

Si alguna ciència s'ha vist impulsada com cap altra en les darreres dècades gràcies a les noves tecnologies, aquesta ha estat la meteorologia. La predicció del temps, que fins fa trenta anys era més intuïtiva que exacta, s'ha convertit en una qüestió basada en complexos càlculs matemàtics que només poden fer les màquines, els ordinadors. La previsió del temps ha esdevingut una informació prou exacta avui en dia, per això, a la vegada, augmenta el grau de confiança social en aquesta previsió i també la demanda d'informació fiable.

L'home del temps

Juanjo Sánchez

Agustí Jansà, cap del Centre Meteorològic Zonal de Balears de l'Institut Nacional de Meteorologia, és l'home del temps a les Illes. Ell ha vist com s'ha produït una innovació tecnològica profunda a partir

dels anys vuitanta, quan es va passar dels mètodes arcaics a mètodes informàtics i moderns. El termòmetre i el baròmetre han deixat pas als satèl·lits i, sobretot, a l'ordinador. Jansà assegura que un tractament sofisticat de la informació a tots els nivells permet que es puguin fer prediccions del temps fiables a nivell local i regional. La gran base és la infraestructura informàtica que té el mateix Institut Nacional de Meteorologia.

-És una ciència moderna la meteorologia?

-La meteorologia, com a ciència, es pot dir que va començar en els segles XVI i XVII, quan s'inventaren els instruments bàsics d'observació, com el baròmetre o el termòmetre. Aquest és el començament de la meteorolo-

INFLUÈNCIA DE LA INFORMÀTICA

-Com ha influït en l'evolució de la ciència meteorològica el desenvolupament de les noves tecnologies de la informació?

-La influència ha estat total, això és absolutament dràstic en el cas de la meteorologia. Podem dir que la meteorologia de fa cinquanta anys no té res a veure amb la meteorologia actual i això ha estat possible gràcies a la implantació progressiva dels sistemes informàtics. Per començar, la predicció meteorològica, poder esbrinar científicament quin temps ha de fer en els propers dies, anteriorment a l'era de la informàtica, es basava en una continuïtat. Per tant, en certa manera, la predicció es basava en una intuïció respecte de les coses que succeïen, o sigui que a partir de les observacions es podia analitzar el temps, veure com estava, i a partir d'aquestes dades, per analogia amb altres evolucions anteriors, es feia una projec-

ció subjectiva, molt subjectiva, de com evolucionaria en el futur la situació meteorològica. Precisament, la informàtica va ser la que va permetre passar al que ara coneixem com a models de predicció numèrica. És a dir, la possibilitat de calcular l'evolució futura de l'atmosfera en lloc d'intuir-la. Calcular, en quin sentit? Aquesta és la gran revolució dels models de predicció numèrica, que es pot calcular el temps en el sentit que es tracta de resoldre el problema de la predicció atmosfèrica de la mateixa manera que es resol qualsevol problema físic. És a dir, determinar unes condicions inicials i a partir d'aquestes condicions o dades del problema, aplicar les equacions perti-

gia com a ciència, però la seva evolució cap a la concepció que ara en tenim, que ens permet diagnosticar i analitzar, saber com funcionen els sistemes meteorològics, és molt més moderna. Això és així perquè no s'hi va poder arribar fins que no es varen poder intercanviar les informacions meteorològiques de partida, i això va succeir cap a finals del segle XIX. Per tant, podem dir que la meteorologia com a ciència té unes fases prèvies, clares, que són la invenció dels instruments bàsics, però un naixement més formal o més complet a finals del segle XIX. S'hauria de considerar la meteorologia com una ciència relativament moderna.



nents, les equacions que corresponen a aquest problema. En aquest cas són les equacions de la dinàmica, termodinàmica i de la física de l'atmosfera en general. I tot aplicant-les podem treure'ns la solució, que seria el temps previst. Per tant, com a problema, la predicció del temps és un problema físic perfectament plantejable i manejable. Però, quin és el problema, quina és la complicació dins l'àmbit meteorològic?, doncs que tenim moltes dificultats, pràcticament insalvables per mitjans convencionals, per solucionar aquest problema a cop de bolígraf i paper. És impossible perquè en primer lloc conèixer les condicions inicials, les dades de partida del problema, és realment complex ja que com que no en tenim observacions en tots els punts de la Terra i menys encara tridimensionals, en vertical, i a més horitzontalment, s'han de fer uns processos d'interpolació de les dades que ens permetin omplir buits d'una manera racional, de tal manera que la visió que tenim de les condicions inicials sigui la més exacta possible, la més aproximada a la realitat. Això requereix models sofisticats del que anomenam anàlisi del temps. Per fer les anàlisis s'han d'incorporar a un sistema informàtic totes les dades d'observació que siguin a l'abast, que siguin assumibles, i després processar-les per interpolació adequada d'un estat inicial. Després ve el plantejament i la solució del problema. El plantejament són les condicions de la termodinàmica atmosfèrica, però aquestes equacions tenen un problema, i és que són equacions que estan plantejades en derivades parcials que no tenen solució analítica, és a dir, que no es poden resoldre íntegrament amb bolígraf i paper perquè només tenen solució numèrica. Per tant, s'han d'integrar per passos successius períodes de temps molt curts per anar aproximant el problema final.

-Sense ordinadors sembla impossible fer aquesta quantitat de càlculs potents.

-Clar, això requereix càlcul informàtic, perquè és impossible fer-ho a mà. A part d'això, el volum d'informació que s'ha de manejar per treure una simple predicció per a demà és immens, perquè necessitem resoldre aquestes equacions de la situació atmosfèrica a tota una sèrie de punts sobre el planeta, i com més punts millor, com més punts pugem aplicar als plantejaments de la resolució del problema, més resolució, més informació tendrem per fer la previsió més exacta. Això vol dir que són milers i milers de punts en horitzontal, que es multipliquen per la

dimensió vertical i a tots aquests punts s'afegeix una reixa tridimensional enormement densa i enormement extensa que hauríem de resoldre amb les equacions.

Bé, tot això és completament impossible sense la informàtica, fins fa cinquanta anys no s'havia pogut ni plantejar el problema de la predicció numèrica. S'ha avançat progressivament, sobretot en els darrers trenta anys, d'una manera impressionant, per mor de les facilitats que la informàtica posa a l'abast de la meteorologia, perquè podem dir que s'ha multiplicat la densitat de la xarxa de càlcul que és necessària. En aquest sentit, es dona una circumstància prou curiosa i és que, gairebé a tots els països succeeix això, els ordinadors més grans de què disposa el país, normalment, són en mans del servei meteorològic corresponent. Per què?, perquè l'exigència de càlcul a la meteorologia és impressionant si volem anar amb una mica de precisió. Si comparem el que es produeix en els darrers deu anys quant a previsió meteorològica amb el que s'obtenia en fa trenta o quaranta amb els primers models numèrics, i amb el que es produïa fa cinquanta anys, abans dels models numèrics, no té res a veure una cosa amb l'altra. És a dir, hem canviat totalment de predicció. Però bé, això és el que ha suposat la informàtica amb relació a la meteorologia, com a aplicació per a un servei. Però, és que aquests models de producció numèrica, no només són l'instrument per fer la predicció, sinó que també són l'instrument necessari per a la investigació en meteorologia.

També podríem destacar que si no informatitzàssim tot el que és el sistema de recollida de dades, no podríem manejar tota la quantitat d'informació que tenim actualment, informació procedent d'observatoris convencionals, ubicats en terra o bé transportats per globus, per radiosondatge. I també tota la informació que ve dels satèl·lits meteorològics, dels radars meteorològics, tot aquest tipus de dades és enormement important, enormement abundant i si no s'informatitzà el procés de recollida, doncs, no seria manejable, no es podria incorporar als sistemes de predicció, no es podria fer investigació ni predicció d'aquests tipus.

-La sofisticació dels models de predicció numèrica pot arribar a ser tal que la predicció del temps sigui totalment fiable a molt curt termini?

-Sí, a mesura que el desenvolupament informàtic ho permet, es milloren els sistemes numèrics de predicció, augmenta la resolució, s'afegeixen simulacions que no es podien afegir abans perquè faltava capacitat de càlcul. Tots aquests models se sofisticaven de cada vegada més. Això és infinit?, no és infinit. En meteorologia hi ha un problema prou important que són les condicions inicials. Per tant, l'esforç s'hauria de fer amb les condicions inicials més perfeccionades, però com que aquí la perfecció total és impossible, no podem pensar mai que tinguem un radiosondatge a cada quilòmetre quadrat, s'ha de comptar amb aquest component d'incertesa que té la predicció meteorològica. Actualment desenvolupam un nou avanç,

"La meteorologia de fa cinquanta anys no té res a veure amb la meteorologia actual, i això ha estat possible gràcies a la implantació dels sistemes informàtics"

Agustí Jansà Clar és, sense dubte, l'home del temps a les Illes Balears. Meteoròleg de l'Estat des del 1973, Jansà és director del Centre Meteorològic Zonal de Balears de l'Institut Nacional de Meteorologia des de l'any 1987. És llicenciat (1971) i doctor (1978) en ciències físiques, diplomad i meteoròleg de l'Institut Nacional de Meteorologia (INM), des del 1971. Les seves principals línies d'investigació estan centrades en el clima balear. Entre les seves tasques de gestió científica cal destacar les de coordinador de la participació científica espanyola al projecte mundial ALPEX (1982-85); responsable de la participació espanyola al projecte hispano-francès PYREX (1988-93); vicepresident del Grup Director del projecte MCP (ciclons mediterranis) de l'Organització Meteorològica Mundial OMM (1991-97); representant tècnic d'Espanya al projecte internacional MAP; organitzador del Simposi Internacional INM/OMM sobre ciclons i temps advers a la Mediterrània (Palma 1997) i proponent i coordinador del projecte MEDEX de l'OMM. Agustí Jansà és autor de quaranta publicacions, entre llibres i articles en revistes científiques nacionals i internacionals, a part de comunicacions a congressos.

prou recent, per intentar introduir aquest component d'incertesa que necessàriament té tota predicció meteorològica. Això es pot manejar amb els models numèrics. Tu pots fer una predicció determinista, és a dir, suposem que tenim unes condicions inicials que són vàlides per poder obtenir el temps futur. Aquest serà el temps que hi haurà, molt bé. Però, amb quina confiança? Bé, doncs, per saber amb quina confiança, i això és molt important per prendre decisions, el que es fa actualment és aplicar sistemes que s'anomenen de predicció per conjunts, o sigui, no fer tan sols una predicció, sinó que agafem la predicció de partida per a després modificar lleugerament les condicions inicials a diferents dimensions, per tant, generar condicions generals diferents lleugerament de les que pensam que són les bones. Per què?, perquè les bones no les coneixem realment, per tant podrien ser unes altres. Per posar un cas, podem crear 50 condicions ini-

“El gran impuls de la predicció del temps són els models de predicció numèrics, que estan basats en la informàtica. Per tant, el gran avanç de la meteorologia actual és la informàtica”

cials diferents i fer la predicció, no una vegada, sinó 50 vegades, i en aquest cas tenim 50 estats finals futurs de l'atmosfera. Què succeirà?, doncs poden succeir diferents escenaris. Per tant, podem tenir una imatge molt més variada de com pensam que pot evolucionar l'atmosfera. Clar, si es dona el cas en un dia determinat que les 50 prediccions són molt coincidents, direm que aquestes són les condicions finals, i n'estam segurs perquè hi ha concordança encara que no en les condicions inicials. Per tant, podem dir així que aquesta és la predicció amb molta confiança avui i amb poca confiança un altre dia segons els resultats, ho podem quantificar d'aquesta manera. Aquests tipus de processos i també l'aplicació de mètodes estadístics en el postprocés, és a dir, en els resultats de la predicció numèrica determinista, són els que permeten a poc a poc incorporar els termes d'incertesa per precisar millor què és allò que volem dir, què és el que podem dir del comportament de l'atmosfera. Per introduir aquest sistema, la irrupció de la informàtica ha estat una exigència. Per tant, l'exigència de suport informàtic es dispara. El futur va per aquí. El mateix Institut Nacional de Meteorologia, dins aquest any 2005, vol introduir les prediccions per conjunts, a petita escala.

DEMANDA D'INFORMACIÓ

-En paral·lel a l'evolució de la meteorologia, és cada cop més exigent la demanda i la necessitat d'informació del temps?

-En això també s'ha produït un canvi substancial en pocs anys. És a dir, quan la gent tenia una confiança escassa en la previsió meteorològica, perquè amb motiu sabia que la predicció era una mica d'elucubració, doncs no hi havia una gran demanda, perquè tampoc no hi havia una gran utilitat. Ara que les prediccions tenen, amb totes les limitacions que he esmentat, una fiabilitat molt gran, sobretot en els primers dies, fins al tercer o cinquè dia, doncs les aplicacions es desapareixen, perquè la gent té una confiança en aquesta predicció. Per tant, la presa de decisions, que fins i tot tenen valor econòmic important, està molt afectada per aquesta predicció. Per exemple, les planificacions d'una companyia elèctrica, els consums que pugui haver-hi en el futur, depenen molt de les temperatures previstes en aquest futur, i això suposa una quanti-

Els satèl·lits i Internet

-Els satèl·lits o Internet: quina de les dues té actualment més influència en el camp de la meteorologia?

-Ara per ara, Internet s'utilitza molt a meteorologia. S'utilitza molt com a mitjà d'intercanvi d'informació, d'intranet hauríem de parlar, entre els diferents serveis meteorològics. És un sistema còmode actualment. També és un sistema còmode Internet exterior, per donar a conèixer i difondre la informació meteorològica, és imprescindible en aquest sentit. Concretament, l'Institut Nacional de Meteorologia té actualment una web que aporta una quantitat d'informació impressionant que permet a tots els que vulguin consultar-la veure molts de detalls. Però, realment, Internet i la tecnologia d'Internet en general, no és el que més ha influït en els canvis meteorològics. El que més ha influït tampoc no ha estat el satèl·lit Meteosat, encara que s'ha de reconèixer que el Meteosat, com tots els satèl·lits meteorològics, ha tingut molta d'importància, és clar, perquè donen una visió diferent dels sistemes meteorològics que existeixen. Els satèl·lits meteorològics i en general els sistemes de teledetecció, evidentment tots ells basats en suports informàtics, ens permeten tenir una visió nova del problema meteorològic i ens permeten una altra cosa molt important: vigilar què succeeix en cada moment, veure com es produeixen les coses, com es desenvolupen els fenòmens per poder-los seguir en temps real i, per tant, en algun moment donar avisos de darrera hora que poden tenir efectes concrets per a la protecció de les vides i béns materials de la societat. És un aspecte molt important, ara bé, aquest no és el gran impuls de la predicció del temps. El gran motor han estat els models de predicció numèrics, que estan basats en la informàtica. Per tant, el gran avanç de la meteorologia actual és la informàtica, molt ajudada pels sistemes de teledetecció, que també tenen suport informàtic.

tat de doblers a manejar tremenda, aquest és un exemple.

Com que ara hi ha aquesta confiança, aquestes previsions són també més exigents i això s'incrementa. Cada cop hi haurà més decisions que dependran de les prediccions meteorològiques, cada vegada ens exigiran més precisió, més exactitud, perquè hi ha més doblers en joc.

CANVI CLIMÀTIC

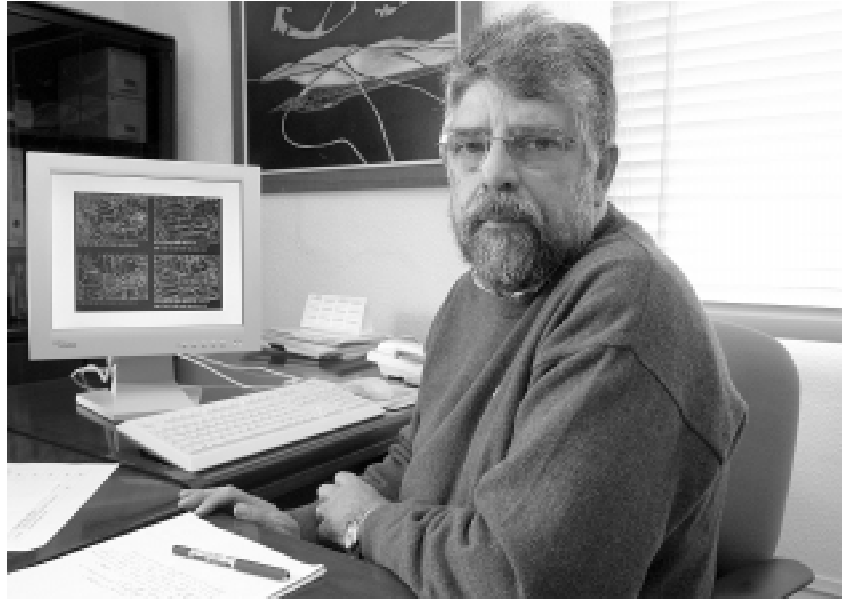
-Com caldria llegir el significat de l'onada de fred tant continuada que hem patit aquest hivern, és potser a causa del canvi climàtic?

-El canvi climàtic és un fet, és una qüestió sobre la qual hi ha poca discussió. Encara hi ha alguna veu discordant, però francament, està fora de lloc. Es pot donar per establert que hi ha un canvi climàtic en marxa, i no només està en marxa sinó que ja es nota. És a dir, si comparam les variables climàtiques, les mitjanes des de fa trenta

anys, veiem que s'han produït desplaçaments significatius. El canvi climàtic, bàsicament, consisteix en un augment de la temperatura, bàsicament és això. El que passa és que això té moltes implicacions secundàries, diguem-ho així. El fet que es produeixi aquest augment de temperatura i, sobretot, que no sigui regular a tot el planeta, sinó que hi hagi unes zones on l'escalfament és més important que a altres (en concret l'escalfament és més important a les zones continentals de latituds altes que a les zones marítimes de latituds baixes), això fa que es produeixin desajusts a la circulació atmosfèrica. La circulació atmosfèrica és un procés que funciona pel desequilibri que hi ha entre la calor a les regions polars i a les regions equatorials. Aquest és el motor principal de l'atmosfera i el que dona lloc a la cadena, l'engranatge que anomenem circulació atmosfèrica. Doncs bé, a causa del desajust que produeix el canvi climàtic, es desajusta també la situació atmosfèrica i això fa, per tant, que a zones on abans eren freqüents els passos de depressions, ara no siguin tan freqüents i hi hagi una tendència a la disminució de les pluges. Mentre que a altres regions on abans no passaven amb tanta freqüència les depressions, ara hi passen més a causa dels desajusts de la circulació atmosfèrica. Aquesta onada de fred no és una manifestació del canvi climàtic, la manifestació del canvi climàtic seria el contrari, seria més calor.

-Tot coincidint amb l'entrada en vigor del Protocol de Kyoto per a la reducció dels gasos contaminants a l'atmosfera, el Ministeri de Medi Ambient va presentar un estudi de les possibles conseqüències que el canvi climàtic tindrà a Espanya. Amb les dades de què disposem, què ens espera a Balears?

-S'han de distingir dues coses, per una part què s'espera del clima en ell mateix i de l'altra quines conseqüències té aquest canvi de clima. Quant a la previsió del clima en ell mateix, és prou clar. Podem dir que a Balears tindrem una pujada de les temperatures a l'estiu d'entre 3 i 5 graus d'aquí a cent anys i una mica menys l'hivern. Aquest seria el canvi global que ens espera quant a temperatures. Quant a pluges, és molt menys clara la tendència, però els estudis sembla que coincideixen que hi hauria una lleugera disminució de les precipitacions cap a Menorca i un lleuger augment cap a Eivissa, amb Mallorca en una situació intermèdia. Però, a més de tot això, el que hi hauria també és més irregularitat, tant pel que fa a temperatures com a pluges. Aquestes serien les grans línies del clima futur que ens espera, un clima per tant prou complicat, perquè hem de tenir en compte que si l'estiu del 2003 ens va escandalitzar i va produir un impacte amb un índex de mortalitat important l'onada de calor... quan milers de persones al conjunt de tota Espanya varen morir indirectament a conseqüència de l'augment de temperatura, doncs bé, la temperatura mitjana d'aquell estiu extraordinari del 2003 era tres graus més alta del que és normal. "Normal" vol dir la mitjana dels trenta anys anteriors. Doncs bé, tres graus més serà el que serà normal d'aquí a cinquanta, seixanta o setanta anys. Per tant el que hem d'imaginar és que tindrèm com a normal allò que va ser tan extraordinari ara fa poc. És difícil de concebre quina bondat tindrà aquest clima,



escarrufa molt pensar que això seria el normal i que, per tant, les puntes de calor serien encara moltíssim més altes. Per altra banda, tampoc no és agradable un augment de la irregularitat en les precipitacions i una certa disminució al total de les Illes, perquè això repercuteix en un menor aprofitament dels recursos hídrics, més erosió, etcètera.

-La zona de les Balears es troba en una de les regions on el canvi climàtic serà més evident?

-És una regió on el canvi climàtic serà important, perquè és una regió de clima marginal. És a dir, no som ni una zona molt plujosa ni una zona molt àrida. No som ni una zona molt freda ni una zona molt càlida, estam a una posició intermèdia. Per tant, petites variacions a nosaltres ens descol·loquen més.

PREDIR EL TEMPS

-On és més difícil fer la predicció del temps, a les Illes o a la Península?

-El mecanisme per fer una predicció és el mateix per tot arreu. Com li he dit, actualment està basat en uns models de predicció numèrica, uns models que normalment corren pels grans centres de predicció i això permet conèixer la situació futura en termes de camps meteorològics. Els camps meteorològics s'han d'interpretar i en la interpretació d'aquests camps meteorològics per esbrinar quin és el temps concret futur intervé el coneixement del meteoròleg, el coneixement que tinguem de l'atmosfera local i regional. Aquest aspecte, a les Balears, i a la Mediterrània en general, és més crític que a altres zones que siguin clarament atlàntiques, perquè aquí hi ha moltes alteracions de petita escala que pertorben la delineació general dels sistemes meteorològics i li donen una complexitat afegida. La interpretació dels productes de predicció numèrica és un problema complicat a la Mediterrània i en particular a les Balears. És un problema més senzill a zones amb menys influències locals.

"Balears és una regió on el canvi climàtic serà important, perquè és una regió de clima marginal. Petites variacions a nosaltres ens descol·loquen més"