

UN DECÀLEG DEL CANVI CLIMÀTIC I EVIDÈNCIES A LA PENÍNSULA IBÈRICA

Javier Martín Vide

Gup de Climatologia, Universitat de Barcelona

A DECALOGUE OF THE CLIMATE CHANGE AND EVIDENCES IN THE IBERIAN PENINSULA. Ten general statements, that correspond to ten different approaches about the climate change, are presented in the first part of the article. The second part begins pointing out the clear trend of temperature increase in the Iberian Peninsula, parallel to the increase at global scale. However, many uncertainties remain about the temporal evolution of the precipitation in the same area –only the southern fringe shows an annual decreasing trend. Seasonally, spring precipitation tends to decrease over most part of Spain. The temporal behaviour of other climatic variables, such as atmospheric pressure and solar irradiation, is also shown.

Introducció

El canvi climàtic antròpic constitueix el problema mediambiental més greu al qual s'enfronta la humanitat en el segle XXI. Els impactes previsible a partir dels increments de la temperatura en superfície i del nivell marí, ambdós clarament a l'alça, amb variacions d'augment entre 1,4 i 5,8°C i de 14 a 80 cm, respectivament, pronosticats pels models climàtics (Houghton, 2001), s'entreveuen d'una enorme afecció natural, humana i socio-econòmica, per la mateixa magnitud i per l'elevada taxa de variació. Amb tota seguretat posaran a prova la capacitat de càrrega del planeta i la saviesa i la versatilitat de la humanitat per a assumir un dràstic canvi de model de desenvolupament, que tindrà límits estrictes imposats per la sostenibilitat.

Deu aspectes diferents vers el canvi climàtic

A tall de decàleg, i d'una forma resumida, el canvi climàtic admet aproximacions molt diverses, atesa la seva problemàtica. En el canvi climàtic antròpic se superposen íntimament el comportament del sistema climàtic, compost per cinc subsistemes (atmosfera, oceà, litosfera, biosfera i criosfera), i el propi sistema socioeconòmic. Totes les diferents aproximacions són necessàries per a assolir un coneixement integral de la problemàtica plantejada. Així, el canvi climàtic no és objecte d'estudi exclusiu del climatòleg –geògraf, físic o meteoròleg–, sinó també del químic, del biòleg, de l'economista, de l'historiador, del sociòleg, del periodista, etc.

Les següents deu afirmacions, formulades per primer cop per l'autor en la segona meitat de la dècada dels 90 (Martín Vide, 1999), i ara actualitzades, són deu mirades variades sobre el canvi climàtic, que podrien demostrar o admetre els professionals i estudiosos esmentats i d'altres.

La variabilitat és una de les característiques essencials del sistema climàtic
(mirada del geògraf)

L'atmosfera presenta un comportament amb un notable grau de variabilitat –anomenada variabilitat natural– a qualsevol escala temporal que es consideri. Totes les variables climàtiques mostren una variabilitat temporal acusada, independentment de l'existència o no de tendències en el seu comportament cronològic. La precipitació, per exemple, té a qualsevol indret valors fortament discrepants entre uns anys i altres. Així, l'observatori de Gibraltar, amb els registres oficials més antics de la península Ibèrica, ha registrat màxims anuals de 1.955,2 mm el 1855 i de 1.658,7 el 1858, i mínims de 355,8 mm el 1981 i de 369,8 el 1869 (Wheeler i Martín-Vide, 1992). Altres elements climàtics tenen també en el seu comportament temporal una notable variabilitat, encara que les seves pautes espacials siguin força més regulars i homogènies que les de la pluja, com és el cas de la pressió atmosfèrica en superfície. Per a Barcelona ha estat reconstruïda i homogeneïtzada una sèrie de més de 200 anys, des de 1780, moment en què el doctor Francisco Salvá va començar a mesurar diverses variables meteorològiques al seu domicili del carrer Petritxol, a resolució



diària. Les mitjanes mensuals d'aquesta sèrie presenten contrastos destacats, mesos amb una mitjana de més de 1.030 hPa i un amb menys de 1.000 hPa (Rodríguez et al., 2001).

Al llarg de la història geològica del planeta hi ha hagut canvis climàtics nombrosos i de notable magnitud (mirada del geòleg)

Les diverses branques de la paleoclimatologia han demostrat que els canvis climàtics, d'origen exterior al planeta, o astronòmics, com els derivats de les variacions en la constant solar o en els paràmetres orbitals de la Terra, i d'origen endogen, o geològics, com els produïts per variacions en l'activitat volcànica o per la dinàmica continental derivada de la tectònica de plaques, han estat freqüents en la història geològica. Com a exemple, les glaciacions, relativament ben conegudes, van suposar sensibles refredaments a gran part de la Terra.

En resum, la dinàmica planetària interna i l'exterior han comportat canvis climàtics importants i freqüents, a escala geològica. El canvi climàtic no és, doncs, quelcom nou. La novetat és la seva causa, per primera vegada, antròpica.

La brevetat de les sèries meteorològiques instrumentals per a l'anàlisi de les variacions i tendències climàtiques obliga a l'ús de proxy-data (mirada de l'historiador)

Les anàlisis de tendències i fluctuacions climàtiques exigeixen sèries climatològiques que, garantida la seva fiabilitat i comprovada la seva homogeneïtat, superin amb escreix el reconegut trentenni que l'Organització Meteorològica Mundial recomana per establir els valors normals de les diferents variables climàtiques. Els canvis climàtics solament es poden dibuixar i comprendre en un marc temporal com a mínim plurisecular.

Aquesta necessitat de llarga longitud de les sèries de dades redueix l'anàlisi temporal a aquells llocs els registres dels quals tinguin una certa antiguitat. Quan s'imposa disposar de sèries pluriseculars hi ha dues opcions: recuperar els registres instrumentals més antics, que comencen en alguns llocs, amb continuïtat i garanties de qualitat, al segle XVIII; o realitzar una reconstrucció de sèries a partir d'altres metodologies, com ara les de la dendroclimatologia, la glaciologia, la palinologia, la sedimentologia, la climatologia històrica, etc., que subministren dades afins (les anomenades *proxy-data*). En el cas de la climatologia històrica, per exemple, les sèries reconstruïdes, malgrat el seu origen documental, es poden indexar i assimilar-se, finalment, amb els necessaris calibratges, a sèries instrumentals ordinàries (Martín-Vide, 1997). La riquesa documental dels arxius espanyols permet obtenir moltes informacions

meteorològiques o afins, que poden servir per a la reconstrucció de sèries climàtiques llargues. Al nostre país han resultat particularment útils les informacions sobre els danys produïts per inundacions fluvials, que queden perfectament registrades en les actes municipals, així com les notícies sobre rogatives *pro pluviam*, cerimònies religioses molt ben regulades per les autoritats civils i eclesiàstiques, que reflecteixen l'escassetat de pluja (Barriendos, 1994). Per al cas de Catalunya, amb aquestes informacions s'ha pogut caracteritzar la Petita Edat de Gel, i s'han identificat tres pulsacions: la inicial, a la fi del segle XVI, amb augment de les precipitacions copioses i desaparició de les sequeres; la final, a mitjan segle XIX, de característiques iguals, i una a la fi del segle XVIII, amb augment de precipitacions torrencials i de sequeres (Martín-Vide i Barriendos, 1995).

La composició química de l'atmosfera s'ha modificat des del començament de la Revolució Industrial per causa antròpica (mirada del químic)

Des del començament de la Revolució Industrial, quan els combustibles fòssils es van començar a cremar en grans quantitats, la quantitat de CO₂ a l'atmosfera s'ha incrementat apreciablement. Pel fet de tractar-se d'un gas d'efecte hivernacle, caldrà esperar un escalfament de l'atmosfera planetària. El diòxid de carboni és, per tant, un dels principals agents del canvi climàtic per causa antròpica. De la mateixa manera, altres gasos d'efecte hivernacle, com el metà, l'òxid nítric, i, fins i tot, l'ozó troposfèric i els CFC han augmentat també les seves concentracions a l'atmosfera terrestre, amb la qual cosa han de reforçar l'escalfament efecte.

Concretant el cas del diòxid de carboni, d'una manera sistemàtica i amb l'instrumental de precisió adequat, des de 1958 es mesura la seva concentració a la troposfera a l'observatori de Mauna Loa, a Hawaii. Posteriorment, en altres observatoris, anomenats de contaminació de fons, entre ells el d'Izaña, a Tenebrife, també es registra la concentració de l'escalfament gas i de la dels altres d'efecte hivernacle. El 1958 es van mesurar 315 ppmv de CO₂ i en l'actualitat, més de 376 (mesures indirectes donen 280-290 ppmv a la segona meitat del segle XIX). En conclusió, es pot afirmar que la composició química de l'aire que respirem ha canviat en les darreres dècades per causa humana.

Al llarg del darrer segle la temperatura mitjana planetària s'ha incrementat en, aproximadament, 0,5°C (mirada del climatòleg)

Constatats els augments de les concentracions dels gasos amb efecte hivernacle, cal



preguntar-se sobre la resposta del clima. Sobre això es pot afirmar que al llarg del darrer segle la temperatura mitjana global s'ha incrementat en $0,5^{\circ}\text{C}$, aproximadament. Amb més precisió, l'increment s'estima en $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ des de 1860 fins a la fi del segle XX, d'acord amb el Tercer IPCC (Houghton, 2001). Segons el mateix informe, probablement el segle XX, la dècada dels anys noranta del segle XX i 1998 són els més càlids del darrer mil·lenni. Posteriorment, l'any 2005 es pot considerar el més càlid de tot l'ampli període perllongat fins a l'actualitat.

L'atribució de causes d'aquest increment és ja clara mitjançant els models climàtics. Aquests són capaços de reproduir la temperatura mitjana del planeta des de principis del segle XX fins a finals dels anys 70 només observant la variabilitat natural (fonamentalment, solar i volcànica). A partir d'aquell moment els resultats discrepen obertament respecte les dades registrades. Si aleshores introduïm als models la variabilitat induïda, és a dir, la produïda pels gasos d'efecte hivernacle i els aerosols, els models pronostiquen correctament els valors recents observats, per la qual cosa és clar que la variabilitat actual és la suma de la natural, la de sempre, més l'afegida per l'impacte de les activitats antròpiques.

A tall d'exemple, la concentració d'anys càlids a l'últim quart de segle és tan anòmla, des d'un punt de vista probabilístic, que no es pot explicar simplement per la variabilitat natural del clima. Així, els nou anys més càlids del període 1861-2004 es concentren en el decenni 1995-2004 (els cinc primers són 1998, 2002, 2003, 2004 i 2001).

Les anomalies i els episodis meteorològics extrems no tenen a veure amb el canvi climàtic, encara que, probablement, un augment o la seva intensificació sigui indicatiu de canvi climàtic (mirada de l'economista)

En un principi cal rebutjar la creença estesa que els episodis meteorològics extrems actuals són una manifestació del canvi climàtic d'origen antròpic. N'hi ha prou de repassar els registres instrumentals o consultar la informació històrica per comprovar-ne la seva existència, amb una freqüència no molt diferent de l'actual, en temps passats quan la hipòtesi de l'escalfament global antropogènic no era ni sospitada. En aquesta creença, els mitjans de comunicació i l'exhaustivitat i rapidesa amb què es coneixen i difonen les notícies juguen un paper decisiu. Al ciutadà, que participa també com a actor en el formidable joc mediàtic –on no hi ha una càmera d'un videoaficionat disposada a registrar una gran pedregada o qualsevol altre fenomen meteorològic cridaner o a destemps?–, li fa

l'efecte, davant l'allau informativa de continguts meteorològics, que l'atmosfera està patint un autèntic desgavell en el seu comportament.

La dificultat d'establir si avui es donen més episodis meteorològics extrems i més violents té a veure també amb el component canviant humà. Molts augments del nombre d'inundacions, per exemple, són el resultat d'una més gran i inadequada pressió humana sobre els marges fluvials, més que no pas d'un increment dels episodis de pluges torrencials. Les repetides sequeres actuals tenen molt a veure amb l'augment del consum d'aigua. En aquest sentit té molt d'interès el model de Smith (1992), que considera que un recurs, com l'aigua d'un riu, es transforma en un risc, quan ultrapassa, en el seu comportament temporal, l'anomenada banda de tolerància, tot convertint-se, en aquest exemple, en unaavinguda o en un marcat estiatge. Doncs bé, malgrat que el comportament temporal del cabal del riu no hagi experimentat cap tendència, si disminuïm la banda de tolerància, per una inadequada actuació antròpica (construcció als marges fluvials, ús abusiu de l'aigua, etc.), augmenta el nombre de riscos (fig. 1).

Amb tot, cal esperar, segons tots els models conceptuals de canvi climàtic, un increment dels extrems meteorològics en les pròximes dècades, amb les conseqüències greus que poden comportar, assumpte del màxim interès social, polític i econòmic, incloses les activitats econòmiques específiques, com les assegurances. El model teòric-estadístic més probable és l'inferior de la figura 2, que ens mostra un canvi climàtic per desplaçament de la mitjana i augment de la variància, la qual cosa comporta un marcat increment dels anys o casos extrems o molt extrems de la cua de la dreta, sense una reducció clara dels extrems de la cua oposada.

Si es combinen les dues figures anteriors, el canvi climàtic suposarà un augment dels riscos de naturalesa climàtica i afi, malgrat que no disminueixi la banda de tolerància (fig. 3).

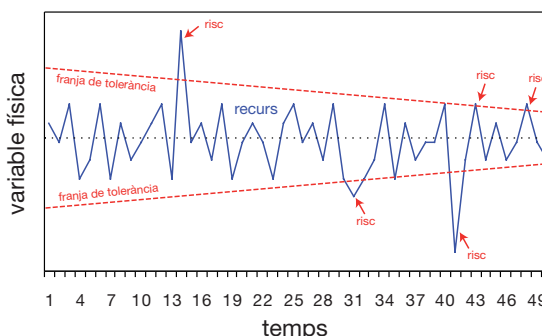


Figura 1. El factor humà i els riscos i catàstrofes climàtiques (modificat d'Smith, 1992).



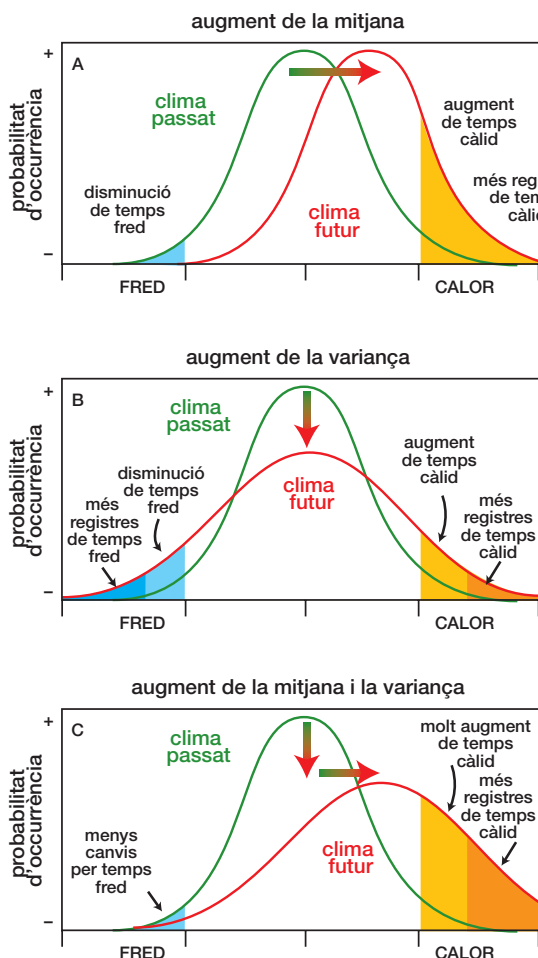


Figura 2. Tres concepcions estadístiques de canvi climàtic i els riscos associats: A, concepció clàssica d'un canvi climàtic, amb augment dels riscos d'una mena i disminució dels oposats; B, canvi climàtic amb augment de tots els riscos, sense variar la mesura; C, canvi climàtic amb augment considerable dels riscos d'una mena, sense disminució apreciable dels riscos oposats (segons Houghton et al., 2001).

La percepció climàtica difereix sovint de la realitat climàtica, per la qual cosa els pre-supmes canvis climàtics "percebuts" gairebé mai no tenen l'aval dels registres instrumentals (mirada del psicòleg)

També la percepció climatològica i meteorològica té punts de contacte amb el tema del canvi climàtic antròpic. El ciutadà mitjà, amb el bagatge ampli d'experiències personals que posseeix de l'atmosfera, va construint un complex món interior de records, referències i percepcions. I això fa que tingui unes opinions personals sobre fets i comportaments atmosfèrics, fortament influïdes pels seus records i percepcions, i defensades amb vehemència, pel seu origen personal i viscut. En el cas del canvi climàtic, la seva percepció, sigui per la brevetat de la memòria, per la

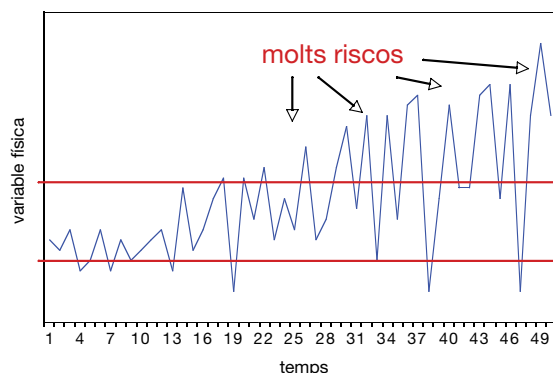


Figura 3. El canvi climàtic augmentarà els riscos climàtics tot i que les franges de tolerància siguin estables.

influència dels mitjans de comunicació o, sobretot, pels extraordinaris canvis socioeconòmics que, en general, han experimentat les nostres societats al llarg del segle XX, l'informa sobre un canvi en les condicions climàtiques. I en molts casos això és veritat. Si opina que ara no neva tant com abans, pot ser que sigui cert, si ha format part del nombrós contingent de persones que van engrossir l'exòde rural cap a les àrees urbanes fa algunes dècades. En el seu medi d'origen, sovint a sectors de muntanya, la neu és més freqüent que a les ciutats. Si, amb residència fixa, creu que ara no fa tant de fred com abans, potser està reflectint una millora, també en el medi rural, en les seves condicions de vida (habitatge, vestits, alimentació, etc.).

Malgrat el que s'ha esmentat, aquestes creences i percepcions no acostumen a confirmar-se amb els registres instrumentals. La memòria humana és sempre selectiva: oblida o, en un sentit contrari, magnifica certs fets passats, i engrandeix i detalla el més recent, amb un calendari propi de cada subjecte. Tot i aquestes limitacions, les percepcions meteorològiques i climatològiques tenen el seu interès en els estudis climàtics. Permeten, en primer lloc, preveure pautes de comportament, ja que els humans actuem segons com percebem la realitat, més que segons com és. I, a més, han d'orientar als qui transmeten i difonen les informacions sobre l'atmosfera perquè els seus missatges i expressions siguin els adequats per a una correcta interpretació i assimilació per part del gran públic (Martín Vide, 2001).

Com a exemple de percepció meteorològica, clarament discrepant amb la realitat, davant la pregunta a l'habitant de les ciutats sobre quin dia de la setmana és més plujós, o, amb més precisió, quin dia de la setmana presenta més freqüència de precipitació, un percentatge alt de les respostes coincideixen en dissabte o diumenge (Martín Vide, 1990). Els mateixos enquestats acostumen a revelar el



punt de suport d'aquesta afirmació: es nota o es lamenta més un dia del cap de setmana amb mal temps, que de qualsevol altre dia amb aquest caràcter meteorològic. Això deriva del fet que el gaudiment del temps d'oci, disponible majoritàriament en dissabte i diumenge, es fa a les nostres latituds, durant bona part de l'any, a l'aire lliure.

El canvi climàtic antròpic és un dels pocs afers que afecta i ha d'interessar tota la humanitat (mirada del filòsof)

L'ésser humà ha modificat d'ençà molt temps les característiques naturals de l'entorn on habita, per fer-les més favorables a les seves condicions de vida. D'aquesta manera, ha construït habitatges, on ha intentat crear ambients confortables. Això suposa ja una modificació del medi a una escala de detall. El canvi climàtic antròpic, però, té una escala d'incidència global, planetària. Tots els habitants d'aquest planeta som agents causals del canvi climàtic (en un grau més gran o més petit consumim combustibles fòssils), i tots en podem ser víctimes de les seves conseqüències negatives. Una estimació de l'any 1992 de la quantitat de combustibles fòssils que cremaven en un any els 6 mil milions d'habitants de la Terra la feia equivalent al treball de formació dels corresponents dipòsits geològics durant 1 milió d'anys, el que deixa ben clar que el seu consum és insostenible. Es tracta, doncs, d'un problema d'incidència global, que, per tant, ha d'interessar tots els habitants del planeta, encara que cal reconèixer que l'escala d'inquietuds d'un alt percentatge de la població mundial està, malauradament, encapçalada per cobrir les necessitats primàries de subsistència. Els països del primer món, i cadascun dels seus habitants, han de col·laborar responsablement, sota una òptica de solidaritat global, en la resolució o mitigació del problema.

L'escala temporal del canvi climàtic antròpic, que, malgrat la seva rapidesa, no és la d'un any per un altre, sovint va en contra de prendre consciència i, sobretot, mesures adients. Les preocupacions quotidianes del ciutadà i les prioritats polítiques, marcades fortament pels calendaris electorals de quatre anys, releguen el canvi climàtic a un lloc secundari en les llistes de preocupacions ciutadanes i d'objectius polítics.

El canvi climàtic reuneix les condicions de tema "estrella" per als mitjans de comunicació (mirada del periodista)

La dimensió mediàtica del canvi climàtic és també un assumpte important. El canvi climàtic reuneix almenys sis condicions per la seva consideració com a tema "estrella" en els mitjans

de comunicació: 1) és nou, o "novedós"; 2) no és efímer; 3) és mediambiental; 4) té "morbositat"; 5) es pot formular senzillament i, alhora, 6) és complex. Les dues primeres i les dues últimes condicions han estat ja destacades per altres autors (Escudero, Lois i Martí, 1998-99).

El canvi climàtic antròpic és, efectivament, un tema nou, malgrat que ja té més d'un quart de segle d'antiguitat. A la primera meitat dels anys setanta no es parlava de l'escalfament global, sinó, fins i tot, de tot el contrari: el planeta s'encaminava vers una nova glaciació; la relativa fredor d'aquells anys servia per recolzar aquesta afirmació. D'altra banda, no constitueix una notícia conjuntural o efímera, sinó gairebé permanent, present d'una forma continuada en els mitjans de comunicació des de fa ja uns quants anys.

El canvi climàtic es pot enquadrar dins de l'extensa i diversa temàtica mediambiental, que, afortunadament, desperta cada cop més un interès molt ampli entre gairebé tots els components de la societat. Els mitjans de comunicació reflecteixen aquest interès amb un nombre creixent de notícies de caràcter mediambiental. Cada dia podem llegir als nostres diaris notícies d'aquest tipus. No es pot negar, d'altra banda, que el canvi climàtic actual té unes certes dosis de "morbositat". Cal veure, si no, el panorama catastròfic que es dibuixa per al final de segle, amb l'augment del nivell marí, la desaparició de moltes espècies vegetals i animals, la propagació d'epidèmies, etc. I la condició humana és de tal manera que aquestes perspectives no solament preocupen, com ha de ser, sinó que, alhora, atrauen més que les d'un futur climàtic tranquil o una anàlisi més optimista dels possibles canvis i conseqüències.

El problema del canvi climàtic es pot formular senzillament; n'hi ha prou amb dues paraules o una mica més: "escalfament global", "efecte hivernacle", o expressions semblants, adients per a un titular breu de premsa. Això afavoreix recordar-les i difondre-les. Tanmateix, i encara que resulti paradoxal, la seva complexitat el fa, igualment, atractiu, per les múltiples implicacions i incerteses i els nous descobriments i resultats.

Les incerteses sobre la naturalesa i les conseqüències del canvi climàtic requereixen encara la consideració d'aquest com a àrea prioritària d'investigació (mirada de l'investigador)

En gairebé tots els plans d'investigació i convocatòries de projectes científics, siguin internacionals, europeus, estatals o regionals, la variabilitat i el canvi climàtic tenen la consideració de línia prioritària de recerca, a la qual es destinen recursos financers. Tanmateix, encara són necessaris molts esforços cientí-



tics més, emparats en els recursos econòmics corresponents, per a aclarir les incerteses –no ja sobre la seva realitat– sinó sobre la naturalesa i les conseqüències del canvi climàtic. Es tracta d'una inversió obligada, per la gravetat del problema, i rendible, sens dubte, en termes econòmics i de coneixement científic.

Evidències del canvi climàtic a la península Ibèrica

L'any 2005 varen aparèixer dos amplis informes "oficials" sobre el canvi climàtic a l'àmbit ibèric, un per a Espanya (Moreno, 2005) i un altre per a Catalunya (CADS, 2005), que constitueixen les aportacions globals més completes, tant per l'amplitud temàtica com pel nombre d'investigadors implicats, sobre els esmentats àmbits espacials.

Amb aquests informes i altres aportacions recents es confirmen algunes evidències clares sobre el canvi climàtic a la península Ibèrica, així com certes incerteses. En el primer grup, la tendència ascendent de la temperatura no ofereix cap mena de dubte. En el capítol d'incerteses, l'evolució de la precipitació, tant a resolució anual com diària, no mostra trets generals coincidents ni definits.

La temperatura

Pràcticament totes les anàlisis realitzades sobre sèries tèrmiques d'observatoris ibèrics mostren una tendència a l'alça nítida. Certament molts observatoris –sobretot els de sèries més llargues– són urbans, amb la qual cosa una part de l'increment observat es deu al mateix creixement de la ciutat on es troben, que reforça el fenomen d'«illa de calor», anomalia tèrmica positiva en els centres urbans en contrast amb la perifèria.

L'homogeneïtzació acurada d'aquestes sèries, però, permet eliminar o reduir molt la influència urbana. Analitzades novament aquestes sèries, mantenen uns increments estadísticament significatius, tant a escala anual com estacional.

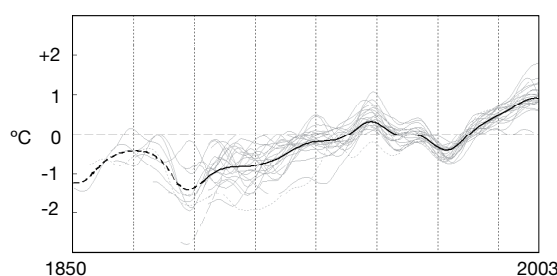


Figura 4. Evolució temporal de la temperatura mitjana de les màximes de 22 observatoris espanyols durant el període 1850-2003 expressada com anomalies respecte a 1961-1990 i suavitzada amb un filtre gaussià de 13 anys (a partir de Brunet et al., 2006)

Un recent treball sobre la temperatura diària de 22 observatoris espanyols al llarg del període 1850-2003 (Brunet et al., 2006) confirma la tendència ascendent i paral·lela a la planetària. Les temperatures mitjanes de les màximes i mitjanes de les mínimes anuals, expressades com anomalies respecte al període internacional més recent (1961-1990), mostren increments de 0,12°C/dècada i 0,10°C/dècada, respectivament, al llarg del període total 1850-2003 (fig. 4).

En qualsevol anàlisi de sèries tèrmiques mitjanes espanyoles les anomalies positives mostren una clara acumulació a partir de la dècada dels anys 80 del segle XX fins al final de la sèrie. El comportament general és molt similar al planetari, amb valors baixos durant el segle XIX, un augment de la temperatura durant la primera meitat del segle XX, anomalies negatives a la dècada dels anys 60 i 70 i l'esmentat increment final.

La temperatura de les aigües marines constitueix una font d'informació addicional sobre l'escalfament global de gran importància, a causa de la seva inèrcia, ben coneguda. En el cas de Catalunya es compta amb un observatori (L'Estartit), on la dedicació i minuciositat del seu observador meteorològic (Josep Pascual) permet disposar de sèries completes de la temperatura de les aigües del mar i de l'aire (i de la resta de variables climàtiques) corresponents a més d'un quart de segle (des de l'any 1974 al 2005). Els valors

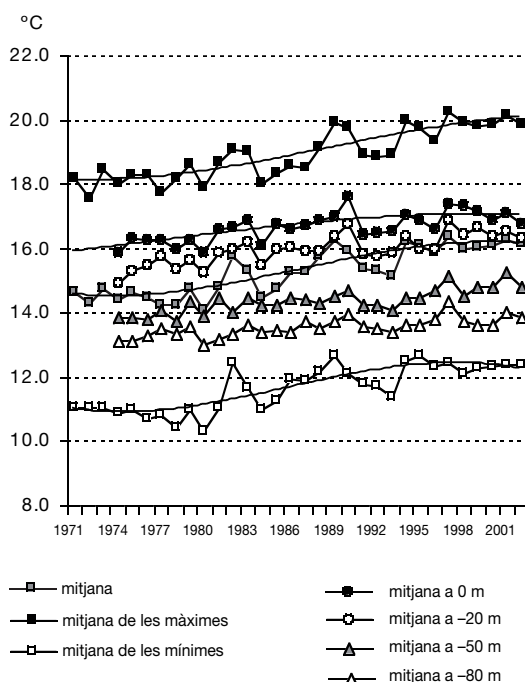


Figura 5. Temperatures mitjanes i mitjanes de les màximes i de les mínimes i temperatures de l'aigua de mar a la superfície (0 m) i a 20, 50 i 80 m de fondària a L'Estartit (1971-2002) (a partir de les dades enregistrades per Josep Pascual).



disponibles, registrats a les proximitats de les illes Medes (localització que queda protegida dels efectes locals de la costa), corresponen a profunditats de 0,5, 20, 50 i 80 m. La seva anàlisi estadística i la corresponent representació gràfica (fig. 5) no deixen cap mena de dubte del significatiu escalfament recent, distingible fins i tot a la isòbata de -80 m, especialment des de principis dels anys 80 (Martín Vide, 2003).

La precipitació

Fent servir sèries pluviomètriques anuals de prop d'un segle o més de durada, a la major part de les regions ibèriques no s'evidencien canvis significatius en la quantitat de precipitació. Solament hi ha una excepció clara, l'extrem meridional, on observatoris amb sèries molt llargues, com l'esmentat de Gibraltar o San Fernando, o fins i tot Múrcia, presenten una reducció pluviomètrica estadísticament significativa des de fa aproximadament poc més d'un segle (Taula 1)

La imatge mediàtica del fet que el desert avança des d'Àfrica trobaria aquí un cert punt de recolzament. L'explicació de la davallada de la pluja al sud de la península Ibèrica podria estar relacionada amb un desplaçament latitudinal del cinturó d'anticiclons subtropicals-tropicals cap al nord, com si es tractés de la migració estacional de cada any, cap al nord a l'estiu i cap al sud a l'hivern.

A Catalunya la suposada reducció pluviomètrica no troba un aval clar en les sèries de precipitació seculars o en d'altres. Així, les pluviomètriques de l'Observatori Fabra mostren lleugers augments de la quantitat anual de precipitació. Concretament, la sèrie anual que cobreix el període 1914-2001, normal, aleatòria i homogènia, té una mitjana de 616,8 mm i una desviació tipus de 147,8 mm (CV = 24,0%) i valors extrems de 1.122,5 mm (any 1971) i 401,8 mm (any 1937), i presenta una lleu tendència a augmentar (3,1 mm/dècada), no significativa al nivell de confiança del 95%. Amb dades del mateix observatori, s'observa que s'ha produït una disminució, en aquest cas estadísticament significativa, en el nombre anual de dies de precipitació, tot i que no en el nombre de dies amb quantitats més altes de precipitació. Aquesta disminució és de l'ordre de dos dies/dècada (Lana *et al*, 2003). Això significa una tendència positiva de la intensitat de la precipitació anual expressada en mm/dia. En canvi, contrastant amb aquest resultat, i analitzant les distribucions de freqüències de les quantitats diàries de precipitació de l'observatori de Tortosa-Roquetes -dades d'una qualitat excel·lent- en dos períodes de 25 anys: 1951-1975 i 1976-2000 (aquest últim període es correspon amb l'interval de l'escalfament global d'origen

Taula 1. Comparació de les precipitacions mitjanes anuals (mm) de Gibraltar, San Fernando i Múrcia entre diferents períodes dels segles XIX i XX (a partir de Moreno i Martín-Vide, 1986; Martín-Vide, 1989; Wheeler i Martín-Vide, 1992; Quereda i Montón, 1997).

Període	Gibraltar	
1841-1870	874,2	
1871-1900	880,4	
1931-1960	778,8	
1961-1988	739,6	
Δ (períodes 1871-1900 i 1961-1988)	140,8 (-16,0%)	
Període	S. Fernando	Múrcia
1840-1869	653,4	337,5
1870-1899	707,4	378,3
1960-1994	553,4	292,9
Δ (períodes 1870-1899 i 1960-1994)	154,0 (-21,8%)	85,4 (-22,6%)

antròpic), es troba una marcada reducció dels dies amb precipitació més important, especialment amb quantitats iguals o superiors a 50 i 100 mm, en passar del primer període al segon. La reducció de 55 dies amb mig centenar o més de mil·límetres a 22 dies, durant l'últim quart de segle, és molt important. L'últim nombre suposa tan sols un 40% del primer, mentre que els dies amb quantitats petites, inferiors a 10 mm, i el total de dies de pluja va ser molt similar en els dos períodes considerats. En conseqüència, a Tortosa ha minvat el pes dels dies més plujosos en els totals pluviomètrics o, el que és el mateix, s'ha reduït la torrencialitat de les precipitacions.

Com a resum, pel cas de les tendències de la precipitació anual al llarg de l'últim segle o poc més, la península Ibèrica es pot regionalitzar seguint les franges de la figura 6.

Estacionalment, algunes anàlisis sobre les darreres dècades apunten cap a primaveres -especialment el mes de març- més eixutes a

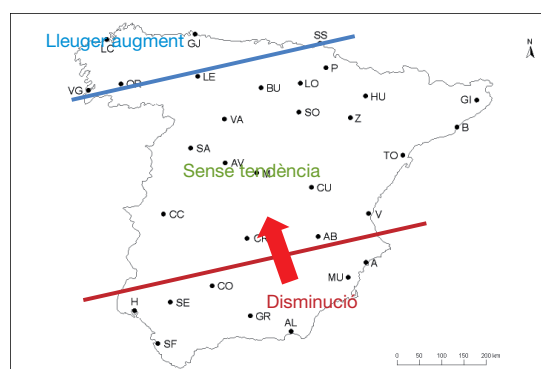


Figura 6. Tendències bàsiques de precipitació anual a Espanya peninsular des del darrer terç del segle XIX a finals del XX (modificat de Millan, 1996).



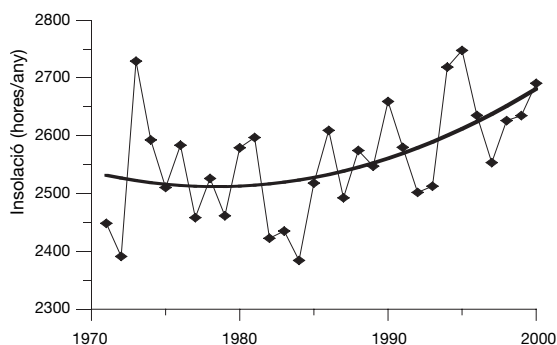


Figura 7. Evolució temporal de la insolació anual a la península Ibèrica a partir dels registres de 20 observatoris (1971-2000) (segons Martín-Vide et al., 2006).

gran part de la península Ibèrica (Trigo et al., 2006), mentre que per a les restants estacions de l'any no es troben resultats coincidents ni definits.

En conclusió, cal indicar que les tendències de les sèries pluviomètriques a la península Ibèrica encara són poc definides, ben al contrari de les de la temperatura.

La pressió atmosfèrica

Les sèries de pressió atmosfèrica més llargues de la península Ibèrica, com les de Barcelona, Madrid, San Fernando, Gibraltar, Lisboa, etc., mostren una certa tendència ascendent durant les darreres dècades, consistent, en el cas de les meridionals, amb la davallada de la precipitació al sud de la península Ibèrica. Aquesta tendència sembla afectar el conjunt de la conca occidental de la Mediterrània.

La insolació

Recentment, i utilitzant les sèries d'insolació anual de 20 observatoris de l'Espanya peninsular del període 1971-2000, amb un repartiment espacial acceptable en termes de representativitat geogràfica i climàtica, se n'ha analitzat la sèrie mitjana d'elles (Martín-Vide et al., 2006). La sèrie, gaussiana, presenta una tendència a l'alça estadísticament significativa (al nivell de significació de 0,05) de 48,8 hores/dècada. Una anàlisi més detallada mostra que la tendència no és lineal; es concentra als darrers anys, perquè en la primera meitat dels anys 80 es va produir un mínim, tal vegada vinculat al *global dimming*, o fosquejament planetari per aerosols d'aquells anys (fig. 7).

Agraïments

Aquest treball s'ha fet en el marc del projecte IPIBEX CGL2005-07664-C02-01/CLI i del Grup de recerca consolidat "Grup de Cli-

matologia" 2005SGR-01034. A Ricard Miralles pel seu ajut tècnic.

Bibliografia

- BARRIENDOS, M. (1994). *El clima histórico de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss.XV-XIX)*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- BRUNET, M., SALADIÉ, O., JONES, PH., SIGRÓ, J., AGUILAR, E., MOBERG, A., LISTER, D., WALTHER, A., LÓPEZ, D. i ALMARZA, C. (2006). The development of a new dataset of Spanish Daily Adjusted Temperature Series (SDATS) (1850-2003). *International Journal of Climatology* (publicat on-line el 5 de maig de 2006). Royal Meteorological Society.
- CADS (2005). *El canvi climàtic a Catalunya* (coordinat per J.E. Llebot). CADS, IEC, Barcelona.
- ESCUDERO, L.A., LOIS, R.C. i MARTÍ, A. (1998-99). La cuestión del cambio climático, realidad y noticia. Una aproximación desde el territorio gallego. *Revista de Geografía*, 22-23: 67-78.
- HOUGHTON, J.T., DING, Y., GRIGGS, D.J., NOGUER, M., VAN DER LINDEN, P.J. i XIAOSU, D. (eds.) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. University Press. Cambridge.
- LANA, X.; SERRA, C. i BURGUEÑO, A. (2003). Trends affecting pluviometric indices at the Fabra Observatory (Barcelona, NE Spain) from 1917 to 1999. *International Journal of Climatology*, 23: 315-332.
- MARTÍN VIDE, J. (1989). Singularidad y evolución secular de la pluviometría del litoral gaditano (Análisis probabilístico de las cantidades diarias de Tarifa y de la serie anual de Gibraltar). In: *Jornadas de campo, Geografía Física*, pp. 57-69. Universidad de Cádiz.
- MARTÍN VIDE, J. (1990). La percepción del clima en las ciudades. *Revista de Geografía*, 24: 27-33.
- MARTÍN VIDE, J. (ed.) (1997). *Avances en Climatología histórica en España. Advances in Historical Climatology in Spain*. Oikos-tau, Vilassar de Mar.
- MARTÍN VIDE, J. (1999). Decàleg del canvi climàtic. In: J. VILÀ VALENTÍ (Coord.) *Medicina, Medi ambient i clima. Investigacions punta per al 2000*, pp. 217-242. Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona.
- MARTÍN VIDE, J. (2001). Algunas reflexiones y ejemplos del valor de la percepción ambiental en la planificación territorial y de actividades. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, III, 4: 60-64.
- MARTÍN VIDE, J. (2003). Sobre las señales del cambio climático antrópico. In: *IX Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè*, pp. 159-168. ACAM, Barcelona.
- MARTÍN-VIDE, J. i BARRIENDOS, M. (1995). The



- use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 30: 201-221.
- MARTÍN-VIDE, J., CALBÓ, J. i SÁNCHEZ LORENZO, A. (2006). Tendencias recientes de la insolación en la España peninsular y Baleares (1971-2000). In: *5ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Sevilla.
- MILIÁN, T. (1996). *Variaciones seculares de las precipitaciones en España*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- MORENO, J.M. (Coord.) (2005). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- MORENO, M.C. i MARTÍN-VIDE, J. (1986). Estudio preliminar sobre las tendencias de la precipitación anual en el sur de la Península Ibérica: el caso de Gibraltar. In: *II Simposio sobre el Agua en Andalucía*, I, pp. 37-44. Dep. Hidrogeología, Universidad de Granada.
- QUEREDA, J. i MONTÓN, E. (1997). *¿Hacia un Cambio Climático? La Evolución del Clima Mediterráneo desde el Siglo XIX*. Fundación Dávalos- Fletcher, Castelló.
- RODRÍGUEZ, R., BARRIENDOS, M., JONES, P.D., MARTÍN-VIDE, J. i PEÑA, J.C. (2001). Long pressure series for Barcelona (Spain). Daily reconstruction and monthly homogenization. *International Journal of Climatology*, 21: 1693-1704.
- SMITH, K. (1992). *Environmental Hazards*. Routledge, Londres.
- TRIGO, R., PAREDES, D., GARCIA-HERRERA, R. i TRIGO, I. (2006). The changing nature of the precipitation regime in the Iberian Peninsula. *Geophysical Research Abstracts*, 8: 02391.
- WHEELER, D. i MARTÍN-VIDE, J. (1992). Rainfall characteristics of mainland Europe's most southerly stations. *International Journal of Climatology*, 12: 69-76.



