

SOCIETAT CATALANA

DE GEOGRAFIA

APROXIMACIONS TRANSVERSALS

AL CANVI CLIMÀTIC,

A CÀRREC DE

JAVIER MARTÍN VIDE,

DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA

INTRODUCCIÓ

Aquest treball consta de dues parts. A la primera, a manera de ventall temàtic, reflex de la realitat facetada i transversal del tema objecte d'estudi, es presenta un conjunt de deu afirmacions entorn del canvi climàtic, o decàleg del canvi climàtic (Martín Vide, 1999). Amb aquest decàleg solament es pretén exemplificar la varietat de temes vinculats al canvi climàtic, però en cap moment atorgar exhaustivitat a les deu assertions. A la segona es recullen alguns dels resultats sobre les tendències recents de les variables climàtiques a Catalunya i la península Ibèrica.

1. UN DECÀLEG DEL CANVI CLIMÀTIC

122

1.1. *La variabilitat és una de les característiques essencials del sistema climàtic*

L'atmosfera presenta un comportament amb un notable grau de variabilitat a qualsevol escala temporal que es consideri, per la qual cosa es parla de variabilitat natural. 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, fins i tot en totals anuals, té en qualsevol lloc valors fortament discrepants entre uns anys i altres. Així, l'observatori de Gibraltar, el de registres oficials més antics de la península Ibèrica, ha registrat màxims anuals de 1.955,2 mm, el 1855, i 1.658,7 mm, el 1858, i mínims de 355,8 mm, el 1981, i 369,8 mm, 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 dos-cents anys, des de 1780, moment en què el doctor Francisco Salvà va començar a mesurar diverses variables meteorològiques al seu domicili del carrer de Petritxol, fins avui, 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.

1.2. *Al llarg de la història geològica del planeta hi ha hagut canvis climàtics nombrosos i de notable magnitud*

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. Per citar els casos més coneguts, a l'era secundària la temperatura mitjana superficial del planeta degué ser sensiblement més elevada que actualment. D'altra banda, les mateixes glaciacions, força ben conegudes per la seva proximitat temporal al present, 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. En canvi climàtic actual no és, doncs, quelcom nou. La novetat és la seva causa, per primera vegada, antròpica.

1.3. *La brevetat de les sèries meteorològiques instrumentals per a l'anàlisi de les variacions i tendències climàtiques obliga a l'ús de proxy-data*

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 dels diferents paràmetres climàtics. 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 en aquells llocs els registres dels quals tinguin una certa antiguitat, amb preferència que arrenquin no més tard de l'últim terç del segle XIX, període en el qual es produeix la institucionalització de la meteorologia als països més avançats. 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 climatologia històrica, entre d'altres.

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 les necessàries calibracions, a sèries instrumentals ordinàries (Martín Vide, 1997). La riquesa documental dels arxius catalans i espanyols permet obtenir moltes informacions meteorològiques o afins (les anomenades *proxy-data*), 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'escassetesa de pluja (Barriendos, 1994). Per al cas de Catalunya, s'ha pogut caracteritzar la «petita edat de gel», en la qual 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, dinàmica pluviomètrica no estranya en el món mediterrani (Martín Vide i Barriendos, 1995).

Aquests estudis paleoclimàtics tenen importància en l'anàlisi del canvi climàtic actual, per tal com amplien considerablement l'escala temporal de referència.

1.4. *La composició química de l'atmosfera s'ha modificat des del començament de la revolució industrial per causa antròpica*

125

Des del començament de la revolució industrial, quan els combustibles fòssils, en un principi el carbó, i després el petroli i el gas natural, es van començar a cremar en grans quantitats, per cobrir les necessitats d'energia dels processos industrials i del transport, la quantitat de CO₂ a l'atmosfera s'ha incrementat apreciablement. Pel fet de tractar-se d'un gas d'efecte d'hivernacle, el seu increment ha de reforçar l'esmentat efecte, per la qual cosa 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 d'hivernacle, com el metà, l'òxid nítrós 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'esmentat efecte.

Concretant el cas del diòxid de carboni, d'una manera sistemàtica i amb l'instrumental de precisió adequat, des de 1958 se'n mesura la concentració a la troposfera a l'observatori de Mauna Loa, a Hawaii. Posteriorment, en altres observatoris anomenats de contaminació de fons, dels quals hi ha poc més d'una desena al món, entre ells el d'Izaña, a Tenerife, també es registra la concentració de l'esmentat gas i de la dels altres d'efecte d'hivernacle. El 1958 es van mesurar 315 ppmv de CO₂ i actualment, 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'atmosfera ha canviat en les darreres dècades per causa humana.

1.5. *Al llarg del darrer segle la temperatura mitjana planetària ha incrementat en 0,5 °C, aproximadament*

126

Constatats els augments de les concentracions dels gasos amb efecte d'hivernacle, cal preguntar-se sobre la resposta del clima. Aquests augments comporten ja un increment de la temperatura a escala planetària? Sobre això es pot afirmar, entre altres coses, que al llarg del darrer segle la temperatura mitjana global ha incrementat en 0,5 °C, aproximadament. Amb més precisió, l'increment s'estima en 0,6 °C ± 0,2 °C des de 1860 fins a la fi del segle XX (Tercer IPCC, 2001). L'escalfament durant el segle XX s'ha concentrat en el període 1910-1945 i a partir de 1976. Segons el mateix informe, probablement el segle XX, la dècada dels anys noranta del segle XX i el 1998 són els més càlids del darrer mil·lenni (figura 1).

El cas és que la concentració d'anys càlids a l'últim quart de segle és tan anòmala, des d'un punt de vista probabilístic, que no es pot explicar simplement per la variabilitat natural del clima. Respecte a això, els nou anys més càlids del

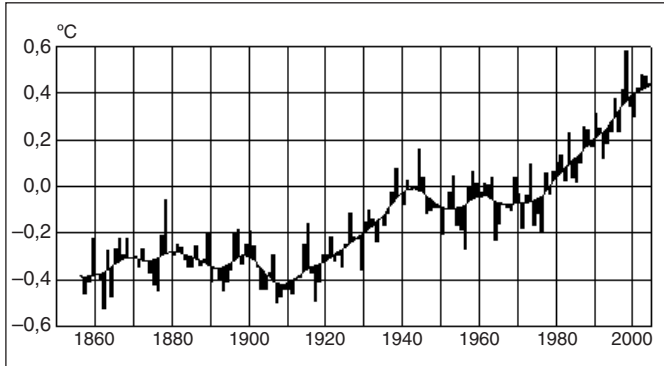


FIGURA 1. *Temperatura superficial global de l'aire: valors anuals comparats amb els valors de la temperatura mitjana del període 1961-1990 i corba suavitzada (1856-2004).*

FONT: *Tiempo* [en línia]. <<http://www.tiempocyberclimate.org/newswatch/report050116.htm>>.

període 1861-2004 es concentren en el decenni 1995-2004 (els cinc primers són 1998, 2001, 2002, 2003 i 2004).

127

1.6. *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*

Encara que el comportament de l'atmosfera en les seves diferents escales espacials i temporals es mostra íntimament relacionat, 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 a comprovar-ne l'existència, amb una freqüència no gaire diferent de l'actual, en temps passats quan la hipòtesi de l'escalfa-

ment 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 tenen un paper decisiu. Avui contemplem per televisió tornados i desastres meteorològics de llocs recòndits del planeta, sobre els quals, fa alguns anys, no rebíem cap notícia. Al ciutadà, que participa també com a actor en el formidable joc mediàtic —on no hi ha una càmera d'un videoafecionat 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.

Ara bé, és indubtable que un canvi climàtic, amb els reajustaments bruscos que ha de comportar per a assolir novament la situació d'equilibri, ha de produir un agreujament, quant a l'augment de la freqüència, la intensitat i la persistència, dels fenòmens meteorològics extrems. La dificultat d'establir si avui es donen més episodis meteorològics extrems i més violents té a veure amb el component canviant humà. Molts augments del nombre d'inundacions, per exemple, són el resultat d'una major 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.

Amb tot, cal esperar, segons tots el 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.

1.7. *La percepció climàtica difereix sovint de la realitat climàtica, per la qual cosa els presumptes canvis climàtics «percebuts» gairebé mai no tenen l'aval dels registres instrumentals*

També la percepció climatològica i meteorològica té punts de contacte amb el tema del canvi climàtic antròpic. El ciutadà mitjà, amb el bagatge d'experiències personals que posseeix de l'atmosfera, tan ampli com la durada de la seva vida, 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 pel que ha viscut. En el cas del canvi climàtic, la seva percepció, sigui per la brevetat de la memòria, per la 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'èxode rural cap a les àrees urbanes fa algunes dècades. En el seu medi d'origen, sovint en 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 els qui transmeten i difonen les informacions sobre l'atmosfera perquè els seus missatges i les seves 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 major 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 gaudi 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.

1.8. *El canvi climàtic antròpic és un dels pocs afers que afecta i ha d'interessar tota la humanitat*

L'ésser humà ha modificat d'ençà molt de 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. Les ciutats comporten una alteració substancial de les característiques físiques i, en conseqüència, dels balanços energètic i hídric de l'espai que ocupen. Això es tradueix en unes modificacions climàtiques en relació amb l'espai periurbà o rural circumdant. Es tracta, tanmateix, de modifica-

cions a una escala microclimàtica —el millor exemple de les quals és el conegut fenomen de l'illa de calor urbana. Sense treure importància a aquests fenòmens microclimàtics, cada cop més rellevants atès el creixent percentatge de la població mundial que viu en àrees urbanes, la seva incidència en el clima mitjà mundial no sembla significativa.

El canvi climàtic antròpic té, al contrari, 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 podem ser víctimes de les seves conseqüències negatives. Una estimació de la quantitat de combustibles fòssils que cremem en un any els sis mil milions d'habitants de la Terra la fa equivalent al treball de formació dels corresponents dipòsits geològics durant un milió d'anys, cosa que deixa ben clar que el consum d'aquests és insostenible. Es tracta, doncs, d'un problema d'incidència global, que, per tant, ha d'interessar a 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.

1.9. *El canvi climàtic reuneix les condicions de tema «estrella» per als mitjans de comunicació*

En una civilització com la nostra, en què al darrer segle del segon mil·lenni els mitjans de comunicació de masses no solament han aparegut com a tals, sinó que s'han convertit en un element de gran influència en l'opinió pública i fins i tot en el comportament dels individus, l'afer del canvi climàtic hi està també implicat. Així, el canvi climàtic reuneix almenys sis

condicions per la seva consideració com a tema «estrella» en els mitjans de comunicació: 1) és nou, o «innovador»; 2) no és efímer; 3) és mediambiental; 4) té «morbositat»; 5) es pot formular senzillament, i, ahora, 6) és complex. Les dues primeres i les dues últimes condicions han estat ja destacades per altres autors (Escudero, Lois i Martí, 1998-1999).

El canvi climàtic antròpic és, efectivament, un tema nou, malgrat que ja té 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 a recolzar aquesta afirmació. D'altra banda, no constitueix una notícia conjuntural o efímera, sinó gairebé permanent, present d'una manera continuada en els mitjans de comunicació des de fa ja uns quants anys. Els temes efímers s'obliden després de la seva desaparició; el canvi climàtic ens és recordat amb massa freqüència.

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 —fins i tot la mateixa publicitat fa constar la bondat mediambiental o ecològica dels seus productes. 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, entre d'altres. I la condició humana és de tal manera que aquestes perspectives no solament preocupen, com ha de ser, sinó que, ahora, 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 d'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. Un tema rodó, acabat, solucionat deixa d'interessar. No és aquest el cas del canvi climàtic, amb múltiples implicacions i incerteses, amb nous descobriments i resultats.

1.10. *Les incerteses sobre la naturalesa i les conseqüències del canvi climàtic requereixen encara la consideració d'aquest com a àrea prioritària de recerca*

En gairebé tots els plans de recerca i convocatòries de projectes científics, siguin internacionals, europeus, estatals o regionals, la variabilitat i el canvi climàtic tenen la consideració de línia prioritària, a la qual es destinen recursos financers. Tanmateix, encara són necessaris molts esforços científics més, emparats en els recursos econòmics corresponents, per 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.

133

2. TENDÈNCIES RECENTS DE LA PRECIPITACIÓ I LA TEMPERATURA A CATALUNYA I LA PENÍNSULA IBÈRICA

En aquest apartat es fa un resum dels principals resultats presentats per l'autor en el capítol A3, «Factors geogràfics, regionalització climàtica i tendències de les sèries climàtiques a Ca-

talunya», de l'*Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, CADS, IEC, Barcelona, aparegut el 2005.

2.1. *La temperatura*

Els resultats més complets sobre les tendències de la temperatura a Catalunya amb sèries llargues i homogènies són els obtinguts amb la base de dades NESATv2 (Temperatures Ajustades del Nord-est d'Espanya, versió 2), construïda pel Grup de Recerca del Canvi Climàtic de la Universitat Rovira i Virgili a partir de 23 observatoris, que abasta amb resolució mensual el període 1869-1998 (Aguilar *et al.*, 1999; Brunet-India i López Bonillo, 2001). Les dades s'expressen com a anomalies respecte al període internacional més recent (1961-1990). Els gràfics corresponents no deixen cap mena de dubte pel que fa a la tendència recent d'aquesta variable, que, d'altra banda, coincideix amb les pautes globals. Així, amb una resolució anual, les anomalies positives mostren una clara acumulació a partir de la dècada dels anys vuitanta del segle XX fins al final de la sèrie i es bat el rècord en tres anys, la qual cosa implica una nítida tendència creixent. L'augment al llarg del període d'anàlisi s'estima en 0,007 °C/any (Brunet *et al.*, 2001).

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 en els anys seixanta i setanta —especialment aquesta última en el cas de Catalunya— i l'esmentat increment final. L'anàlisi de les temperatures mitjanes de les màximes i mitjanes de les mínimes revela pautes similars.

La temperatura de les aigües marítimes 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 l'extraordinària 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 1974 fins a 2002). Els valors 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 (figura 2) no deixen cap mena de dubte del significatiu escalfament recent, distingible fins i tot a la isòbata de -80 m, especialment des del principi dels anys vuitanta (Martín Vide, 2003).

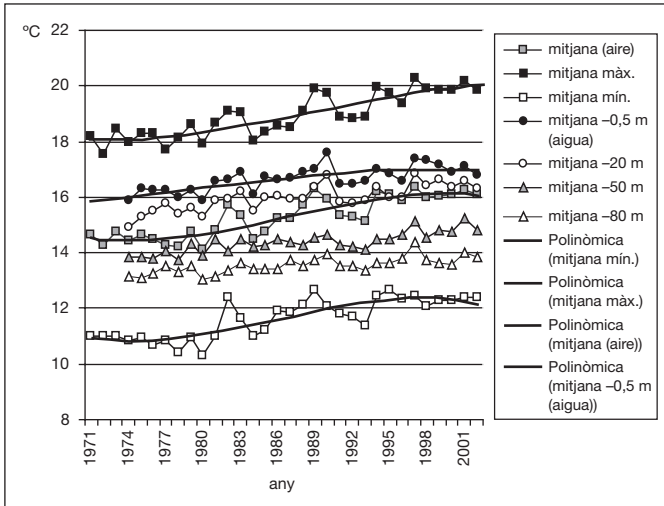


FIGURA 2. Evolució temporal de les temperatures (°C) de l'aire (mitjana i mitjanes de les màximes i de les mínimes) i de les aigües marines a l'Estartit, a 0,5, 20, 50 i 80 metres de profunditat, durant el període bàsic 1974-2002.

FONT: Elaboració pròpia a partir dels registres de Josep Pascual, l'observador meteorològic de l'Estartit.

Finalment, cal indicar que un bon nombre de sèries brutes de temperatura de poblacions catalanes mostren clarament tendències a l'alça en les últimes dècades, la qual cosa no sols es deu a l'escalfament global, sinó també al creixement de la mateixa urbs, que reforça el fenomen d'«illa de calor», anomalia tèrmica positiva en els centres urbans en contrast amb la perifèria.

2.2. *La precipitació*

Fent servir sèries pluviomètriques anuals de prop d'un segle o més de durada, a Catalunya no s'evidencien canvis significatius en la quantitat de precipitació. La suposada reducció pluviomètrica no troba un aval clar en les sèries de precipitació seculars. Així, les pluviomètriques de l'Observatori Fabra mostren lleugers augments de la quantitat anual de precipitació i altres paràmetres pluviomètrics. 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 2 dies/dècada (Lana *et al.*, 2003). Això significa una tendència positiva de la intensitat de la precipitació anual expressada en mm/dia.

Una altra sèrie secular, corresponent a la ciutat de Sabadell durant el segle XX, també normal, aleatòria i homogènia, de mitjana 616,5 mm, desviació tipus 152,5 mm (CV = 24,7 %) i

valors extrems de 1.203,9 mm (any 1996) i 339,8 mm (any 1912), també presenta una lleugera tendència a augmentar (6,2 mm/dècada), tot i que no és significativa amb un nivell de confiança del 95 % (figura 3).

L'anàlisi de l'últim període internacional (1961-1990) pel que fa al conjunt de Catalunya mostra, tanmateix, una novetat interessant que s'ha de considerar amb la prevenció de l'ús d'una sèrie relativament curta per a la detecció de senyals climàtics de prou entitat. Així, fent servir un conjunt de 139 observatoris bastant ben distribuïts pel territori, amb sèries mensuals completes durant el període esmentat o amb llacunes molt escasses, completades per correlació lineal a partir dels observatoris complets, s'ha obtingut la sèrie de mitjanes dels seus valors anuals estandarditzats, que mostra una visible tendència a la baixa, encara que el test *t* no admet que sigui significatiu al nivell de confiança del 95 %, però sí al del

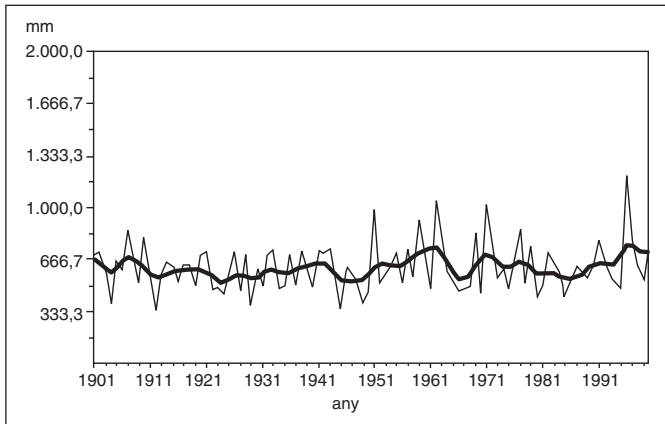


FIGURA 3. Evolució temporal de la precipitació anual (mm) a Sabadell durant el segle XX i suavitzada mitjançant un filtre gaussià de pas baix. FONT: Elaboració pròpia.

90 %. Convenientment suavitzada, ofereix una imatge d'apreciable reducció de la quantitat anual de precipitació en el conjunt de Catalunya al llarg dels trenta anys esmentats.

La variabilitat pluviomètrica és un assumpte de gran importància a Catalunya. El possible increment d'aquesta augmentaria la inseguretat de les aportacions esperades segons els valors mitjans. Sobre les sèries de Barcelona i Tortosa, que cobreixen quatre períodes internacionals —a Tortosa li falta únicament la dècada inicial del primer període—, s'han trobat els valors del coeficient de variació anual. Les conclusions que se'n poden extreure són dues: 1) La variabilitat pluviomètrica anual al llarg del segle XX a Catalunya probablement hagi augmentat, i 2) la variabilitat de l'últim període internacional no resulta, però, desconeguda, sinó que és comparable a la del final del segle XIX. La sèrie pluviomètrica anual de 88 anys de l'Observatori Fabra (1914-2001) analitzada anteriorment mostra un coeficient de variació del 21,2 % per a la seva primera meitat (1914-1957) i del 25,8 % per a la segona (1958-2001), la qual cosa confirma la tendència a l'alça de la variabilitat pluviomètrica al llarg de les últimes dècades.

L'estructura diària de la precipitació, entesa com la distribució de freqüències de les quantitats diàries, és un dels paràmetres que pot resultar més sensible al canvi climàtic i, alhora, que pot tenir conseqüències ambientals i socioeconòmiques més grans. La mateixa intensitat diària de la precipitació està associada a aquesta distribució de freqüències. Una petita variació en els dies més plujosos té conseqüències dràstiques en la pluviometria anual i produeix una variació significativa del risc de precipitacions torrencials. Com a aproximació inicial, s'han analitzat les distribucions de freqüències de les quantitats diàries de precipitació de l'observatori de Tortosa —dades d'una qualitat excel·lent— en dos períodes de 25 anys: 1951-1975 i 1976-2000 (aquest últim període es corres-

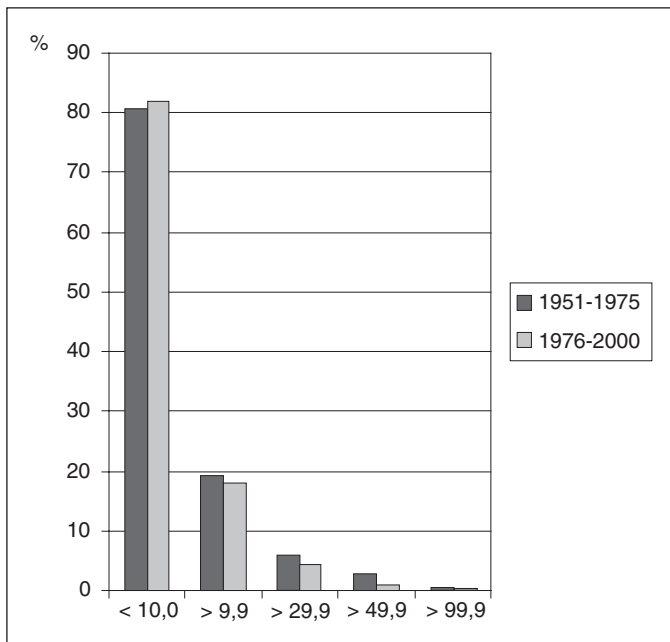


FIGURA 4. Percentatge de dies de precipitació igual o major de 10, 30, 50 i 100 mm, i menor de 10 mm, a Tortosa-Roquetes durant els períodes 1951-1975 i 1976-2000.

FONT: Elaboració pròpia.

pon amb l'interval de l'escalfament global d'origen antròpic). Les diferències són certament significatives i, fins a cert punt, sorprenents. En primer lloc, cal assenyalar 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 (figura 4). 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 van ser molt similars 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, les precipitacions torrencials es produeixen amb una probabilitat més reduïda. Cal analitzar més casos —però només amb la garantia que els registres siguin plenament fiables— per a poder confirmar o descartar l'evolució que s'apunta a Tortosa.

Una mera comptabilització per al cas de Barcelona del nombre de dies amb precipitació igual o superior a 30, 50 i 100 mm durant les dècades dels anys cinquanta, seixanta, setanta i vuitanta del segle XX no situa l'últim recompte en primer lloc, sinó que, contràriament, és la dècada dels cinquanta la que compta amb un nombre més alt de dies de precipitació per sobre dels llindars esmentats. Per tant, encara no està demostrat, fins ara, el presumpte augment dels ruixats amb més quantitat de precipitació en els últims lustres a Catalunya.

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

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha fet en el marc del grup de recerca consolidat Grup de Climatologia, 2001SGR 00040 (<http://www.ub.es/gc/menu.htm>).

A Joan Albert López Bustins, pel seu ajut tècnic.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, E.; LÓPEZ, J. M.; BRUNET, M.; SALADIÉ, O.; SIGRÓ, J.; LÓPEZ, D. (1999). «Control de calidad y proceso de homo-

- geneización de series térmicas catalanas». A: RASO; MARTÍN VIDE [ed.]. *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Barcelona: Oikos-Tau: Asociación Española de Climatología, p. 15-23. (Serie A; 1)
- BARRIENDOS, M. (1994). *El clima histórico de Catalunya: Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)*. Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral inèdita]
- BRUNET, M.; AGUILAR, E.; SALADIÉ, O.; SIGRÓ, J.; LÓPEZ, D. (2001). «Análisis de las relaciones entre la evolución a largo plazo de la temperatura del aire en el nordeste español y las estimadas para el hemisferio norte, la cuenca del Mediterráneo occidental y el centro de Inglaterra». A: PÉREZ-CUEVA, LÓPEZ BAEZA; TAMAYO. *El tiempo del clima*. València: Garmas: Asociación Española de Climatología, p. 27-39. (Serie A; 2)
- BRUNET-INDIA, M.; LÓPEZ BONILLO, D. (2001). *Detecting and Modelling Regional Climate Change*. Berlín; Heidelberg; Nova York: Springer.
- ESCUDERO, L. A.; LOIS, R. C.; MARTÍ, A. (1998-1999). «La cuestión del cambio climático, realidad y noticia. Una aproximación desde el territorio gallego». *Revista de Geografía* [Universitat de Barcelona. Departament de Geografia], XXXII-XXXIII, p. 67-78.
- LANA, X.; SERRA, C.; BURGUEÑO, A. (2003). «Trends affecting pluviometric indices at the Fabra Observatory (Barcelona, NE Spain) from 1917 to 1999». *International Journal of Climatology* [Royal Meteorological Society], 23, p. 315-332.
- LLEBOT, J. E. [ed.] (2005). *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: CADS: IEC.
- MARTÍN VIDE, J. (1990). «La percepción del clima en las ciudades». *Revista de Geografía* [Universitat de Barcelona], XXIV, p. 27-33.

- MARTÍN VIDE, J. (1997). *Avances en climatología histórica en Espanya = Advances in Historical Climatology in Spain*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau.
- (1999). «Decàleg del canvi climàtic», A: VILÀ-VALENTÍ, J. [coord.]. *Medicina, medi ambient i clima. Investigacions punta per al 2000*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, p. 217-242.
- (2001). «Algunas reflexiones y ejemplos del valor de la percepción ambiental en la planificación territorial y de actividades». *Revista de Desenvolvemento Económico* [Bahia. Salvador: UNIFACS], III, 4, p. 60-64.
- (2003). «Sobre las señales del cambio climático antrópico». A: *IX Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè*. Barcelona: ACAM, p. 159-168.
- MARTÍN VIDE, J.; BARRIENDOS, M. (1995). «The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain)». *Climatic Change*, 30, p. 201-221.
- WHEELER, D.; MARTÍN VIDE, J. (1992). «Rainfall characteristics of mainland Europe's most southerly stations». *International Journal of Climatology*, 12, p. 69-76.