antàrtida assenyalen volums de pèrdua similars als de Grenlàndia. Allà també hi intervenen mecanismes d'autoacceleració. Si les roques del continent i l'aigua del mar en contacte amb el glaç de les glaceres s'escalfen, la velocitat de la glacera augmenta en fondre's les vores i lliscar sobre una fina capa d'aigua líquida. Fenòmens com aquest s'han produït en èpoques passades, a la fi dels períodes glacials, i se sap perquè hi ha proves d'intensificació de la descàrrega de blocs de gel (icebergs) al mar, ja que augmenten els materials detrítics que aquests blocs de gel aporten als sediments dels fons marins. Hem de pensar que, en plena glaciació, les meitats nord dels continents nord-americà i euroasiàtic suportaven un gruix

de 3 km de gel, que es va buidar quasi completament en un temps molt més ràpid del que hauria demanat la mera fusió. Hi ha altres causes possibles que acceleren la fusió, com el sutge dels incendis forestals i les partícules de pols que es dispositen sobre el glaç, n'enfosqueixen la superfície i en redueixen l'albedo (la reflectivitat), fent que capti més proporció de la radiació solar i, per tant, que s'escalfi encara més.

No sabem calcular el resultat de tots aquests processos. L'IPCC parla d'un pam a mig metre, però no descarta que hi hagi una acceleració com a conseqüència de processos complexíssims... I encara que no espera que els sis metres d'augment esmentats per Gore s'assoleixin el 2100, no descarta que puguin haver-hi augments d'uns quants metres. De moment, el mar puja, fa temps que puja, i aquest ascens s'ha fet més ràpid. Fa pocs dies, els diaris deien que la Mediterrània, des del 1990, havia pujat fins a 16 cm. Sembla poc, però el temps passa de pressa i en una o dues dècades podem tenir-ne efectes sensibles en la pèrdua de platges (tan importants per a la nostra economia) i les intrusions d'aigua salada (al delta del Llobregat ja es combaten introduint en el freàtic, mitjançant pous de 60 m de fondària, 5.000 m³ diaris d'aigua dolça procedent de la depuradora, aigua que ara potser s'haurà de desviar per dur-la aigües amunt de la potabilitzadora i augmentar així l'abastament precari de Barcelona en temps de sequera). Si puja el nivell del mar, el desguàs dels rius i torrents i de l'aigua de pluja urbana és més lent i pot donar lloc a inundacions. A Londres aquest problema els preocupa extraordinàriament, ja que allà 750.000 persones viuen per sota del nivell del mar, i hi estan desenvolupant un ampli programa adaptatiu que inclou obres importants d'enginyeria i de recuperació de les antigues zones d'aiguamoll de la costa, que absorben una part de l'aigua en les mareas altes i les tempestes.

La retenció d'aigua en els freàtics provoca problemes en zones urbanes. A Barcelona, a les estacions de metro de la

part baixa de la ciutat, cal bombar-hi 40 hm³ d'aigua a l'any per evitar que s'inundin, i hi ha molts soterranis i baixos pràcticament inservibles. Aquests problemes augmentaran lògicament si puja el nivell del mar. La penetració d'aigua salada produirà problemes de corrosió en moltes estructures soterrades d'acer i fusta. Potser els danys més costosos vindran dels efectes sobre el sistema de clavegueram de les ciutats costaneres, ja que funciona per gravetat i, per tant, depèn totalment del nivell del mar.

Els territoris més vulnerables a una pujada del nivell del mar són les platges i les costes més baixes, com el delta de l'Ebre, l'Albufera o el Mar Menor, a casa nostra, i inclouen zones molt poblades. Al delta del Nil, un augment de mig metre a un metre del nivell del mar obligaria a desplaçar entre quatre i sis milions de persones. A Bangla Desh, país ja molt sotmès a gravíssimes inundacions associades a tempestes tropicals, una pujada d'1,5 m desplaçaria setze milions de persones. Moltes illes del Pacífic i de l'Índic haurien de ser evacuades. El petit estat de les illes Niu ja ha demanat asil internacional. A Male, capital de les Maldives, hi construeixen una costosa barrera per defensar-la dels huracans, però no servirà de res si el nivell del mar puja, ja que és impensable envoltar tota l'illa. Una gran part de la població del món viu a les costes. Centenars de milions de persones i infraestructures colossals són vulnerables a un augment modest del nivell del mar. Les possibles adaptacions són molt cares, i no tothom té els diners i la tecnologia dels holandesos per construir dies, ni una situació geogràfica que ho faci possible.

Per desgràcia, l'alarmisme que critiquen a Al Gore no és gratuït. Hi ha motius per creure que podem tenir problemes pitjors que els que expressen els valors «d'un pam a mig metre». L'IPCC mateix ho reconeix.

Els models de canvi de les temperatures es basen en l'evolució del CO_2 a l'atmosfera, la qual depèn de molts factors, però sobretot de les emissions i dels embornals. Les emissions, com ja hem vist, es deuen sobretot a la combustió de combustibles fòssils. Per tant, les mesures més òbvies consisteixen a mitigar l'escalfament a base de reduir les emissions. La mitigació es pot fer de moltes maneres, començant per canvis en les formes d'energia emprades (i es proposa que una proporció creixent del consum energètic se satisfaci amb fonts alternatives, que poden anar de la termosolar i la fotovoltaica a la nuclear, passant per l'eòlica, la hidràulica, la de les mareas, la geotèrmica, etc.). Tot i que no es pot menysprear cap contribució, el cert és que cap energia de substitució no és, ara com ara, capaç de prendre el relleu dels combustibles fòssils, i tal com estan les coses sembla que això serà així durant algunes dècades com a mínim. La millor manera de mitigar és estalviant. En això sí que hi ha moltes possibilitats en tots els àmbits de la vida social, des de la planificació urbanística i les modalitats de construcció fins als costums domèstics.

La predicció dels diversos models emprats per l'IPCC dóna augments mitjans d'entre 1,6 i 5,9 °C per a final de segle, amb l'advertència que aquests increments seran repartits molt desigualment, força superiors a les latituds altes i menors a les zones tropicals. Aquesta distribució irregular de l'escalfament ja s'ha pogut constatar clarament al llarg de la darrera dècada. Per fer-nos una idea del que representa un augment mitjà de 2 °C, que seria a la banda baixa del ventall donat per l'IPCC, només ens cal pensar que aquesta és la diferència que hi ha entre el clima de Barcelona i el d'Alacant, ciutats que estan separades per més de 500 km en línia recta. Així que un escalfament com aquest equival a un desplaçament en la latitud cap al sud proper als 500 km. Al nord d'Europa, creuen

que tindran un clima molt més agradable; a nosaltres, més aviat se'ns acostarà el desert.

Les previsions de l'IPCC es basen en la continuació de les emissions amb les mateixes taxes. Entre el 2000 i el 2006, però, les emissions mundials han crescut de mitjana un 3,3 % anual, mentre que a la dècada dels noranta ho van fer només un 1,3 %, també de mitjana. Això ha situat en 8,4 Pg (un Pg equival a mil milions de tones) de carboni les emissions anuals per la crema de combustibles fòssils, als quals cal afegir 1,5 Pg procedents de canvis en els usos del sòl, que fan un total de 9,9 Pg. Aquesta xifra és força superior al pitjor dels escenaris previstos pels models de l'IPCC de l'any 2000, l'escenari que ens duïa a una pujada de temperatura propera als 6 °C l'any 2100... Dit d'una altra manera: amb les taxes actuals d'emissions, les temperatures pujarien força més de 6 °C d'ací a final de segle. Alguns autors creuen que un augment d'aquesta magnitud duria a processos irreversibles d'escalfament.

Què se'n fa, d'aquest CO₂ que emetem? Hi ha tres embornals bàsics: l'atmosfera, on s'acumula el 45 % del que emetem; els oceans, que en recuperen el 24 %, i els continents, que en capturen el 30 %. O sigui que, per sort, només una mica menys de la meitat del CO₂ que s'emet es queda a l'atmosfera. Els embornals oceànics i continentals ens donen un servei extraordinari, que s'ha estimat en 300.000 milions de dòlars anuals (seria el cost de reduir les emissions amb mesures de mitigació, a 20 dòlars la tona de CO₂). Com a resultat de tot això, la concentració de CO₂ està augmentant a una taxa d'1,9 ppm anuals i ha passat ja les 381 ppm. Una concentració tan alta feia almenys uns quants centenars de milers d'anys que no es donava. La que hi havia en el darrer terç del segle XIX era d'unes 280 ppm. Les previsions que feia fa ben poc l'IPCC eren que els embornals oceànic i continental podrien captar una proporció una mica creixent de les emissions. Sobretot, en el cas dels continents, se suposava que la concen-

tració més alta de CO₂ actuaria amb un efecte de fertilització i estimularia la fotosíntesi.

Però no ha estat així, i és força lògic. Les plantes han de consumir altres elements, com el nitrogen o el fòsfor. Aquest darrer, sobretot, no ha augmentat, i en molts llocs el nitrogen tampoc, en la mesura en què ho fa el CO₂. Però sobretot el que ha passat els darrers sis anys és que han augmentat els eixuts a gran part dels continents, de manera que la producció primària ha disminuït. També l'embornal oceànic està funcionant pitjor del previst. En aquest cas, sembla que a l'hemisferi sud ha augmentat la força del vent, fet que contribueix a fer pujar les aigües profundes riques en carboni, cosa que dificulta la dissolució del CO₂ atmosfèric en l'aigua. D'altra banda, en dissoldre's més CO₂ en l'aigua superficial, aquesta s'acidifica i afecta el plàncton. I ho fa doblement, ja que aquesta aigua superficial s'escalfa i perd densitat, així que es barreja menys amb la de sota, fora de les regions meridionals ja esmentades, de manera que la productivitat primària disminueix i també l'abundància d'organismes que emeten sulfur de dimetil, compost que contribueix a la formació dels núvols. Ja tenim un altre mecanisme possible d'autoacceleració: si hi ha menys núvols, arribarà més radiació i l'aigua s'escalfarà més. En contrapartida, si l'aigua s'escalfa més, s'ha d'evaporar més, i es podrien donar més precipitacions que reduïssin el problema dels eixuts i dels incendis; però d'això en parlarem més endavant.

L'augment de concentració dels darrers anys (2000-2006), amb una mitjana d'1,9 ppm de CO₂ acumulat per any a l'atmosfera, molt per damunt de les 1,5 ppm per any que havien estat la mitjana de les dècades precedents, té tres causes. En un 65 % es deu a l'augment de l'activitat econòmica. També, en un 17 %, al fet que, per primer cop en un segle, ha augmentat el que s'anomena *intensitat de carboni* (quantitat de carboni que s'emet en produir una unitat de producte interior brut, PIB). Com més gran és la intensitat, pitjor és l'efi-

ciència energètica. Aquesta pèrdua d'eficiència es deu clarament al gran creixement dels dos gegants asiàtics, la Xina i l'Índia, amb tecnologies més primitives que les del món més desenvolupat. Cal esperar que l'eficiència d'aquests països millori en el futur, però cada país subdesenvolupat que pugui augmentar la seva activitat econòmica ho farà inicialment amb una baixa eficiència. De moment, aquests països fan molt ús de les seves reserves de carbó, enormes en el cas de la Xina, que és un material que produeix més emissions que el petroli o el gas natural. Finalment, en tercer lloc, un 18 % de l'augment del CO₂ que anualment s'incorpora a l'atmosfera es deu a la pèrdua d'eficiència dels embornals oceànics i continentals, és a dir, dels ecosistemes.

Cal considerar encara unes dades complementàries, que no conviden a la frivolitat. El desglaç del *permafrost* dels sòls boreals augmenta les emissions de CO₂ i de metà per l'increment de l'activitat microbiana de descomposició de la matèria orgànica. L'augment de les temperatures i el de les sequeres intenses, juntament amb l'activitat humana, han fet créixer arreu del món el nombre d'incendis forestals, els quals envien grans quantitats de CO₂ a l'atmosfera. Es calcula que un total d'uns 200 Pg de carboni es troben en sòls i vegetació, i poden ser transferits a l'atmosfera si s'acceleren els mecanismes indicats, que ja han entrat en joc. I hi ha dipòsits de carboni, especialment en forma de metà, en els sediments marins que corren risc de mobilització.

Fa dos o tres anys, l'IPCC encara pensava que era possible estabilitzar el CO₂ atmosfèric al voltant de 550 ppm a final del present segle. Avui, com ja hem dit, això sembla pràcticament impossible. Tot fa pensar que les temperatures pujaran, doncs, per damunt de les previsions de l'IPCC, que ja són elevades. A menys, és clar, que s'arribi a fer un esforç col·lectiu extraordinari i es combini amb innovacions tecnològiques substancials.

Els models climàtics per predir l'evolució de les precipitacions en una atmosfera enriquida en CO₂ i més calenta no són gaire fiables. Tot i així, els experts diuen que estan raonablement segurs que els canvis seran molt heterogenis. En alguns llocs, hi plourà més; en molts, hi plourà menys. I quasi tots estan d'acord que la conca mediterrània estarà entre les zones més perjudicades. Per a la península Ibèrica, la previsió és d'una reducció d'entre el 27 % i el 42 %, amb les reduccions més fortes al sud. Menys pluja vol dir eixuts més llargs i durs i, amb molta probabilitat, més incendis. D'altra banda, més calor vol dir més evapotranspiració arreu, també als embassaments, i tot plegat porta a un escenari amb menys aigua dolça disponible i aigua de menys qualitat, ja que els contaminants es diluiran menys.

Canvis com els assenyalats en la temperatura i les disponibilitats d'aigua forçaran grans canvis en el paisatge. Per començar, es modificaran els conreus. No serà possible mantenir els mateixos conreus que ara tenim en condicions tan diferents. Els viticultors han estat els primers a moure's. Comencen a plantar vinyes en zones més altes i en latituds superiors. Haurem de fer amb els conreus el mateix que ja han començat a practicar les altres espècies. Un metaestudi que recull els resultats de molts treballs sobre tota mena d'organismes conclou que hi ha migracions que tenen una mitjana de desplaçament de 6 km per dècada cap al nord. La biosfera ja està reaccionant al canvi climàtic. També hi ha desplaçaments en l'altitud. Com que les diferents espècies es mouen amb velocitats diferents, es produeixen canvis importants en la composició dels ecosistemes i pèrdues de biodiversitat.

Algunes espècies ens plantegen problemes importants. La malària, per exemple, la malaltia infecciosa que causa més mortalitat a la nostra espècie, s'està expandint a territoris

nous, en zones de muntanya on mai no n'hi havia hagut, perquè el mosquit que la transmet ara hi troba condicions favorables. Hi ha el temor que altres malalties tropicals també eixamplin la seva àrea d'afectació. El mosquit tigre, que recentment ha envaït alguns barris de Barcelona i bona part del Vallès, i que prèviament havia colonitzat Itàlia provinent de l'est, causa força enrenou, ja que ataca en grup i a qualsevol hora, i produeix picades molt molestes. Però és una amenaça considerable perquè pot transmetre el dengue i alguna altra malaltia si aquestes es troben en la població humana. De moment, no és el cas, però pot arribar a ser-ho, i que hi hagi el vector és un motiu d'alerta. Als Estats Units, l'encefalopatia viral de l'oest del Nil ja s'ha estès de costa a costa, transmesa per mosquits (els primers mosquits infectats se sap que van arribar des d'Egipte en aigua embassada en uns pneumàtics vells).

Els canvis en el paisatge poden afectar dràsticament tant els serveis que ens donen els ecosistemes com l'economia. Però els canvis poden ser més importants si, en lloc de considerar, com fins ara, les condicions mitjanes de temperatura i precipitacions, mirem què pot passar amb els valors extrems. Les previsions que es fan són en el sentit que, a més d'un canvi en els valors mitjans, hi haurà més sovint situacions extremes. Analitzem un cas: l'estiu extremadament càlid del 2003 a l'Europa occidental. El país més afectat va ser França, on les temperatures del període juny-agost van estar 10 °C per damunt de la mitjana de les dècades precedents. Es va produir una catàstrofe silenciosa. A París, en una sola nit, van morir tres mil persones, fet que no s'havia esdevingut ni sota els pitjors bombardejos de la Segona Guerra Mundial. El total de morts per calor sembla que va ser d'aproximadament trenta mil persones.

Normalment, els índexs més alts de mortalitat són a l'hivern, a causa de les gripes i pneumònies, que afecten sobre-

tot la gent gran, els malalts i els nens. Al pic de l'estiu del 2003 van ser superiors als de l'hivern, un fet insòlit. Potser si els hiverns són més temperats, la mortalitat disminuirà, però les situacions com la del 2003 seran, segons les previsions, cada cop més freqüents, i gairebé esdevindran habituals cap a la meitat del segle. És important adonar-se que la gent que més ho patirà serà la que viurà en ciutats. És ben conegut que a les ciutats es dona l'efecte anomenat *illa de calor*. La temperatura hi és, sovint, tres o quatre graus més alta que en les zones rurals perifèriques; per tant, la població urbana estarà més exposada a aquest risc dels extrems de calor.

Les ciutats creixen més de pressa que la població. Dit d'una altra manera: la població humana creix encara de manera considerable, però amb una forta tendència s'acumula en ciutats, i especialment en ciutats ja grans. Els ritmes de creixement d'algunes ciutats depassen amb molt els ritmes de creació dels serveis de distribució de llum, aigua potable, gas, recollida d'escombraries, transport, etc. Això genera barris immensos on la gent és molt vulnerable a riscos físics, relacionats amb el clima o epidemiològics. Un exemple: a Londres, la darrera epidèmia de còlera va ser el 1866. Poc abans, i arran d'una epidèmia molt més important, s'havien iniciat els treballs de conducció de l'aigua potable i de construcció de clavegueres que van resoldre el problema. Cent cinquanta anys més tard, uns dos mil milions de persones, quasi una tercera part del total de la humanitat, estan encara exposades a malalties com el còlera, associades a les males condicions higièniques i, en particular, a la manca de seguretat en el repartiment d'aigua potable o la inexistència d'aquest servei bàsic.

Entre les poblacions urbanes que poden veure's especialment afectades per la manca d'aigua de beure hi ha les que depenen, durant l'estiu, de l'aigua procedent de glaceres, avui en regressió. Quan les glaceres ja no hi siguin, no hi haurà reserves per a l'estiu. Això no afecta només els pobles. És el

cas, per exemple, de Bogotà, amb més de vuit milions d'habitants.

Una qüestió que caldrà tenir ben present és que estem acostumats a fer les nostres previsions des d'una hipòtesi d'estabilitat, d'estacionarietat. Per exemple, les prediccions de recurrència de les tempestes d'una determinada importància (posem 300 mm en 24 h) es basen en llargues sèries d'observacions, amb el supòsit que la sèrie és estacionària, o sigui que no hi ha canvis de tendència. Llavors, podem deduir-ne la recurrència de determinats cabals en les riuades i establir uns requisits per a la construcció d'obres públiques, com ara els ponts i viaductes. Sembla que aquesta manera de fer l'haurèm d'abandonar, i els nostres càlculs hauran de reconèixer que el sistema climàtic ha deixat de ser estacionari. El problema és que no tenim gaire desenvolupats els models matemàtics que ens permetin passar de la hipòtesi d'estacionarietat en moltes coses a la de canvis ràpids de tendència. Si en algun punt les dificultats resulten evidents a casa nostra és en el tema de l'aigua. No podem calcular reserves i consums sobre la base de l'estacionarietat, ja que tant la mitjana com els extrems de les sèries de precipitacions estan movent-se com a resultat de l'acció humana. Haurèm de planejar estratègies i inversions des d'hipòtesis totalment noves.

ELS TEMPS DE RESPOSTA

Potser la pregunta que cal respondre en primer lloc és quina és la urgència amb què el canvi climàtic demana una resposta ràpida per part de les nostres societats. Si es llegeixen els informes de l'IPCC, ens n'adonem que aquest punt no hi ha estat gaire discutit, i tanmateix es tracta d'una qüestió crucial, ja que encara hi ha força institucions i persones amb importants poders a les seves mans que actuen com si estiguessin

convençudes que els avenços tecnològics dels propers anys seran suficients per mitigar els danys, i que, per tant, no cal prendre mesures que podrien afectar l'economia.

El primer toc d'atenció que realment va arribar a instàncies poderoses va ser l'Informe Stern (*Stern Review on the Economics of Climate Change*). Sir Nicholas Stern, cap del Servei Econòmic del Govern de Tony Blair i assessor governamental en economia i canvi climàtic i desenvolupament, va emetre, a petició de Gordon Brown, l'anomenat Informe Stern² l'any 2006. Tot i que Stern era poc sospitós d'ecologisme, l'informe va tenir un impacte enorme, ja que deia que els costos del canvi climàtic podien suposar el 20 % del PIB mundial i forçar l'emigració d'uns dos-cents milions de persones, i que les mesures necessàries per evitar-lo podien representar un important, però tolerable, 1 %. Stern es manifesta optimista, sempre que les accions siguin contundents i preses ben aviat, per tenir garanties d'arribar a l'estabilització del CO₂ atmosfèric entre 450 i 550 ppm. Actuant ara, per cada lliura gastada, se'n poden estalviar cinc o més, diu.

Les raons de la urgència es troben en el fet que, en molts processos ecològics, hi ha efectes retardats. Per exemple, els oceans reescalfats seguirien transmetent calor a l'atmosfera força temps, encara que ara deixéssim d'emetre CO₂ (cosa òbviament impossible). Tenint en compte només això, es pot dir que el 25 % de l'augment de 2 °C mínim admès per l'IPCC és ja segur i imparable. De manera similar, l'escalfor dels oceans fa ja inevitable part del desglaç que es produirà en les dècades vinents. Podríem donar molts més exemples relatius al funcionament del sistema Terra i la seva inèrcia, però el

2. Vegeu el breu text de l'informe executiu de Stern a www.hm-treasury.gov.uk/media/9/9/CLOSED_SHORT_executive_summary.pdf. No és més que un resum, ja que l'informe sencer té set-cents pàgines, però en conté l'essència.

que més ens ha de preocupar és que també hi ha retards, i molt importants, en les reaccions dels sistemes socioeconòmics. Un canvi en la tecnologia energètica dels sistemes de transport no es podria fer en un o dos anys; a escala mundial, es necessitarien dècades.

Pitjor que el canvi tecnològic pot ser encara el canvi polític. Els precedents no són gaire bons. Les advertències sobre l'efecte d'hivernacle són antigues, se n'ha parlat molt des de fa ben bé quaranta anys. Però posar en marxa les institucions és lent. Un exemple: el Protocol de Kyoto es va signar el 16 de març del 1998 i no va entrar en vigor fins al febrer del 2005, amb l'acord de cent setanta-dos països, entre els quals no hi era el màxim emissor mundial, els Estats Units. Un lapse de set anys, després de l'aprovació... Abans, havien calgut anys per iniciar el debat i preparar els acords. Un cas més proper: a final del 2007, el Govern de Catalunya va convocar un procés participatiu per preparar la fase 2008-2012, admetent que fins al 2008 no s'havien fet els deures; ben al contrari: en lloc de l'increment permès d'un 15 % en el cas de l'Estat espanyol, les emissions a Catalunya (i a Espanya) rondaven el 50 % d'augment. En realitat, no s'havia fet pràcticament res. En acostar-se el final del termini, que és enguany, van venir les primeres reaccions, com aquells estudiants que esperen la setmana abans de l'examen per estudiar, però l'examen de Kyoto no es pot aprovar fent bondat quatre dies, i caldrà pagar la multa per les emissions excessives.

Encara que el Protocol de Kyoto és un conveni de mitigació molt insuficient i insatisfactori, ja s'ha vist que la seva aplicació efectiva, en molts països, demanarà de deu a quinze anys. És una marxa molt lenta, i de ben segur que necessitem mesures més intenses. Europa ja ha anunciat, a la Conferència de Bali sobre el Canvi Climàtic, intencions d'assolir percentatges de mitigació molt importants, del 50 %, en l'horitzó del 2050 (Stern recomanava el 60 %). Una reducció a escala

mundial d'aquesta magnitud podria evitar que l'increment de temperatura arribés als 2 °C. És un objectiu factible? Probablement les dificultats més grans no són econòmiques, sinó justament els retards polítics en la presa de decisions. Si, de debò, esperem encara lluitar per l'estabilització a no més de 550 ppm de CO₂ i 2 °C de temperatura, s'hauria d'estar actuant ja de manera decidida. Però no és així, i els retards polítics fan preveure que l'efectivitat de les mesures difícilment mantindrà el pas accelerat dels canvis. Fins i tot si Europa assoleix una reducció del 50 % de les emissions el 2050 en relació amb les del 1990, és molt difícil que la resta de països facin el mateix. Tampoc no seria just demanar-los-hi, ja que la major part del CO₂ que ara hi ha a l'atmosfera l'hem emès els països desenvolupats, i no podem esperar que els altres deixin de créixer perquè nosaltres ja hem llençat tot el CO₂ admissible. Propostes enraonades demanen que els països en via de desenvolupament iniciïn una reducció d'emissions no més tard del 2020, però això exigiria que els països rics fessin un esforç més gran, amb reduccions del 30 % cap al 2020 i del 60-80 % el 2050, sempre en relació amb l'any de referència (1990). Això requereix accions efectives immediates. Per desgràcia, costa d'imaginar un comportament generós per part dels estats que no s'ha produït quasi mai en la història precedent, i mai de manera col·lectiva i organitzada.

219

RISCS, VULNERABILITATS, INCERTESES

L'any 1976, amb l'impuls i la coordinació de Ramon Folch, es va publicar *Natura, ús o abús?*, més conegut com el *Llibre blanc de la natura als Països Catalans*. El primer capítol era de Ramon Margalef, i s'hi advertia que el principal problema en relació amb el medi era l'acceleració. Igual que quan som dins d'un automòbil (com més correm, menys temps tenim

per evitar un obstacle imprevist), l'acceleració dels processos a escala biosfèrica fa que creixi el risc de situacions d'efectes catastròfics o molt adversos. Es pot dir que l'acceleració és el risc més gran, en el sentit que té un efecte multiplicador sobre tots els riscos generats pels canvis ambientals.

Els riscos no estan uniformement repartits. Ja hem dit que els canvis de temperatura i precipitacions seran més grans en certs llocs que en d'altres. Cada territori, cada societat, cada grup social, pot tenir vulnerabilitats específiques. El concepte de *vulnerabilitat* és molt general, i a l'hora de fer-lo servir cal precisar a què ens referim. En general, la vulnerabilitat a un determinat risc depèn de l'exposició a aquest risc i de la sensibilitat. Una costa alta i una de baixa estan igualment exposades a la pujada del nivell del mar, però la sensibilitat no és pas la mateixa. Exposició i sensibilitat determinen l'impacte potencial sobre un determinat sistema. Ara bé, tot sistema té una certa capacitat espontània d'adaptació. L'impacte potencial reduït per la capacitat d'adaptació determina la vulnerabilitat del sistema. La vulnerabilitat es pot definir com la mesura en què un sistema és susceptible als efectes adversos del canvi (mitjà o dels valors extrems). Es podria calcular com:

$$\text{Vulnerabilitat} = f^*(\text{exposició, sensibilitat, capacitat d'adaptació})$$

El que sol interessar-nos més és la *vulnerabilitat social*. Aquesta és una mesura integrada del risc que pesa sobre el benestar humà, en termes ambientals, econòmics, socials i polítics, com a resultat de l'exposició a una varietat de pertorbacions d'efectes nocius. Per especificar el concepte de vulnerabilitat, cal explicitar: *a*) a quin risc ens referim, *b*) quins sectors de població poden ser afectats, *c*) quina és la gravetat dels efectes esperats i *d*) quina és la capacitat de recuperació després de l'impacte.

Per evitar els efectes en sistemes vulnerables, es poden prendre mesures d'adaptació. Les adaptacions poden ser locals o generals. Es comença a parlar de mesures planetàries, d'enginyeria biosfèrica, com ara enviar a l'espai pantalles de radiació, enterrar massivament CO_2 en jaciments abandonats de petroli o fertilitzar el mar amb ferro. Tot això és molt especulatiu i de resultats incerts. Les adaptacions locals són múltiples, encara s'ha fet poca cosa i cal un coneixement específic molt important del problema. Adaptar-se vol dir tenir en compte que tractem amb sistemes molt complexos, en xarxa, lligats a d'altres i encara a d'altres igualment en xarxa i complexos. Les societats són sistemes complexos ancorats en altres sistemes complexos ecològics i genètics, al seu torn lligats a sistemes hidrològics, atmosfèrics, geològics... Cal tenir en compte que els processos destructius, d'enderroc, en sistemes complexos, sovint són sobtats (per exemple, un incendi forestal o la destrucció de l'Imperi asteca), mentre que els processos constructius de mecanismes reguladors, socials, institucionals o jurídics i d'edificació d'estructures solen ser lents i costosos.

L'exemple del projecte Biosfera 2, una mena d'hivernacle gegant que es va crear prop de Tucson (Arizona), amb la intenció que funcionés com un sistema tancat excepte a la llum, però autosuficient per a la resta, on es poguessin mantenir algunes persones, amb conreus i unes quantes espècies animals, amb la idea que se'n podrien treure conclusions útils per aplicar-les als viatges espacials, ens explica clarament que hi ha massa coses que desconeixem encara. En efecte, Biosfera 2, que va costar una fortuna, va ser un fracàs. En poc temps, i per causes que no s'han pogut esbrinar del tot, les concentracions de CO_2 a l'aire dins el sistema fluctuaven i l'oxigen disminuïa. Quan es va començar a injectar oxigen, va quedar clar que no s'assoliria l'objectiu principal d'automanteniment. Sembla que el comportament dels microbis del sòl dels

conreus no va ser l'esperat. Es van produir canvis en les poblacions animals: algunes espècies es van extingir i d'altres hi van prosperar massa. Les persones van entrar en conflicte, hi va haver baralles. Avui, després d'haver mirat de fer-ne una mena d'espectacle científic, hi ha projectes urbanístics per recuperar part de les inversions. La conclusió és que no sabem construir sistemes tan complicats, i molt menys controlar els processos bàsics per a la vida a escala planetària. L'enginyeria biosfèrica és una idea francament perillosa, ja que no podem preveure moltes de les conseqüències inesperades del sistema davant d'un canvi a aquesta escala.

En un sistema complex, hi sol haver transicions sobtades, i llindars més enllà dels quals no hi ha retorn possible. Hi ha mecanismes autoacceleradors que no controlem. Per exemple, alguns experts creuen que si la temperatura mitjana puja més de 6 °C, es dispararan alguns d'aquests mecanismes i l'escalfament seguirà per més que aturem l'acumulació de CO₂ a l'atmosfera. La fusió del *permafrost* i l'alta temperatura augmentaran, com ja hem dit, l'activitat microbiana en els sòls boreals i s'alliberarà metà i CO₂ en grans quantitats; l'acidificació i l'escalfament de les aigües marines superficials reduiran la fotosíntesi i bloquejaran el transport de carboni cap a les capes profundes, de manera que l'embornal oceànic deixarà de funcionar, etcètera.

Hi ha moltes incerteses. Com he explicat, l'IPCC ens dóna la ciència consensuada, però això no exclou que es produeixin esdeveniments imprevistos. Hem d'estar preparats per a situacions pitjors que les que recull el consens. Hi ha incerteses en el tema energètic. D'una banda, els preus i l'escassetat del petroli i les dificultats de substituir les fonts tradicionals. De l'altra, els cants de sirena sobre l'energia nuclear de fissió i de fusió. La de fissió pot parar el cop en alguns llocs, però no serveix com a remei universal per produir tanta electricitat com es vulgui perquè hi ha menys urani que petroli.

Així, per moure el transport amb electricitat nuclear, caldrien 2.600 plantes nuclears (ara n'hi ha quatre-centes) i l'urani s'acabaria en uns quinze o vint anys. Si s'acaba l'energia barata, el sistema econòmic pot col·lapsar-se, però si no fos així, per exemple, gràcies a l'energia de fusió (ningú creu que sigui possible controlar-la abans de trenta o quaranta anys), com més energia tinguéssim, més gran seria la nostra capacitat de destrucció, de manera que en qualsevol cas hem de canviar de model energètic.

A causa de les incerteses, ja comentades, en l'àmbit climàtic i les seves múltiples i, de vegades, imprevisibles conseqüències, probablement s'hauria de pensar a crear una força d'intervenció urgent davant de situacions ambientals crítiques, sota el patrocini de les Nacions Unides. Però el que és més essencial és que compreguem que existeixen aquestes incerteses i que l'acceleració i la pèrdua d'estacionarietat augmenten la impredictibilitat dels sistemes complexos. Només així serem capaços d'encarar els reptes que es plantegen amb possibilitats d'èxit.

Com que una part essencial dels nostres sistemes socials és l'economia, les solucions que es donin als problemes ambientals no poden ignorar que l'economia ha de seguir funcionant. Aquesta és la part més difícil, potser, però és essencial. Les adaptacions al canvi ambiental han de generar noves activitats econòmiques, en substitució d'altres que caldrà abandonar. Les possibilitats són molt grans, però es pot esperar que les resistències també ho siguin. Per exemple, la normativa europea imposarà que l'Estat espanyol hagi de reduir les seves emissions, en relació amb les del 2005, un 10 % fins al 2020 i que en la combinació energètica hi hagi un 20 % procedent de les energies renovables. Són dos objectius factibles, més el primer que el segon. Però caldrà que hi hagi canvis importants en el transport, l'habitatge i l'agricultura, fins ara exclosos del mercat de carboni. És possible que, per assolir

aquestes fites, s'hagin d'introduir regulacions que permetin protegir les empreses europees de les importacions, i aquests temes sempre són difícils. El proteccionisme dels països rics s'associa fa temps a una exigència, que han dut a la pràctica eines com el Banc Mundial, d'obertura dels mercats dels països pobres als productes dels rics, una situació que és moralment inadmissible. Europa no pot forçar altres països, pobres o rics, a adoptar les mesures de mitigació que consideri apropiades, però pot aprofitar-se'n per frenar l'entrada de productes d'importació i defensar les empreses europees de la competència. L'estratègia només permetria guanyar algun temps, poc, ja que les empreses exportadores ja procurarien adaptar els seus productes a les normes ambientals que es disposin. Això és bo si ajuda a generalitzar una manera de fer més correcta des del punt de vista ambiental. Sembla que, a la llarga, els que s'avancin cap a una producció més neta acabaran per tenir avantatge, ja que les tecnologies innovadores en aquest sentit seran demanades després per la resta del món. Però les fases de transició sempre són difícils i als empresaris els costa llançar-se de manera decidida per un camí insegur. Un exemple: recentment s'ha publicat un estudi de mercats que indica que els productes de l'agricultura ecològica tenen cada cop més prestigi entre els consumidors, però la demanda no augmenta. Mentrestant, la producció ecològica competeix amb dificultats i preus necessàriament més cars amb la massiva producció tradicional.

L'economia ha evolucionat d'una manera poc favorable des d'una perspectiva ambiental. La globalització ha fet més volàtils, nòmades, les empreses, i més especulativa l'economia, que, en lloc de tractar sobretot d'intercanvis de béns i serveis, funciona cada cop més com una ruleta planetària. En poder traslladar les inversions fàcilment a qualsevol lloc del món en qüestió de segons, no hi ha estímul per a la sostenibilitat de les explotacions. Si un recurs s'esgota localment per una

explotació massa accelerada, l'empresa es desplaça, igual que es deslocalitza si els costos de mà d'obra són més alts que en un altre lloc. La volatilitat de les activitats econòmiques destrueix els teixits socials i els ecològics.

La crisi energètica, la crisi climàtica i, més en general, la crisi ambiental són essencialment problemes econòmics, i les solucions s'han de cercar en l'economia. En la reformulació o refundació de l'economia mundial, sobre uns plantejaments nous, més equitatius i més savis pel que fa a les connexions entre els sistemes socials i els ambientals. O això, o les coses poden anar de mal borràs. Però no és el moment de la por, sinó del coratge de fer els passos endavant que s'han de fer.

Escoltem els premis Nobel 2007. El seu missatge és important, greu. Però no és desesperat. Escoltem-los i actuem.

BIBLIOGRAFIA

225

El cambio climático en España. Estado de situación [en línia] (2007): *Documento resumen*. <<http://aulamedioambiente.uji.es/documentos.html>>.

CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. (ed.) (2007). *Climate Change 2007* [en línia]: *Syntesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC. <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/frontmatter.html>.

FOLCH, R. (1988). *Natura, ús o abús?* [en línia]: *Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans*. Barcelona: Barcino: ICHN.

GORE, A. (2002). «The selling of an energy police». *The New York Times* [en línia]. (21 abril). <<http://nytimes.com/2002/04/21/opinion/the-selling-of-an-energy-police.html>>.

- IPCC (2007a). «The physical science basis». *IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007 (AR4)*. Vol. 1.
- (2007b). «Adaptation and vulnerability». *IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007 (AR4)*. Vol. 2.
- (2007c). «Mitigation of climatic change». *IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007 (AR4)*. Vol. 3.
- LEHNER, B.; DÖLL, P.; ALCANO, J.; HENRICH, T.; KASPAR, F. (2006). «Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental integrated analysis». *Climatic Change*, vol. 75, núm. 3, p. 273-299.
- PARMESAN, C.; YOHE, G. (2003). «A globally coherent fingerprint of climatic change impacts across natural systems». *Nature* [en línia], vol. 421, p. 37-42. <<http://www.nature.com/nature/journal/v421/n6918/abs/nature01286.html>>.
- RAMHMSTORF, S. (2007). «A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise». *Science*, vol. 315, núm. 5810, p. 368-370.
- STERN, N. (2006). *The Stern Review. The economics of climate change*. Cambridge University Press. [Traduït al català: *Aspectes econòmics del canvi climàtic*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge]

WEBS

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Biosphere_2>
- <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html>
- <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html>
- <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html>
- <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html>

PUBLICACIONS DE LA PRESIDÈNCIA

Títols publicats

- 1 INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, *Sessió inaugural del curs 1999-2000* (1999)
- 2 *Debat sobre humanitats* (2000)
- 3 *Els premis Nobel de l'any 1999. Cicle de conferències* (2000)
- 4 INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, *Restauració de la Casa de Convalescència. Octubre 2000, acte inaugural* (2001)
- 5 *Els premis Nobel de l'any 2000. Cicle de conferències* (2001)
- 6 *Homenatge als nostres pobles i a la seua gent. Segon cicle de conferències al nord del País Valencià* (2001)
- 7 INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, *Seu de Castelló de la Plana. Juny de 2001, acte inaugural* (2001)
- 8 *Debat sobre les plantes transgèniques* (2002)
- 9 Pendent de publicació
- 10 *Any Mossèn Alcover. Presentació de la 'Lletra de convit 2001'* (2003)
- 11 *L'aigua i el medi. Cicle de conferències* (2003)
- 12 *La ciència en la història dels Països Catalans. Presentació del projecte* (2002)
- 13 *Els premis Nobel de l'any 2001. Cicle de conferències* (2002)
- 14 JOAN MARTÍ I CASTELL, *Institut d'Estudis Catalans: del Dictamen acord de 1907 als Estatuts de 2001* (2002)
- 15 *'Atlas lingüístic del domini català'. Presentació del primer volum* (2002)
- 16 *Homenatge als nostres pobles i a la seua gent. Primer cicle de conferències al sud del País Valencià* (2004)
- 17 *La terra i el medi. Cicle de conferències* (2005)
- 18 JOSEFINA SALORD RIPOLL, *Els filòlegs menorquins i l'Institut d'Estudis Catalans* (2003)

- 19 *‘Educar en la política’. Dotze raons per a la participació en la vida pública. Presentació del llibre* (2003)
- 20 *Els premis Nobel de l’any 2002. Cicle de conferències* (2004)
- 21 *Els premis Nobel de l’any 2003. Cicle de conferències* (2004)
- 22 INSTITUT D’ESTUDIS CATALANS, *Declaracions institucionals sobre la llengua catalana* (2004)
- 23 INSTITUT D’ESTUDIS CATALANS, *Perspectives del segle XXI: recerca i país. Declaració institucional* (2004)
- 24 *Perspectives del segle XXI: recerca i país. Cicle de conferències* (2006)
- 25 *Els premis Nobel de l’any 2004. Cicle de conferències* (2006)
- 26 *Sessió sobre el dèficit fiscal. Conferències pronunciades el 10 de febrer de 2005* (2005)
- 27 *El foc i el medi. Cicle de conferències* (2007)
- 28 *L’aire i el medi. Cicle de conferències* (2008)
- 29 Josep-David GARRIDO I VALLS, *El naixement de Jaume I. Drama històric amb pròleg, quatre actes i epíleg* (2008)
- 30 Antoni RIERA I MELIS, *Jaume I i la seva època. Anàlisi breu d’un important llegat polític i cultural* (2008)
- 31 *Els premis Nobel de l’any 2005. Cicle de conferències* (2008)
- 32 Màrius FOZ I SALA i Francesc GONZÀLEZ I SASTRE (cur.), *Malalties emergents* (2010)
- 33 *Jornades d’homenatge a Ramon Aramon i Serra en el centenari de la seva naixença (1907-2007)* (2011)
- 34 *Acte d’homenatge a Jordi Mir* (2011)
- 35 Josep M. MESTRES, *Cent anys de correcció de textos i normalització a l’Institut d’Estudis Catalans (1907-2007)* (2012)
- 36 Albert BALCELLS, *L’Institut d’Estudis Catalans. Una síntesi històrica* (2012)

- 37 Károly MORVAY, *Els bons usos es perden. Petit diccionari fraseològic cerdanià* (2012)
- 38 *Perspectives del segle XXI: població, societat i país. Cicle de conferències* (2012)
- 39 Pere QUER, *Les publicacions de l'Institut d'Estudis Catalans de 1907 a 1939* (2013)
- 40 Manuel CASTELLET (cur.), *Rigor científic, catalanitat indefallent. Rafael Patxot i Jubert (1872-1964)* (2014)
- 41 Anna Maria OLIVA i Olivetta SCHENA (cur.), *Sardegna catalana* (2014)
- 42 Narcís GAROLERA (cur.), *Actes de la jornada d'homenatge a Josep Maria de Sagarra. Celebrada a l'Institut d'Estudis Catalans el dia 27 d'octubre de 2011* (2014)
- 43 Joaquim MONTCLÚS, *La Franja de Ponent: aspectes històrics i jurídics* (2014)
- 44 Antoni RIERA I MELIS (coord. cient.), *Francesc Eiximenis (c. 1330-1409): el context i l'obra d'un gran pensador català medieval* (2015)
- 45 *Els premis Nobel de l'any 2006. Cicle de conferències* (2016)
- 46 *Els premis Nobel de l'any 2007. Cicle de conferències* (2016)