

15. Emergència climàtica: un país més càlid i sec progressivament

Javier Martín-Vide

Introducció: notes sobre el context

Es pot afirmar que la Terra, atenent a les seves dimensions –uns 40.000 km de circumferència– i a la seva població –més de 7.500 milions d'individus de la nostra espècie–, ja té “escala” humana, atesa la nostra capacitat de desplaçament, real i virtual, els canvis generalitzats d'usos del sòl i el mateix procés de la globalització. Si alguna cosa caracteritza el nostre planeta en l'actualitat, això és la seva complexitat i imprevisibilitat. Respecte del primer, el seu estudi i interpretació exigeix, si més no, d'enfocaments integrals, mirades transversals i nous abordatges metodològics. La mateixa capacitat de càrrega del planeta, o quin és el nombre màxim de persones que podem viure-hi amb una qualitat de vida i un desenvolupament personal i col·lectiu raonables, sense perjudicar sensiblement la resta d'éssers vius, és encara una qüestió sense resposta concloent. La complexitat es manifesta a qualsevol escala espacial d'anàlisi, des de la global a la local, i a diari; avui dia és clarament estructural.

Amb relació a la imprevisibilitat, el món que ens ha tocat viure es mostra canviant i accelerat. Si fa una dècada ens sorpreníem per la crisi econòmica, les revolucions en els països àrabs o el moviment dels indignats, imprevistos ni tan sols amb uns mesos d'antelació o, en tot cas, inimaginables en la seva magnitud, avui la pandèmia de la COVID-19 ha arrasat, incontenible fins a dia d'avui, vides i economies. Si –per posar un exemple molt proper– a Catalunya fa una dècada la societat rebutjava amb notable unanimitat la sentència del Tribunal Constitucional que impugnava articles de l'Estatut refe-

rendat quatre anys abans, avui està políticament dividida i sense nord, després d'uns esdeveniments de vertigen, de ràpides “pantalles passades” i d'un procés accelerat i exhaust. Sí, “el mundo [i el nostre país, sigui quin sigui] anda acelerado, con futuros imprevisibles incluso a muy corto plazo (...), un mundo, en fin, complejo e incierto, con pocos rincones ajenos a la vorágine” (MARTÍN-VIDE, 2012).

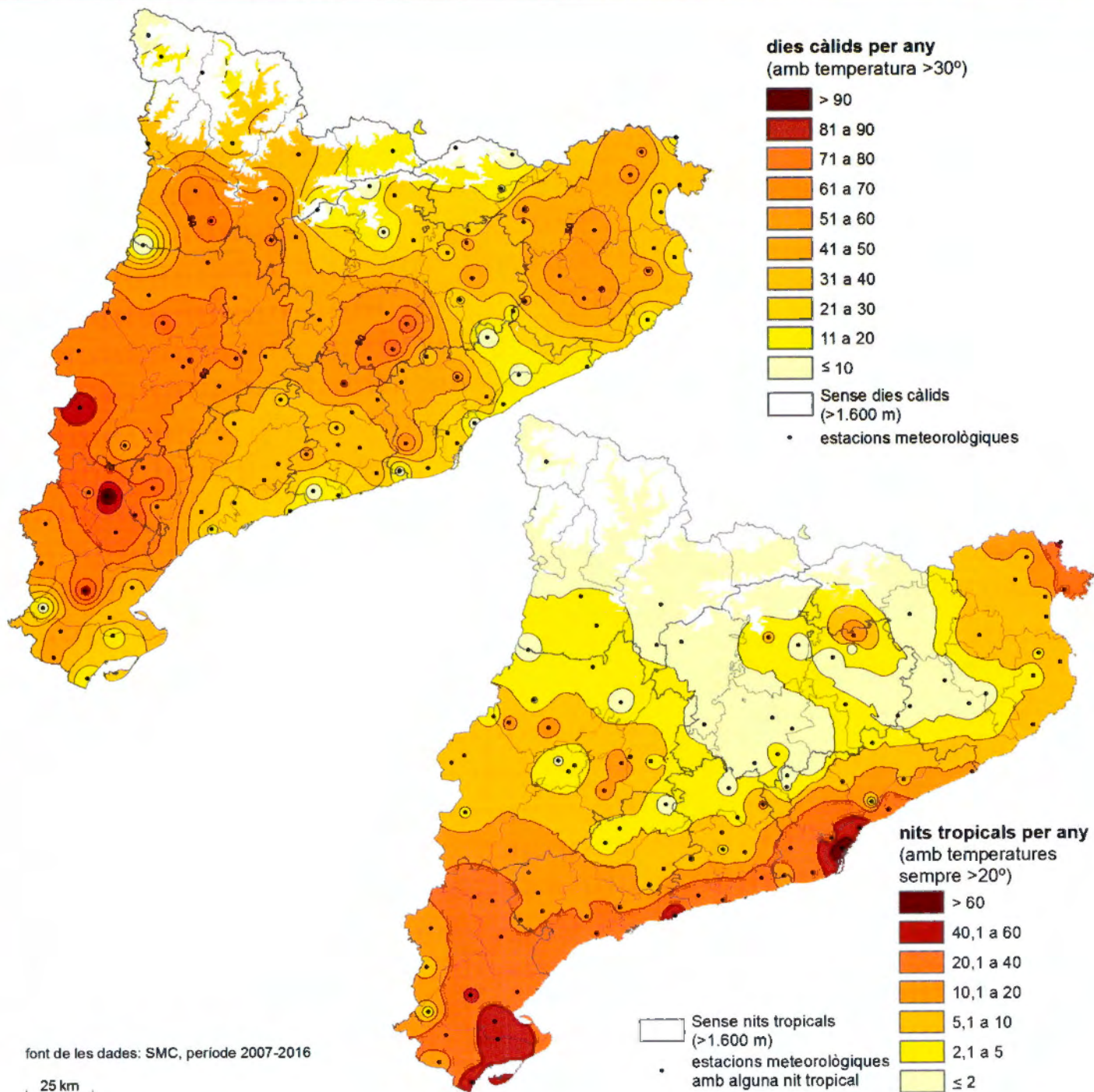
Una aproximació física, pròpia de la segona llei de la termodinàmica, fent servir de forma simple i intuïtiva el concepte d'entropia com a mesura del desordre en un sistema, podria apreciar, per exemple, que l'entropia de la comunitat mundial dels humans –tot considerant, per una banda, les seves obres, i per altra, els seus impactes en el medi i les seves desigualtats i injustícies internes– ha augmentat i, a més, ho ha fet a una notable velocitat. Aleshores, pot la disciplina geogràfica ajudar a l'anàlisi, la interpretació i la comprensió d'un món tan complex i incert com l'actual? Per una banda, es necessiten aproximacions integrals i transversals, que entenguin les potencialitats i les limitacions dels factors naturals com a marc d'acció de l'element humà en els plans individual, social i econòmic, que investiguin en el dens entramat de relacions econòmiques, polítiques i geopolítiques, visibles, fàctiques o amagades, i que tot això es concreti sobre territoris d'escala molt contrastades. Per altra banda, és necessària la permeabilitat no només pluridisciplinària o multidisciplinària, sinó, un pas més, transdisciplinària, perquè en el món i els seus territoris no ha d'haver-hi fronteres insalvables de cap mena. La Geografia no ha estat aliena a tot plegat. És més, es vincula per definició al primer requisit, ciència

del territori on es conjuguen factors naturals i processos antròpics, i ha hagut, si més no, de treballar en molts casos amb la màxima apertura envers les ciències afins, de les quals s'ha nodrit i a les quals ha enriquit.

Entre els problemes del món actual hi ha coincidència a assenyalar –sí s'exceptuen visions ancorades en el passat o exercicis conspiratius o negacionistes– el canvi climàtic com un dels més substantius i de més difícil solució, encara que, paradoxalment, la seva diagnosi i el seu remei siguin coneguts. Fins i tot s'ha dit que la gran pandèmia postcovid-19 serà el canvi climàtic. La realitat de l'escalfament global, que és la manifestació més evident del canvi climàtic actual, no la discuteix la ciència. Ni en els mitjans de comunicació hi ha hores d'ara el *fifty-fifty* de la meitat dels participants “creient” en el canvi climàtic i l'altra meitat “no-creient”, que en temps no gaire llunyans alimentava la controvèrsia i el xou televisiu, amb l'objectiu no pas dissimulat, alhora, d'augmentar les audiències. La ingent quantitat de dades registrades per les estacions meteorològiques convencionals, així com altres procedents de satèl·lits, i indicadors naturals dibuixen un planeta més càlid que 40 anys enrere. L'escalfament és, a més, global; afecta el planeta en el seu conjunt i totes les seves regions, però desigualment, essent la conca de l'Àrtic la que experimenta un més gran ascens tèrmic (IPCC, 2013). Les evidències són de tal calibre que en els cercles negacionistes, cada cop més reduïts, però agressius a l'empara de l'anonimat que permeten les xarxes socials, s'arriba a reconèixer que la temperatura del planeta ha augmentat, encara que no s'accepta que la seva causa sigui antròpica.

La causa de l'escalfament global fonamentalment rau en l'enorme volum de gasos d'efecte hivernacle injectat a l'atmosfera des dels inicis de la Revolució Industrial. Si l'efecte hivernacle natu-

ral de la Terra produeix una temperatura mitjana en superfície propera als 15°C, que, amb el seu rang de variació, resulta “confortable” per als humans i la majoria d'éssers vius, el plus de gasos d'efecte hivernacle injectat artificialment incrementa aquesta temperatura progressivament, fet que ja coneixien alguns químics fa un segle. Aquest gran volum de gasos d'efecte hivernacle afegit a l'atmosfera –les anomenades emissions de gasos d'efecte hivernacle– procedeix principalment de la crema o combustió dels combustibles fòssils, com ho són el carbó, el petroli i el gas natural, hidrocarburs que han estat una font, en un principi barata i abundant, d'energia per als processos industrials, el transport, l'enllumenat, l'energia a la llar, la calefacció i la refrigeració, etc. La seva combustió i la seva consumpció, perquè és una font energètica no renovable, comporta l'emissió de CO₂, un gas força innocu, el de les bombolles d'una beguda carbònica, però amb efecte hivernacle. El sistema natural és capaç d'absorbir una quantitat notable de les nostres emissions, en particular la vegetació (recordem que les plantes verdes, mitjançant la fotosíntesi, capturen CO₂ de l'atmosfera i aigua del sòl i, en presència d'energia lumínica, són capaces de generar la seva pròpia biomassa). Una altra part de les emissions de l'esmentat gas són absorbides pels oceans, en una reacció química reversible entre carbonats i bicarbonats. Per tant, hi ha dos dipòsits naturals del CO₂: la vegetació i l'oceà. Si s'observa, i d'això ja fa força dècades, que la concentració d'aquest gas en l'atmosfera està augmentant sense descans (415,24 ppm el gener de 2021, enfront de 315 ppm el 1958), cal concloure que els esmentats dipòsits són incapaços d'absorbir la ingent quantitat emesa. A més de l'esmentat gas, n'hi ha d'altres, com el metà i l'òxid nítrós, fruit de canvis en els usos del sòl i processos agraris i industrials, que reforcen també l'efecte hivernacle. Així doncs, la diagnosi és clara.



A hores d'ara ja s'ha acomplert un lustre de l'Acord de París (desembre 2015), que va fixar el lílindar crític d'escalfament global, respecte a la temperatura del període preindustrial, en 2 °C; cas d'arribar-hi se'n derivarien efectes molt greus o irreversibles per al planeta. I s'hi va advocar per no arribar a 1,5 °C, lílindar que, amb una probabilitat molt alta, s'assolirà abans de mitjans de l'actual segle; les darreres estimacions situen l'escalfament global en 1,2 °C (OMM, 2020), per sobre dels nivells preindustrials. El missatge de París, expressat d'una forma planera, i amb l'objectiu que l'escalfament sigui el mínim possible, va ser: no apostarem mai més pels combustibles fòssils. Tanmateix, la immensa majoria dels nostres conciutadans i dels ciutadans del món, i un percentatge elevat de la producció energètica, dels processos industrials i del transport continuen fent ús de les esmentades fonts fòssils d'energia, en l'arrencada del tercer decenni del segle XXI.

Malgrat que les lleis no ho resolen tot, lamentablement a Espanya seguim esperant l'aprovació de l'anhelada *Ley de Cambio climático y transición energética*, encara en la fase de projecte de llei, o a Catalunya continuem sense veure l'aplicació decidida de la Llei 16/2017, de l'1 d'agost, del canvi climàtic (GENERALITAT DE CATALUNYA, 2017), dos anys i mig després de la seva aprovació (malgrat que ara ja ha estat resolta la impugnació d'algun dels seus articles per part de l'Estat). Entre les grans administracions, l'Ajuntament de Barcelona sí que ha mostrat certa voluntat política amb mesures ben tangibles a hores d'ara, vinculades al Pla Clima 2018-2030 (AJUNTAMENT DE BARCELONA, 2018). En el context descrit no es poden deixar de recordar les dues accions clau enfront al canvi climàtic: la mitigació i l'adaptació. La mitigació consisteix en la reducció de les emissions dels gasos d'efecte hivernacle, perquè l'escalfament sigui el mínim possible. L'adaptació es refereix a l'ajustament del nostre sistema so-

cioeconòmic a les noves condicions climàtiques, per fer minvar els riscos derivats de l'escalfament i, en alguns casos, aprofitar les noves oportunitats.

Els dies passen i s'esgota el temps d'aturar el rumb equivocament del planeta. Si, com a símil, per a un transatlàntic amb una velocitat excessiva que s'atansa a port es pot témer que impactarà contra el moll, per l'elevada inèrcia del moviment de la nau, igualment, l'elevada inèrcia tèrmica del sistema climàtic impedeix revertir l'escalfament en pocs anys. Som, així, en emergència climàtica, fet que obliga –com en tota emergència– a l'acció urgent.

Amb una visió positiva i col·laborativa, paga la pena recordar que en aquestes darreres dècades la meteorologia i la ciència del clima han experimentat un desenvolupament espectacular, que a Catalunya, amb una àmplia capa de la població veritablement apassionada pel temps meteorològic i els seus extrems, impregna la vida quotidiana i difon, per exemple, amb èxit entre el gran públic els conceptes i termes tècnics recents i els nous mots associats (taula 1). Aquest context humà favorable a l'observació de l'atmosfera i els seus efectes és un bon exemple de *Ciència ciutadana*, és a dir, de ciència oberta nodrida pels ciutadans i nutrida per a ells (MARTÍNEZ-ARNÁIZ *et al.*, 2020), el qual caldria ser aprofitat per a sentir-nos tots implicats en reduir els riscos del canvi climàtic i adoptar les millors pràctiques i hàbits personals, els del consum moderat i sostenible.

L'evolució climàtica recent a Catalunya

De forma resumida, Catalunya és avui, com pràcticament tot el planeta, apreciablement més càlida que 40 anys enrere. Dos observatoris del primer ordre, amb sèries seculares de totes les variables climàtiques i enclavaments fixos, evidencien l'escalfament: l'observatori de l'Ebre (Roquetes) i l'observato-

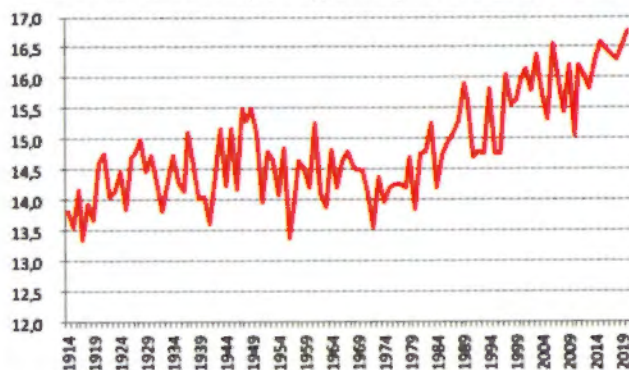
ri Fabra (Barcelona). Ambdós mostren taxes d'augment de la temperatura estadísticament significatives. En el cas de l'observatori barceloní, que pertany a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, l'increment de la temperatura en el primer segle de registres (1914-2013) va ser d'1,7 °C (MARTÍN-VIDE, 2017), tendència estadísticament significativa amb un nivell de confiança del 99,9% (fig. 1), valor que duplica amb escreix el corresponent al mateix període a nivell global. El marcat increment de temperatura de l'observatori Fabra és coherent, per una banda, amb una major taxa d'augment tèrmic a la conca del Mediterrani (CRAMER et al., 2018), que d'aquesta manera és considerat un *hot spot*, i, per altra banda, amb un cert senyal urbà, pel creixement de l'àrea metropolitana de Barcelona, situada als peus de l'observatori. Amb dades molt recents, fins el 2020, la temperatura mitjana anual de Fabra ja ha aconseguit els dos graus d'increment des del seu inici.

Taula 1. Alguns termes nous de tipus meteorològic i climàtic apareguts els últims quaranta anys

Adaptació, AEMET, alerta groga/taronja/vermella, canvi climàtic, ciclogènesi explosiva, DANA, dona del temps, El Niño, escalfament global, escenari climàtic, forat de la capa d'ozó, gasos amb efecte d'hivernacle, illa de calor, IPCC, llei de canvi climàtic, METEOCAT, mitigació, *medicane*, meteorosensible/meteorotròpic, Meteosat, model climàtic, negacionista, nit tòrrida, nit tropical, predicció numèrica, projecció climàtica, raigs UVA, Servei Meteorològic de Catalunya, temperatura de xafogor, *veroño*, xarxa de descàrregues elèctriques.

Font: Elaboració pròpia, a partir de Martín-Vide (2019).

Figura 1. Evolució de la temperatura mitjana anual de l'observatori Fabra (en °C), en el període 1914-2020



Elaboració pròpia, a partir de Martín-Vide (2017).

En el conjunt de Catalunya la temperatura mitjana de l'aire en superfície ha pujat 0,25 °C per dècada, des de 1950 fins al 2019, un valor considerable, superior al planetari, malgrat una evolució paral·lela, essent l'estiu l'estació de l'any amb un increment tèrmic més marcat (+0,37 °C/decenni) (SMC, 2019). La precipitació, en canvi, no mostra, a nivell anual, cap tendència estadísticament significativa (sí l'estiu, amb una reducció del 5,9%/decenni). Podem, doncs, afirmar que vivim ja en un país més càlid i amb més necessitats d'aigua (l'augment tèrmic incrementa l'evapotranspiració). L'increment de la temperatura a Catalunya supera amb escreix el valor global mitjà. Els índexs climàtics derivats de la temperatura, com el nombre de dies d'estiu (temperatura màxima > 25 °C), de nits tropicals (temperatura mínima > 20 °C), etc., en augment (fig. 2), i el nombre de dies amb glaçada (temperatura mínima < 0 °C), i altres indicadors de baixes temperatures, en retrocés, reforcen també el dibuix d'un país més càlid que dècades enrere (mapa 34). Així, en el període 1950-2019, el nombre de dies d'estiu va fer una pujada de 5,5 dies per decenni en l'observatori Fabra, i de 4,9 en el de l'Ebre, i en gran part de Catalunya, entre 2 i 8 dies per decenni, incre-

ments molt rellevants (SMC, 2019). El nombre de nits tropicals, en el mateix període, va pujar a raó de 4,4 dies per decenni en l'observatori Fabra i de 5,2 en el de l'Ebre, mostrant tot el litoral uns increments d'uns 5 dies per decenni, un valor certament considerable. Contràriament, el nombre de dies de gelada va baixar en tot el territori, experimentant la caiguda més gran, d'uns 5 dies per decenni, al Pirineu (SMC, 2019).

L'autor d'aquest capítol ha proposat fins i tot un nou índex, el de *nit tòrrida*, per aquella en què la temperatura mínima és igual o superior a 25°C, fet cada cop més freqüent en els centres de les nostres ciutats litorals en els darrers estius. Al respecte, el cas de l'estació meteorològica de Barcelona-el Raval, del Servei Meteorològic de Catalunya, ubicada en el cor de la ciutat, és ben il·lustratiu, amb una mitjana de 5 nits tòrrides en el decenni 2007-2016, que

Figura 2. Increment del nombre de nits tropicals per decenni (temperatura mínima > 20°C), en el període 1950-2019

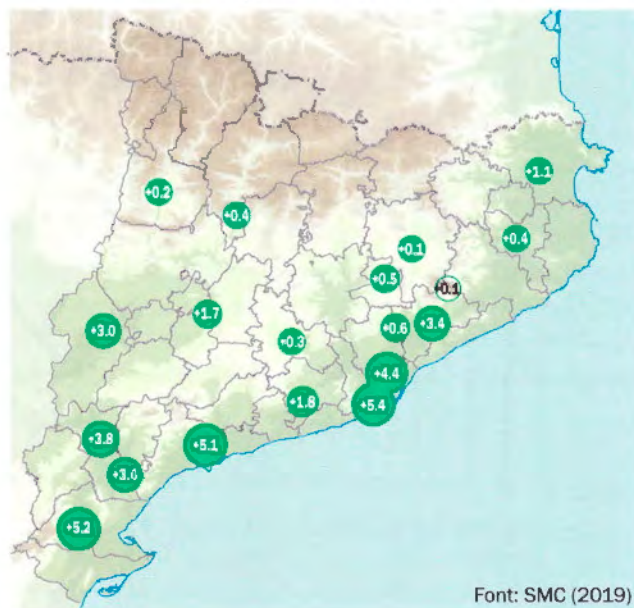
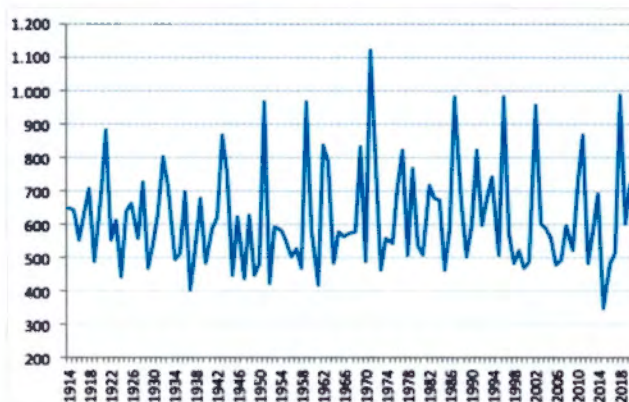


Figura 3. Evolució de la precipitació anual de l'observatori Fabra (en mm) i tendència lineal, no significativa, en el període 1914-2020



Font: Elaboració pròpia, a partir de Martín-Vide (2017).

va pujar a 11 en 2017, a 13 en 2018 i 2019, i a 21 en 2020. Tant o més cridaner que l'increment molt notable que reflecteixen aquestes dades és l'augment de la morbiditat i la mortalitat dels habitants del centre de la ciutat causada per aquestes nits en què el descans reparador és gairebé impossible. Això afecta molt especialment les persones d'edat avançada o amb malalties cròniques o preexistents, si estan en situació de pobresa energètica, és a dir, si no poden fer ús d'un aparell d'aire condicionat.

Una mostra de les variacions no significatives de la precipitació a Catalunya, malgrat d'algunes dècades recents seques en diverses comarques del país, l'ofereix l'observatori Fabra en el període complet 1914-2020, sense tendència anual significativa (fig. 3).

La radiografia recent més completa sobre l'evolució del clima a Catalunya i la seva projecció fins a mitjans del segle actual, o, fins i tot, a més llarg termini, és la del *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, que es va difondre àmpliament el 2017 (IEC i Generalitat de Catalunya, 2016). En la seva preparació van participar 141 autors/es i

44 revisors/es, tots ells científics i experts tècnics procedents dels principals centres de recerca i universitats de Catalunya, així com d'unitats de diverses administracions públiques. El va impulsar el Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible, l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC), el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) i l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), i va comptar amb la col·laboració del Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya (GECCC).

En la taula 2 es resumeixen els principals resultats d'aquest informe.

Taula 2. Principals conclusions i recomanacions del Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya

- Entre 1950 i 2014, la temperatura mitjana anual de l'aire s'ha incrementat en 0,23°C per dècada (especialment a l'estiu: +0,33°C/dècada).
- Les projeccions apunten a un augment de la temperatura d'1,4°C per a mitjan segle (respecte a la mitjana 1971-2000). Els increments podrien ser més elevats durant l'estiu i al Pirineu.
- Entre 1950 i 2014, la precipitació ha disminuït un 1,2%/dècada al conjunt del país (valor estadísticament no significatiu). Al Pirineu i Prepirineu ho ha fet entre un 2,4 i 3,9%.
- Les projeccions apunten a una disminució de la precipitació de cara a 2050, tot i que la tendència és més incerta. Els estudis pronostiquen un escenari d'escassetat hídrica que requerirà mesures d'adaptació a la nova realitat.
- Tots els escenaris climàtics apunten a un augment de les temperatures extremes, les onades de calor, les nits tropicals (especialment al litoral i al prelitoral), les nits i els dies càlids i la durada de les ratxes seques.
- Hi haurà un augment de la durada de les ratxes seques, sobretot a la primavera i a l'estiu.
- Ja no hi ha cap aparell glacial visible a Catalunya.
- El nombre d'episodis que produeixen inundacions

locals augmenta des de mitjan segle XIX, probablement a causa de l'augment de l'exposició i la vulnerabilitat.

- El nombre d'incendis forestals per sobre de 0,5 hectàrees ha disminuït, possiblement a causa d'una millora en les bones pràctiques en la prevenció i en la predicció.
- Les condicions més extremes de temperatura, humitat i precipitació previstes apunten a un augment del nombre d'incendis forestals. L'increment de situacions excepcionals pot afavorir una freqüència més gran d'incendis de gran extensió, així com els incendis en zones on ara no són habituals, o fora de l'estiu.
- Els estudis reflecteixen la singularitat hídrica del país i l'heterogeneïtat territorial pel que fa als efectes del canvi climàtic sobre els recursos hídrics. Tots apunten la futura escassetat d'aigua com un factor comú al conjunt del país.
- De cara a mitjan segle, es projecta la reducció de la disponibilitat de recursos hídrics d'un 9,4% a les comarques pirinenques, d'un 18,2% a les interiors i d'un 22% al litoral.
- La combinació del transport longitudinal i la modificació dels nivells relatius terra-mar comportarà un augment dels trams de platja amb vulnerabilitat alta o molt alta, especialment al tram nord de la costa catalana (l'any 2060 podríem tenir 164 km de costa en aquestes condicions de vulnerabilitat).
- Fins i tot sense variar la configuració actual de la costa, l'any 2100 el 21% de les platges requerirà actuacions addicionals per al seu manteniment.
- Els sòls experimentaran una pèrdua lenta de matèria orgànica per mineralització durant els propers decennis per efecte del canvi climàtic. També es preveu un augment de l'aridesa i, en conseqüència, de l'erosió.
- Hi ha moltes evidències dels efectes del canvi climàtic sobre els organismes i els ecosistemes ter-

- restres (canvis genètics, en el metabolisme, demografia de les poblacions, composició de les comunitats i estructura i funcionament ecosistèmics).
- Els impactes poden ser més significatius si els altres components del canvi global (canvis en els usos del sòl, contaminació i sobreexplotació de recursos) continuen evolucionant com fins ara o empitjoren.
 - El canvi global també afecta els ecosistemes aquàtics continentals (rius, llacs, llacunes i embassaments), en reduir la quantitat i la qualitat dels recursos hídrics i la seva biodiversitat.
 - La Mediterrània és una mar semitancada i pateix una gran pressió a causa de l'activitat humana vora la costa. Aquests dos aspectes la fan especialment vulnerable al canvi climàtic.
 - La mar catalana s'està escalfant a una velocitat de 0,3°C per decenni des de 1974 i el nivell del mar augmenta gairebé 4 cm per decenni des de 1990.
 - Aquests canvis progressius, juntament amb el sobreescalfament a l'estiu o un augment de les tempestes a la tardor, afecten els ecosistemes marins (mortalitat massiva de les comunitats de coralligen, afectacions als alguers de posidònia, desplaçament d'espècies, proliferació d'eixams de meduses, entre d'altres).
 - Totes aquestes alteracions afecten els serveis que ens ofereixen els ecosistemes.
 - L'increment de la temperatura (amb un augment de l'evapotranspiració), la reducció progressiva de la pluviometria i un augment de la seva irregularitat poden comportar un increment dels requeriments d'aigua de reg (segons el cultiu, l'any i el lloc).
 - L'increment de les temperatures pot allargar els cicles de creixement d'alguns cultius i incrementar-ne els rendiments en alguns indrets, però pot generar problemes greus de floració, maduració, cops de calor i qualitat organolèptica dels aliments.
 - El canvi climàtic podria provocar una disminució de les captures de pesca de fins al 20% a mitjan segle XXI. La disminució podria ser més gran per l'acidificació de les aigües marines a causa de l'augment de CO₂.
 - El canvi de mix energètic ha de passar per donar un nou impuls a l'energia eòlica i a la fotovoltaica.
 - La contribució principal a les emissions del tractament dels residus prové dels dipòsits controlats, que emeten grans quantitats de metà. D'altra banda, la recollida selectiva contribueix a reduir la petjada de carboni.
 - No es preveu una pèrdua substancial de l'atractiu turístic del litoral català des del punt de vista de confort tèrmic (excepte en les nits d'estiu). El turisme de sol i platja té potencial per a satisfer les expectatives de noves demandes més enllà de l'estiu.
 - El turisme de neu continua mostrant una vulnerabilitat important al canvi climàtic, atesa la situació latitudinal de totes les estacions d'esquí (en cotes límit per a la seva viabilitat futura). Es proposa la transició d'estació d'esquí a estació de muntanya.
 - Els infants, les persones grans o amb patologies prèvies i la població de nivell socioeconòmic més baix són els més vulnerables a patir els efectes del canvi climàtic en termes de salut.
 - Les projeccions per al 2050 apunten a un increment de la mortalitat com a conseqüència de la calor (relacionada amb malalties cardiovasculars i respiratòries i del sistema nerviós i mental, la diabetis, i del sistema urinari i renal).
 - L'augment de temperatures afavoreix les condicions per a la transmissió de malalties causades per vectors, i existeix el risc d'introducció del dengue, el chikungunya i la malària (actualment no hi ha casos autòctons).

Elaboració pròpia, a partir de l'IEC i Generalitat de Catalunya (2016).

De la taula 2 es dedueix que s'està dibuixant, i més clarament succeirà en el futur pròxim, un país diferent, amb reptes derivats del canvi climàtic en tots els sectors naturals i socioeconòmics, gairebé sense excepció.

El clima en la Catalunya postcovid

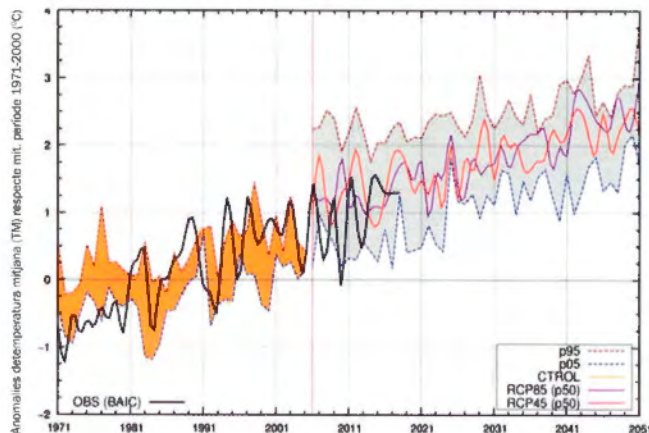
La ciència no fa servir boles de vidre, ni gosa llençar profecies, sinó que planteja preguntes, i l'esforç per trobar-hi resposta genera avenços substancials en el coneixement; aquest, alhora, estimula el plantejament de nous interrogants, en una apassionant cadena de qüestions, respostes i avenços mitjançant constatacions experimentals, deduccions lògiques i lleis científiques. La ciència en aquest sentit té capacitat predictiva, no per endevinació, ni per inspiració divina, sinó mitjançant el mètode científic. En molts casos la predicció científica no és determinista, sinó probabilística, amb uns marges d'incertesa i uns nivells de confiança, i així és en el cas de les projeccions climàtiques. Quan es tracta d'entreveure el clima futur, no es parla de predicció climàtica, sinó de projecció climàtica, i, d'aquesta manera, es diferencia de la predicció meteorològica, la del temps de l'endemà o del cap de setmana. L'eina que proveeix les projeccions climàtiques són els models climàtics, models físicomatemàtics que s'alimenten d'un considerable nombre de dades de les variables climàtiques i d'altres de caràcter ambiental, tridimensionalment, i, assumint certs escenaris d'emissions, és a dir, hipòtesis sobre les concentracions a l'atmosfera dels gasos d'efecte hivernacle o, el seu equivalent, l'escalfament addicional que suposarien com si rebéssim del sol un plus d'energia. Així projecten el clima actual envers el futur, amb horitzons finiseculars i fins i tot més llunyans. Naturalment, depenent de com actuï la humanitat en el seu conjunt, això és, de si realit-

za una ràpida transició energètica reemplaçant els combustibles fòssils per energies renovables o si, pel contrari, segueix un camí d'insostenibilitat –el *business as usual*–, l'escalfament serà menys o més gran, respectivament. D'aquí que es pugui considerar ja que el sistema climàtic té una sisena component en afegir a les 5 naturals conegudes (atmosfera, hidrosfera, superfície emergida, biosfera i criosfera): el nostre propi sistema socioeconòmic. El futur climàtic a nivell global, d'ara a finals de segle, dependrà de la humanitat en gran mesura, i també d'alguns fets naturals imprevisibles (màxims o mínims d'activitat solar, més o menys activitat volcànica). Per tot plegat, cal parlar de projeccions climàtiques, en realitat, un ventall de projeccions sobre el clima futur.

En l'apartat anterior (taula 2), ja s'hi han resumit aspectes relatius al clima futur a Catalunya. Fa poc temps, en 2020, el SMC va presentar noves projeccions climàtiques, que, de manera molt resumida, reforcen el que sabíem d'anteriors projeccions: un país progressivament més càlid i amb menys recursos hídrics en les properes dècades. En la figura 4 es mostren les projeccions de temperatura mitjana anual en l'esperada Catalunya postcovid, fins el 2050. L'augment tèrmic esperat per d'aquí a mitjans de segle és rotund, en els dos escenaris considerats: el pitjor possible (RCP8.5), sense reducció de les emissions globals, i amb reducció efectiva a partir de mitjan segle (RCP4.5). En ambdós casos el país serà més càlid que les passades dècades, en especial el Pirineu de Lleida, como es veu en el mapa de la figura 5. Sobre la precipitació anual, s'aprecia, a la figura 6, una certa reducció.

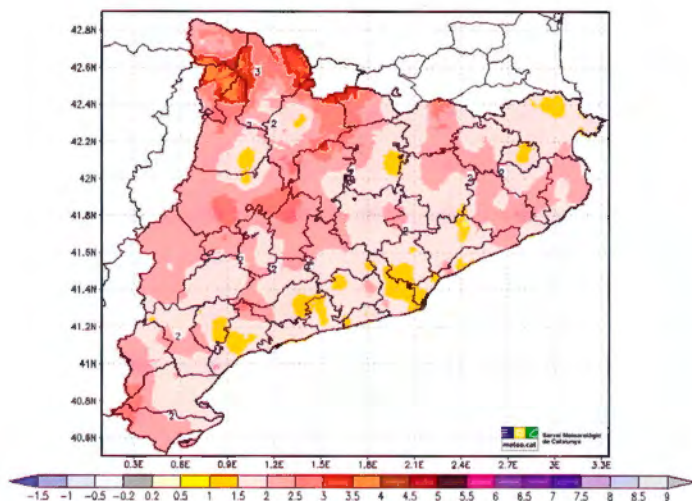
D'una forma pretesament didàctica, en sintonia amb la ciència oberta, a la figura 7 es resumeixen les projeccions climàtiques i els seus efectes ambientals derivats, d'una manera sintètica, qualitativa i mitjançant icones, per a Catalunya a mitjans del segle actual.

Figura 4. Evolució temporal de l'anomalia de la temperatura mitjana anual de Catalunya (en °C) (període de referència 1971-2000), observada des de 1971 i projectada fins al 2050, per als escenaris RCP4.5 i RCP8



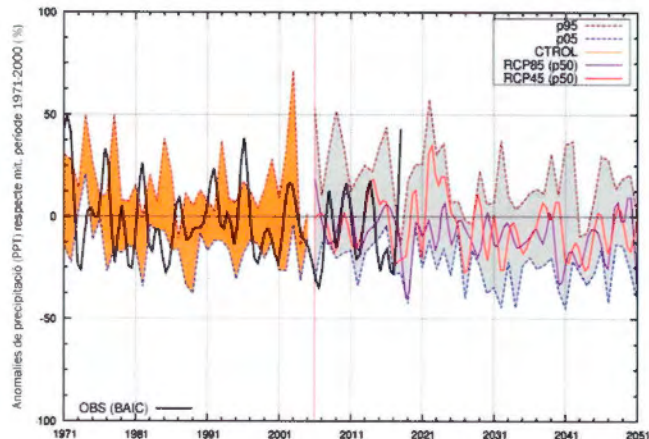
Font: SMC (2020a).

Figura 5. Variació projectada de la temperatura mitjana anual (en °C) entre 1971-2000 i 2021-2050 per a l'escenari RCP4.5



Font: SMC (2020a).

Figura 6. Evolució temporal de l'anomalia de la precipitació anual de Catalunya (en %) (període de referència 1971-2000), observada des de 1971 i projectada fins al 2050, per als escenaris RCP4.5 i RCP8.5

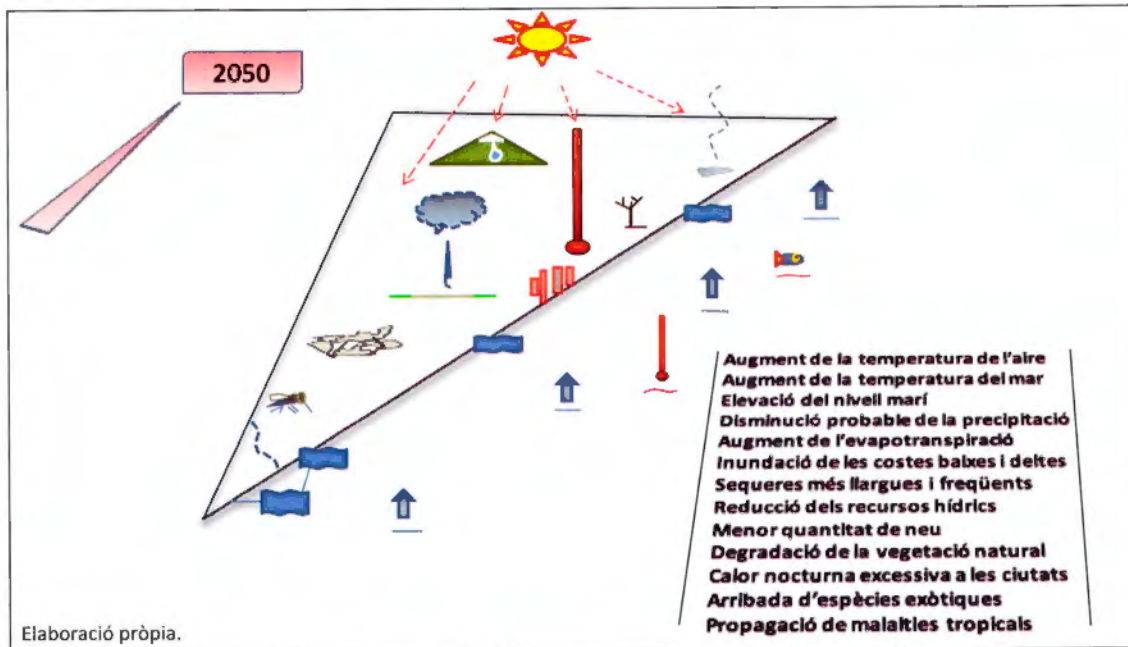


Font: SMC (2020b).

Epíleg

Climàticament, la Catalunya postcovid, fins el 2050, està ja en gran mesura definida per un clima més càlid que el de les darreres dècades, atès que les urgents i dràstiques reduccions d'emissions de gasos d'efecte hivernacle a nivell global, de produir-se, trigaran temps a reflectir-se en la temperatura, degut a la inèrcia del sistema climàtic. Un país, a més, on no cal creure pas que s'incrementarà la pluja, sinó més aviat al contrari, i, en tot cas, hi haurà una evapotranspiració més gran; on els riscos climàtics més destacats seran les sequeres, amb incidència negativa en els territoris de secà i, en general, en els recursos hídrics disponibles, i les onades de calor, amb efectes no desitjables en la salut humana. Un país molt semblant a la resta d'Espanya, amb una evolució climàtica en concordança, en gran mesura, amb la de la conca mediterrània.

Figura 7. Visió sinòptica simplificada dels canvis climàtics i ambientals projectats per a Catalunya el 2050



Un país en el qual la tasca bàsica del ciutadà en favor de la sostenibilitat, tantes vegades esmentada, de les tres *r* (reduir, reutilitzar i reciclar) –a les quals es podria afegir una quarta, reflexionar–, s'hauria de complementar amb tres *i*: implicar-se, investigar i innovar, que obliguen a l'acció de tots i al progrés en el coneixement dels més preparats. I, per tal de mantenir el paral·lelisme, amb una quarta *i*, d'imaginar, perquè si no som capaços d'imaginar un món i un país millor, al marge de qualsevol consideració política, no podem arribar-hi.

Agraïments

Al projecte CLICES CGL2017-83866-C3-2-R i al Grup de Climatologia 2017 SGR 1362. El treball s'ha realitzat també en el marc dels interessos de l'Institut de Recerca de l'Aigua (IdRA, UB) i de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB). I un especial agraïment al professor Jesús Burgueño, per la seva ajuda tècnica i per l'aportació del mapa 34.

Referències bàsiques

- AJUNTAMENT DE BARCELONA (2018): Pla Clima 2018-2030, Barcelona.
- CRAMER, Wolfgang *et al.* (2018) "Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean". *Nature Climate Change*, núm. 8, p. 972-980.
- GENERALITAT DE CATALUNYA (2017): Llei del canvi climàtic, Barcelona.
- IEC i GENERALITAT DE CATALUNYA (2016) *Tercer Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya* (J. Martín-Vide, coord.). Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, Generalitat de Catalunya.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis (IPCC-AR5). Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

- MARTÍN-VIDE, Javier (2012) "Reflexionando sobre la Geografía", dins: Vicente Gozávez Pérez, Juan Antonio Marco Molina [ed.] *Geografía: retos ambientales y territoriales: XXII Congreso de Geógrafos Españoles*. Madrid: Universitat d'Alacant, Asociación de Geógrafos Españoles, p. 11-14.
- (2017) *El cambio climático y las islas de calor urbanas. Cambios de escala y riesgos climáticos*, dins: Rivera-Vargas et al. [ed.] *Conocimiento para la equidad social. Pensando Chile globalment*. Barcelona: Centro de Estudios de Políticas para el Desarrollo, Universidad de Santiago de Chile y Encuentros, p. 189-204,.
 - (2019) "L'evolució del clima regional i local a Catalunya als darrers quaranta anys. Conceptes nous i recomanacions de futur", dins: *Natura, ús o abús? (2018-2019)*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.
- MARTÍNEZ-ARNÁIZ, M.; C. MÍNGUEZ-GARCÍA; J. MARTÍN-VIDE; J. OJEDA-ZÚJAR; J.D. RUIZ-SINOGA (2020) "GEOVACUI:

Geografía y Ciencia Ciudadana ante el reto de la despoblación rural", dins: *COLORURAL 2020. Espacios rurales y retos demográficos: una mirada desde los territorios de la despoblación*. Madrid: AGE, p. 43-63.

- OMM (2020) nota de premsa 02122020. Ginebra: Organització Meteorològica Mundial. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2020-track-be-one-of-three-warmest-years-record#:~:text=The%20global%20mean%20temperature%20for,temperature%20records%20began%20in%201850>
- SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (SMC) (2019) *Butlletí anual d'indicadors climàtics 2019*. Barcelona: Servei Meteorològic de Catalunya.
- (2020a) <https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-dema/projeccions-de-temperatura-1971-2050/>
 - (2020b) <https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-dema/projeccions-de-precipitacio-1971-2050/>

La Geografia catalana davant la realitat postcovid i aprenentatges per a l'acció climàtica

Els tocs d'atenció anuals que fa l'àmbit científic des dels anys 90, assenyalant el gran poder de transformació que suposa per a la humanitat l'augment de la concentració de gasos efecte hivernacle (GEI), no han estat suficientment escoltats, ni presos en consideració. Però ha estat un virus, una afecció directa, ràpida, indiscriminada i incontrolable la que ha posat sobre la taula el gran nivell de vulnerabilitat global en el que vivim.

La nova realitat ha tocat múltiples facetes de la nostra vida. Ens ha tocat en el més profund de les nostres relacions amb altres persones i també ha posat en qüestió la nostra estructura econòmica, social i organitzativa. Hem sentit individualment una

necessitat profunda de reconciliar-nos amb la natura, de respirar a l'aire lliure, de sentir-nos integrats en un paisatge amable. Però també hem sentit que la transformació d'aquest sentiment individual en acció col·lectiva coherent és cosa complicada.

La Geografia ha d'ajudar a la societat a resoldre ambdues crisis, la sanitària i la climàtica. La Geografia postcovid pot ser cabdal per **reforçar la resiliència del territori i les comunitats** que hi resideixen, i així **accelerar la transició cap a un model socioeconòmic més eficient, just i sostenible**. Una transició des d'una visió holística, complexa, que la ciència geogràfica pot abordar mitjançant els nexes d'unió entre sistemes naturals, econòmics i socials.

Aquesta transició múltiple es compon de:

- Una **transició energètica** que reequilibri els intercanvis energètics planetaris i permeti assolir ràpidament un balanç de carboni zero.