

# Tecnodebats

## Climes

externs i interns

- 10 L'anàlisi** Canvi climàtic i humanització
- 30 Meteocat** Ciència a l'alçada del temps
- 37 La Vola** Impacte mínim
- 54 El projecte** Climatització de l'Hospital de Sant Pau
- 61 L'enginyer** Josep Maria Milián

**44**  
L'ENTREVISTA  
Isabel  
Cacho



# Una nova eina, projecte de futur

**L**a Junta de Govern que represento té entre els seus objectius potenciar la comunicació amb els col·legiats i col·legiades i també amb la societat. Després d'un renovat *Theknos*, ara li toca el torn a una publicació periòdica que recull l'herència del *Debats Tecnològics*, però que neix amb nou esperit i enfocament. El Col·legi, com a col·lectiu inserit en el teixit social català, vol contribuir al debat al voltant de temes d'actualitat i d'interès general. Així doncs, a les vostres mans teniu el primer exemplar de *Tecnodebats*, la nova revista del CETIB.

Volem, tot mantenint la idea dels temes monogràfics, fer-ne un tractament de forma plural i diversa, des de diferents angles i enfocaments. També volem que la nostra professió s'hi vegi reflectida i així donar a conèixer la implicació de l'enginyeria tècnica industrial en els diversos àmbits de la vida diària. Altrament, hem optat per un estil periodístic que faciliti la lectura i per un disseny modern i àgil que faci la publicació atractiva.

Obrim la col·lecció amb un tema d'actualitat i alhora controvertit. Parlem sobre els climes (interns i externs). I ho posem en plural perquè hi ha diverses formes d'acostar-s'hi. Si bé avui dia va en boca de tothom l'espinesca qüestió del canvi climàtic, de la qual en parlem a bastament, també és cert que hi ha altres aspectes que resulten d'interès, com poden ser el funcionament de les previsions meteorològiques, els edificis construïts pensant en l'aprofitament energètic i les instal·lacions de climatització projectades amb criteris sostenibles, entre d'altres.

Per acabar, vull manifestar la meva satisfacció en presentar-vos la *Tecnodebats* com a nova publicació del CETIB, perquè estic convençut que ha de ser una bona eina per posicionar-nos com a col·lectiu en un món globalitzat i canviant; en un món en què el debat i la reflexió són cada cop més necessaris. Espero i desitjo que sigui del vostre grat.



CANETTI FOTOGRAFIA

**“*Tecnodebats* ha de ser una bona eina per posicionar-nos com a col·lectiu en un món globalitzat i canviant”**

**Joan Ribó**  
DEGÀ

# Sumari

**7 EDITORIAL** A Catalunya sempre ens ha interessat el clima. I ara que el canvi climàtic és un fenomen de la màxima actualitat, amb més raó que mai. Però, com ens pot ajudar la tecnologia a millorar les condicions ambientals?



**10**

**L'ANÀLISI** Al llarg dels segles, el gènere humà s'ha hagut d'adaptar a la pressió que ha sofert pels canvis climàtics i, en la seva lluita per adaptar-s'hi, ha evolucionat tecnològicament. Ara, l'home aboca a l'atmosfera l'anhidrid carbònic que produeix per obtenir energia i intervé així en la tendència del canvi climàtic. **PER EUDALD CARBONELL**

**LES IMATGES** Els fenòmens més devastadors al ras de terra poden tenir una bellesa quasi bé poètica vistos des de l'espai. De la mateixa manera, el desgel de l'Àrtic o Groenlàndia pot generar imatges precioses... tot i tenir terribles conseqüències.

**20**

**30**

**METEOCAT** On es cuinen les previsions meteorològiques que ens serveixen els diaris i les televisions? Sovint, al Servei Meteorològic de Catalunya, una institució amb molta història que mira cap al futur. **PER ALBERT PUNSOLA**



**37**

**LA VOLA** Una empresa de serveis per a la sostenibilitat va decidir fer de la seva seu l'expressió dels seus principis. El resultat és l'Ecoedifici de La Vola, un exemple de com arquitectura i tecnologia treballen conjuntament pel medi ambient. **PER JOAQUIM ELCACHO**



**44**

**L'ENTREVISTA** Atenció, l'Àrtic es desgela i les conseqüències poden fer-se sentir a tot el planeta. És només una de les moltes coses que explica Isabel Cacho, una científica que estudia el clima del passat pensant en el que pot passar en el futur. **PER ANTONIO CERRILLO**

**EL PROJECTE** Al nou Hospital de Sant Pau les instal·lacions de climatització s'han projectat amb un doble objectiu: garantir el màxim confort i, alhora, optimitzar l'aprofitament energètic. **PER JOSEP MARIA MILIÁN**

**54**

**L'ENGINEYER** El responsable de les tasques d'enginyeria de la climatització del nou Hospital de Sant Pau ens parla sobre la seva feina i els problemes que hi ha trobat. **PER MIQUEL DARNÉS**

**61**

**64 L'OPINIÓ** Deu experts de diferents àrees ens expliquen quines són les principals evidències que fan pensar que ens trobem davant un canvi climàtic, fins a quin punt podem atribuir aquest canvi a l'activitat humana i quines són les esperances de poder canviar la situació. **PER TERESA ARTIGAS**

**69 BIBLIOGRAFIA I WEBS** Qui vulgui saber més sobre com funciona el clima o sobre els perills i les evidències del canvi climàtic té un munt de llibres i pàgines web per consultar. **PER JOAQUIM ELCACHO**

**72 VERSIÓN CASTELLANA** Todos los artículos de la revista, traducidos al castellano.



GETTYIMAGES

## Temps d'incertesa

**E**l temps sempre ha estat una important preocupació per als humans. Des que la humanitat existeix, treure el cap fora de la cova o la mà per la finestra ha estat un acte repetitiu i no exempt d'un cert ritual. Avui dia l'interès pel temps i pel clima continua més vigent que mai. Catalunya és precisament un dels llocs en què la gent para més atenció a les informacions relatives a la climatologia. Els programes televisius que parlen de núvols i clarianes són dels més vistos, al contrari d'altres punts de l'Estat, on la gent canvia de canal. I també les informacions sobre les variacions climàtiques són seguides amb interès. Això permet titulars a triple columna que ens informen que «El termòmetre ha marcat al juliol 2,5° per sobre de la mitjana» (diari *Avui*, dimecres, 2 d'agost del 2006).

**Les esperances dipositades en el protocol de Kyoto no han passat de ser això, esperances**

Així les coses, esdevé inevitable en una publicació que gira al voltant del clima donar un paper preponderant al canvi climàtic. S'ha escrit i dit molt sobre el tema i el fenomen anirà *in crescendo*, si algú no hi posa remei. Les esperances dipositades en Kyoto per evitar el progressiu escalfament del planeta no han passat de ser això, esperances. Sense el compromís a fons de tots els estats implicats i amb l'exclusió voluntària i conseqüent dels Estats Units, no hi ha grans motius per a l'optimisme. I diem conseqüent perquè en un país en què les grans empreses (importants emissores de gasos d'efecte

Td 1



**Tecnodebats 1** • Novembre 2006 • Publicació bianual  
**Edita:** Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona | Consell de Cent, 365, 08009 Barcelona | Tel. 934 96 14 20 | cetib@cetib.net  
**Consell editorial:** Jordi Català, Miquel Darnés, Ramon Gasch, Manel Gastó, Santiago Montaner, Joan Ribó **Assessor científic:** Jorge Wagensberg **Assessor tècnic:** Jordi Català **Publicitat:** GECAP, SL  
**Direcció editorial:** Miquel Darnés **Realització editorial:** Critèria, s.c.c.l. **Coordinació editorial:** Montserrat Costas i Xavier Muniesa **Disseny:** Xavier Peralta **Impressió:** Gramagraf, s.c.c.l. **Dipòsit Legal:** B-43405-2006 **ISSN:** 1886-9165

10 anys de Set

Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona

[AGENDA] BCN



## Els mateixos combustibles que ens han fet créixer amenacen ara la nostra civilització

d'hivernacle) són autèntics *lobbys* de poder, les polítiques ambientals queden relegades a segon o tercer pla. El gegant americà continuarà sent, sens dubte, el lloc del món on més emissions de CO<sub>2</sub> es produeixen, seguit de prop per la Unió Europea. No obstant això, al país bandera del liberalisme també hi ha veus discordants com la de l'exvicepresident Al Gore, que fa sentir les seves crítiques contra la política ambiental del govern Bush. Així doncs, els mateixos combustibles que ens han fet créixer amenacen ara la nostra civilització. Cremar deu litres de gasolina és deixar anar sis quilos de carboni a l'atmosfera. No obstant això, als països emergents com ara la Xina o l'Índia tenen clar que usar combustibles fòssils és la fórmula més barata per estimular el creixement. I no pensen renunciar-hi. De fet, segons la lògica capitalista, un creixement econòmic constant fa més fàcil aplicar polítiques mediambientals. Si un és ric, adquirir un convertidor catalític per al tub d'escapament resulta menys difícil. Així la pregunta seria: pot ser compatible el desenvolupament sostenible amb el creixement sostingut que exigeix la globalització?

Mentre el debat resta obert, el clima va fent de les seves. Alguns exemples: als Andes, la glacera Qori Kalis retrocedeix 30 m l'any, i a la Patagònia algunes glaceres s'han retirat 1,5 km en poc més d'una dècada. En diversos territoris, sobretot illes, s'ha encès l'alarma davant el perill de quedar submergits. També els huracans van augmentant de forma lenta però inexorable la seva força i durada. Un informe de la NASA afirma que l'any 2005 ha batut el rècord d'altres temperatures i el gel de l'Àrtic s'està fonent com un gelat de vainilla.

### L'OPORTUNITAT TECNOLÒGICA

La tecnologia existeix en gran manera per millorar les condicions de vida de les persones. Poder enviar un correu electrònic o graduar la temperatura d'un habitatge són dos aspectes d'un mateix progrés tecnològic que no sembla tenir fi. Les millores en prestacions i possibilitats de qualsevol aparell o màquina augmenten de forma exponencial. Però la tècnica, com gairebé res, no és neutral. Darrere de qualsevol innovació o de qualsevol nou aparell hi ha molts esforços concentrats en una direcció clara i precisa.

I aquesta direcció no sempre és l'adequada des del punt de vista ambiental. Si estem d'acord que cal preservar la vida en el planeta (és difícil trobar algú que afirmi el contrari) cal aplicar-ho a totes les activitats humanes. I també als negocis. Així doncs, les immenses possibilitats que avui ens ofereix la tècnica podrien aprofitar-se força més per millorar les condicions ambientals.

### IMAGINACIÓ I VOLUNTAT POLÍTICA

Amb tot, cada cop hi ha més sensibilitat per aquest tema per part dels fabricants i no resulta difícil trobar exemples que ho certifiquen: làmpades d'alta eficiència, sanitaris i aixetes de baix consum d'aigua, sense oblidar tots els materials i equipaments de les instal·lacions d'energies renovables. També volem recordar amb insistència que qualsevol instal·lació, més enllà de les exigències legals, pot projectar-se amb criteris sostenibles. Però cal encara més imaginació i voluntat política. Sense anar més lluny, l'Ajuntament d'Estocolm està experimentant amb un sistema d'alta tecnologia que ha de permetre reduir el trànsit en les hores punta, amb la conseqüent disminució de la pol·lució i de l'emissió de gasos. El sofisticat sistema es basa en uns transpeders que, acompanyats de detectors làser i una xarxa de càmeres, detecten quan un vehicle està circulant. Així doncs, els usuaris hauran de pagar peatges en funció de les franges horàries en què circulin. La mesura, tot i semblar impopular, té moltes possibilitats de ser aprovada en referèndum i ja hi ha ciutats com Nova York i Bangkok que s'han interessat pel sistema.

Bé doncs, en aquest primer número de *Tecnodebats* es tracta el canvi climàtic des de dos enfocaments diferents. Per una banda, el paleontòleg Eudald Carbonell explica la influència que les variacions climàtiques van tenir en el desenvolupament dels humans com a espècie i, per una altra, Isabel Cacho, investigadora de la UB, comenta les evidències del canvi climàtic en una entrevista. També hi ha, entre altres coses, un article sobre el servei Meteocat, un altre sobre l'ecoedifici de La Vola de Manlleu i un sobre la climatització del nou Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. **TD**

Les immenses possibilitats que ens ofereix la tècnica podrien aprofitar-se per millorar les condicions ambientals

# Canvi climàtic i humanització

Per a la nostra humanitat, el segle XXI emergeix amb una gran esperança. La consciència d'espècie s'obre pas cap a la seva socialització. En el transcurs del segle que estem passant, és possible que la nostra espècie sigui capaç de socialitzar la ciència i la tecnologia i d'integrar la diversitat, tot assegurant d'aquesta manera la seva pervivència en el planeta.

PER EUDALD CARBONELL | FOTOGRAFIES DE GETTYIMAGES I AGE FOTOSTOCK | IL·LUSTRACIÓ DE MAURICIO ANTÓN

**S**ens dubte, la tecnologia ha estat un dels resultats més espectaculars del desenvolupament científic. Sense la ciència en procés de socialització —gràcies a la tecnologia—, la nostra espècie, l'*Homo sapiens*, no tindria gaire futur al sistema solar, en contra del que defensen i del que pensen molts dels nostres congèneres.

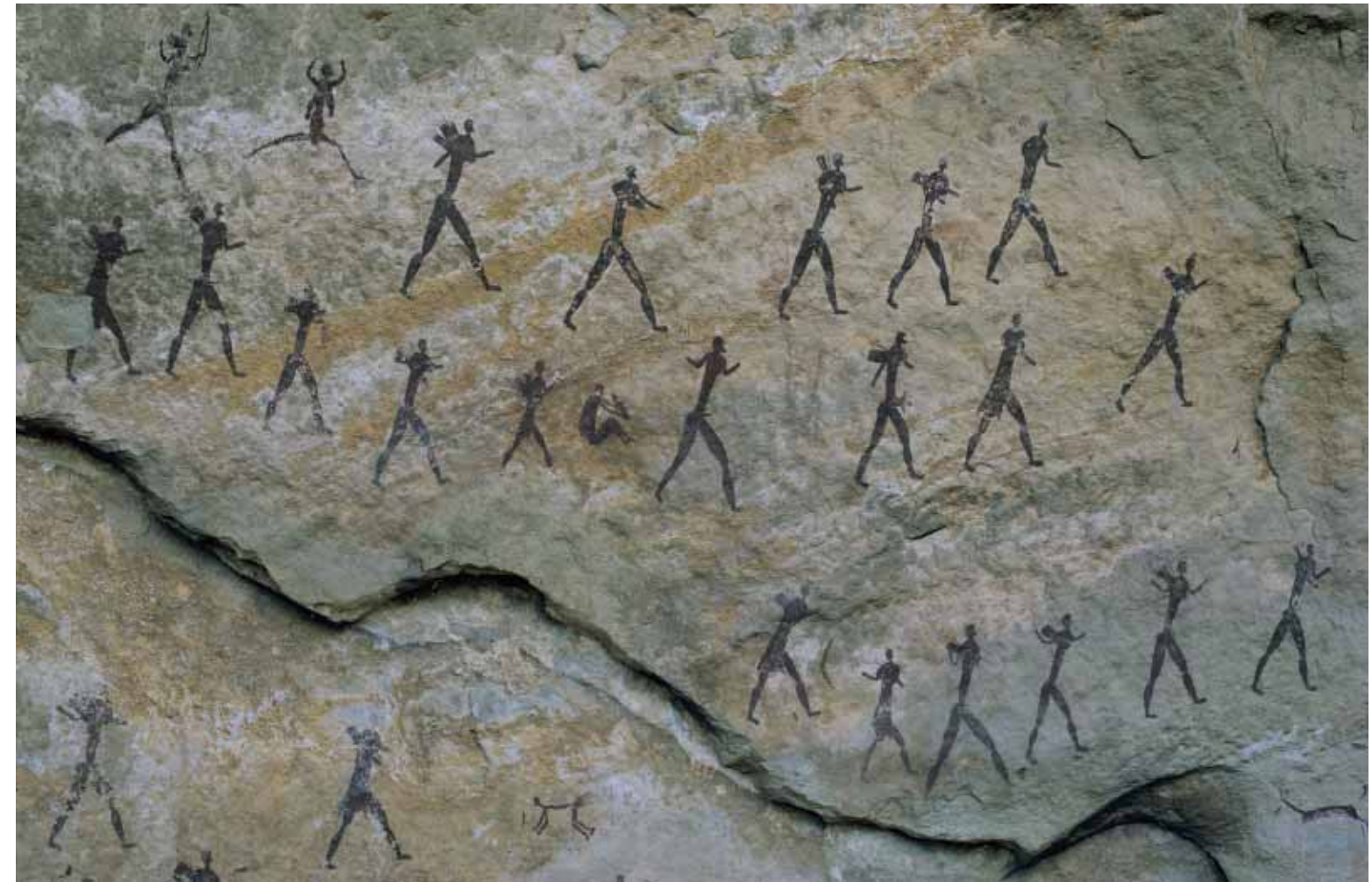
És des d'aquesta perspectiva que m'agradaria reflexionar en veu alta per discutir i plantejar aspectes de la importància de la tecnologia i la seva socialització, i fer-ho en el marc de les transformacions que pot provocar, entre d'altres factors, el canvi climàtic. La gestió humana de la seva propietat més rellevant, la ca-

pacitat tècnica, ha d'estar al bell mig de les nostres preocupacions existencials més immediates. Podríem cometre un error greu si penséssim que aquesta qüestió es pot deixar per a més endavant. És possible que després sigui tard.

Els processos que mouen el funcionament del nostre planeta, i que afecten de manera més rellevant els éssers vius, són de tipus termodinàmic. No hi ha cap espècie animal ni vegetal que es pugui escapar de les seves lleis. En aquest context, també cal tenir clara una altra llei que explica l'adaptació dels organismes vius al planeta: la selecció natural ens permet comprendre la diversitat, l'emergència i la desaparició d'organismes vius, fins i tot fa possible que fem proposicions del que pot passar en el futur si es donen algunes condicions, tot i que el darwinisme no planteja com a factor evolutiu la teleonomia (un concepte referit a sistemes que operen a base d'un programa amb un codi d'informació).

L'hominització i la humanització formen part d'un procés de redundància i d'evolució que a la Terra ha tingut lloc durant prop de tres milions d'anys. Ha estat sempre sota les lleis físiques, químiques i biològiques que abans hem anunciat. Les múltiples interaccions que els organismes vius tenen en els processos ontogenètics i filogenètics entre ells i amb l'entorn marcaran l'evolució tot donant al procés unes característiques específiques i particulars depenent del tipus d'organisme.

**La producció d'eines de sílex, és a dir, la tècnica, va facilitar l'adaptació humana al medi.**



A nosaltres ens interessa el gènere *Homo* i la seva singularitat. El nostre gènere, des de la seva emergència fa més de dos milions d'anys, s'ha diferenciat per una sèrie de característiques anatòmiques, les més rellevants de les quals són la posició bípeda i un cervell que ha anat engrandint-se en el transcurs del temps. A més d'aquestes característiques fisiològiques, cal posar en relleu el que és més específic en totes les espècies del nostre gènere: la producció sistemàtica d'eines, és a dir, la tècnica que li serveix per produir objectes amb d'altres objectes i adaptar-se millor.

En el decurs del temps evolutiu, el nostre gènere no ha estat únicament sotmès a la pressió d'altres depredadors i competidors importants en la cadena tròfica, sinó que un primat originat en un indret càlid s'ha sabut adaptar a indrets temperats i freds. Per tant, la pressió que ha sofert pels canvis climàtics ha estat, com en el cas d'altres mamífers, molt important i segurament ha influït sistemàticament en les seves estratègies per sobreviure.

Ens interessan, doncs, l'evolució tecnològica i el clima, dos factors que de manera diferencial inter-

**Des de la seva emergència, el gènere humà s'ha diferenciat pel seu bipedisme i un cervell que ha anat engrandint-se.**

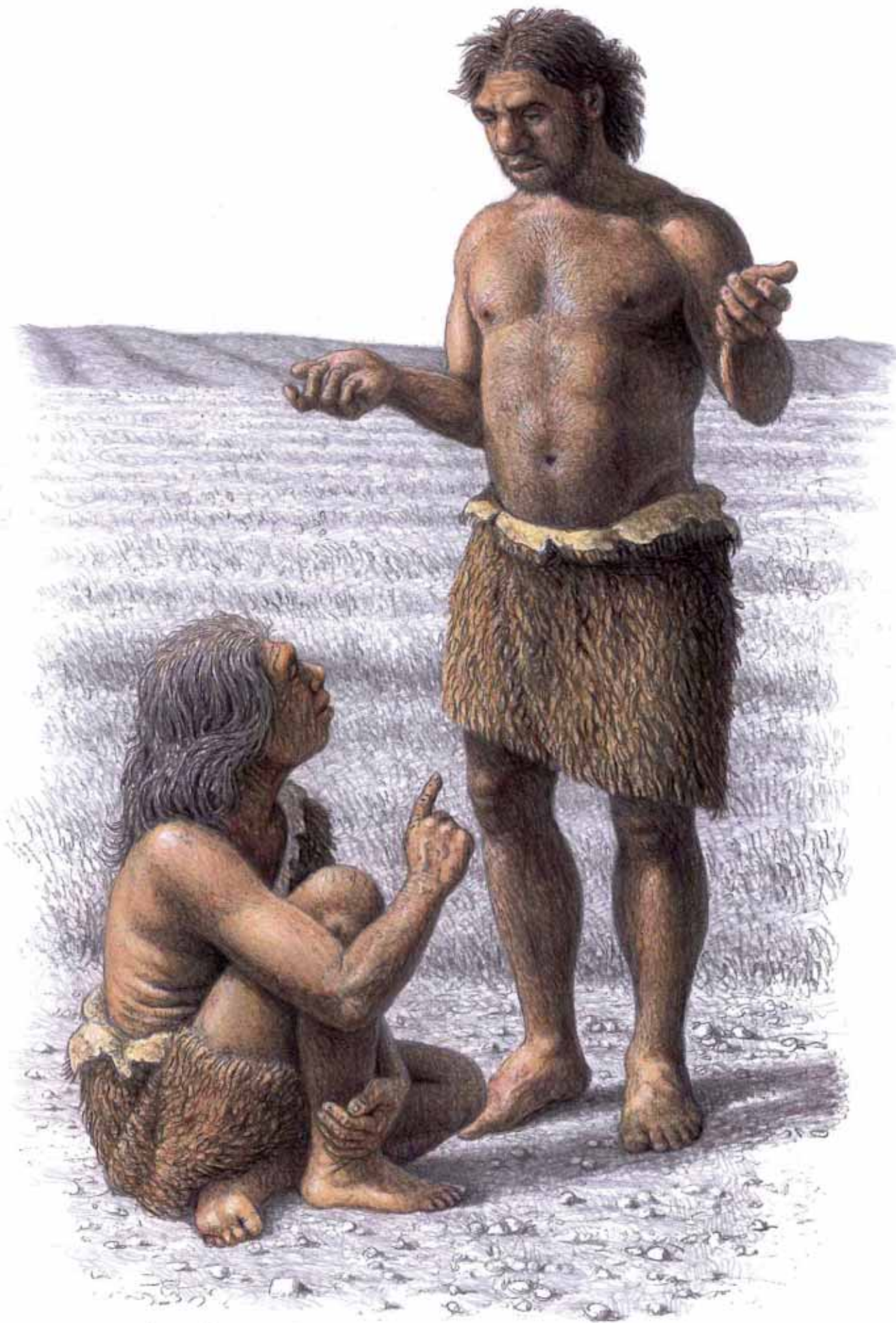
## Emergència de la tècnica

Una de les discussions més importants en l'evolució del nostre gènere, l'*Homo*, a banda de l'evolució biològica, tracta sobre l'emergència i l'evolució tècnica. La paleotecnologia estudia precisament aquest problema. Ara mateix, sabem que és possible que altres gèneres diferents

de l'*Homo* tinguessin instruments de pedra, tot i que les espècies de l'*Homo* són les úniques que en la seva totalitat han fet servir la tècnica per adaptar-se.

La capacitat per produir morfologies antròpiques en processos extrasomàtics no és gaire corrent. Per dur a terme

aquestes cadenes operatives, cal un procés de raonament més o menys complex que no s'entén sense la intel·ligència. I justament ha estat la intel·ligència operativa la que ha provocat el desenvolupament de la nostra humanitat.



El canvi climàtic és una de les propostes que s'han fet per explicar la desaparició dels Neandertals d'Europa i Àsia.

venen decisivament en conformar en primer lloc la intel·ligència i més tard la consciència, tal com hem plantejat abans.

#### QUÈ ENS PREOCUPA?

Els científics som els primers a conèixer el que està passant perquè normalment disposem d'informació provinent dels col·legues que treballen al camp recollint dades i sovint, abans que hagin estat contrastades empíricament, nosaltres ja en podem fer projeccions.

Això és el que a mi em va passar l'any 2002, quan un col·lega geòleg que tornava d'un viatge de treball als pols em va dir que les coses no anaven gaire bé. En el meu cas, doncs, dispo de un informador privilegiat, el Dr. Adolfo Eraso, catedràtic d'hidrodinàmica que fa prop de 25 anys que està treballant a l'Àrtic i a l'Antàrtida prenent dades en sistemes càrstics de glaç. Entre els resultats que ha obtingut destaca el fet que hi ha un increment exponencial de la descàrrega d'aigua dels glacials. Això vol dir que es fonen ràpidament.

Sabem que el planeta té mecanismes de regulació dels nivells d'anhidrid carbònic, per una part, els volcans en actiu en són els grans emissors, a la vegada que, per l'altra, els esculls dels mars càlids i poc profunds el fixen.

Tots coneixíem que el CO<sub>2</sub> de l'atmosfera estava augmentant ràpidament: de 300 ppm (partícules per milió) l'any 1910 fins a 370 ppm l'any 2000. La revolució industrial va comportar un augment exponencial en el consum de combustibles fòssils, primer del carbó i més tard també del petroli.

Tot això no seria greu si no fos perquè provoca l'efecte hivernacle i contribueix a un augment de la temperatura del planeta Terra. L'increment de CO<sub>2</sub> va ser el natural fins al segle XIX, però a partir d'aquell segle els humans estem intervenint com un agent emissor important.

Segons diu el Dr. Eraso, quan comparem els registres paleoclimàtics dels gels glacials amb les

estacions que mesuren el CO<sub>2</sub>, podem saber que a partir de 290 ppm de CO<sub>2</sub> —ara estem en 370 ppm— han estat emissions provocades pel nostre creixement per aconseguir energia cremant combustibles fòssils.

L'augment de la temperatura té conseqüències molt importants en el canvi de clima de la Terra i per tant —i sobretot— en la biosfera. Aquesta hauria de ser la nostra preocupació fonamental, la consciència d'espècie l'ha d'abordar amb tota rapidesa. La nostra contribució específica al canvi climàtic necessita tenir respostes immediates però sense oblidar el mitjà i el llarg termini.

Des de la meua perspectiva, aquesta és la qüestió clau. Com volem continuar la humanització de la nostra espècie? Com influirà el canvi climàtic en



#### Clima i intervenció de l'*Homo sapiens*

Les condicions climàtiques del planeta estan determinades per les lleis de la termodinàmica. Els sondejos dels fons marins i dels pols a les darreries del segle XX han permès conèixer que els estadis isotòpics s'alternen, de manera que els parells són més freds i els senars són més temperats. Es marca així una cadència continuada d'esdeveniments cíclics en els quals intervenen la radiació solar, la temperatura dels medis oceànics i d'altres factors que es troben en els canvis estructurals. El nostre gènere emergeix entre els estadis isotòpics 104-98.

El més significatiu és que una espècie de primat pugui intervenir en el canvi gràcies al desenvolupament social i tecnològic. Aquest fet ens hauria de fer reflexionar profundament sobre el nostre esdevenidor.

les noves construccions racionals i en la ideologia del segle XXI? Serem a temps de socialitzar la tecnologia? Com es farà la planetització, integrant la diversitat o homogeneïtzant-la?

### MIRAR I ENTENDRE EL PASSAT

Ara, després de més de 30 anys de vida professional dedicada a conèixer els trets que caracteritzen l'evolució, he arribat a una conclusió que em sembla satisfactòria. Sempre havia pensat que, sense conèixer el passat, era molt difícil poder construir el futur de la nostra humanitat. Em semblava una sentència gairebé axiomàtica. Ara penso a l'inrevés, he fet una inversió epistemològica i estic quasi convençut que, sense saber què volem fer com a espècie, les dades del passat no tenen sentit. És a dir, hem de buscar el sentit del nostre camí mentre caminem i només així serem capaços d'entendre per on hem caminat.

És en aquesta perspectiva que em plantejo veure com afectarà el canvi climàtic al desenvolupament d'aquest primat que ha arribat a ser tan especial, el primat humà. Per tant, les preguntes vénen del present i del futur, són interrogacions molt profundes, possiblement encara sense resposta, perquè és probable que el nostre gènere encara no estigui prou

**“Estic quasi convençut que, sense saber què volem fer com a espècie, les dades del passat no tenen sentit”**

preparat per respondre-les, però cal que assagem com fer-ho perquè ens calen les pautes per regenerar el nostre comportament com a humans. Els problemes que planteja el canvi climàtic ens poden ajudar a la catarsi i també a resoldre-la positivament.

Fa uns 2,5 milions d'anys, a finals del pliocè —període que precedeix al quaternari— hi va haver un refredament sobtat i la humitat va decaure. Es va instal·lar a la Terra un clima fred i sec que va afectar tot el planeta, i de manera especial, l'À-



frica. Al nord del continent africà es van formar els deserts coincidint amb un increment dels vents alisis i el refredament global.

A partir del pliocè mitjà, la laurisilva de la costa del nord-est africà va ser substituïda per matolls i boscos esclerofil·les. A l'est, les coses eren diferents, la selva va deixar pas als matolls caducifolis com l'acàcia (*Acacia commiphora*). El canvi, segons els estudis botànics actuals, va passar per quatre fases principals: matolls i prats amb acàcia seguits de prats d'herbàcies; més tard, hi va haver extenses praderies i, finalment, van disminuir les zones de bosc i va augmentar la flora subdesèrtica. En aquesta darrera fase ja va aparèixer l'*Homo ergaster*. Quan l'homínid ja s'havia escampat per l'est d'Àfrica, les herbàcies tipus C4, ben adaptades a la fotosíntesi, ja eren abundants als ambients desèrtics.

És en el marc d'aquests canvis que entre els primats emergeix una forma ben definida: es tracta dels homínids que comencen a fer servir eines de pedra i que s'acostumen ràpidament a la vida a l'aire lliure i de la sabana. Amb unes altres paraules, van deixar els arbres i es van aventurar als espais oberts.

És difícil d'establir la correlació entre l'emergència del nostre gènere i el canvi climàtic, però és

clar que el fet es produeix sincrònicament. És lògic per tant que s'associï una cosa amb l'altra. D'aquest moment, en el substrat evolutiu dels primats, en queda la capacitat per produir instruments que es faran servir per a tot tipus de tasques, tant per recol·lectar com per caçar i per a tota mena d'activitats domèstiques.

Per tant, podem sobreentendre que el canvi climàtic desencadena un canvi en les formacions vegetals i, com a conseqüència, en els animals que viuen en aquests paratges, cosa que podria ser la cadena que explica l'emergència del gènere. Si realment és així, el clima hauria determinat les estratègies dels homínids tot fent que el gènere *Homo* s'especialitzés amb les eines per enfrontar-se a les situacions que s'havien generat a conseqüència del canvi.

Variació climàtica, canvi ecològic i emergència del nostre gènere són sincrònics; podem inferir que existeix una relació dialèctica que explica la transformació dels primats humans en primats en procés d'humanització; ningú no s'escapa de la selecció natural, però aquesta actua afavorint els que s'adapten millor perquè desenvolupen noves estratègies. Això és el que devia passar quan les praderies van substituir els boscos, ara fa uns 2,5 milions d'anys, a l'Àfrica centreoriental.

### EMERGÈNCIA DE LA TÈCNICA

L'aparició d'instruments de pedra ens indica l'inici de la intel·ligència operativa. A l'Àfrica en tenim registre des de fa com a mínim uns 2,5 milions d'anys i és probable que apareguin eines més antigues encara. La tècnica és un producte natural que emergeix a conseqüència de la nova forma d'adaptació al consum d'aliments diferents, bàsicament carnis, per part d'alguns homínids. Els primers útils els trobem al jaciment etiòp de Khada Gona, en la formació de Khada Hadar.

Les eines de pedra i les marques que deixen en els ossos quan es fan servir són les proves directes de l'existència d'una tecnologia arcaica, però que aviat va ser socialitzada. L'emergència del comportament intel·ligent a l'hora de transformar la pedra en instruments susceptibles de ser fets servir com a objectes transformadors i generadors de catàstrofe sobre teixits representa un salt quàntic en l'evolució del comportament de la naturalesa. La naturalesa adopta una nova forma de memòria i els instruments produïts pels homínids són la primera memòria tecnològica del planeta, un pas cap a la consciència d'espècie.

Els instruments, mostra d'un comportament tècnic, són codis morfològics que contenen informació

**Al pliocè mitjà, la laurisilva del nord-est africà va deixar pas als matolls i boscos esclerofil·les. El canvi climàtic desencadena canvis en la vegetació i, en conseqüència, en els animals.**

**Els volcans en actiu són els grans emissors naturals d'anhidrid carbònic.**

lògica sobre la capacitat d'informació del nostre gènere; codis que poden ser transcrits pels científics i utilitzats per saber què va passar quan la tecnologia de la pedra dominava la Terra. Sempre faig l'analogia de l'ADN, però en aquesta qüestió les eines són codis informatius extrasomàtics d'alt valor operatiu, perquè permeten la singularització d'un gènere i, a la vegada, fan que una espècie de l'ordre primat arribi a dalt de tot de la piràmide tròfica.

La relació de la producció d'eines amb el canvi climàtic també s'ha de posar a prova; el que és clar és que aparentment van paral·leles i podem pensar que estan relacionats. La necessitat que tenen alguns primats d'adaptar-se a una dieta rica en proteïnes els converteix en autèntics éssers omnívors. La competència que sorgeix de la necessitat d'adaptar-se als espais oberts i les noves possibilitats que els ofereixen tornen alguns primats primer en carronyaires i més tard en depredadors ben organitzats.

Possiblement en un ambient de selva o de molts boscos no s'haurien desenvolupat les habilitats que porten a la intel·ligència operativa, perquè no hauria calgut fer aquest pas. El consum de carn va ser bàsic per desenvolupar les capacitats humanes. Segurament en un ambient com el que hi havia fa més de tres milions d'anys a l'Àfrica centrooriental, no hauria existit cap mena de desenvolupament.

**EXTINCIÓ DEL NEANDERTAL**

Un dels debats més excitants dels prehistoriadors, constant durant el segle xx, és el de l'extinció del Neandertal. No trauria aquest tema aquí si no fos que una de les propostes que s'han fet per explicar-la és la del canvi climàtic i constitueix un altre punt interessant que relaciona amb el clima l'extinció d'una espècie.

De les moltes explicacions que circulen sobre la desaparició del Neandertal d'Europa i Àsia, que segurament molts lectors coneixeran, en destaco, perquè és el tema de debat, la hipòtesi del canvi cli-



màtic proposada amb força per un col·lega de Gibraltar. El Dr. Clive Findlayson ha defensat que l'extinció d'aquesta espècie europea ha estat deguda a les oscil·lacions climàtiques que es produeixen al final de l'estadi isotòpic 3.

Efectivament, l'estadi isotòpic 3 —que finalitza cap a 30.000 anys— és un estadi temperat però amb moltes oscil·lacions intermèdies que fan que el clima i la humitat canviïn sobtadament. Aquesta situació genera, segons els defensors de la hipòtesi, una desadaptació progressiva dels Neandertal, els quals es van fragmentar en grups cada vegada més petits i aïllats, situació que fa que els homínids siguin més susceptibles d'extingir-se. D'altres factors, com la genètica i l'arribada de l'*Homo sapiens*, serien les causes que produirien la desaparició dels europeus autèntics, els Neandertal, substituïts pels nostres avantpassats africans, l'*Homo sapiens*.

Així doncs, en el cas que estem explicant, segons en Clive Findlayson, el canvi climàtic seria la causa —si no l'única, sí la fonamental— de la desaparició d'una espècie d'homínid. Per als que defensen aquesta perspectiva, el clima seria determinant en la desaparició d'algunes espècies concretes, i en el cas dels Neandertals, això seria l'explicació més factible.

Cal dir que personalment a mi no em sembla que el clima sigui el factor decisiu en l'extinció, però sí que possiblement va jugar un paper d'accelerador en la tendència d'un procés irreversible. Això és el que penso. No podem menystenir la capacitat tecnològica de l'*Homo neanderthalensis*: coneixia perfectament bé la tècnica del foc, la qual cosa implica un control dels aliments, els conservava i els modificava escalfant les plantes i els tuberculs que no es podien menjar. Les cadenes dels vegetals i el seu tractament eren exhaustives perquè també tallaven arbres per confeccionar pals de cabana i tot tipus d'instruments de fusta i, a més, els feien servir com a combustible. L'organització domèstica era complexa, enterraven els morts tot i que encara no ho feien sistemàticament. Com a conclusió, els Neandertal gaudien d'unes capacitats d'adaptació notables.

La pressió que van poder patir per les contínues oscil·lacions que es produïren a l'estadi isotòpic 3, segons la meua opinió, no tenien perquè extingir l'espècie, si no fos que ja estava condemnada per deriva genètica i per problemes endocrins. En aquest cas, des de la meua perspectiva, el canvi climàtic va provocar una acceleració en la crisi del sistema, però el sistema ja estava prop del col·lapse.

**EL CANVI CLIMÀTIC I L'HOMO SAPIENS ACTUAL**

Possiblement el refredament del planeta va tenir un paper fonamental en l'emergència del nostre gènere fa 2,5 milions d'anys, però encara no en podem establir una correlació sistemàtica. Les oscil·lacions climàtiques d'aproximadament 35.000-25.000 anys també van poder afectar i ajudar en l'extinció del Neandertal. Ara tenim un repte nou al davant: la influència que té l'escalfament del planeta sobre la nostra organització social.

En primer lloc, la influència possible del clima en l'organització i en l'estructuració social no és la mateixa per a totes les espècies, perquè els casos que hem fet servir fan referència a homínids que no

pertanyen a la nostra espècie, tot i que sí que són del nostre mateix gènere. En segon lloc, els canvis climàtics es donen en diferents circumstàncies. En tercer lloc, no es pot comparar la tecnologia humana emergent de fa 2,5 milions d'anys amb la que tenien els Neandertal, i encara menys amb la que tenim nosaltres, els *Homo sapiens* del tercer mil·lenni.

No podem oblidar que som la primera espècie que, després de prop de 200.000 anys d'evolució, està intervenint en la tendència del canvi climàtic, alimentant-lo amb el CO<sub>2</sub> que produïm per obtenir energia. Mai cap espècie d'homínid en cap circumstància no havia intervingut sistemàticament en la termodinàmica del planeta, nosaltres som els primers. Es tracta d'una situació nova i desconeguda en la vida de la Terra.

Tampoc a la Terra mai no havia existit una espècie que s'interconnectés amb tota mena de mitjans que donessin informació constant sobre els conti-

**“No podem oblidar que som la primera espècie que està intervenint en la tendència del canvi climàtic”**

nents i sobre els oceans i mars d'arreu del planeta. Mai no hi havia hagut una espècie de primat humà amb 7.000 milions d'individus. La població humana no té per igual el mateix consum energètic, de manera que només el 20% dels individus fan servir el 80% de l'energia que es produeix. El desequilibri que provoca una distribució molt deficient de l'energia pot arribar a ser un dels principals problemes si el canvi climàtic es produeix acceleradament, ja que pot desencadenar una destrucció veritable dels més necessitats i un gran col·lapse de l'espècie, a banda de conflictes dels quals cap país en restarà al marge.

Els perjudicis provocats pel canvi climàtic poden ser molt grans; desaparició de moltes espècies, aparició de malalties noves a llocs desconeguts,





**Transport de matèries primeres, turisme... La mobilitat ha esdevingut una estratègia de l'espècie.**

inundacions per les pujades del mar, incendis sistèmatics, pèrdues de terres per manca d'aigua de pluja, destrucció d'infraestructures i molts d'altres que tots tenim al cap. Ara bé, també es crearan escenaris nous que en el futur podran dimensionar l'economia a gran escala, com el pas per l'Àrtic si desapareix el pol, perquè les zones gelades poden esdevenir zones temperades.

La socialització de la tecnologia és bàsica per a un creixement organitzat i ben gestionat de l'*Homo sapiens*. El canvi climàtic —que és natural en l'estructura termodinàmica del planeta— ens afecta cada vegada més a causa de les interrelacions econòmiques i socials que hem establert arreu i per la demografia amb un creixement exponencial. Matèries primeres per a la producció d'energia, productes elaborats de tot tipus, trasllat de persones per turisme i per viatges de negocis... La mobilitat és una estratègia de l'espècie, cosa que mai no havia passat fins ara. Després de generacions i generacions d'immobilitat, els fluxos demogràfics són un element fort d'entropia dins del sistema.

Precisament el transport representa un percentatge molt alt de la contaminació per gas a l'atmos-

fera. La necessitat de produir energia i de transportar la matèria és la base central de la producció de CO<sub>2</sub>, i com hem dit, el CO<sub>2</sub> és el responsable de l'efecte hivernacle.

#### **CONCLUSIÓ: QUÈ PODEM FER?**

Aquesta situació arriba a la Terra quan encara no s'ha produït una autèntica planetització. Arriba amb una falsa globalització que fa que la tecnologia encara no hagi estat encara socialitzada i que les fronteres territorials siguin més poderoses i amenaçadores del que mai no ho havien estat en el passat. Arriba quan s'ha implantat la globalització homogeneïtzadora en comptes de la planetització integradora. L'*Homo sapiens* encara no és una realitat conscient socialitzada, el comportament primat és el que encara s'està expressant realment en les nostres relacions.

La tecnologia no s'ha socialitzat, per tant, els desequilibris d'espècie són una rèmora per afrontar críticament el futur que pot provocar el canvi climàtic. Governos corruptes no fan cas dels senyals d'alarma procedents de les organitzacions científiques i amaguen el cap sota l'ala, mentre que sovint es dediquen a hipotecar estratègies

que ara mateix serien plausibles per disminuir l'impacte del canvi.

Quan començava aquesta reflexió, he esmentat dos conceptes que he anat repetint al llarg del text. La consciència d'espècie —que esperem que sigui crítica ben aviat— i la integració de la diversitat, dos mecanismes i dos objectius per poder suportar la crisi que ens ve al damunt.

Des d'ara mateix hem de reflexionar sobre el nostre futur per tal d'aprendre del passat quines són les circumstàncies que s'han donat en casos de conflicte i d'extinció. Per tant, la recerca sobre l'evolució s'ha de convertir en un programa de coneixement global per tenir informació científica específica sobre el context en què s'han produït els canvis i sobre quines són les conseqüències que se n'han derivat.

Cal que prenem consciència que la lluita per sobreviure i per reproduir-nos a la Terra —abans que no siguem capaços de fer-ho fora— és una prioritat estratègica. Per tant, hem de deixar de banda els comportaments particularistes i dominants característics dels primats poc evolucionats i raonar com humans crítics i conscients.

Finalment, dues qüestions més que cal analitzar com a espècie. Tenim una necessitat peremptòria de distribuir eficientment els recursos. I ho hem de fer mitjançant la socialització de la tecnologia, perquè és la manera d'assegurar un progrés conscient i possibilitats de sobreviure al col·lapse que s'intueix pròxim.

La segona qüestió és educar-nos en l'humanisme tecnològic, no en els idealismes literaris que tant de mal han fet a la nostra evolució recent. La crítica i la tecnologia ens fan humans; després, la literatura i la poesia poden contribuir a fer-nos subtils. TD



**Eudald Carbonell Roura**  
Professor a la Universitat Rovira i Virgili i director de l'Institut de Paleoecologia Humana i Evolució Social



#### **Conceptes per al futur de l'espècie**

Hi ha tota una sèrie d'elements conceptuals que cal tenir en compte si volem reflexionar sobre el futur de l'*Homo sapiens*: **la consciència d'espècie** —si pot ser, crítica—, **la integració de la diversitat i la socialització de la ciència i la tècnica**.

El desenvolupament empíric d'aquests elements és el que ens pot permetre tenir un criteri d'espècie objectiu per construir el futur per mitjà del progrés conscient.

Portarem a bon port el que estem plantejant quan convertim el coneixement en pensament. Aquest és un dels camins fonamentals per traçar. Sense un concurs intel·lectual i social, tot això és molt difícil. Aquest és el motiu pel qual alguns humans sabem que és l'hora de pensar i d'actuar: **la crisi climàtica ens pot ajudar a reflexionar**.

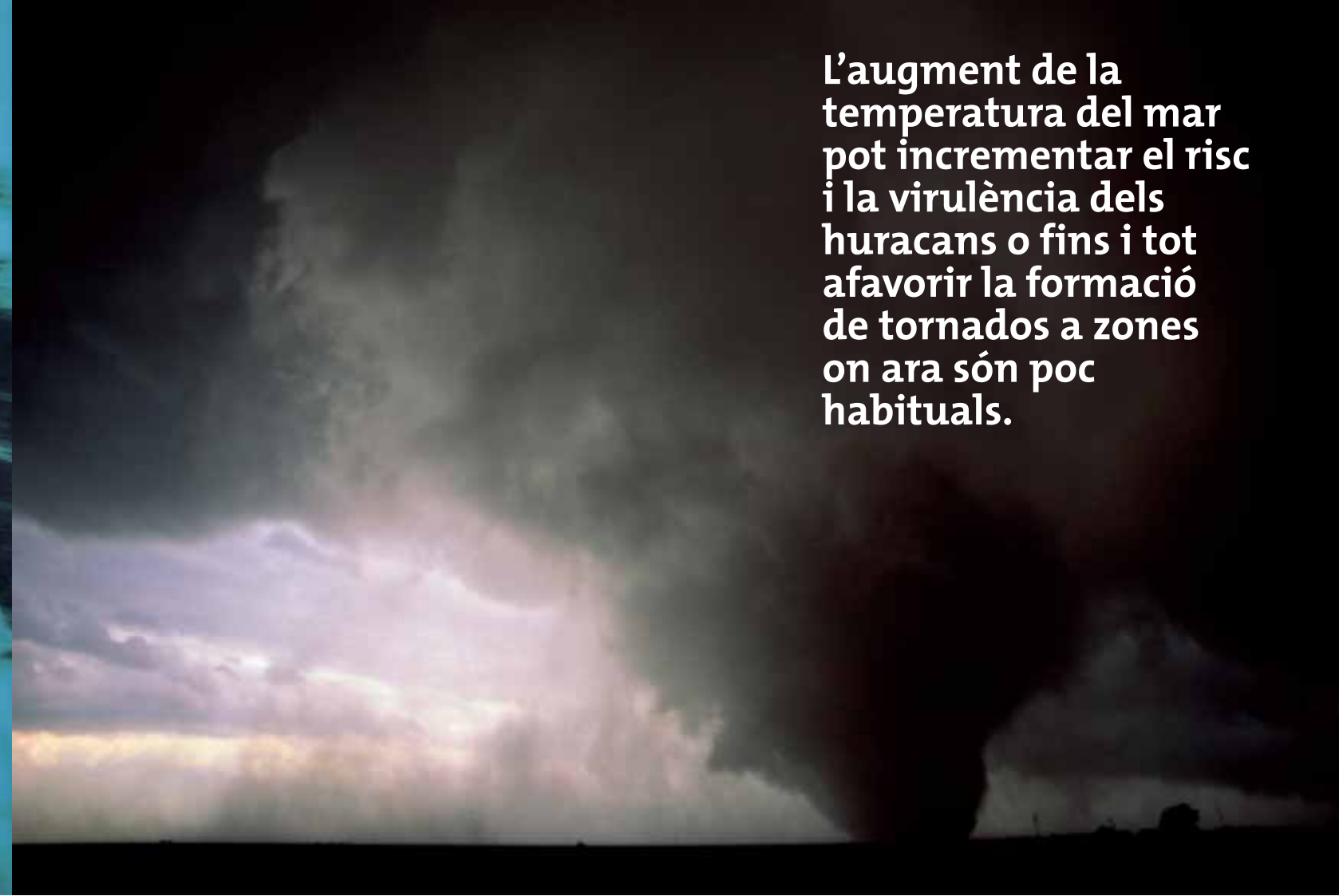
MIRAR EL CLIMA

# Extrema bellesa

extrema  
devastació

**Els fenòmens meteorològics  
extrems produeixen sovint imatges  
bellíssimes, tot i que provoquin  
la devastació més absoluta.  
L'escalfament global causa el desgel  
i contribueix a accentuar aquests  
fenòmens.**


FOTOGRAFIES DE GETTYIMAGES



**L'augment de la temperatura del mar pot incrementar el risc i la virulència dels huracans o fins i tot afavorir la formació de tornados a zones on ara són poc habituals.**

L'excés d'anhídrid carbònic a l'atmosfera impedeix la sortida de calor a l'espai i causa l'anomenat *efecte hivernacle*.





El desgel de l'Àrtic i Groenlàndia per l'augment de les temperatures redueix la capacitat de la Terra de reflectir energia cap a l'espai i, per tant, contribueix encara més a l'escalfament.



Intenses tempestes,  
violentes inundacions  
i, en d'altres zones,  
desertització:  
és la cara i la creu  
del canvi climàtic



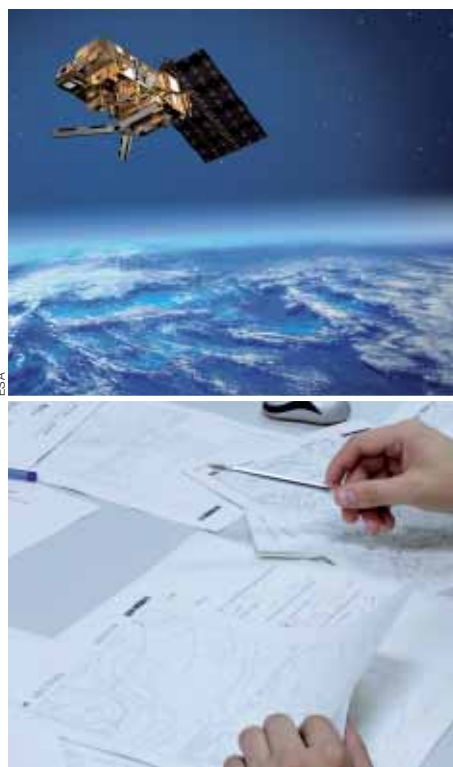
## Servei Meteorològic de Catalunya

# Ciència a l'alçada del temps

Adscrit al Departament de Medi Ambient de la Generalitat, l'SMC es consolida com un referent en el seu camp, tant en el nostre país com a l'exterior.

PER ALBERT PUNSOLA | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ

**J**oan Pallisé, enginyer tècnic industrial i director del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), explica que en certa ocasió el director d'un servei homòleg li va dir: «a casa nostra passa al revés que a Catalunya, quan anuncien el temps per la tele la gent canvia de canal». Els catalans tenim un gran interès tant pel clima —l'estat mitjà de l'atmosfera al llarg d'un període determinat— com pel temps —l'estat de l'atmosfera en un moment en concret. Es podria pensar que aquest interès ha estat induït mediàticament per la bona tasca de diversos professionals que, en els darrers anys, han estimulat les audiències a aprofundir més enllà de les simples previsions. En realitat, l'interès ve de més lluny. Té els seus orígens a la segona meitat del segle XVIII, amb personalitats tan importants com F. Salvà i Campillo (1751-1828). Al segle XIX, quan l'ambient



L'actual Servei Meteorològic és hereu del que va crear la Mancomunitat el 1921. Avui dia utilitza la tecnologia més moderna.

cultural de la Renaixença propicia el gust per l'excursionisme, arrela el coneixement geogràfic del país al qual s'unirà ben aviat l'observació dels fenòmens meteorològics, i es professionalitza com a disciplina científica durant les primeres dècades del segle XX.

### HEREUS DE LA TRADICIÓ

L'existència de l'actual SMC també és la culminació d'un llarg recorregut. Com a institució, reprèn el fil històric de l'antic Servei Meteorològic de Catalunya, creat el 1921 per la Mancomunitat i del qual va ser director Eduard Fontserè (1870-1970), sota la dependència científica de l'Institut d'Estudis Catalans. Inicialment consistia en una oficina que recollia les dades procedents tant dels observadors voluntaris com les informacions d'Espanya i d'arreu del món.

Ben aviat, es van fer previsions diàries del temps que es divulgaven a tots els edi-



ficis públics i locutors telefònics. Amb l'inici de la radiodifusió (1924) també es van emetre per aquest mitjà. Aquestes previsions van ser cada vegada més requerides per l'aviació, tot coincidint amb una època de forta expansió.

Aquell Servei Meteorològic de Catalunya va adquirir una notable dimensió internacional. Des dels seus inicis va estar vinculat a l'Organització Meteorològica Internacional (OMI), en un temps en què aquesta organització no aplicava el criteri de la sobirania política per triar els seus membres. El 1950 l'OMI deixaria pas a l'OMM (Organització Meteorològica Mundial), configurada per serveis estatals. Les peculiaritats de l'OMI van permetre a Eduard Fontserè assistir, en la

**La recollida i l'anàlisi de les dades meteorològiques ha experimentat un progrés extraordinari gràcies a la informàtica i els models físicomatemàtics.**

seva qualitat de director, a les rellevants trobades d'Utrecht (1923) i Copenhagen (1929) entre d'altres, com també a la Conferència de Directors, el màxim organisme rector de l'organització.

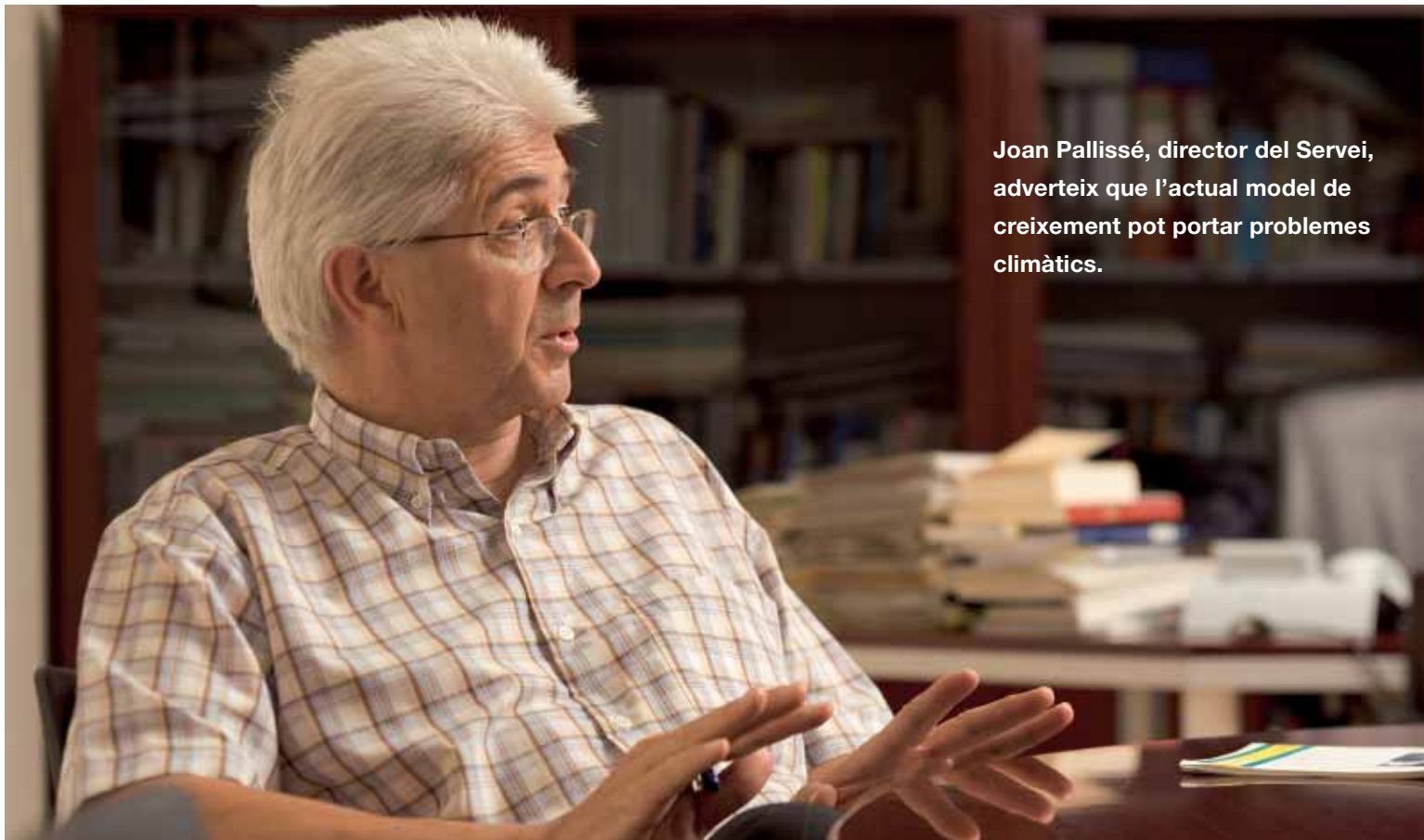
El Servei Meteorològic de Catalunya va participar intensament en la Comissió Internacional per a l'Estudi dels Núvols, establerta el 1921 a Londres amb l'objectiu d'elaborar un nou atlas, que va ser publicat de forma abreujada el 1930 en francès, anglès, alemany (llengües oficials de l'OMI) i en català. La versió completa en català va veure la llum el 1935, un fet sens dubte extraor-

dinari atès el pes específic de Catalunya en el conjunt mundial.

Aquesta brillant trajectòria es va veure interrompuda el 1939 amb la victòria de les tropes franquistes. «Curiosament —remarca Joan Pallisé— la dictadura de Primo de Rivera havia permès al Servei continuar la seva tasca sense excessius problemes, això sí, amb l'obligació de fer-ho tot en castellà, i un cop dissolta la Mancomunitat, amb la gestió a càrrec de la Diputació de Barcelona». Però el 1939, les instal·lacions del Servei foren destruïdes i el seu valuós fons patrimonial, incautat.

El desenvolupament de l'actual SMC és paral·lel a la restauració de la democràcia i de l'autogovern. L'Estatut d'autonomia del 1979 atribuïa a la Generalitat la competència exclusiva en la matèria del Servei Meteorològic de Catalunya, però no

**L'any 1939, les instal·lacions del Servei Meteorològic foren destruïdes i el seu valuós fons patrimonial, incautat**



Joan Pallisé, director del Servei, adverteix que l'actual model de creixement pot portar problemes climàtics.

### Canvi climàtic i SMC

Una de les tasques que la Llei de meteorologia vigent ha encarregat al Servei és coordinar la recerca sobre el canvi climàtic a Catalunya. L'SMC ha contribuït, amb el Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible, a un treball sobre els estudis que s'estan duent a terme en el nostre país des de diverses disciplines sobre el canvi climàtic. Segons Pallisé «aquest fenomen comença a ser una realitat acceptada i contrastada per la major part de la comunitat científica; hi ha evidències que l'ús dels combustibles fòssils ha provocat un augment de la presència dels principals gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera i que aquesta pot ser la causa principal d'un augment de les temperatures mitjanes».

La xarxa d'instruments de l'SMC ha de possibilitar l'obtenció de llargues sèries històriques de les

principals variables, de manera que s'aconsegueixin dades significatives, validades i fiables en llocs concrets que han de constituir un recurs imprescindible per saber com evolucionen les principals dades climàtiques al nostre país. De moment «Són molts els indicis —explica Pallisé— que suggereixen que de seguir amb el mateix model de creixement ens podem trobar amb importants problemes de tipus climàtic en el futur». Enfront de les tesis dels més escèptics, basades en arguments com que el clima és sempre canviant, Joan Pallisé subratlla que «la novetat del canvi climàtic actual és que està induït per l'acció humana i que una de les principals novetats és la velocitat a la qual s'està produint, la qual té molt a veure amb els increments sostinguts, que no sostenibles, en el consum d'energia».

### El clima català

Catalunya està situada en una zona temperada de l'hemisferi nord i per aquest motiu li correspon un clima en general suau, fet que no impedeix que en algunes ocasions es puguin assolir temperatures extremes o hi tinguin lloc fenòmens propis d'altres àmbits com trombes d'aigua gairebé tropicals i nevades de gran intensitat. Però potser el que més sorprèn és la gran varietat climàtica per un territori relativament reduït. Es tracta d'una varietat que té la seva correspondència en la diversitat dels paisatges: el delta de l'Ebre, l'Empordà, el Maresme, la Vall d'Aran. L'accidentada orografia del territori determina la presència de climes i subclimes tan diferents.

La complexitat del clima català fa més difícil les previsions, especialment a la primavera i a la tardor. De vegades s'han format tempestes en qüestió de minuts que afecten un lloc molt precís i que després de descarregar tan ràpid com han vingut, marxen. No es pot parlar, però, de fets completament imprevistos. Si es volen evitar sorpreses, cal fer un mínim seguiment dels pronòstics que normalment ja solen advertir de la possibilitat d'aquests fenòmens. Estem en una situació en què científics, autoritats i també els ciutadans individualment han d'assumir la seva part de responsabilitat.

serà fins al juliol del 1996 que el Consell executiu impulsa aquest servei, integrat en el Departament de Medi Ambient. Aquell any el Parlament insta al Govern a reclamar el traspàs de les competències en aquest àmbit al Govern central.

El novembre de l'any 2001 s'aprova al Parlament de Catalunya la Llei de meteorologia, per la qual es crea l'SMC com a entitat de dret públic de la Generalitat de Catalunya amb personalitat jurídica pròpia i adscrita al Departament de Medi Ambient. L'agost del 2002, es converteix en empresa pública adscrita al Departament de Medi Ambient.

### REVOLUCIÓ TECNOLÒGICA

Un dels elements fonamentals de l'SMC és la recollida i anàlisi de les dades meteorològiques, una tasca que ha experimentat un progrés inimaginable fa 60 anys. «El salt s'ha produït gràcies al desenvolupament de nous models físicomatemàtics i, evidentment, a l'augment de la capacitat de càlcul que ha aportat la informàtica», explica Joan Pallisé. «Abans de la informàtica, —afegeix— tot i tenir bons models a disposició, es trigava tant a fer els càlculs pertinents que, sovint, quan s'havien acabat, el fenomen meteorològic que s'intentava predir ja havia tingut lloc».

A principis del segle XXI l'SMC compta amb els models adients, la capacitat dels instruments de mesura automàtics i de les eines de comunicació que li permeten treballar amb informació en temps real.

**Abans es trigava tant a fer un càlcul que, sovint, quan s'havia acabat, el fenomen que es volia predir ja havia tingut lloc**



**Amb el conjunt d'informacions que reben, els professionals del servei elaboren els pronòstics per a les properes hores i dies.**

Entre els equipaments cal destacar la Xarxa d'Estacions Meteorològiques de Catalunya (XEMEC) que inclou, al seu torn, diverses xarxes de mesurament. Així, tenim en primer terme la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA), composta per més de 150 estacions (EMA), que transmeten la informació a l'SMC a través de ràdio digital, GSM o satèl·lit. Des del 2001 fins al 2006 l'SMC ha anat fent-se càrrec, pro-

gressivament, de part de les estacions meteorològiques automàtiques que formaven part de xarxes gestionades per altres departaments de la Generalitat o per altres institucions.

El mateix 2001 es va efectuar el traspàs de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (XAC) del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) al Departament de Medi Ambient (DMA); posteriorment, el 2003, la Xarxa Nivològica de Catalunya (XANIC), de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

Els radars meteorològics són uns altres instruments amb un paper rellevant i configuren la xarxa coneguda amb l'acrònim XRAD. Permeten detectar a distància la presència de pluja i estimar-ne la intensitat amb dades quantitatives. Aquesta característica els converteix en imprescindibles per fer previsions ràpides davant l'amenaça de precipitacions molt inten-



ses, un fet habitual a Catalunya. L'objectiu és minimitzar els efectes dels aiguats sobre persones i béns materials. Actualment l'SMC compta amb tres radars i està prevista la instal·lació d'un quart equip que permetrà tenir ben coberta la major part del territori.

Un dels radars es troba al puig Bernat a 626 m, a la població de Vallirana, al Baix Llobregat. Un altre està ubicat al cim del puig d'Arques, a 535 m, al massís de les Gavarres, al Baix Empordà. La seva instal·lació es va fer amb mesures d'integració paisatgística i de restauració de l'entorn, on hi ha un dolmen. Finalment, el tercer radar, el de la Panadella, es troba situat a prop de la Creu del Vent, a 825 m, en el municipi de Montmaneu (Anoia).

Un radar meteorològic funciona de forma similar a altres tipus de radars. Emet un senyal en totes direccions com si es tractés d'un far i si detecta precipitacions li retorna un eco que, en ser processat, en permet determinar la posició, la intensitat i el moviment. Aquest procés, que es repeteix unes mil vegades per segon, permet situar la precipitació a uns 100 km al voltant del radar. L'orografia del país no facilita la feina dels radars, més aviat al contrari, per això s'han de realitzar una sèrie de correccions per utilitzar les dades obtingudes.

La Xarxa de Detecció de Descàrregues Elèctriques (XDDE) constitueix un altre avenç remarcable en detecció en temps real de les tempestes i de la seva trajectòria i es basa en el fet que els llamps emeten ones de ràdio, que poden ser enregistrades. La XDDE compta amb tres detectors (Begues, Castellnou de Seana i Muntanyola), la disposició dels quals està



### La xarxa de radars meteorològics permet fer previsions ràpides davant l'amenaça de precipitacions molt intenses.

pensada per proporcionar una bona cobertura a tot Catalunya. La tecnologia emprada a la XDDE permet detectar les descàrregues de l'interior dels núvols, un fet significatiu en meteorologia, ja que aquestes es produeixen durant la formació de la tempesta.

L'SMC gestiona també la Xarxa d'Instrumentes Oceanogràfics i Meteorològics de Catalunya (XIOM) des que va establir un conveni de col·laboració amb el Departament de Política Territorial i Obres

Públiques, Ports de la Generalitat i la Universitat Politècnica de Catalunya. Es tracta d'una xarxa de boies i altres aparells que mesuren les principals dades meteorològiques —la temperatura, el vent, la pressió atmosfèrica— com també el tipus d'onatge.

L'SMC ha realitzat els projectes i l'inici de les obres per instal·lar un nou radar a Tivissa i un nou detector de llamps a les comarques del sud de Tarragona, tot completant el desplegament a Catalunya de les dues xarxes esmentades.

### RADIOSONDATGE I SATÈL·LIT

El radiosondatge és un sistema que permet conèixer l'estat de l'atmosfera mitjan-

çant el mesurament de la pressió, la temperatura, la humitat relativa i la direcció i la velocitat del vent des de la superfície fins als 15 o 20 km d'altura. Les seves dades serveixen per a la diagnosi de qualsevol situació meteorològica i és de gran ajut en situacions de forta inestabilitat que poden ocasionar pluges intenses. Des de l'abril del 1998 es realitzen dos radiosondatges diaris a Barcelona des del Departament d'Astronomia i Meteorologia de la Universitat de Barcelona.

El satèl·lit Meteosat està situat a 36.000 quilòmetres d'altura, en una òrbita geostacionària, és a dir, que sempre es troba sobre el mateix punt de la superfície terrestre. Des del febrer del 2005, l'SMC disposa de la infraestructura necessària per tal de rebre les imatges del Meteosat-8, que és el primer dels MSG (Meteosat de Segona Generació). El canvi de generació, a banda d'una vida més llarga per al satèl·lit, ha comportat una renovació de l'equip, que ha passat d'analògic a digital. La digitalització té unes prestacions superiors, entre d'altres, un major nombre de canals i un increment de la freqüència de recepció d'imatges.

### QUIN TEMPS FARÀ?

La recollida de dades és el motor de l'altre gran aspecte de la feina quotidiana: el pronòstic del temps. Des de primera hora del matí s'activen els models numèrics —físicomatemàtics— de pronòstic del temps. Aquests models es desenvolupen automàticament amb supervisió dels professionals del Servei. En paral·lel, la xarxa d'estacions aporta cada mitja hora tota la informació sobre el vent, la pluja, les temperatures màximes i mínimes... Paral·le-

## Cada cop es demana amb més precisió quin temps farà en un indret determinat i durant períodes de temps més perllongats

lament, les dades obtingudes pels radiosondatges informen sobre l'estructura i el perfil vertical de l'atmosfera; tot plegat es completa amb les dades rebudes des de la xarxa de radars, la xarxa de detecció de llamps i el satèl·lit Meteosat.

Amb tot aquest conjunt d'informació s'elaboren els pronòstics per a les properes hores i per a un termini de tres dies i fins i tot més enllà. Aquests són els pronòstics que poden seguir-se en els mitjans de comunicació. Sense oblidar les alertes puntuals (situacions meteorològiques de risc) davant de fenòmens extrems que poden comportar amenaces per a les persones i les propietats, que l'SMC canalitza cap al Centre d'Emergències de la Generalitat (CECAT).

«Més de 250 estacions amb tots els paràmetres meteorològics al llarg del dia suposen un gran volum d'informació i en aquest sentit —apunta Joan Pallisé— cal tractar-la i validar-la». De fet en el web es fa explícita la diferència entre les dades que han estat validades i les que no. És imprescindible fer-ho perquè els aparells, tot i la seva alta fiabilitat, també poden tenir un mal funcionament. Les dades recollides alimenten la gran Base de Dades Meteorològiques de Catalunya (BDMC).

Un dels efectes de la popularització de les informacions meteorològiques ha estat l'increment en el grau d'exigència per part del gran públic. Cada cop es demana amb més precisió quin temps farà en un indret

determinat durant períodes de temps més perllongats, amb terminis superiors a la setmana. Joan Pallisé confirma que aquesta és una línia de treball: «Estem assajant un model probabilístic amb un pronòstic a 10 dies vista que de moment està donant molt bons resultats.» Afegeix que «actualment, diversos centres meteorològics mundials ja efectuen pronòstics estacionals, però això esdevé en territoris que no tenen una complexitat meteorològica com la catalana». L'SMC té en perspectiva l'organització de diversos esdeveniments internacionals per a l'estiu del 2007 en què es tractarà, entre altres temes, de l'estudi i les xarxes de descàrregues elèctriques i de les perspectives dels pronòstics estacionals per assajar aspectes com, per exemple, saber si la pròxima primavera serà més o menys plujosa.

Malgrat els problemes més enllà del curt termini, moltes persones persisteixen en voler saber si plourà en un lloc precís en un moment concret. «Però això —remarca Pallisé— és precisament el més difícil: és molt fiable efectuar un acurat pronòstic del vent o de la temperatura; però no passa el mateix amb la precipitació». El director de l'SMC sosté que hi ha una part d'incertesa que és inherent al sistema físic dels quals estem parlant: «s'ha fet un salt tan important en els darrers anys que ens fa pensar que encara podem assolir grans fites, però no hem d'oblidar que aquest element d'incertesa sempre existirà».

**CONSTRUINT UN REFERENT**

Per qüestions diverses, la meteorologia interessa cada cop a més persones i col·lectius. Els serveis meteorològics proliferen dins d'un mateix estat. A banda de l'Institut Nacional de Meteorologia, comunitats com Galícia i Euskadi també han creat centres propis. «Per les nostres peculiaritats i la nostra capacitat, l'SMC —assenyala Joan Pallisé— està sent en aquest moment un referent per a una gran quantitat d'ens regionals europeus de característiques similars, que tot sovint ens visiten.»

L'interès pel temps ha generat noves demandes per a l'SMC. Pallisé recorda que avui el Servei és «subministrador d'informació meteorològica i climàtica a totes les administracions de la societat

**El Servei aposta per la tecnologia més avançada, però sense oblidar mai la participació humana.**

civil però també al món empresarial. Per a les administracions i la societat civil la informació està a l'abast. Però els serveis especials per a les empreses són de paga-

ment. Entre aquestes empreses hi ha les d'assegurances, companyies elèctriques i organitzadores d'esdeveniments i activitats esportives com les curses de cotxes o la navegació».

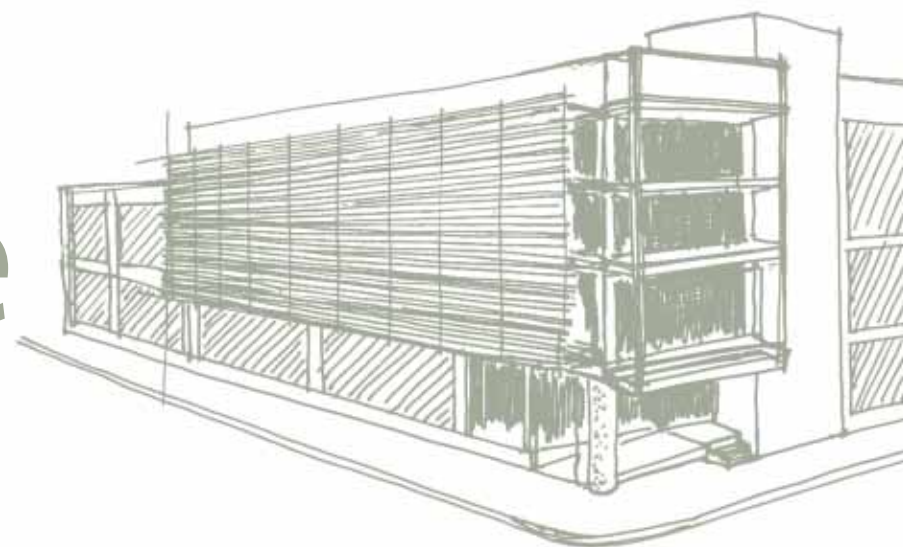
Progressivament, l'SMC ha anat fent-se un lloc en el context mundial: formant professionals, establint contactes amb la universitat i apostant per la tecnologia més avançada sense oblidar mai la participació humana. Sobre aquest punt, Joan Pallisé aclareix que «tenim molt interès per les últimes novetats científiques i tecnològiques però també per les persones, tant en la millora dels nostres professionals, com en la feina de tots aquells que, repartits pel territori i de forma desinteressada i apassionada, treballen per recollir dades». De fet, l'esperit d'aquestes persones és el mateix que en el seu moment va propiciar que Catalunya disposés d'un Servei amb alta qualificació, que va ser el predecessor de l'actual SMC. TD



**Albert Punsola**  
Llicenciat en Ciències Polítiques i periodista especialitzat en temes ambientals.

**Connectats amb el temps**

L'avenç de les tecnologies de la informació ha suposat un canvi molt important en l'elaboració de la informació meteorològica i també en la seva difusió. Una mostra significativa n'és la pàgina web del **Servei Meteorològic de Catalunya** (<http://www.meteocat.com>) que actualment se situa en els 30.000 accessos diaris, però que en dies assenyalats per raó dels fenòmens meteorològics ha arribat a tenir més de 130.000 visites. La informació del web és molt dinàmica i s'actualitza contínuament. Hi trobem previsions generals per a Catalunya i també comarca per comarca. Es troben també dos apartats específics sobre el pronòstic marítim i a la zona del Pirineu. Aquest darrer inclou, a banda del butlletí, dades sobre els gruixos de neu i informacions sobre el perill d'allaus. En el web també es poden consultar totes les dades recollides per les diferents estacions automàtiques i les nivològiques, com també tramitar la petició de dades històriques. Si no es disposa d'accés a Internet en un moment determinat, però sí de mòbil, l'SMC ofereix també una visualització de la xarxa de radars i de llamps en temps real, com també una completa informació d'avísos del temps i de pronòstics via SMS prèvia trucada.

**Edifici La Vola****Impacte mínim**

L'empresa de serveis per a la sostenibilitat La Vola ha construït una nova seu a Manlleu que ha estat pensada per optimitzar l'ús dels recursos naturals, estalviar energia i millorar l'ambient de treball.

PER JOAQUIM ELCACHO | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ

L'enginyeria i l'arquitectura són part essencial, des de fa molts segles, del desenvolupament de les civilitzacions. La utilitat, la disponibilitat de materials, els coneixements tècnics i l'estètica havien estat fins ara els elements principals que condicionaven el treball d'enginyers i arquitectes. Actualment, la preocupació social pel medi ambient i l'ús sostenible dels recursos comença a fer-se sentir també en el disseny i construcció d'edificis. A Catalunya, un dels primers referents en l'aplicació d'aquesta nova visió constructiva als edificis d'oficines es troba a Manlleu (Osona). L'Ecoedifici dissenyat i construït per La Vola és un exemple que aquests dos camps del coneixement i la tecnologia desenvolupada per l'ésser

humà pot continuar avançant sense necessitat de posar en perill els valors naturals del nostre entorn.

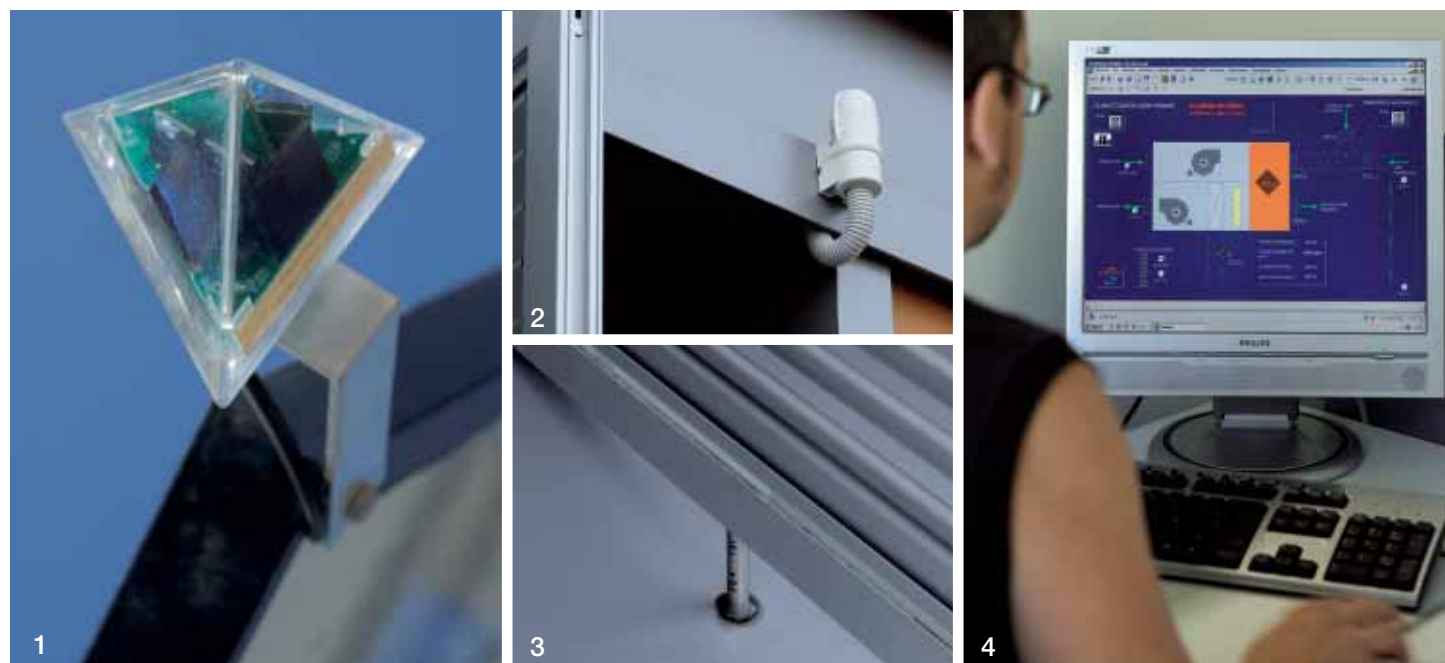
**NIUS ARTIFICIALS**

Entre les moltes aplicacions pràctiques del concepte de sostenibilitat, l'Ecoedifici de La Vola incorpora instal·lació solar fotovoltaica per produir electricitat; captadors solars tèrmics per a la producció d'aigua calenta sanitària; aprofitament de l'aire escalfat en la temporada d'hivern per l'hivernacle construït a la façana (que al mateix temps actua com a sonoreductor); aprofitament de les aigües pluvials; coberta vegetal (terrassa); façana ventilada construïda amb aïllants naturals; climatització passiva solar a la façana; ascensor de baix consum; il·luminació d'alta eficiència; sistema integrat de climatització,



**Les peculiars persianes de l'edifici són un dels sistemes utilitzats per optimitzar l'ús dels recursos naturals i estalviar energia.**

**Vista general de l'Ecoedifici. La seu de La Vola està pensada per adaptar-se a la climatologia local i integrar-se en l'entorn existent.**



i sanitaris i aixetes de baix consum d'aigua. La llista de detalls es completa amb la selecció de fustes certificades, l'ús de pintures de base aquosa, el control centralitzat de les instal·lacions elèctriques i de climatització i fins i tot la construcció de nius artificials per a ocells. En alguns casos es tracta de solucions d'enginyeria realment sofisticades, com el sistema de control per ordinador de tots els mecanismes de l'edifici, però en altres aspectes n'hi ha hagut prou amb instal·lar els aparells més eficients del mercat, com són els tubs fluorescents T5 amb reactància electrònica (fins al 25% d'estalvi).

Abans de tot això, però, hi ha dos aspectes singulars i destacats. D'una banda, l'equip de La Vola ha creat una metodologia pròpia d'enginyeria i execució, que inclou la creació de la figura del director

**1 Els sensors mesuren la intensitat de la llum. 2 Les persianes canvien de posició 3 ...per aprofitar la llum natural. 4 Un sistema centralitzat controla les instal·lacions elèctriques i de climatització.**

ambiental de l'obra. Aquest professional, per exemple, s'encarrega de garantir que l'edifici s'executa respectant la gestió més adequada dels residus de la construcció. De l'altra, destaca el fet que l'Ecoedifici hagi estat fruit d'un procés de participació i diàleg entre els responsables dels projectes arquitectònic i d'instal·lacions i l'equip humà de La Vola, usuaris finals de l'edifici.

El professor Antoni Lloret, un dels físics catalans amb més prestigi i experiència en els camps de l'energia i la sostenibili-

tat, va ser convidat a pronunciar la conferència inaugural de l'Ecoedifici i es va mostrar positivament sorprès del treball realitzat a la nova seu de La Vola. «Aquí, tot està pensat per obtenir el confort del personal de l'empresa, per evitar el malbaratament de l'energia i per contribuir a l'esforç col·lectiu per assolir una societat més justa, més responsable dels béns comuns.» Durant l'acte d'inauguració de l'edifici, Lloret va reconèixer que es trobava davant un projecte «realment excepcional, aquesta construcció és pionera d'una nova arquitectura que trenca brutalment amb els conceptes tradicionals, la revolució arquitectònica dels ecoedificis». Els elogis del professor Lloret tenen especial mèrit si es recorda que ell mateix va ser responsable científic del primer prototipus mundial d'edifici amb mòduls multifuncionals termo-fotovoltaics i transparents connectats a la xarxa elèctrica: la Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró (1996). La nova seu de La Vola, tal com

> CONTINUA A LA PÀGINA 42

**S'ha utilitzat una metodologia pròpia d'enginyeria i execució que inclou la creació de la figura del director ambiental**





1



3



2



4



5



6

1 Les persianes són automàtiques, però també s'obren manualment. 2 i 3 Els celoberts aporten il·luminació natural a totes les dependències. 4 Les pintures utilitzades són ecològiques i els sostres, sonoreductors. 5 Fins i tot el terra dels balcons facilita l'entrada de llum. 6 Maqueta dels murs exteriors, amb cambra d'aire i fibra de roca.

## EL CONFORT MÉS NATURAL

**Miquel Sitjà**, arquitecte de l'Ecoedifici (Ecosit Arquitectes, SL), destaca que «un edifici pensat amb criteris de sostenibilitat com el de La Vola ha d'integrar des de l'inici del seu procés de disseny tot un seguit d'informacions externes per poder trobar així la proposta

adequada a les demandes exigides». En especial, cal considerar el clima i l'orientació solar, «per poder optar a un millor aprofitament energètic i seleccionar millor els materials que es volen utilitzar». L'enginyer **Alfons Nòria**, en aquest sentit, recorda que Manlleu,

on es troba l'Ecoedifici, sovint registra temperatures d'entre cinc i set graus sota zero a l'hivern i dos mesos i mig d'estiu amb temperatures relativament altes. «S'havia de pensar en un sistema de climatització eficient i es va optar per terra radiant», que funciona com a calefacció

a l'hivern i que fa circular aigua a 15-17 graus a l'estiu, per aconseguir un refrescament de l'ambient i assolir així una temperatura de confort acceptable.

En tot cas, Miquel Sitjà recorda que «cal tenir en compte sistemes constructius

de manera que es puguin minimitzar els costos energètics de la construcció: transports, residus, emissions en el procés de producció dels materials; i també els costos del seu enrunament quan acabi la seva vida útil». L'arquitecte resumeix que la dificultat

en l'execució d'un projecte com l'Ecoedifici és, precisament, «la de coordinar tots aquests *inputs* per aconseguir la millor solució possible».

Pot semblar que un treball com aquest comporta unes despeses molt més altes que una construcció tradicional,

però Miquel Sitjà destaca que «l'Ecoedifici ha estat construït amb uns pressupostos iguals als de qualsevol altre edifici d'oficines, o potser fins i tot m'atreveria a dir que amb menys pressupost». **Pere Pous**, director de La Vola, assegura que el pressupost

del projecte ha estat aproximadament d'1,3 milions d'euros, és a dir, uns mil euros per metre quadrat, projecte inclòs. «El cost de l'Ecoedifici està per sota del que es pot considerar un preu de mercat. El nostre edifici no és sumptuari i, a més, és molt còmode per treballar».



1



2



3

## La seu de La Vola havia de respondre al concepte de sostenibilitat, ser un edifici pràctic i ser econòmicament viable

> VE DE LA PÀGINA 38

va esmentar Lloret, compleix tots els requisits necessaris per estar associat al projecte europeu sobre construcció d'ecoedificis, SARA, actualment en vies de desenvolupament.

### TOT UN REFERENT

Des de la seva entrada en servei, el desembre del 2005, l'Ecoedifici ha demos-

trat que «funciona i dona els resultats esperats», com explica Pere Pous, director de La Vola. I és que l'edifici és calent a l'hivern i fresc a l'estiu, tot i que «el millor indicador és el grau de satisfacció de les persones que hi treballen». A més, s'està convertint en tot un referent. En aquest sentit, l'Ecoedifici ha rebut aquest estiu el reconeixement de la Comissió Europea dintre del seu programa Greenbuilding

### Un edifici premiat pel Col·legi

El primer èxit del nou edifici va arribar molt abans de l'acte d'inauguració. I és que, de fet, el projecte titulat *Instal·lacions de l'Ecoedifici La Vola*, presentat per Alfons Nòria, va guanyar ja l'any 2004 el II Premi de Sostenibilitat per a professionals del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.

Jordi Segalàs, sotsdirector de Relacions Internacionals i Sostenibilitat de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria Tècnica de Vilanova i la Geltrú de la UPC i membre del jurat, recorda que aquest premi va ser concedit per «tractar-se d'un projecte que selecciona totes les seves instal·lacions segons el seu impacte ambiental, tant des del punt de vista de generació de residus com de consum de recursos i energia».

per a la integració de les energies renovables en l'edificació no residencial i és un dels 24 edificis de tot Europa inclosos en l'inventari de bones pràctiques ambientals del mateix programa. D'altra banda, el 29 d'agost, el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya publicava l'atorgament a la seu central de La Vola del Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental en la categoria de servei d'edificis d'ús d'oficines. L'Ecoedifici de La Vola és el primer projecte que aconsegueix aquest distintiu certificat per Ambicert.

A banda de reconeixements institucionals, el fet de disposar d'un edifici construït i a ple rendiment és un al·licient per a les entitats i promotors que vulguin seguir aquesta «revolució arquitectònica». Jordi Segalàs detalla que, «el fet d'exemplificar amb instal·lacions que estan funcionant sota premisses sostenibles, indubtablement, és un element incentivador per tal que altres projectes incorporin criteris de sostenibilitat. Cal tenir en compte que l'aplicació de criteris constructius

sostenibles implica normalment un estalvi econòmic considerable durant la vida de l'edifici que fa que la seva aplicació resulti atractiva per als futurs usuaris».

Pere Pous recorda que La Vola «va decidir fer aquest edifici perquè el necessitava»: «Volíem millorar les condicions de treball del personal de La Vola i vàrem decidir construir un nou edifici. Aprofitant aquesta necessitat, volíem fer un edifici que expliqui el que fem i que sigui representatiu del nostre treball.» A partir d'aquest concepte, l'equip de La Vola comença a dissenyar un edifici «que es pugui fer servir en qualsevol activitat». «No volíem una construcció estranya sinó un edifici tècnicament possible, que adapti solucions que estiguin fàcilment disponibles en el mercat.»

Havia de ser, doncs, un edifici que respongués al concepte de sostenibilitat, que fos pràctic i, evidentment, que fos «una proposta econòmicament viable», recorda Pere Pous. «Els nostres recursos econòmics són limitats i no ens podíem permetre una obra molt costosa o que

**1 Les plaques solars tèrmiques i les plaques fotovoltaïques permeten escalfar aigua i, a més, produir electricitat per a la xarxa elèctrica. 2 Una coberta vegetal aporta estabilitat tèrmica i millora la climatització passiva. 3 Captació d'aire calent procedent de l'hivernacle i torre de ventilació.**

suposés grans desviacions pressupostàries». El preu final de l'obra, 1,3 milions d'euros, dona fe que aquest objectiu s'ha complert satisfactòriament.

### UNA DEMOSTRACIÓ PRÀCTICA

Ara, la nova seu de l'empresa de serveis per a la sostenibilitat La Vola s'ha convertit també en un edifici de demostració. «L'Ecoedifici de La Vola serveix de mostra sobretot per al nostre públic, que són les administracions, les empreses i els arquitectes, per tal que puguin veure la nostra capacitat d'enginyeria. L'edifici ens va molt bé perquè podem demostrar que

les solucions adoptades funcionen realment», indica Pere Pous.

Quan es va iniciar la construcció d'aquest edifici encara hi havia molts sectors professionals que gairebé no creien en la construcció sostenible. Ara, com recorda Pere Pous, «a les recents eleccions al Col·legi d'Arquitectes, els tres candidats a degà van destacar els valors de la sostenibilitat». «El món de l'arquitectura està incorporant ràpidament aquests valors i ara en tenen una demostració pràctica en l'edifici de La Vola», indica el director de l'empresa. Per la seva banda, Miquel Sitjà, l'arquitecte responsable de l'Ecoedifici, detalla també que «un edifici de serveis com aquest és l'exemple perfecte que es pot fer arquitectura sostenible assumible per a qualsevol petita o mitjana empresa.» TD



**Joaquim Elcacho**  
Periodista especialitzat en medi ambient. Treballa al diari *Avui* i col·labora amb la revista *Nat*. És assessor de l'Associació Catalana de Comunicació Científica.



## Isabel Cacho, paleoclimatòloga: “El desglaç de l'Àrtic és alarmant”

**E**l nostre planeta oscil·la entre períodes glacials i interglacials causats, entre altres factors, pels moviments orbitals de la Terra. No obstant això, aquests moviments no són més que el detonant d'una cadena de processos. I és que els petits canvis poden produir grans transformacions en el clima terrestre. La paleoclimatòloga Isabel Cacho estudia, entre d'altres coses, les temperatures de l'oceà en el passat remot del nostre planeta. Aquestes dades i d'altres, com la composició de l'atmosfera durant períodes glacials anteriors, són bàsics per conèixer el clima del passat i, així, intentar preveure els escenaris climàtics del futur, un futur que sovint es revela preocupant.

### **Hi ha hagut molts canvis climàtics en el passat?**

Sí. Mirant la història de la Terra, que té 46 milions d'anys, el planeta ha passat per períodes molt més freds i molt més càlids que en l'actualitat. El clima mai no ha estat estable, no existeix el «clima normal».

### **En quin moment estem d'aquesta història de canvis?**

Si ens centrem en la història «recent» de la Terra, des del moment en què els continents i oceans se situen on són ara, podem dir que ens trobem en un període relativament càlid, en l'últim interglacial, denominat geològicament *holocè* i en el qual vam entrar fa uns 10.000 anys.

### **Per què s'anomena interglacial?**

Es denominen així els períodes càlids situats entre glaciacions. Sabem que, des de fa més d'un milió d'anys, la Terra ha estat passant, cíclicament, de períodes glacials a interglacials. Els períodes freds els anomenem *glacials* i als càlids, *interglacials*.

### **Aleshores, pronostica que hi haurà una nova glaciació?**

Sí. Els cicles glacials-interglacials segueixen un període d'aproximadament 100.000 anys, determinat pels moviments orbitals del planeta. Els canvis en la configuració orbital del planeta condicionen

i condicionaran el clima terrestre, i impliquen el pas d'èpoques glacials a interglacials i viceversa.

### **La proximitat respecte al Sol ha anat influint en el clima?**

No només la proximitat respecte al Sol, sinó també la inclinació de l'eix de rotació de la Terra respecte al Sol, ja que canvia l'angle d'incidència de la radiació solar i, per tant, l'energia que capta el nostre planeta. Aquest joc de diferents moviments orbitals canvia la intensitat de l'energia i la seva distribució. Aquests moviments orbitals tenen diferents cicles; uns de 100.000 anys, altres de 40.000 anys, uns altres de 23.000 anys, i la combinació dels tres cicles ens marca una variabilitat en la insolació a diferents latituds. Aquesta variabilitat és com un marcapassos que determina els períodes glacials o interglacials.

**La proximitat respecte al Sol i la inclinació de l'eix de rotació de la Terra determinen els períodes glacials o interglacials.**

### **Llavors, el desencadenant són els moviments orbitals...**

Podem dir que existeix un element extern, que són els canvis orbitals, però els canvis que provoquen en la insolació són en realitat molt petits, i no podrien causar per si sols els grans canvis de perío-

des glacials a interglacials. Actuen, però, com un detonant que activa una cadena de processos interns del planeta que comporten el pas d'un període glacial a un d'interglacial o a l'inrevés.

Potser, un petit escalfament en determinades latituds comença a desfer casquets polars. Aleshores baixa l'albedo, la capacitat de reflectir energia des de la superfície del planeta cap a l'atmosfera i l'espai. [Com el blanc de les cases andaluses, que reflecteixen la llum]. I si ajudem a reduir un casquet polar, reduïm la capacitat de retornar energia i, per tant, contribuïm a l'escalfament. Aquest és un exemple de cadena de realimentació, que fa que un petit canvi acabi incrementant-se en una direcció o en una altra. Però fa falta que aquest canvi extern actuï sobre altres processos.

### **I quins són aquests factors?**

Són factors interns del sistema terrestre: la temperatura, els gasos hivernacle, l'albedo, el nivell del mar, la bomba biològica, l'extensió dels boscos, l'extensió dels deserts, els vents i altres fenòmens meteorològics, els corrents oceànics i la resta de processos interns climàtics. I un canvi petit va desencadenant un gran canvi que fa que passem d'una època glacial a una d'interglacial.

### **Quins han estat els principals canvis climàtics?**

Per l'*Homo sapiens*, que apareix a l'inici de l'últim període glacial —fa uns 100.000 anys—, el canvi més intens fou l'última desglaciació, que va començar fa uns 15.000 anys i acabà fa uns 10.000 anys; va durar uns 5.000 anys.

### **Però es va acabar...**

Fa 10.000 anys es va acabar aquest gran canvi i s'inicià l'últim període interglacial, l'holocè. I durant aquest temps el clima de la Terra s'ha mantingut semiestable, ha estat relativament càlid; i ha estat el moment en què l'home ha començat a desenvolupar-se.

par l'agricultura, ha passat d'ésser nòmada a ésser sedentari i a organitzar-se en estructures complexes.

### **El gel ocupava una part de la Terra?**

A l'hemisferi nord, la major part de Nord-Amèrica estava sota el gel; fins Nova York estava sota el gel. Gran part d'Alemanya estava sota del gel, quasi tota la Gran Bretanya, incloses Escòcia i Irlanda; per descomptat els països escandinaus, Sibèria...

### **I la península Ibèrica?**

Aquí no teníem casquets polars, però sí que teníem glaceres al Pirineu, Sierra Nevada...

### **Com sabem que s'han produït aquests canvis climàtics?**

A partir d'arxius indirectes. Tenim moltes fonts, tot i que el que és difícil és llegir-les, conèixer el llenguatge en què s'ha emmagatzemat aquesta informació. Un tipus d'arxiu utilitzat són els anells de creixement dels arbres; un altre són els sediments dels llacs. Els llacs, als seus fons, tenen unes capes de sediments que podem perforar: cada capa és una edat. I també tenim els sediments del fons del mar: anem al fons del mar, extraïem uns sediments amb sondejos i els analitzem capa per capa per estudiar diferents períodes climàtics.

### **Aquesta és la seva activitat...**

Una de les coses que estudio són les temperatures de l'oceà en el passat. He treballat molt al Mediterrani. Aquest mar no s'arribà a gelar, tot i que era molt més fred. Aquestes reconstruccions es basen en l'anàlisi de microfòssils que hi ha dins dels sediments recuperats del fons oceànic. El que es produeix a la superfície de l'oceà, com algues, zooplàncton, etc., quan es mor, es diposita al fons, cau. En concret existeixen esquelets i conquilles carbonatades, segregades per plàncton marí, que es dipositen sobre el fons i s'acumulen en sediments que arxiven informació ambiental.



PERFIL

**Isabel Cacho Lascorz** (Barbastre, 1969) es va llicenciar en Ciències Geològiques per la Universitat de Barcelona el 1992, i després d'això s'inicià en l'anàlisi del clima passat durant una estada a la Universitat de Kiel (Alemanya). L'any 2000 va presentar la seva tesi sobre la variabilitat climàtica en l'últim període glacial al Mediterrani i, posteriorment, passà tres anys a la Universitat de Cambridge (Gran Bretanya), on va ampliar els seus coneixements sobre noves tècniques analítiques. El maig del 2003 es va reincorporar com a investigadora a la Universitat de Barcelona, on continua amb els seus estudis de variabilitat climàtica ràpida al Mediterrani i en d'altres àrees com el Pacífic equatorial. Col·labora amb el Grup de Recerca Consolidat de Geociències Marines i amb el departament d'Estratigrafia i Paleontologia de la Universitat de Barcelona, a més de l'Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona, organisme que depèn del Consell Superior d'Investigacions Científiques.

Els seus treballs han estat els primers de demostrar que les temperatures al Mediterrani occidental durant l'últim període glacial van ser molt inestables i patiren grans oscil·lacions (4-5°C) en poques dècades, a la vegada que les temperatures de Groenlàndia oscil·laven dràsticament. Actualment, la temperatura mitjana del Mediterrani al mar d'Alborán és de 18 graus, mentre que en les fases extremes del període glacial s'arribà a temperatures de l'ordre dels 8 o 9 graus.

Cacho reconstrueix les temperatures a partir de petits fòssils marins (microcaragolets) dipositats al fons del mar. Investiga la presència i la proporció de diferents metalls continguts dins la conquilla, com el magnesi i el calci. Quan vivien aquests animals, es calcificaven incorporant més o menys magnesi en els cristalls de calcita, segons les temperatures de les aigües: com més calor, més magnesi. I així ha estat possible reconstruir la temperatura en temps remots, quan l'home no tenia termòmetres per mesurar-la.



**I quina és la seva feina?**

Nosaltres anem en un vaixell, fem un sondeig per recuperar una columna de sediments. Anem agafant aquests animalets per ordre cronològic (els de més avall són els més antics i els de més amunt són els més recents) i, amb molta paciència i dedicació, anem identificant espècies molt concretes. Són espècies que coneixem i sabem en quines condicions estan vivint en l'oceà i en quines condicions de temperatura i alimentació es desenvolupen. D'aquesta manera, podem calibrar diversos paràmetres, com la temperatura de l'aigua. I en les prospeccions que faig he pogut determinar les temperatures del mar de quan vivien aquestes «bestioletes».

**De quins altres instruments es valen els científics?**

Una de les fonts d'informació climàtica més importants són els sondejos de gels: anar als casquets polars, a Groenlàndia o a l'Antàrtida, i fer sondejos de gels. En aquest cas no tenim fòssils, però sí altres paràmetres químics.

**Quins?**

Al gel podem mesurar la reacció isotòpica de l'oxigen que el forma i que aporta informació sobre les temperatures atmosfèriques a l'Antàrtida o a Groenlàndia en el moment en què es formà aquest gel.

**I per a què més ha servit el gel?**

Una de les informacions més valuoses que aporta el gel ve de les bombolles d'aire que atrapa; són bosses de l'atmosfera del moment en què es formà aquest gel. I ara tenim la tecnologia per extreure aquest aire, analitzar-lo i saber així la concentració de CO<sub>2</sub> i altres gasos hivernacle en el moment en què es va formar aquest aire.

**El gel és clau...**

Amb el mesurament del CO<sub>2</sub> en les bombolles de l'aire de l'Antàrtida hem pogut mesurar la concen-

tració de CO<sub>2</sub> en l'atmosfera, no només del període de holocè, és a dir, d'aquests últims 10.000 anys, sinó també de períodes glacials anteriors. Hem anat fins fa quasi un milió d'anys. Tenim 850.000 anys d'història de CO<sub>2</sub>.

**I quina és la situació actual?**

Estem arribant a les 380 parts per milió de volum (ppmv) de CO<sub>2</sub>, mentre que en tots els períodes interglacials anteriors hem vist uns valors màxims d'unes 280 ppmv. Anteriorment, la concentració de CO<sub>2</sub> en cada glaciació variava entre valors mínims de 180 ppmv durant èpoques glacials i màxims d'unes 280 ppmv durant les interglacials. I ens hem situat en 100 ppmv per sobre dels màxims anteriors.

**I la corba ens diu que va pujant.**

Anem pujant, i a unes velocitats enormes. Estem introduint CO<sub>2</sub> a l'atmosfera de forma més ràpida que cap dels canvis anteriors provocats per motius «naturals».

**Un increment del CO<sub>2</sub> significa un increment de les temperatures?**

Sí. Les concentracions altes de CO<sub>2</sub> estan lligades a temperatures elevades, tot i que en el sistema climàtic hi influeixen molts factors: les altes concentracions de CO<sub>2</sub> comporten escalfament, tot i que resulta difícil estimar, en termes absoluts, aquest escalfament.

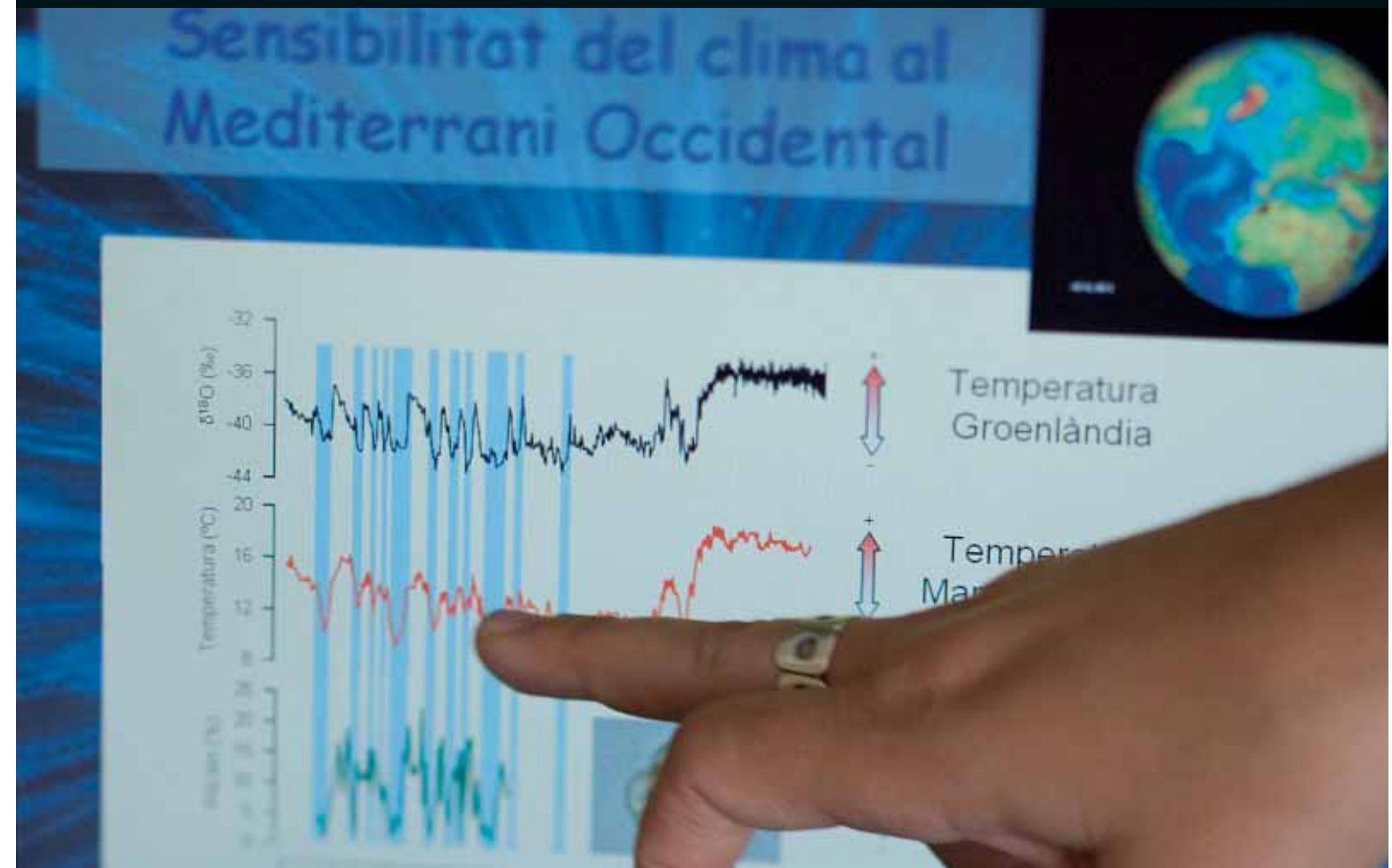
**Què va produir el pas de l'últim període glacial a l'actual període interglacial?**

Hi hagué un factor extern, que és la posició de l'òrbita terrestre, que és favorable al fet que hi hagi una desglaciació; però hi hagué factors que comporten aquest canvi. Un element clau foren els gasos d'efecte d'hivernacle, CO<sub>2</sub> i metà, que augmentaren enormement durant la desglaciació per processos naturals (a pesar que no tant com en l'úl-

Isabel Cacho ha estudiat la temperatura del Mediterrani durant l'últim període glacial.



“Estem introduint CO<sub>2</sub> a l'atmosfera de forma més ràpida que cap dels canvis anteriors provocats per motius naturals”







**“Les conques carbonatades, segregades pel plàncton marí, es dipositen sobre el fons i s’acumulen en sediments que arxiven informació ambiental”**



tim segle). Hi hagué un escalfament associat, una reducció dels casquets polars, una pujada del nivell del mar. Vam passar a unes condicions, en general, de més aridesa a més humitat i amb això a un canvi dràstic en la coberta vegetal. Les zones desèrtiques es van fer més petites...

#### **Què més sabem del període glacial?**

Sabem que el període glacial va tenir moltes fluctuacions. Hi hagué períodes extremadament freds i d’altres de relativament càlids, no tan càlids com ara però molt més benignes. Aquestes fluctuacions van passar en dècades o pocs centenars d’anys i degueren condicionar molt l’home prehistòric. El devien forçar a fer grans migracions de nord a sud d’Europa. En aquesta època hi hagué intervals de temps en què les temperatures mitjanes del mar Mediterrani eren 8 i 9°C més fredes que les actuals i, suposadament, les atmosfèriques encara eren més baixes.

#### **L’home s’ha enfrontat a d’altres canvis climàtics?**

Sí, s’enfrontà als canvis ràpids que ocorregueren durant l’últim període glacial. Es va enfrontar a l’última desglaciació, que fou l’últim gran canvi climàtic, i durant l’holocè s’ha enfrontat a altres canvis de menor intensitat. L’última desglaciació implicà un gran canvi climàtic, major potser que al que ens enfrontem ara; el nivell del mar augmentà uns 100 metres, una situació que no pot donar-se ara. I l’home va ésser capaç d’adaptar-se, i sobrevisqué. Però llavors l’home era nòmada, no tenia unes estructures socials, polítiques i econòmiques com ara. I la pressió demogràfica era molt baixa. Era un context molt diferent. I en la situació que tenim ara no ens hem enfrontat mai a un canvi d’aquestes magnituds.

#### **Pot atribuir-se la desaparició d’algunes civilitzacions a la glaciació o als canvis climàtics?**

Hi ha cultures que van arribar a la seva decadència



**Els satèl·lits, segons explica la doctora Cacho, aporten evidències que el gel retrocedeix a Groenlàndia més ràpid del que es pensava.**

per diversos factors, però un de determinant fou el clima. Tenim el cas, per exemple, de la cultura maia. Sabem que arribà a un grau de desenvolupament i organització de gran complexitat; però va desaparèixer, i ara sabem que això es va produir en moments de màxima aridesa a la seva regió i, conseqüentment, períodes de perllongada escassetat de producció agrària necessària per subsistir. Hi ha molts casos de cultures que no tingueren la capacitat d’adaptar-se a un canvi climàtic.

#### **Està desapareixent el gel del Pol Nord?**

Groenlàndia constitueix avui dia l’únic casquet polar de glaç de l’hemisferi nord. Hi ha evidències, sobretot amb els estudis a partir dels satèl·lits, que hi ha zones de Groenlàndia en què el gel està retrocedint més ràpidament del que es pensava. Aquest gel, en estar sobre el continent i desfer-se, va a l’oceà i provoca una pujada del nivell del mar.

#### **I a l’Àrtic?**

Hi ha cada vegada més evidències que el gel àrtic està disminuint en extensió. Però s’ha de tenir en compte que l’Àrtic és un oceà, no tenim un continent al Pol Nord com és el cas de l’Antàrtida al Pol Sud. L’Àrtic està cobert de gel però es tracta de gel

oceànic; és aigua de l'oceà que s'ha congelat. Si se'ns desglança l'Àrtic, el nivell del mar no variarà gaire, perquè és gel que ja està en gran part dins de l'oceà; en canvi, amb el desglaç a Groenlàndia o l'Antàrtida sí que es modificaria el nivell del mar, perquè és un gel que està fora de l'oceà. Però això no significa que un possible desglaç de l'Àrtic sigui irrellevant, ja que tindria grans conseqüències.

#### Com quines?

Algunes sonen molt avantatjoses per alguns, com l'obertura de noves rutes de navegació que abans eren inaccessibles i ara comencen a deixar de ser-ho. Per altra banda, s'obren noves possibilitats d'exploració de recursos, com els petrolers, ja que l'Àrtic té un gran potencial en recursos naturals. Però el desglaç de l'Àrtic és preocupant i alarmant perquè primer és un indicador del fet que realment estem davant d'un escalfament. A més, introdueix alteracions en el sistema climàtic les repercussions de les quals poden tenir dimensions globals. Un canvi immediat seria la reducció de la capacitat de

reflectir energia [albedo]. Com que el gel reflecteix molta més energia que l'oceà, la seva desaparició potenciaria encara més l'escalfament. El desglaç de l'Àrtic generaria canvis en els ecosistemes marins, que són clau en l'intercanvi de CO<sub>2</sub> entre l'atmosfera i l'oceà, com també en el sistema de corrents oceànics, amb greus conseqüències a escala local i global.

#### Està provat el desglaç a Groenlàndia?

Les seves glaceres estan en retrocés, però la informació històrica de què disposem és molt curta, perquè fa pocs anys que disposem de satèl·lits. S'està arribant a uns valors mínims, però, comparats amb quan?

#### I en el cas de l'Antàrtida?

En aquest cas no està tan clar que hi estigui havent un retrocés. S'ha apuntat que el retrocés de Groenlàndia es compensa a l'Antàrtida. Però fan falta més estudis.

#### El Panell Intergovernamental de Canvi Climàtic (IPCC) de l'ONU és cada vegada més concloent a l'hora de parlar sobre el canvi climàtic provocat per l'escalfament i els gasos hivernacle.

Aquests informes posen de manifest de forma consensuada i contrastada que hi ha proves fermes del fet que hem introduït un canvi en el sistema climàtic que hauria d'implicar un escalfament del qual ja en trobem indicis cada cop més preocupants.

#### Què pronostiquen els models matemàtics sobre l'escalfament?

Preveuen un escalfament, tot i que la intensitat varia entre ells. I això no és perquè els models estiguin ben o mal fets. El problema és que aquests models encara no tenen la capacitat d'incloure tots els paràmetres climàtics. Però tots coincideixen en el fet que anem cap a un escalfament.

#### Quins són els estudis més importants que s'estan fent per conèixer el clima passat?

El gran repte és intensificar la col·laboració entre aquells que treballem en la reconstrucció d'arxius passats (al mar, al glaç o als llacs), els que analitzen sèries instrumentals i els modelitzadors.

#### Modelitzadors?

Són científics capaços de parametritzar diferents elements del sistema climàtic i introduir-los en un programa d'ordinador per generar un model de com fou el clima, per exemple, durant l'últim període glacial. Ells mai no podran provar si el seu model està bé o no. Necessiten contrastar-lo amb les nostres reconstruccions per saber si el programa que han construït és capaç de reproduir escenaris climàtics plausibles i, des d'allí, intentar reconstruir escenaris futurs. Cap al futur es poden modelitzar molts escenaris climàtics, però només podrien provar-se quan arribéssim a aquell temps, i potser aleshores ja serà massa tard per actuar.

#### Així doncs, reconstruir el passat és clau a l'hora de preveure el futur, oi?

Les reconstruccions climàtiques ens permeten estendre els registres instrumentals més enllà del passat recent (registre del CO<sub>2</sub> o de temperatura), entendre com els elements del sistema climàtic interactuen durant un canvi climàtic i identificar elements que amplien o esmoreeixen un canvi. En fi, ens serveixen per entendre com s'han produït els canvis climàtics i per preveure millor la situació a la qual ens enfrontarem en un futur imminent. <sup>TD</sup>



**Antonio Cerrillo**  
Periodista especialitzat en medi ambient.  
Treballa al diari *La Vanguardia*.



DE PROP

#### Poques raons per a l'optimisme

El proper any s'espera un nou informe del Panell Intergovernamental de Canvi Climàtic de l'ONU; i Isabel Cacho coneix, per alguns comentaris dels qui han intervingut en la seva elaboració, part del seu contingut: el nou informe serà més taxatiu a l'hora de subratllar la influència humana en el canvi climàtic. Però per ara haurem d'esperar l'any que ve i parlar del futur quan sigui present. I del present és el protocol de Kyoto que, en opinió de Cacho, comporta un gran avenç pel fet d'haver aconseguit posar d'acord un bon nombre de països per combatre un problema global i haver establert unes pautes de comportament futur. No obstant això, no s'han de llençar les campanes al vol: Kyoto no ha comportat encara una revolució en el camp de l'ús de les energies, estem encara al començament: «Potser aquest protocol comporti l'inici d'un canvi de mentalitat. Però mentre no participin en aquestes accions tots els països, i particularment els Estats Units, el major emissor de CO<sub>2</sub>, no haurem fet el canvi que hem de fer», diu.

Es pot ser optimista en aquestes circumstàncies? Aquesta paleoclimatòloga recorda que el que s'ha pactat en el protocol de Kyoto quant a reducció de gasos fou ja molt inferior a allò que els experts havien sol·licitat. Tot i que el pitjor és que ni tan sols s'ha aconseguit el que es va pactar en el seu dia. «Kyoto —apunta Isabel Cacho— hauria de ser només un primer pas per conscienciar-nos del canvi dràstic que hem de fer. Sense unes accions més contundents, no sóc optimista sobre un canvi en la tendència en què estem».

El desglaç de l'Àrtic, adverteix aquesta paleoclimatòloga, pot potenciar encara més l'escalfament del planeta.



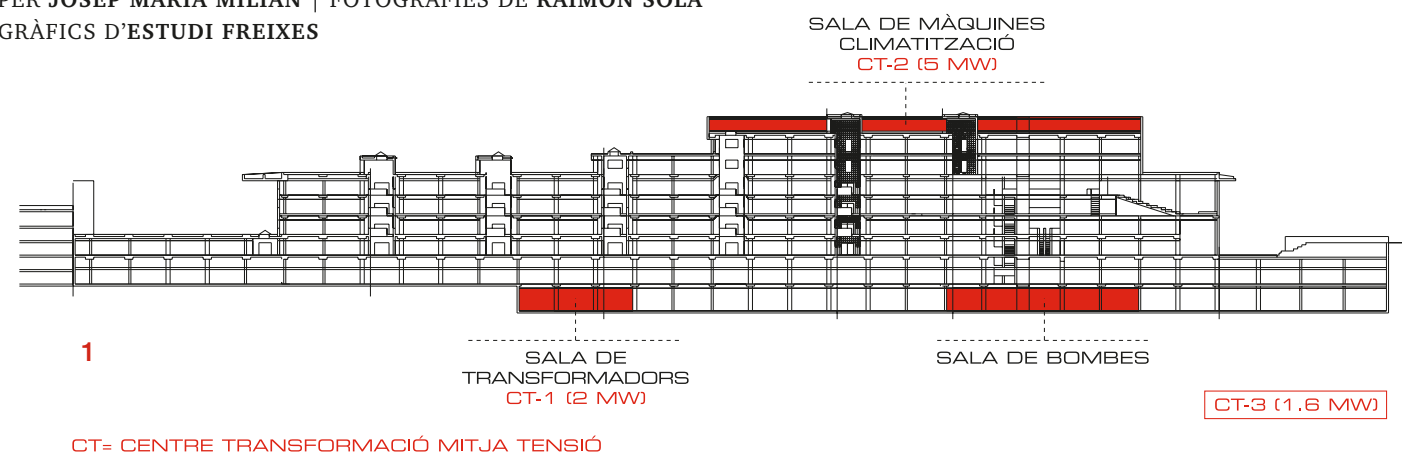
## El projecte

### Hospital de Sant Pau

# El clima calculat

Les instal·lacions de climatització del nou Hospital de Sant Pau s'han projectat per tal d'obtenir un elevat nivell de confort, amb un càlcul ajustat per al màxim aprofitament energètic.

PER JOSEP MARIA MILIÁN | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ  
GRÀFICS D'ESTUDI FREIXES

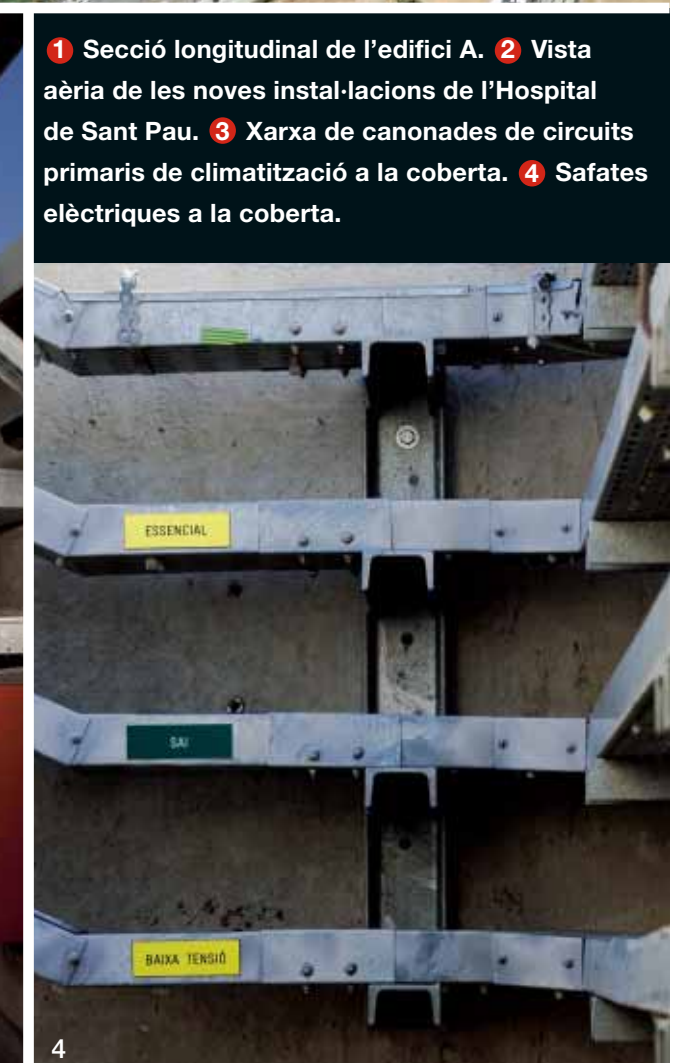


#### L'ENCÀRREC

**Projecte.** L'edifici s'ubica a la part nord del terreny que ocupen els pavellons modernistes de Domènech i Montaner, a la cantonada dels carrers Sant Quintí amb Mas Casanovas. Es tracta d'un edifici polibloc modern i versàtil, amb capacitat per adaptar-se fàcilment a canvis en la distribució dels espais. L'edifici gran, destinat a consultes externes, és un edifici de planta rectangular de secció longitudinal esglaonada. Les unitats d'hospitalització són estructures de 17 x 65 metres en les quals se situen les habitacions. Es desenvolupen en una planta baixa més quatre nivells, amb l'hospital de dia ubicat a la planta de nivell del vestíbul, les unitats d'hospitalització a les plantes superiors, i urgències i la UCI a la inferior.

#### L'EQUIP

**Facultatiu.** L'oficina d'enginyeria Milián Associats, SA es va formar l'any 1988 en associar-se tres enginyers i un arquitecte. L'equip té una àmplia experiència en el disseny de projectes i direcció d'obra de les instal·lacions necessàries en els edificis actuals. Realitzem el disseny dels sistemes d'electricitat, il·luminació, climatització, fontaneria i seguretat fins les comunicacions via fibra òptica. Hem projectat diverses obres singulars, com ara el Palau Sant Jordi a Barcelona i el pavelló de la navegació per a l'Expo-92 a Sevilla. També a Barcelona hem realitzat la direcció d'obra de les instal·lacions del nou museu de la ciència, CosmoCaixa. Per al projecte de les instal·lacions del nou Hospital de Sant Pau hem col·laborat amb el despatx d'arquitectes Bonell & Gil, i actualment estem realitzant la direcció d'obra de la part que s'està acabant de construir. L'oficina ha estat guardonada amb diversos premis.



1 Secció longitudinal de l'edifici A. 2 Vista aèria de les noves instal·lacions de l'Hospital de Sant Pau. 3 Xarxa de canonades de circuits primaris de climatització a la coberta. 4 Safates elèctriques a la coberta.

**E**l setembre del 2003 va començar l'activitat assistencial al gran bloc central del nou edifici de l'Hospital de Sant Pau. El bloc, de 36.022 m<sup>2</sup>, acull bàsicament l'activitat ambulatoria i disposa d'un modern sistema de climatització, que es va calcular a partir de les següents premisses:

**ESTIU:**

**Temperatura exterior de disseny:** 32°C  
**Humitat relativa exterior:** 60% HR (humitat relativa)  
 Puntualment, a Barcelona, s'arriba a 38°C, però és en casos molt excepcionals i amb una humitat molt baixa.

**HIVERN:**

**Temperatura exterior de disseny:** 1°C  
**Humitat relativa exterior:** 80% HR (humitat relativa)

**LES CONDICIONS INTERIORS DE CÀLCUL**

**VAN SER:**

**Temperatura interior de disseny:**  
 per a **refrigeració**, de 22 a 24°C, segons els sectors;  
 per a **calefacció**, de 18 a 22°C, segons els sectors.

Això vol dir que el dia més calorós, amb condicions exteriors de 32°C i 60% d'humitat relativa, la temperatura interior en els locals serà de 24°C ± 1°C. És evident que es poden mantenir temperatures al voltant dels 23°C a les zones en les quals el punt de consigna es programi en aquest nivell.

Per a la calefacció, el problema més important és l'engegada del sistema i el temps de resposta. Això vol dir que s'han de preveure coeficients de suplement per aconseguir la posada a règim de l'edifici en 60 minuts com a màxim. Això fa que les necessitats per a la posada en marxa siguin més del doble que les càrregues a règim constant.

**CONDICIONS AMBIENTALS**

Utilitzant mètodes estadístics d'avaluació del confort, s'han establert les condicions de temperatura, humitat i velocitat de l'aire en els seus valors límits. Aquests límits solen oscil·lar entre els 20 i els 24°C, amb humitats relatives compreses entre el 40 i el 60% i velocitats de l'aire entre 0,15 i 0,5 m/s. Altrament, en processos d'aportació de calor per a calefacció, la temperatura al centre dels locals (mesurada a 1,5 m d'alçada sobre el terra) no sobrepassarà els 22°C, ni serà inferior als 18°C. I en sistemes de condicionament d'aire a l'estiu, la temperatura mai no serà inferior als 23°C.

En un hospital, hi ha determinades àrees en què, tot i tenir condicions ambientals dins dels límits de confort hospitalaris, es poden adoptar valors més econòmics; en altres, com la zona quirúrgica, s'ha de comptar amb unes condicions més estrictes, ja que, per una banda, s'ha d'assegurar el màxim confort per a l'equip quirúrgic i, per una altra, estan condicionades per altres dos imperatius:

- reduir el risc d'infecció,
- assegurar un grau òptim d'humitat.

Aquest grau d'humitat, que no ha de ser inferior al 50%, evitarà la producció d'electricitat estàtica i,



1 Gràfic de fraccionament de potències.  
 2 Sala d'acumuladors d'inèrcia de la climatització al soterrani. 3 Pressió en acumuladors d'inèrcia.

1

**FRACCIONAMENT DE POTÈNCIES**



**PRESTACIONS DEL SISTEMA**

<b>Superfície climatitzada</b> 77.993 m <sup>2</sup>	<b>Cabal d'aire global de ventilació</b> 602.598 m <sup>3</sup> /h	<b>Moviment d'aire</b> 6,6	Tenint en compte que l'edifici funciona 24 hores al dia, les necessitats de calefacció seran molt inferiors a les de càlcul, ja que les càrregues seran màximes només quan funcionen les zones al 100% d'aire exterior.
<b>Volum</b> 218.380 m <sup>3</sup>	<b>Necessitats màximes de refrigeració</b> 8.042 kWt	<b>Renovació d'aire</b> 2,7	
<b>Capacitat de refrigeració</b> 8.874 kWt	<b>Necessitats màximes de calefacció simultànies</b> 6.714 kWt	<b>Potència elèctrica</b> 50 W/m <sup>2</sup>	
<b>Capacitat de calefacció</b> 7.254 kWt	<b>RÀTIOS</b>	<b>COP compressor, a l'estiu</b> 2,31	<b>Potència nominal instal·lada</b> 8,6 MVA
<b>Cabal d'aire en moviment</b> 1.450.400 m <sup>3</sup> /h	<b>Capacitat de refrigeració</b> 113,77 W/m <sup>2</sup>	<b>COP compressor, a l'hivern</b> 2,66	<b>Potència simultània</b> 7,3 MW
<b>Ocupació màxima previsible nominal</b> 5.500 persones	<b>Capacitat de calefacció</b> 93 W/m <sup>2</sup>	<b>COP global producció de fred amb recuperació de calor</b> 6	<b>Potència a contractar</b> 7 MW
	<b>Cabal d'aire en moviment</b> 18,59 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	<b>Energia de transport</b> 16 W/m <sup>2</sup>	<b>Ràtio instal·lació</b> 108 W/m <sup>2</sup>

en conseqüència, els riscos d'explosió dels gasos anestèsics. Així mateix, l'elevada humitat evitarà la dessecació dels teixits.

De forma general, les condicions interiors de temperatura i humitat a les àrees hospitalàries són:

- Estiu:** Sales d'operacions: 22°C, 50% HR  
Resta d'àrees: 24°C, sense control d'humitat
- Hivern:** Sales d'operacions: 22°C, 50% HR  
Resta d'àrees: 22°C, sense control d'humitat

Pel que fa a la neteja de l'aire, els procediments utilitzats per disposar d'aire net són de capital importància, sobretot en àrees crítiques que necessiten un ambient bacteriològicament estèril. Les principals precaucions que cal adoptar en aquest sentit són les següents:

- situar les boques d'entrada d'aire exterior tan llunyanes com sigui possible de les de descàrrega d'aire, elevar-les el màxim possible respecte al nivell de terra i orientar-les de forma que se n'eviti l'exposició als vents dominants i a les turbulències,

a fi de reduir els efectes de la pol·lució atmosfèrica;

- realitzar la humidificació de l'aire mitjançant la injecció de vapor;
- filtrar l'aire amb dispositius d'elevada eficàcia d'acord amb el grau de neteja desitjada;
- utilitzar radiacions ultraviolades (làmpades germicides).

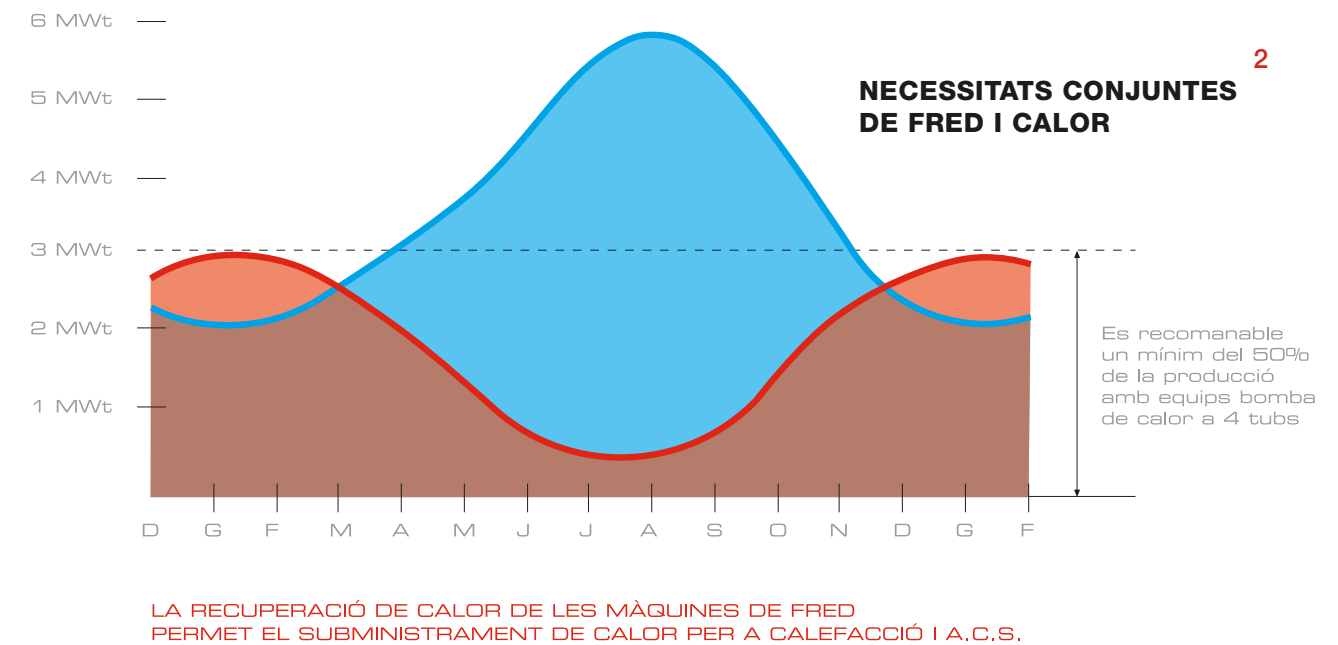
La velocitat de circulació de l'aire en els locals ocupats sedentàriament no ha de superar el valor dels 0,25 m/s a una alçada del terra inferior als 2 m quan es treballa amb aire a 22°C. Si la temperatura és inferior, la velocitat ha de disminuir notablement per mantenir les condicions de confort. Per aire a 20°C, per exemple, la velocitat no ha de superar els 0,10 m/s.

Pel que fa referència als sistemes de ventilació, les sales d'operacions i de parts, les unitats de cures intensives (UCI), les unitats d'incubadores i altres sales d'atenció especial, és recomanable climatitzar-les amb aire procedent totalment de l'exterior. Per a la resta d'àrees de l'hospital, es pot fer recircular part de l'aire interior barrejat amb el percentatge d'aire exterior suficient per aconseguir les renovacions per ventilació desitjades i per estalviar energia.

En les sales d'operacions i les UCI l'aire serà filtrat al 99% fins a un diàmetre de partícules de 0,3 micres (filtratge HEPA). A la zona quirúrgica, s'ha de mantenir un esglaonament rigorós de la pressió a les sales, de forma que el moviment de l'aire es produeixi de la zona més neta a la menys neta. Amb aquesta finalitat s'ha d'introduir a cada sala el cabal d'aire suficient per mantenir la sobrepressió desitjada.

**SISTEMA ESCOLLIT PER A LA CLIMATITZACIÓ**

Les necessitats de refrigeració se situen en una càrrega màxima de 9.000 kWt i una càrrega mitjana a l'estiu de 6.000 kWt. Les necessitats de calefacció són com a màxim de 6.000 kWt, que es pro-



duiran amb el funcionament de les unitats de bomba de calor de quatre tubs. Normalment la calefacció serà gratuïta, ja que serà el resultat de la recuperació de calor de les unitats de bomba de calor, amb un COP (coeficient d'eficiència) molt elevat. La producció d'aigua calenta sanitària serà gratuïta, amb la recuperació de calor de les bombes de calor. Solament a la nit s'utilitzaran les calderes de calefacció per realitzar el xoc tèrmic a 70°C en els dipòsits acumuladors d'aigua calenta sanitària. El consum de gas natural serà molt baix. Totes les instal·lacions de producció de fred i calor es col·locaran a la coberta de l'edifici de consultes.

Per al funcionament diari de nit i dia s'utilitzaran sis unitats de bomba de calor de quatre tubs de 500 kWt que alimentaran els climatitzadors de les zones comunes dels vestíbuls i passadissos —com també els quatre edificis d'hospitalització— tractant l'aire impulsat a les habitacions i passadissos, i fent la recuperació de calor de l'aire d'extracció dels sanitaris de les habitacions. Durant el dia entrarà la segona etapa d'equips de bomba de calor per donar servei a totes les consultes i oficines administratives, que refrigeraran les zones internes i les façanes assolades i escalfaran les façanes nord a l'hivern amb la recuperació de calor de les màquines.

Solament a l'estiu entrarà en funcionament la tercera etapa de màquines refredadores d'aigua, que es connectarà automàticament quan la temperatura exterior superi els 25°C aproximadament,

que voldria dir que estem en règim d'estiu. El funcionament de les tres etapes de màquines de refrigeració i calefacció estarà dirigit per un sistema de gestió automatitzat, que connectarà els equips necessaris cada dia i farà el cicle de les màquines, per aconseguir que funcionin el mateix nombre d'hores.

En l'edifici de consultes i oficines administratives, s'ha previst col·locar climatitzadors verticals de quatre zones, per zonificar els diferents departaments, amb bateries de quatre tubs i aportació d'aire exterior constant, a fi i efecte de mantenir totes les zones sobrepressionades respecte a l'interior. En els edificis d'hospitalització s'ha previst una aportació d'aire exterior permanent a totes les habitacions, amb una taxa d'aire exterior de 80 m³/h per llit, que representa 160 m³/h per habitació, equivalents a 3 R/h del volum de les estances.

A través dels sanitaris es farà l'extracció d'aire permanent, amb una recuperació de calor en els equips de la coberta, per aconseguir que les bombes de calor tinguin un COP de 4 a 5. En el bloc quirúrgic s'ha previst un climatitzador de 2.400 m³/h per a cada sala d'operacions, amb una extracció de 1.500 m³/h per mantenir-hi sempre una sobrepressió. Els equips seran per al 100% d'aire exterior durant les operacions i amb recirculació de 1.500 m³/h quan la sala d'operacions estigui en espera d'ús. A cada sala d'operacions es controlarà la temperatura i la humitat; i els metges podran modificar la temperatura en un marge de ± 2°C.



1 Sala de bombes de climatització al soterrani.  
2 El gràfic reflecteix les necessitats de fred i calor els diferents mesos de l'any.

**Els climatitzadors disposaran de:**

- comporta automàtica,
- prefiltrat d'aire,
- filtre de bosses,
- bateria de preescalfament,
- humidificació per vapor,
- bateria de refredament,
- bateria de postescalfament,
- ventilador d'impulsió,
- silenciador,
- filtres absoluts en els difusors de la sala d'operacions.

Per a les necessitats que s'han calculat, s'ha estudiat un sistema de producció de fred i calor amb bombes de calor de quatre tubs de producció simultània de refrigeració i calefacció, amb un COP molt alt en les èpoques de tardor, hivern i primavera. El COP per a fred de 2,56 és el normal per a una refredadora d'aigua condensada per aire amb gas refrigerant R-407-C. El COP per a calor que funciona amb bomba de calor és de 3,08. El COP per a calor i fred al mateix moment és molt alt:

<b>Fred:</b>	2,85
<b>Calor:</b>	3,79
<b>TOTAL:</b>	6,64

Això vol dir que la producció de calor i fred es farà amb un consum molt baix durant nou mesos de l'any, ja que tot l'aire d'extracció de les habitacions i les UCI es farà amb un sistema de recuperació de calor que facilitarà que les unitats treballin en les condicions de producció simultània de fred i calor. Tots els circuits poden funcionar de forma independent dels altres, segons les necessitats reals de cada sector. La selecció dels circuits s'ha fet de manera que els cabals en circulació i les pèrdues de càrrega siguin equivalents per poder utilitzar bombes *on line* de la mateixa mida i capacitat, ja que aquestes bombes tenen una corba de funcionament molt plana.

El dimensionament de les canonades s'ha fet de manera que la pèrdua lineal no sigui superior a 40 mm/m i les velocitats de circulació de l'aigua no superin els 2,5 m/s en els circuits primaris i 2 m/s en els circuits secundaris. La solució de distribució d'aigua freda i calenta fins a tots els climatitzadors ens permet donar les condicions que facin falta en qualsevol indret de l'edifici mitjançant climatitzadors unizona, multizona o per impulsos.

**FONTS D'ENERGIA**

Per a la producció de fred i calor s'ha previst la utilització de bombes de calor de quatre tubs, de 570 kWt de capacitat i 250 kW de potència elèctrica absorbida.

<b>Sala de màquines de bomba de calor</b>	2.250 kW
<b>Sala de màquines refredadores</b>	2.170 kW
<b>Total dels equips</b>	4.420 kW
<b>Bombes de circulació d'aigua i climatitzadors, aprox.</b>	795 kW
<b>TOTAL</b>	5.215 kW

<b>Potència elèctrica simultània a l'estiu:</b>	5.215 kW
<b>Potència elèctrica simultània a l'hivern:</b>	1.295 kW

Per tot el que hem exposat, podem afirmar que el projecte de climatització s'ha desenvolupat pensant en dotar l'edifici del nou Hospital de la Santa Creu i Sant Pau d'un sistema flexible que permeti l'evolució de les solucions i adaptar-se en cada moment a les necessitats reals. **TD**

**Josep M. Milián**  
 Director general de Milián, SA  
 i enginyer tècnic industrial.



L'enginyer i la seva obra: Josep M. Milián al soterrani del nou Hospital de Sant Pau

# “El més important és la ventilació”

Josep M. Milián, enginyer tècnic industrial i col·legiat 8.585, dirigeix la societat d'enginyeria que ha fet el projecte i la direcció d'obra de les instal·lacions del nou Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. La seva especialitat és l'estalvi energètic.

PER MIQUEL DARNÉS | FOTOGRAFIES DE RAIMON SOLÀ I CANETTI FOTOGRAFIA

**Les instal·lacions de climatització són compatibles amb un creixement sostenible?**

Sí, són compatibles; si es pensen, es dissenyen d'acord amb les necessitats de les persones. Evidentment hi ha moltes necessitats que són imprescindibles, per exemple, a l'Hospital de Sant Pau, hi ha tot el tema de les sales d'operacions, que necessiten un aire condicionat molt net, molt asèptic, que ha d'estar filtrat i amb unes condicions de temperatura i humitat perquè no hi hagi proliferació de bacteris i virus. Ara bé, en l'ambient domèstic es pot fer de més o de menys. El confort a vegades passa factura.

**Al seu currículum posa que és especialista en estalvi energètic. Pot explicar què significa?**

Bé, en dissenyar les instal·lacions per als edificis, el que hem de tenir en compte és que el consum d'energia per metre quadrat sigui el més baix possible. Si s'optimitzen les diferents actuacions com ara a la pell de l'edifici, en el transport de l'energia de climatització i altres aspectes dins de l'edifici, es pot

**“S'ha de procurar que el consum d'energia sigui el més baix possible”**

## “De vegades, els arquitectes que tenen petits projectes s’hi dediquen amb més entrega que els grans noms”

optimitzar el consum d’energia per metre quadrat, i és aquí on nosaltres treballem abans d’aplicar altres alternatives d’energies renovables, etc.

### Algun exemple pràctic?

Un exemple és l’edifici El Dau, on hi ha la seu central de la Caixa a Barcelona: té un sistema de circulació d’aire per l’interior de la façana que fa que la radiació solar sobre el vidre negre —propi de l’edifici i que és un símbol de la Caixa—, es compensi amb la ventilació controlada que hi ha entre el vidre i la cortina. Així, a l’estiu, com que hi ha aquesta ventilació de la façana, fa que la radiació solar no arribi als despatxos i també que la càrrega de refrigeració sigui més baixa i, per tant, hi hagi menys consum d’electricitat i menys biòxid de carboni. Tot plegat va en benefici de la sostenibilitat dels sistemes.

### Ha parlat del biòxid de carboni.

#### Què en pensa del canvi climàtic?

(Riu) Del canvi climàtic? Bé, evidentment hi ha molta literatura a favor i en contra. Per exemple a les zones properes d’aquí, hi ha un estudi a Cardedeu d’una empresa d’uns viviers que tenen demostrat que darrerament la temperatura ha can-

viat perquè la sortida de les fulles es produeix més aviat, ho tenen estudiat em sembla durant més de vint anys. Hi ha un efecte que fa que s’allargui la temporada de primavera i tardor, respecte d’anys anteriors. Això és una evidència estadística. També els científics parlen que, si es desgela l’Àrtic, tindrem un corrent fred que vindrà cap Europa, i que en lloc de tenir una temperatura més alta, pot ser més baixa. O sigui, hi ha diferents opinions. Ara bé, tampoc ens hem d’espantar tant, perquè resulta que les temperatures que tenim històriques dels centres de les ciutats són una mica falses, perquè fa cent anys el trànsit pels carrers era amb carros, sense cotxes, pràcticament; i la contaminació no existia. I ara tenim una contaminació que fa que la temperatura a dins de Barcelona sigui molt més alta, fins i tot a l’hivern, perquè hi ha una inversió tèrmica, i per tant això ens enganya.

**Tornant a la seva feina: els projectes d’instal·lacions s’han de fer d’acord amb l’arquitecte de l’edifici. Vostè ha treballat amb arquitectes de renom internacional com Isozaki o Eisenman, entre altres.**

#### De quin en guarda algun record especial?

És difícil de dir, però a vegades hi ha arquitectes

que tenen projectes més petits o habitatges unifamiliars, que s’hi dediquen amb una professionalitat i entrega molt millor que aquests grans noms. A vegades satisfà treballar amb ells perquè t’entenen o et poden entendre millor que no pas les grans figures. Les grans figures sempre tenen els seus ajudants que fan de filtre i que moltes vegades no es posen en el dia a dia de les coses. Quan vam fer el Palau Sant Jordi amb Arata Isozaki, estava dos dies al despatx i, evidentment, era molt difícil de poder parlar amb ell moltes estones. El que sí que passava és que si no ho deia ell ningú no canviava les coses. Aleshores havies de demanar hora el dia que estava a Barcelona per dir-li: escolti això s’ha de fer així, si no, tindrem algun problema. Perquè amb els seus ajudants, canviar coses era difícil.

### Amb quines dificultats s’ha trobat a l’Hospital de Sant Pau?

Bé, el problema en els hospitals és que els espais que ens deixen per a les instal·lacions són mínims i evidentment el que no podem fer és posar equips als cels rasos, als sostres, perquè després se n’ha de fer el manteniment bastant sovint. A Sant Pau vam aconseguir uns espais al costat dels blocs d’escales i de sanitaris on van els equips d’aire condicionat. Són practicables a peu pla i s’hi pot fer el manteniment perfectament. A més, hem tingut l’avantatge que la coberta de l’edifici ens ha servit per ubicar tota la maquinària i els transformadors. Ara bé, en un hospital, com en qualsevol altre edifici, el més important és la ventilació. A Sant Pau, a part de les consultes, on hi ha tres renovacions d’aire, a la resta de l’edifici tot és aire exterior al cent per cent, per mantenir-lo de bona qualitat. **TD**



**Miquel Darnés**  
Enginyer tècnic industrial i periodista  
Director de *Tecnodebats*  
Assessor de comunicació del CETIB



**Josep M. Milián** (Barcelona, 1941). Quan parla et mira amb una certa distància, com si estigués analitzant el plànol de la teva fesomia, però el seu rostre llueix quan t’explica la seva feina. Les seves paraules, sempre mesurades, descobreixen un pou de coneixements i experiència. Comenta que «molts es limiten a copiar, a mi m’agrada conèixer el perquè de les coses, aprofundir-hi, perquè és la manera de poder-les explicar llavors sense problemes». L’activitat com a professional liberal va iniciar-la quan, en plena crisi econòmica, el Col·legi d’Arquitectes de Catalunya va prescindir dels seus serveis l’any 1983, on exercia de cap del departament de projectes i assessorament a arquitectes. «Vaig posar-me pel meu compte amb mitja secretària i mig delineant com a col·laboradors», explica.

Els seus inicis en el món de la climatització van ser a l’empresa Clima Roca-York de Sabadell el 1966, cosa que li va permetre disposar de tota la informació tècnica de York. Ja com a Milián Associats, SA, societat d’enginyeria, ha participat en projectes emblemàtics com ara el Palau Sant Jordi, l’edifici Caja Madrid, el de CosmoCaixa i el darrer, l’Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, tots ells a Barcelona. També fora de Barcelona ha projectat les instal·lacions del Palau de Congressos de Girona i del Palacio de Congressos de Maspalomas, a Gran Canària, entre altres.

Les innovacions són presents en els seus treballs. Però per introduir-les ofereix un ampli ventall de solucions per generar confiança en la solució adoptada. Així doncs, un dels diversos premis obtinguts va ser per les novetats en les instal·lacions del Palau Sant Jordi, atorgat en la quarta convenció internacional d’instal·ladors. Les instal·lacions que projecta, a més, estan pensades de forma racional per facilitar-ne l’ús i el manteniment. L’agrupament d’elements, les ubicacions estratègiques i els dissenys modulars ho confirmen.

**Josep M. Milián**  
ha treballat amb  
arquitectes  
de renom, com  
Arata Isozaki.



# L'opinió

Però... què en diuen els que en saben? Físics, biòlegs, meteoròlegs, enginyers i fins i tot polítics opinen sobre el canvi climàtic.

- 1) Quines són les evidències més importants del canvi climàtic?
- 2) Fins a quin punt es poden relacionar amb l'activitat humana?
- 3) Hi ha esperança d'influir en el nostre futur?

PER TERESA ARTIGAS

## Josep Garriga

Llicenciat en Ciències Polítiques, Econòmiques i Comercials per la Universitat de Barcelona. És subdirector general de desenvolupament sostenible de la Direcció General de Polítiques Ambientals i Sostenibilitat del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat. Ha estat membre de l'equip espanyol en les COP10 i COP11 (Conferència de les Parts sobre el canvi climàtic i el protocol de Kyoto) a Buenos Aires i Montreal.



**1-** El darrer informe d'avaluació publicat pel Panell Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) l'any 2001 proporciona una avaluació de dades i proves científiques, com ara les projeccions sobre les concentracions futures de gasos amb efecte d'hivernacle en l'atmosfera, pautes regionals i mundials de canvis i la velocitat dels canvis en les temperatures, les precipitacions, el nivell del mar i els fenòmens climàtics extrems. La previsió de les conclusions del proper informe d'aquest organisme sembla que posarà en relleu encara amb més insistència aquestes evidències del canvi climàtic.

A Catalunya, hi ha evidències com l'avançament de l'arribada de la primavera i el retard de l'hivern, tot provocant que el període vegetatiu s'hagi allargat uns cinc dies per dècada durant els darrers cinquanta anys, o també la disminució de les precipitacions, que provoca un increment de l'aridesa i poca disponibilitat hídrica.

**2-** D'acord amb l'informe de l'IPCC, es pot atribuir a les activitats humanes l'augment de les concentracions atmosfèriques dels principals gasos amb efecte d'hivernacle (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O i ozó troposfèric), provocades principalment pel consum de combustibles fòssils, l'agricultura i els canvis en l'ús de les terres, com també les concentracions d'aerosols des de l'època industrial. D'altra banda, els estudis i registres climàtics dels darrers 35 a 50 anys també presenten sistemàticament proves de senyals antropogènics.

**3-** Cal desenvolupar i complementar les dues estratègies de resposta davant el canvi climàtic adoptades pels governs: la mitigació o reducció de les emissions dels gasos amb efecte d'hivernacle i l'adaptació dels estats a tots aquests canvis produïts. La velocitat i la magnitud de l'escalfament i l'elevació del nivell del mar projectades es poden atenuar amb la introducció d'actuacions de reducció dels gasos amb efecte d'hivernacle. La posada en pràctica d'aquestes mesures requereix la superació de barreres tècniques, polítiques, culturals, econòmiques i institucionals.

## Carlos Gràcia

Professor del Departament d'Ecologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona i cap d'investigació del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions. Vicepresident de l'Asociación Española de Ecología Terrestre i directiu de la Sociedad Española de Ciencia Forestal.

**1-** A escala planetària, la freqüència d'huracans, tornados o tifons d'elevada intensitat, com també els episodis climàtics extrems. A escala local, algunes espècies de plantes es troben ara als Pirineus a altituds en què abans no hi eren. Els ous de molts insectes han avançat el període d'eclosió. Les glaceres dels Pirineus han retrocedit.

**2-** S'ha incrementat la concentració de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera dels 280 ppm, abans de la revolució industrial, fins als més de 380 ppm que tenim actualment. I aquesta concentració continua creixent a un ritme proper a l'1% anual. No hi ha cap procés natural que expliqui aquest increment.

**3-** Cal un canvi profund del nostre estil de vida. El desig desmesurat de creixement econòmic es contradueix amb la gravetat dels problemes derivats del canvi climàtic.

## Richard S. Lindzen

Físic atmosfèric i professor "Alfred P. Sloan" de meteorologia al Massachusetts Institute of Technology (MIT). Membre de la National Academy of Sciences dels Estats Units, és un dels més coneguts crítics de la teoria de l'origen antropogènic del calentament global.

**1-** De fet, el canvi climàtic està passant contínuament. I és que la Natura no és estàtica.

**2-** L'escalfament que la Terra ha experimentat els darrers anys ha estat només d'algunes centèsimes de grau. Seria fins i tot realment difícil establir si és realment un escalfament o no ho és. Per tant, atribuir-ho a l'acció de l'home seria simplement deshonest.

**3-** Els esforços que s'han proposat actualment (per exemple, les propostes de limitació d'emissions del protocol de Kyoto), no tindrien efectes apreciables sobre l'escalfament del clima, de tota manera. Si un es creu els alarmistes, el canvi de vida que seria necessari ens faria retornar, bàsicament, a les condicions de vida de l'any 1840. Un canvi d'aquestes característiques fóra infinitament més arriscat que no fer res de res.

## M. del Carme Llasat

Doctora en Ciències Físiques, és professora titular del Departament d'Astronomia i Meteorologia a la Facultat de Físiques de la Universitat de Barcelona. Els seus treballs se centren en l'estudi de les pluges catastròfiques, inundacions, intensitat de la precipitació, agrometeorologia, xarxes meteorològiques, canvis climàtics i meteorologia de muntanya.

**1-** El tercer informe del Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic de l'any 2001 apuntava canvis en la temperatura, el nivell del mar, la precipitació i la producció de sequeres i inundacions, a més d'altres riscos naturals. Segons aquest informe, la concentració de CO<sub>2</sub> en l'atmosfera havia passat de 280 ppm pel període 1000-1750 a 380 ppm l'any 2000. L'impacte més important d'aquest canvi ha estat l'augment de la temperatura mitjana del planeta, amb un valor aproximat de 0,6°C durant el segle xx.

**2-** El clima és dinàmic; al llarg de la història hi ha hagut períodes glacials i períodes càlids, èpoques d'inundacions i èpo-



ques de sequera. Però ara, als canvis pròpiament naturals, s'hi afegeix l'alteració en el clima provocada per l'home, que pot arribar a desestabilitzar el sistema portant-lo a un punt sense retorn.

**3-** En el proper informe de l'IPCC, previst per al 2007, s'abordarà el canvi climàtic com un tot. A més de mostrar els resultats científics, s'inclouran propostes sobre les mesures per a la seva mitigació, i també per a l'adaptació enfront d'aquest canvi. Les mesures que es prenguin hauran de ser coherents amb una adaptació i mitigació simultànies. En alguns països la legislació ja té present aquest canvi, incita a prendre mesures, per exemple, en l'urbanisme o la indústria, i també en la millora de l'educació i la sensibilització de la població.



## Josep Enric Llebot

Catedràtic de Física de la Matèria Condensada del Departament de Física de la Universitat Autònoma de Barcelona. Col·labora en diferents mitjans de comunicació i és autor d'una desena de llibres. És el coordinador de l'informe *El canvi climàtic a Catalunya* i membre del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat.

**1-** Les evidències sobre l'escalfament global —i el corresponent canvi del clima— són l'augment continu de la concentració atmosfèrica dels gasos amb efecte d'hivernacle, cosa que es pot mesurar a qualsevol lloc del món, el corresponent augment de la temperatura mitjana de la superfície terrestre, que l'Organització Meteorològica Mundial calcula en 0,6°C durant el segle xx, i els canvis fenològics en espècies vegetals segons els quals les fulles els surten abans, maduren abans i els cauen més tard ara que fa cinquanta anys.

**2-** Pel que fa al contingut de diòxid de carboni a l'atmosfera, s'ha determinat que aquest majoritàriament és de procedència fòssil, és a dir, provinent de la combustió de combustibles fòs-

sils. No obstant això, hi ha coses que encara no es coneixen amb prou exactitud. Per exemple, els càlculs que es fan sobre el CO<sub>2</sub> que hauria d'haver-hi a l'atmosfera preveuen una quantitat superior a la que realment s'hi troba: és que el CO<sub>2</sub> que manca es dissol a l'oceà, que és un gran reservori de carboni del planeta.

**3-** La influència vers el futur ha de passar per dues vies: l'adaptació als canvis i la mitigació dels impactes. Per poder-se adap-



tar als canvis cal saber quins seran i per això falta encara avançar molt en la capacitat predictiva dels models climàtics a escala petita. Pel que fa a la mitigació, cal posar en marxa programes d'eficiència energètica i de descarbonització de l'economia. Hem d'intentar influir en les emissions per fer més lent l'escalfament global.

## Francesc Mauri

Llicenciat en Geografia, és membre del Consell Assessor del Servei Meteorològic de Catalunya. Des del 1985 desenvolupa la seva activitat professional en mitjans de comunicació com Catalunya Ràdio, *La Vanguardia* i TV3, on elabora la informació meteorològica. És coautor de dues guies sobre el temps.

**1-** Sens dubte, el canvi climàtic existeix. L'augment de les temperatures globals és una de les evidències més inqüestionables amb un valor pròxim a 0,7°C en l'àmbit planetari, i als 0,9°C a Catalunya. Això podria ser fruit d'una variació natural, però el que ho relaciona amb l'impacte humà, fruit de la crema de combustibles fòssils, és la velocitat de variació. Aquest ritme tan ràpid no té precedents en el darrer mil·lenni. També tenim el canvi del règim de precipitacions a diferents indrets del planeta. A Catalunya plou molt



semblantment a com ho feia fa cent anys, segons dades fidedignes d'observatoris, però ho fa de forma més irregular.

**2-** La temperatura del planeta sempre ha canviat. És normal que variï i ho continuarà fent per causes naturals relacionades amb el Sol, les variacions astronòmiques o les erupcions volcàniques. Ara bé, la pujada que s'observa des del 1978, en l'àmbit planetari, i que continua en l'actualitat, no té precedents pel que fa a velocitat d'augment en el darrer mil·lenni. Des de mitjan anys cinquanta, s'enregistren dades en observatoris de control de la contaminació de fons i no s'explica tenint en compte només els mecanismes naturals.

**3-** Hauríem de tornar a la influència zero, és a dir, quan només la natura decidia els canvis. Hauríem d'anar cap a un model energètic basat sobretot en energies renovables, més respectuós amb l'entorn i la maquinària climàtica. D'aquí a uns anys no podrem pagar el preu del petroli o el gas: seran antieconòmics i començarem a trobar «interessants» les altres energies.

## Jordi Mazon

Llicenciat en Física per la Universitat de Barcelona l'any 1998 i màster en Climatologia Aplicada per aquesta universitat l'any 2000. És professor al Departament de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya i des del 1999, secretari general de l'Associació Catalana d'Observadors Meteorològics. Ha publicat diversos llibres i articles de divulgació de les ciències atmosfèriques.

**1-** Depenent del lloc, el canvi climàtic es mostra amb més o menys evidències. A casa nostra, el que sembla cada cop més confirmat és una redistribució de les precipitacions: existirà una estació eixuta i una altra de plujosa. Així, les primaveres i els estius són cada cop més secs, de manera que des de mitjan i final de l'hivern, i fins a la tardor, les precipitacions són minses en bona part del territori. En altres punts del planeta, hi ha evidències com el desglaç del subsòl de Sibèria, sequeres persistents al continent africà i l'afebliment de la capa de gel de l'oceà Àrtic.



## Joan Monyarch

Degà del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Lleida i president del Consell de Col·legis d'Enginyers Tècnics Industrials de Catalunya. És coordinador de pràctiques tutelades en empreses de l'Escola Superior Politècnica de la Universitat de Lleida (UdL) i professor d'ensenyament secundari en el Col·legi Episcopal de Lleida. Ha col·laborat amb diverses empreses d'automatització i equips auxiliars de maquinària agrícola de Barcelona i Lleida i ha exercit també com a professional liberal.

**1-** Les fluctuacions climàtiques sempre han existit. Aquesta alternança s'ha produït amb diferències de temperatura global d'entre 5 i 6°C, que han provocat transformacions importants i canvis en la biosfera. Sembla, segons les dades recollides de les temperatures enregistrades, que en l'actualitat hi ha un augment de la temperatura global. Aquest fet ha provocat una pèrdua de superfície glaçada dels casquets polars i en conseqüència han augmentat els nivells dels oceans i dels mars. Per altra banda, les glaceres de l'interior en les zones muntanyenques evidencien una disminució dels seus volums de glaç.



**2-** Fins fa una dècada, era difícil relacionar canvi climàtic amb l'activitat antròpica, i els crítics amb l'escalfament global al·legaven que sense les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle que actualment s'emeten a escala global, en l'època recent hi ha hagut el petit òptim medieval (del segle ix al xiii) i la petita edat de gel (del segle xiv fins al xv). Però el darrer informe de l'IPCC mostra evidències que l'activitat antròpica és la causant de l'increment bruscat de les temperatures dels darrers anys, sobretot des de mitjan anys vuitanta del segle xx.

**3-** El canvi climàtic és anomenat també *canvi global*, pels canvis i implicacions socials i econòmiques que comportarà. Sembla que durant aquest segle es produiran els moviments migratoris més importants de la història de la humanitat, i l'economia dels països desenvolupats es veurà frenada per l'esgotament de certs recursos naturals, com els combustibles fòssils, i alimentaris. Només un canvi de model energètic podria mitigar els efectes del canvi climàtic, tot i que la inèrcia de les emissions de les darreres dècades serà present durant algunes més.

**2-** Si aquest escalfament s'explica en part per l'excessiva emissió de gasos com el CO<sub>2</sub> i el CH<sub>4</sub> (metà) i d'altres, podem relacionar-ho amb les conductes humanes hereves d'un sistema en què tot era vàlid i en què els recursos naturals es creien inesgotables, conductes pròpies del segle xix o èpoques anteriors. Desforestació sense escrúpols, crema exagerada de combustibles fòssils, utilització de sistemes de producció poc eficients... aquestes conductes o activitats es realitzen on hi ha l'home i sobretot en les zones del planeta que anomenem *desenvolupades*.

**3-** Si l'home ha estat capaç d'anar a la Lluna, explorar l'espai o trobar remeis per a malalties que fa uns anys eren incurables, és evident que ha de ser capaç de trobar remei a aquest problema. Cal, però, fer l'esforç i en aquest «laboratori» hi som tots i totes convidats: caldrà canviar estratègies i hàbits. Cal canviar els «watts pels bits», o dit d'una altra manera, no malbaratar energia i, aquesta, generar-la amb sistemes més eficients i respectuosos amb el medi.

# Llibres

PER JOAQUIM ELCACHO

## Cristina Narbona

Ministra de Medi Ambient. Doctora en Ciències Econòmiques per la Universitat de Roma. Anteriorment, ha estat secretària d'estat de medi ambient i habitatge i responsable de l'Àrea de Medi Ambient durant la seva etapa com a regidora de l'Ajuntament de Madrid.

**1-** Espanya és un dels països més vulnerables al canvi climàtic i ja registra efectes negatius del greu problema ambiental que afecta tot el planeta: durant els últims trenta anys, la temperatura mitjana s'ha incrementat més d'1,5°C; el ritme de pujada del mar a les nostres costes s'ha accelerat fins a quasi quatre mil·límetres anuals en la dècada 1990-2000; les aportacions hídriques a les conques del Guadalquivir i el Xúquer s'han reduït en l'últim segle més d'un 23%. Han augmentat la freqüència de tempestes i el nombre de nits tropicals al Mediterrani, a més d'incrementar-se els fenòmens de regressió costanera i les onades de calor.

**2-** Fa més de vint anys que els científics coincideixen en l'existència d'aquesta relació. En la lluita contra el canvi climàtic partim de dades negatives que responen a una tendència de massa anys en



què no hi ha hagut, des dels poders públics, una voluntat de promoció de les energies netes i d'estímul de conductes ciutadanes més sostenibles. El fet que Espanya sigui el país de la UE que realitza un major percentatge de trajectes amb cotxe per sota dels tres quilòmetres ens dóna una idea dels nostres hàbits de consum. O que amb el doble d'hores de sol que a Alemanya tinguem deu vegades menys energia solar instal·lada.

**3-** Els ciutadans han d'estar molt més informats sobre la relació que hi ha entre la seva salut i qualitat de vida, i la salut del seu entorn. Lamentablement, encara tendim a veure la problemàtica ambiental com una cosa aliena a la nostra vida. És un altre salt que hem de fer. El nostre model de creixement segueix sent un model excessivament vinculat a la contaminació i a la destrucció dels nostres ecosistemes. Per això el compromís dels poders públics, en primer lloc, és el de liderar un canvi cultural i, en segon lloc, una reorientació en l'acció política.

## Jorge Wagensberg

Professor de Teoria dels Processos Irreversibles a la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona. Crea i dirigeix la sèrie "Metatemas" de l'editorial Tusquets. Del 1991 al 2005 va dirigir el Museu de la Ciència de la Fundació la Caixa i actualment és director de l'Àrea de Ciència i Medi Ambient de la Fundació la Caixa.

**1-** La concentració d'anhídrid carbònic a l'atmosfera i també l'augment de les temperatures, que n'és conseqüència. La corba que mostra aquests increments és terrorífica. D'evidències, en tenim moltes, com el desgel de l'Antàrtida, on colònies senceres de pingüins s'estan quedant sense territoris. Hi ha molts indicadors com aquests. La Terra és com un pacient amb molts símptomes diferents. Hem d'estudiar la malaltia i buscar-ne una teràpia.

Els casos concrets són els més clars: hi ha plantes que escalen les muntanyes, és a dir, que creixen a més alçada perquè ja no se senten còmodes amb el clima dels llocs on acostumaven a créixer. Però, a més d'aquests símptomes concrets, també n'hi ha de globals, com és ara el Niño, un fenomen que provoca sequeres, pluges torrencials, etc.



**2-** Per mi està clar que hi ha relació, però encara hi ha una possibilitat entre un milió que no n'hi hagi. Per exemple, la corba de la qual he parlat abans (de creixement d'emissions d'anhídrid carbònic i augment de la temperatura) es correspon amb l'increment de l'activitat humana. La Terra no deixa

anar tant anhídrid carbònic. També hi ha el forat d'ozó: podria ser que es produís com a part d'un cicle, però (i això és una bona notícia), ha minvat des que no fem servir tant de CFC.

**3-** Ara mateix tenim el primer gran problema global del planeta. És un problema que afecta tothom, però que no provoca tothom. Estem en un moment crític en què s'està afectant la globalitat. La ciència ens pot ajudar a triar comportaments, però el problema és que un canvi de comportaments implica triar una altra manera de viure. El més important és que els teòrics de l'economia, els polítics i els científics es posin d'acord perquè, ara mateix... ni tan sols es pot dir que parlin!

## Per descobrir els secrets del clima

La pregunta que inicia el títol d'aquest llibre es basa en una anècdota de l'autor. D'excursió al peu de la Pica d'Estats, un home gran, veí de la zona, va comentar al professor Llebot que no s'atrevia a pronosticar si plouria l'endemà perquè estava convençut que, entre tots, hem tornat boig el temps. Responent a aquesta i altres 74 preguntes, l'autor descobreix els secrets del clima i els factors que l'estan fent canviar, especialment la influència de les activitats humanes. La justificació científica i la complicada aplicació del protocol de Kyoto també queden perfectament resoltes en aquest llibre.

L'esforç de l'autor va quedar parcialment recompensat en ser guardonat amb del 10è Premi Literatura Científica (2005). Josep Enric Llebot (Barcelona, 1953) és catedràtic de física de la matèria condensada de la Universitat Autònoma de Barcelona; especialista en termodinàmica de processos irreversibles i en física ambiental, i convençut treballador en la divulgació de la ciència i els coneixements sobre medi ambient. Ha coordinat l'important i ampli treball acadèmic *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya.



**El temps és boig? i 74 preguntes més sobre el canvi climàtic**  
JOSEP ENRIC LLEBOT  
Rubes Editorial / FCRI  
Barcelona, 2005  
168 pàgines



## El canvi global en el medi ambient

MANUEL LUDEVIT. Biblioteca Universitària, 25. Edicions Proa / Universitat Pompeu Fabra. Barcelona, 1995. 350 pàgines.

La principal característica del canvi del clima actual és que, per primera vegada en la història, està motivat —totalment o parcial— per l'ésser humà. L'acció antròpica és un dels apartats destacats d'aquest llibre. L'altre és el plantejament genèric del problema: l'home no només s'ha d'enfrontar amb un augment puntual de les temperatures sinó que el canvi també està afectant al conjunt del medi ambient, des de la pèrdua de biodiversitat fins a l'impacte en l'agricultura i l'ús de l'energia.



## Pingüins a l'Empordà. Què és això del canvi climàtic?

JOSÉ LUIS GALLEGO. Rosa dels Vents. Barcelona, 2006. 191 pàgines.

Explicar els grans conceptes de forma ràpida i senzilla i, sobretot, buscar la implicació del lector, són les claus per fer front a un problema transcendental per a la vida en el nostre planeta. El llibre es llegeix d'una tirada perquè l'autor no pretén fer càtedra sinó compartir la seva preocupació i el seu compromís amb el medi ambient. Sota aquest títol enginyós, a més, s'amaga l'interès per presentar la realitat del canvi climàtic i les possibles accions pal·liatives des de Catalunya.



## Observar el tiempo

WILLIAM J. BURROUGHS, BOB CROWDER, TED ROBERTSON, ELEANOR VALLIER-TALBOT I RICHARD WHITAKER. Geoplaneta. Editorial Planeta. Barcelona, 1998. 288 pàgines.

Tot el que un bon aficionat vol saber sobre el clima i la meteorologia es recull en aquest llibre de luxe i especialment atractiu físicament: des de les curiositats més típiques (Quin és el lloc del món on fa més vent?), la història dels homes del temps i el canvi climàtic, fins a les categories de núvols, els efectes òptics de l'atmosfera i la meteorologia durant els incendis forestals. Tot amb gràfics i fotografies de primera qualitat i, a més, índex temàtic i glossari.



### El canvi climàtic

GUY JACQUES / HERVÉ LE TREUT.  
COI Forum Oceans / Departament de Medi Ambient i Habitatge. Barcelona, 2005.  
160 pàgines.

A més d'exposar les bases científiques del funcionament del clima, aquest llibre, promogut per la Comissió Oceanogràfica Intergovernamental de la Unesco, explica quin és el paper dels oceans en el canvi del clima i el seu possible impacte futur. També destaca una aproximació a les modelitzacions numèriques per a la predicció del clima futur i una àmplia anàlisi del protocol de Kyoto i la seva aplicació.



### El calentamiento global

SPENCER R. WEARTS. Las dos culturas.  
Editorial Laetoli. Madrid, 2006. 272 pàgines.

Els científics van estar gairebé tot el segle xx discutint la possibilitat que l'emissió de gasos com del diòxid de carboni, fruit de la combustió de derivats del carboni en la indústria i el transport, estigués alterant les condicions de l'atmosfera. Spencer Weart, director del Centre per a la Història de la Física de l'American Institute of Physics, ens explica com la comunitat científica va arribar, a través de nombrosos indicis, a deduir, provar i mesurar aquesta realitat que ara ens sembla tan evident.



### La amenaza del cambio climático

TIM FLANNERY. Taurus Pensamiento.  
Editorial Taurus. Madrid, 2006.  
408 pàgines.

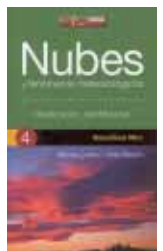
Flannery, escriptor científic, exprofessor a Harvard i actual representant de la National Geographic a Austràlia, presenta aquest llibre com una aventura en el descobriment dels indicis del canvi climàtic. A més de fer un repàs atractiu i exhaustiu de la situació, Flannery analitza les possibilitats d'èxit del protocol de Kyoto i tracta de sumar al lector en la lluita quotidiana per a la defensa del medi ambient.



### Manual de l'home del temps. Iniciació a la meteorologia

MARCEL COSTA I EULÀLIA ROGER.  
L'Esparver Ciència, 22. Ediciones La Magrana.  
Barcelona, 1996. 210 pàgines.

Els joves tenen pocs incentius per dedicar-se a la ciència. Fan falta mestres interessats en aquestes matèries i bons llibres. Aquest manual està dirigit especialment als joves i aficionats poc experimentats i la seva pretensió és aportar els elements bàsics per conèixer com funcionen el clima i els fenòmens meteorològics. Ho aconsegueix només en part: el contingut és força interessant però la forma és massa pobra per poder competir amb els productes visuals i multimèdia que dominen el mercat.



### Nubes y fenómenos meteorológicos: clasificación e identificación

MARCEL COSTA I JORDI MAZON.  
Geostel SA. Barcelona, 2006. 64 pàgines.

En moltes ocasions sortim a passejar o d'excursió i ens quedem amb les ganes de poder explicar als nostres acompanyants com es diu aquell núvol blanc en forma de gran bolet que ocupa l'horitzó. Aquest petit i pràctic manual ens ajuda a posar nom i entendre la meteorologia sense haver d'esperar les explicacions dels homes i dones del temps a la televisió. El prestigi divulgatiu de Jordi Mazon, secretari general de l'Associació Catalana d'Observadors Meteorològics (ACOM), és tota una garantia.



### Catalunya 2005. Informe sobre medi ambient i desenvolupament sostenible

FUNDACIÓ FÒRUM AMBIENTAL / DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITATGE. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Barcelona, 2006. 191 pàgines.

Es tracta d'un interessant resum de dades per acostar-se a la realitat ambiental a Catalunya. Pel que fa al canvi climàtic, destaca aquest balanç: «Malgrat que la intensitat en gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) de l'economia catalana s'ha reduït durant el període 1995-2001, el creixement sostingut de les emissions de GEH és incompatible amb els objectius de Kyoto.»

# Webs

PER JOAQUIM ELCACHO

## Convenció Marc de Nacions Unides sobre Canvi Climàtic

<http://unfccc.int/>

Imprescindible visita per als interessats en la documentació oficial sobre canvi climàtic i l'actualitat en les negociacions de l'aplicació d'aquest conveni marc i del protocol de Kyoto. El cos central d'aquest portal està en anglès però ofereix amplis resums i traduccions dels documents més importants en altres idiomes (en castellà, per exemple, [http://unfccc.int/porta\\_espagnol/essential\\_background/items/3336.php](http://unfccc.int/porta_espagnol/essential_background/items/3336.php)). Destaca també un apartat amb informacions sobre canvi climàtic aparegudes en els mitjans de comunicació més destacats del món. Els interessats a participar en les pròximes reunions de revisió del protocol de Kyoto hi poden aconseguir tota la informació necessària.



aplicació d'aquest conveni marc i del protocol de Kyoto. El cos central d'aquest portal està en anglès però ofereix amplis resums i traduccions dels documents més importants en altres idiomes (en castellà, per exemple, [http://unfccc.int/porta\\_espagnol/essential\\_background/items/3336.php](http://unfccc.int/porta_espagnol/essential_background/items/3336.php)). Destaca també un apartat amb informacions sobre canvi climàtic aparegudes en els mitjans de comunicació més destacats del món. Els interessats a participar en les pròximes reunions de revisió del protocol de Kyoto hi poden aconseguir tota la informació necessària.

## Infomet

<http://www.infomet.fcr.es/>

Observar Catalunya des de l'espai, consultar els pronòstics més acurats i estar al dia de les investigacions científiques de més alt nivell, i, per als més tafaners, fins i tot accedir a moltes de les càmeres web que es fan servir en l'observació meteorològica professional: tot en una mateixa pàgina web amb el prestigi de la Universitat de Barcelona (UB) al darrere. Infomet és una iniciativa que es porta a terme al Departament d'Astronomia i Meteorologia (UB) amb el suport de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, i que funciona amb èxit des de finals del 1995. A l'apartat d'enllaços es poden trobar els webs de més d'un centenar de centres meteorològics d'arreu del món.



Hi ha un munt d'informació a la xarxa sobre clima en general i sobre canvi climàtic en particular. El web del **Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya** ([www.cat-sostenible.org](http://www.cat-sostenible.org)) té la virtut d'oferir els documents íntegres *Canvi climàtic 2001. III Informe del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC)* i *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Aquest segon treball també es pot trobar a la pàgina de l'**Institut d'Estudis Catalans**, coeditor de l'estudi ([www.iecat.net/canviclimatic](http://www.iecat.net/canviclimatic)). Els apartats més singulars que podem trobar a la pàgina del **Departament de Medi Ambient i Habitatge**, en canvi, són els dedicats a la Xarxa Temàtica Catalana del Canvi Climàtic ([http://mediambient.gencat.net/cat/el\\_medi/C\\_climatic](http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/C_climatic)) i als enllaços amb webs dedicades a aquest tema arreu del món.

Per aquest camí trobarem, per exemple, les pàgines d'**Amics de la Terra** ([www.foe.co.uk/cgi-bin/climate/climate-home.pl](http://www.foe.co.uk/cgi-bin/climate/climate-home.pl)), **Greenpeace** ([www.greenpeace.org/~climate](http://www.greenpeace.org/~climate)) i **Oneworld** ([www.oneworld.net/campaigns/climatechange](http://www.oneworld.net/campaigns/climatechange)). En aquest grup d'enllaços no governamentals, destaquen les aportacions en català d'**Ecologistes en Acció** (<http://ecologistesenaccio-cat.pangea.org/temes/clima/clima.htm>) i el programa **El Medi Ambient de TV3** ([www.tvcatalunya.com/elmediambient/reportatges/clima.htm](http://www.tvcatalunya.com/elmediambient/reportatges/clima.htm)). En anglès també és imprescindible visitar pàgines com [www.climateark.org](http://www.climateark.org) i la web del **Panell Intergovernamental sobre Canvi Climàtic** ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Si algú busca coses curioses no es pot perdre la pàgina en què l'economista més ètèricament cridaner de Catalunya, **Xavier**

**Sala-i-Martín**, posa en qüestió l'existència del canvi climàtic ([www.columbia.edu/~xs23/catala/articles/clima.htm](http://www.columbia.edu/~xs23/catala/articles/clima.htm)) i, en el mateix sentit, les aportacions de l'escriptor **Michael Crichton** ([www.crichton-official.com/fear/index.html](http://www.crichton-official.com/fear/index.html)) en què dona suport al president dels EUA, George Bush, en contra del protocol de Kyoto amb el seu llibre *Estado de miedo* (Plaza y Janés).

Finalment, no podem oblidar la iniciativa del grup català del projecte internacional **ClimatePrediction.net**, en què professionals i voluntaris col·laboren en l'estudi de diversos aspectes del canvi climàtic (<http://www.canviclimatic.com>). En l'experiència han participat col·lectius i entitats que van des del Laboratori de Recerca del Clima fins a Televisió de Catalunya.

# Climas externos e internos

## PRESENTACIÓN | Una nueva herramienta, proyecto de futuro

La Junta de Gobierno que represento tiene entre sus objetivos potenciar la comunicación con el colectivo y también con la sociedad. Tras un renovado *Theknos*, le toca ahora el turno a una publicación periódica que recoge la herencia de los *Debats Tecnològics*, pero que nace con un nuevo espíritu y enfoque. El Colegio, como colectivo inserto en el tejido social catalán, quiere contribuir al debate alrededor de temas de actualidad y de interés general. Así pues, tenéis en vuestras manos el primer ejemplar de *Tecnodebats*, la nueva revista del CETIB.

Queremos, sin dejar de lado la idea de los temas monográficos, darles un tratamiento de forma plural y diversa, desde varios ángulos y enfoques. También queremos que nuestra profesión se vea reflejada en esta nueva publicación, para dar a conocer así la implicación de la ingeniería técnica industrial en los distintos ámbitos de la vida diaria. Por otro lado, hemos optado por un estilo periodístico que facilite la lectura y por un diseño moderno y ágil que aumente su atractivo.

Abrimos la colección con un tema tan controvertido como de actualidad. Hablamos sobre los climas (internos y externos). Y lo decimos en plural porque hay varias formas de acercamiento. Aunque hoy en día esté en boca de todos la espinosa cuestión del cambio climático, de la que hablaremos suficientemente, también es cierto que hay otros aspectos que resultan de interés, como pueden ser el funcionamiento de las previsiones meteorológicas, los edificios construidos pensando en el aprovechamiento energético y las instalaciones de climatización proyectadas con criterios sostenibles, entre otros.

Para finalizar, quiero manifestar mi satisfacción por presentaros *Tecnodebats* como nueva publicación del CETIB, porque estoy convencido de que será una buena herramienta para posicionarnos como colectivo en un mundo globalizado y cambiante, en un mundo en el que el debate y la reflexión son cada vez más necesarios. Espero y deseo que sea de vuestro agrado.

JOAN RIBÓ. Decano.

## EDITORIAL | Tiempos de incertidumbre

El tiempo siempre ha sido una gran preocupación para los humanos. Desde que existe la humanidad, asomarse a la entrada de la cueva o sacar la mano por la ventana ha sido un acto repetitivo y no exento de cierto ritual. Hoy en día el interés por el tiempo y el clima continúa más vigente que nunca. Cataluña es precisamente uno de los lugares en los que la gente concede mayor atención a las informaciones relativas a la climatología. Los programas televisivos que hablan de nubes y claros están entre los más vistos, al contrario de otros puntos del Estado, donde la gente cambia de canal. También las informaciones sobre las variaciones climáticas se siguen con interés. Algo que ha dado lugar a titulares a triple columna que nos informan de que «El termómetro ha marcado en julio 2,5° por encima de la media» (diario *Avui*, martes 2 de agosto de 2006).

Así las cosas, es inevitable en una publicación que gira alrededor del clima otorgar un papel preponderante al cambio climático. Mucho se ha escrito y dicho sobre el tema, y el fenómeno irá en crescendo, si alguien no le pone remedio. Las esperanzas depositadas en Kyoto para evitar el progresivo calentamiento del planeta no han pasado de ser eso, esperanzas. Sin el compromiso a fondo de todos los Estados implicados y con la exclusión voluntaria y consecuente de Estados Unidos, no hay grandes motivos para el optimismo. Y decimos



consecuente porque en un país en el que las grandes empresas (grandes emisoras de gases de efecto invernadero) son auténticos lobbies de poder, las políticas ambientales quedan relegadas a un segundo o tercer plano. El gigante americano seguirá siendo, sin duda, el lugar del mundo donde se producen más emisiones de CO<sub>2</sub>, seguido de cerca por la Unión Europea. Sin embargo, en el país abanderado del liberalismo también se alzan voces discordantes como la del ex vicepresidente Al Gore, que expresa sus críticas contra la política ambiental del gobierno Bush. Así pues, los mismos combustibles que nos han ayudado a crecer amenazan ahora a nuestra civilización. Quemar diez litros de gasolina equivale a lanzar seis kilos de carbono a la atmósfera. A pesar de todo, países emergentes como China o India tienen claro que utilizar combustibles fósiles es la fórmula más barata para estimular el cre-

cimiento, y no piensan renunciar a ella. De hecho, según la lógica capitalista, el crecimiento económico constante facilita la aplicación de políticas medioambientales. Para un rico resulta menos difícil adquirir un convertidor catalítico para el tubo de escape. Así pues, la pregunta sería: ¿puede ser compatible el desarrollo sostenible con el crecimiento sostenido que exige la globalización?

Mientras el debate sigue abierto, el clima va haciendo de las suyas. Algunos ejemplos: en los Andes, el glaciar Qori Kalis retrocede 30 m al año y en la Patagonia algunos glaciares se han retirado 1,5 km en poco más de una década. En diversos territorios, sobre todo islas, se ha encendido la señal de alarma ante el peligro de quedar sumergidos. También los huracanes van aumentando, de forma lenta pero inexorable, su fuerza y su duración. Un informe de la NASA afirma que el año 2005 ha batido el récord de altas temperaturas y el hielo del Océano Glacial Ártico se está derritiendo como un helado de vainilla.

### LA OPORTUNIDAD TECNOLÓGICA

La tecnología existe en gran medida para mejorar las condiciones de vida de las personas. Poder enviar un correo electrónico o graduar la temperatura de una vivienda son dos aspectos del mismo progreso tecnológico, aparentemente infinito. Las mejoras en prestaciones y posibilidades de cualquier aparato o

máquina aumentan de forma exponencial. Pero la técnica, como prácticamente todo, no es neutral. Detrás de cualquier innovación o de cualquier nuevo aparato hay muchos esfuerzos concentrados en una dirección clara y precisa. Y esta dirección no siempre es la más adecuada desde el punto de vista ambiental. Si estamos de acuerdo en que hay que preservar la vida en el planeta (difícilmente encontraremos a alguien que defienda lo contrario), debemos aplicar este principio a todas las actividades humanas. Así pues, las inmensas posibilidades que nos ofrece la técnica hoy en día podrían aprovecharse mucho más para mejorar las condiciones ambientales.

### IMAGINACIÓN Y VOLUNTAD POLÍTICA

A pesar de todo, hay cada vez más sensibilidad hacia este tema por parte de los fabricantes y

no resulta difícil encontrar ejemplos que lo certifiquen: lámparas de alto rendimiento, sanitarios y grifos de bajo consumo de agua, sin olvidar todos los materiales y equipamientos de las instalaciones de energías renovables. También queremos recordar con insistencia que cualquier instalación, más allá de las exigencias legales, puede proyectarse con criterios sostenibles. Pero hace falta más imaginación y voluntad política. Sin ir más lejos, el Ayuntamiento de Estocolmo está experimentando con un sistema de alta tecnología que debe permitir la reducción del tráfico en las horas punta, con la consecuente disminución de la contaminación y la emisión de gases. El sofisticado sistema se basa en unos transpondedores que, acompañados de detectores láser y una red de cámaras, detectan cuando un vehículo está circulando. Así pues, los usuarios

deberán pagar peajes en función de las franjas horarias en las que circulen. La medida, a pesar de su aparente impopularidad, tiene muchas posibilidades de ser aprobada en referéndum, y ya hay ciudades como Nueva York y Bangkok que se han interesado por el sistema.

Pues bien, en este primer número de *Tecnodebats* se aborda el cambio climático desde distintos enfoques. Por un lado, el paleontólogo Eudald Carbonell explica la influencia que tuvieron las variaciones climáticas en el desarrollo de los humanos como especie, y por otro, Isabel Cacho, investigadora de la UB, comenta en una entrevista las evidencias del cambio climático. También se incluye, entre otras cosas, un artículo sobre el servicio Meteocat, otro sobre el ecoedificio de La Vola de Manlleu y otro sobre la climatización del nuevo Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

## ANÁLISIS | Cambio climático y humanización

**Para nuestra humanidad, el siglo XXI emerge con una gran esperanza. La conciencia de especie se abre paso hacia su socialización. En el curso del siglo en que vivimos, cabe la posibilidad de que nuestra especie sea capaz de socializar la ciencia y la tecnología y de integrar la diversidad, asegurándose así su pervivencia en el planeta.**

La tecnología ha sido sin duda uno de los resultados más espectaculares del desarrollo científico. Sin la ciencia en proceso de socialización –gracias a la tecnología–, nuestra especie, el *Homo sapiens*, no tendría mucho futuro en el sistema solar, en contra de lo que creen y defienden muchos de nuestros congéneres.

Ésta es la perspectiva desde la que me gustaría reflexionar en voz alta para debatir y plantear aspectos de la importancia de la tecnología y su socialización, y hacerlo en el marco de las transformaciones que puede provocar, entre otros factores, el cambio climático. La gestión humana de su propiedad más relevante, la capacidad técnica, debe estar en el centro de nuestras preocupaciones existenciales más inmediatas. Cometeríamos un grave error si creyéramos que esta cuestión puede dejarse para más adelante. Quizá entonces ya sea tarde.

Los procesos que mueven el funcionamiento de nuestro planeta y afectan de manera más

relevante a los seres vivos son de tipo termodinámico. Ninguna especie animal ni vegetal puede escapar a sus leyes. En este contexto, también hay que tener muy clara otra ley que explica la adaptación de los organismos vivos al planeta: la selección natural nos permite comprender la diversidad, la emergencia y la desaparición de organismos vivos, incluso permite formular proposiciones sobre lo que puede acaecer en el futuro caso de darse algunas condiciones, a pesar de que el darwinismo no plantea como factor evolutivo la teleonomía (un concepto que hace referencia a sistemas que operan con un programa con un código de información).

La hominización y la humanización forman parte de un proceso de redundancia y de evolución que ha tenido lugar en la Tierra durante cerca de tres millones de años y ha estado siempre sometido a las leyes físicas, químicas y biológicas antes mencionadas. Las múltiples interacciones de los organismos vivos en los procesos ontogenéticos y filogenéticos, entre ellos y con el entorno, marcarán la evolución futura, dándole al proceso unas características específicas y particulares según cada tipo de organismo.

A nosotros nos interesa el género *Homo* y su singularidad. Nuestro género, desde su emergencia hace más de dos millones de años, se ha diferenciado por una serie de características anatómicas, de las cuales las más relevantes

son la posición bípeda y un cerebro que ha ido aumentando de tamaño a lo largo del tiempo. Además de estas características fisiológicas, hay que subrayar lo más específico en todas las especies de nuestro género: la producción sistemática de herramientas, es decir, la técnica que le sirve para producir objetos con otros objetos, y adaptarse mejor.

En el transcurso del tiempo evolutivo, nuestro género no ha estado únicamente sometido a la presión de otros depredadores y competidores importantes en la cadena trófica, sino que un primate originario de un lugar cálido ha sabido adaptarse a lugares templados y fríos. Por lo tanto, la presión que ha sufrido debido a los cambios climáticos ha sido enorme, como en el caso de otros mamíferos, y seguramente ha influido sistemáticamente en sus estrategias para sobrevivir.

Nos interesan, pues, la evolución tecnológica y el clima, dos factores que de forma diferencial intervienen decisivamente en conformar, en primer lugar la inteligencia, y más tarde la conciencia, tal como hemos planteado anteriormente.

### ¿QUÉ NOS PREOCUPA?

Los científicos somos los primeros en saber lo que está pasando, porque normalmente disponemos de información transmitida por los colegas que realizan trabajos de campo, recogiendo datos sobre los que, a menudo, pode-

mos realizar ya proyecciones antes de haber sido contrastados empíricamente.

Esto es lo que me sucedió en el año 2002, cuando un colega geólogo recién llegado de un viaje de trabajo en los polos me dijo que las cosas no andaban demasiado bien. En mi caso, por lo tanto, dispongo de un informador privilegiado, el Dr. Adolfo Eraso, catedrático de hidrodinámica, que lleva cerca de veinticinco años trabajando en el Ártico y en la Antártida recogiendo datos en los sistemas cársticos del hielo. Entre los resultados que ha obtenido destaca el hecho de que hay un incremento exponencial de la descarga de agua de los glaciares. Eso quiere decir que se están fundiendo rápidamente.

Sabemos que el planeta tiene mecanismos de regulación de los niveles de anhídrido carbónico: por una parte, los volcanes en activo son grandes emisores y, por otra parte, los escollos de los mares cálidos y poco profundos lo fijan.

Todos sabíamos que el CO<sub>2</sub> de la atmósfera estaba aumentando rápidamente, de 300 ppm (partículas por millón) en el año 1910, hasta 370 ppm en el año 2000. La revolución industrial ha comportado un aumento exponencial en el consumo de combustibles fósiles, primero del carbón y más tarde también del petróleo.

Todo esto no sería grave si no fuera porque provoca el efecto invernadero y contribuye a un aumento de la temperatura del planeta Tierra. El incremento de CO<sub>2</sub> fue el natural hasta el siglo XIX, pero a partir de dicho siglo los humanos estamos interviniendo como un agente emisor importante.

Según dice el Dr. Eraso, cuando comparamos los registros paleoclimáticos de los hielos glaciares con las estaciones que miden el CO<sub>2</sub>, podemos saber que a partir de 290 ppm de CO<sub>2</sub> –ahora estamos en 370 ppm– han sido emisiones provocadas por nuestro crecimiento para conseguir energía quemando combustibles fósiles.

El aumento de la temperatura tiene consecuencias muy graves en el cambio climático de la Tierra y por lo tanto –y sobre todo– en la biosfera. Ésta debería ser nuestra preocupación fundamental, la conciencia de especie debe abordarla con la mayor rapidez. Nuestra contribución específica al cambio climático necesita respuestas inmediatas pero sin olvidar las intervenciones a medio y largo plazo.

Desde mi perspectiva, ésta es la cuestión crucial. ¿Cómo queremos continuar la humanización de nuestra especie? ¿Cómo influirá el cambio climático en las nuevas construcciones

racionales y en la ideología del siglo XXI? ¿Llegaremos a tiempo para socializar la tecnología? ¿Cómo tendrá lugar la planetización, integrando la diversidad u homogeneizándola?

#### CONTEMPLAR Y COMPRENDER EL PASADO

Ahora, tras más de treinta años de vida profesional dedicada a conocer los rasgos que caracterizan la evolución, he llegado a una conclusión que me parece satisfactoria. Siempre había creído que, sin conocer el pasado, era muy difícil poder construir el futuro de nuestra humanidad. Me parecía una sentencia casi axiomática. Ahora pienso al revés, he hecho una inversión epistemológica y estoy casi convencido de que, sin saber qué queremos alcanzar como especie, los datos del pasado no tienen sentido. Es decir, debemos buscar el sentido de nuestro camino mientras andamos, y sólo así seremos capaces de entender por dónde hemos transitado.

Es bajo esta perspectiva que me planteo ver cómo afectará el cambio climático al desarrollo de este primate que ha llegado a ser tan especial, el primate humano. Por lo tanto, las preguntas vienen del presente y el futuro, son interrogantes muy profundos, posiblemente todavía sin respuesta, porque es probable que nuestro género todavía no esté suficientemente preparado para contestarlos, pero debemos empezar a ensayar cómo hacerlo porque necesitamos pautas para regenerar nuestro comportamiento como seres humanos. Los problemas que plantea el cambio climático nos pueden ayudar a la catarsis y también a resolverla positivamente.

Hace unos 2,5 millones de años, a finales del plioceno –período anterior al cuaternario–, se produjo un enfriamiento repentino y la humanidad entró en decadencia. Se instaló en la Tierra un clima frío y seco que afectó a todo el planeta, y de forma especial a África. Al norte del continente africano se formaron los desiertos, coincidiendo con un incremento de los vientos alisios y del enfriamiento global.

A partir de plioceno medio, la laurisilva de la costa del noreste africano fue sustituida por matorrales y bosques de esclerófilos. Al este, las cosas fueron distintas, la selva dejó paso a matorrales caducifolios como la acacia (*Acacia commiphora*). El cambio, según los estudios botánicos actuales, pasó por cuatro fases principales: matorrales y prados con acacias seguidos de prados de herbáceas; más tarde, hubo extensas praderas y, finalmente, disminuyeron las zonas de bosque y aumentó la flora subde-

#### EMERGENCIA DE LA TÉCNICA

Una de las discusiones más importantes en la evolución de nuestro género, el *Homo*, aparte de la evolución biológica, trata de la emergencia y la evolución técnica.

La paleotecnología estudia precisamente este problema. En la actualidad, sabemos que es posible que otros géneros distintos del *Homo* tuvieran instrumentos de piedra, a pesar de que las especies del *Homo* sean las únicas que en su totalidad se han servido de la técnica para adaptarse.

La capacidad de producir morfologías antrópicas en procesos extrasomáticos no es muy habitual. Para llevar a cabo estas cadenas operativas, es preciso un proceso de razonamiento más o menos complejo que no se entiende sin la inteligencia. Y precisamente, ha sido la inteligencia operativa la que ha provocado el desarrollo de nuestra humanidad.

sértica. En esta última fase ya apareció el *Homo ergaster*. Cuando el homínido ya se había extendido por el este de África, las herbáceas de tipo C4, bien adaptadas a la fotosíntesis, ya abundaban en los ambientes desérticos.

Es en el marco de estos cambios que emerge una forma bien definida entre los primates: se trata de los homínidos, que empiezan a utilizar herramientas de piedra y se acostumbran rápidamente a la vida al aire libre y en la sabana. En otras palabras, abandonaron los árboles y se aventuraron por los espacios abiertos.

Resulta difícil establecer la correlación entre la emergencia de nuestro género y el cambio climático, pero es evidente que el hecho se produce sincrónicamente. Es lógico, por lo tanto, asociar una cosa con la otra. De este momento, en el substrato evolutivo de los primates, queda la capacidad de producir instrumentos que se utilizarán en todo tipo de tareas, tanto para recolectar como para cazar y para toda clase de actividades domésticas.

Podemos deducir por lo tanto que el cambio climático desencadena un cambio en las formaciones vegetales y, en consecuencia, en los animales que viven en estos parajes, una cadena que quizá pudiera explicar la emergencia del género. Si realmente es así, el clima habría determinado las estrategias de los homínidos, haciendo que el género *Homo* se especializara con las herramientas para enfrentarse a las situaciones generadas a consecuencia del cambio.

Variación climática, cambio ecológico y emergencia de nuestro género son sincrónicos; podemos inferir que existe una relación dialéctica que explica la transformación de los primates humanos en primates en proceso de humanización; nadie escapa a la selección natural, pero ésta actúa favoreciendo a aquellos que mejor se adaptan, porque desarrollan nuevas estrategias. Esto es lo que debió de suceder cuando las praderas sustituyeron a los bosques, hará unos 2,5 millones de años, en África centrooriental.

#### EMERGENCIA DE LA TÉCNICA

La aparición de instrumentos de piedra nos indica el inicio de la inteligencia operativa, de cuya presencia tenemos constancia en África desde hace unos 2,5 millones de años como mínimo, y es probable que aparezcan herramientas todavía más antiguas. La técnica es un producto natural que surge a consecuencia de la nueva forma de adaptación al consumo de alimentos distintos, básicamente cárnicos, por parte de algunos homínidos. Las primeras herramientas las encontramos en el yacimiento etíope de Khada Gona, en la formación de Khada Hadar.

Las herramientas de piedra y las marcas que su utilización deja en los huesos son las pruebas directas de la existencia de una tecnología arcaica pero que pronto fue socializada. El surgimiento del comportamiento inteligente a la hora de transformar la piedra en instrumentos susceptibles de ser utilizados como objetos transformadores y generadores de catástrofe sobre tejidos representa un salto cuántico en la evolución del comportamiento de la naturaleza. La naturaleza adopta una nueva forma de memoria y los instrumentos producidos por los homínidos son la primera memoria tecnológica del planeta, un paso hacia la conciencia de especie.

Los instrumentos, muestra de un comportamiento técnico, son códigos morfológicos que contienen información lógica sobre la capacidad de información de nuestro género; códigos que pueden ser transcritos por los científicos y utilizados para saber qué sucedió cuando la tecnología de la piedra dominaba la Tierra. Siempre utilizo la analogía del ADN, pero en esta cuestión las herramientas son códigos informativos extrasomáticos de alto valor operativo porque permiten la singularización de un género y, a la vez, impulsan a una especie del orden de los primates hasta lo más alto de la pirámide trófica.

La relación entre la producción de herramientas y el cambio climático también debe comprobarse; lo que sí está claro es que aparentemente ambas cosas corren paralelas y podemos pensar que están relacionadas. La necesidad que tienen algunos primates de adaptarse a una dieta rica en proteínas les convierte en auténticos seres omnívoros. La competencia que surge de la necesidad de adaptarse a los espacios abiertos y las nuevas posibilidades que les ofrecen convierten a algunos primates primero en carroñeros y más tarde en depredadores bien organizados.

Posiblemente, en un ambiente selvático o muy boscoso no se habrían desarrollado las habilidades que llevan a la inteligencia operativa, porque no habría sido necesario dar este paso. El consumo de carne fue básico para desarrollar las capacidades humanas. Seguramente, en un ambiente como el que reinaba hace más de tres millones de años en África centrooriental, no se habría producido ningún tipo de desarrollo.



#### CLIMA E INTERVENCIÓN DEL HOMO SAPIENS

Las condiciones climáticas del planeta están determinadas por las leyes de la termodinámica. Los sondeos de los fondos marinos y de los polos a finales del siglo XX han permitido saber que los estadios isotópicos se alternan, de manera que los pares son más fríos y los impares más templados. Se marca así una cadencia continua de acontecimientos cíclicos en los que intervienen la radiación solar, la temperatura de los medios oceánicos y otros factores intrínsecos en los cambios estructurales. Nuestro género emerge entre los estadios isotópicos 104-98.

Lo más significativo es que una especie de primate pueda intervenir en el cambio gracias al desarrollo social y tecnológico. Este hecho debería incitarnos a una profunda reflexión sobre nuestro porvenir.

#### EXTINCIÓN DEL NEANDERTAL

Uno de los debates más apasionantes entre los prehistoriadores, constante durante el siglo XX, es el de la extinción del Neandertal. No abordaría este tema aquí si no fuera por el hecho de que una de las propuestas formuladas para explicarla, es la del cambio climático, y constituye otro punto interesante que relaciona la extinción de una especie con el clima.

Entre las numerosas explicaciones que circulan sobre la desaparición del Neandertal de Europa y Asia, que seguramente conocerán muchos lectores, destaco, por ser el tema de debate, la hipótesis del cambio climático propuesta con fuerza por un colega de Gibraltar. El Dr. Clive Findlayson ha defendido que la extinción de esta especie europea fue debida a las oscilaciones climáticas que se produjeron a finales del estadio isotópico 3.

Efectivamente, el estadio isotópico 3 –que finalizó hará unos 30.000 años– es un estadio templado pero con muchas oscilaciones intermedias que producen un cambio súbito del clima y la humedad. Esta situación genera, según los defensores de la hipótesis, una desadaptación progresiva de los Neandertales, que se fragmentaron en grupos cada vez más reducidos y aislados, situación que acarrea mayor susceptibilidad de extinción para los homínidos. Otros factores, como la genética y la llegada del *Homo sapiens*, serían las causas que producirían la desaparición de los auténticos europeos, los Neandertales, sustituidos por nuestros antepasados africanos, el *Homo sapiens*.

Así pues, según Clive Findlayson, en el caso que estamos explicando, el cambio climático sería la causa –si no la única, sí la fundamental– de la desaparición de una especie de homínido. Para quienes defienden esta perspectiva, el clima sería determinante en la extinción de algunas especies concretas, y en el caso de los Neandertales, ésta sería la explicación más plausible.

Debo decir que, personalmente, a mí no me parece que el clima sea el factor decisivo en la extinción, pero sí que posiblemente actuó como acelerador en la tendencia de un proceso irreversible. Eso es lo que creo. No podemos menospreciar la capacidad tecnológica del *Homo neanderthalensis*: conocía perfectamente la técnica del fuego, lo cual implica un control de los alimentos. Conservaba y modificaba, con la ayuda del calor, plantas y tubérculos que de otro modo no eran comestibles. Las cadenas de los vegetales y su tratamiento eran

exhaustivas porque también talaban árboles para confeccionar palos de cabaña y todo tipo de instrumentos de madera y, además, para utilizarlos como combustible. Su organización doméstica era compleja, y enterraban a los muertos a pesar de que todavía no lo hacían sistemáticamente. En conclusión, los Neandertales gozaban de notables capacidades de adaptación al medio.

La presión que pudieron sufrir debido a las constantes oscilaciones que se produjeron en el estadio isotópico 3, en mi opinión, no tenía por qué extinguir la especie, de no estar ya condenada por deriva genética y por problemas endocrinos. En este caso, desde mi perspectiva, el cambio climático provocó una aceleración en la crisis del sistema, pero el sistema ya se acercaba al colapso.

#### EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL *HOMO SAPIENS* ACTUAL

El enfriamiento del planeta tuvo posiblemente un papel fundamental en la emergencia de nuestro género hace 2,5 millones de años, pero todavía no podemos establecer una correlación sistemática. Las oscilaciones climáticas de hace unos 35.000-25.000 años también pudieron afectar y contribuir a la extinción del Neandertal. Ahora nos enfrentamos a un nuevo reto: la influencia del calentamiento del planeta sobre nuestra organización social.

En primer lugar, la posible influencia del clima en la organización y en la estructuración social no es la misma para todas las especies, porque los casos que hemos utilizado hacen referencia a homínidos que no pertenecen a

nuestra especie, aunque sí sean de nuestro mismo género. En segundo lugar, los cambios climáticos se dan en distintas circunstancias. En tercer lugar, no se puede comparar la tecnología humana emergente de hace 2,5 millones de años con la que tenían los Neandertales, y mucho menos con la que tenemos nosotros, los *Homo sapiens* del tercer milenio.

No podemos olvidar que somos la primera especie que, tras cerca de 200.000 años de evolución, está interviniendo en la tendencia del cambio climático, alimentándolo con el CO<sub>2</sub> que producimos para obtener energía. Ninguna especie de homínido, en ninguna circunstancia, había intervenido sistemáticamente en la termodinámica del planeta; nosotros somos los primeros. Se trata de una situación nueva y desconocida de la vida en la Tierra.

Tampoco había existido nunca en la Tierra una especie que se interconectara con toda clase de medios transmisores de información constante sobre los continentes y océanos y mares del planeta entero. Nunca había existido una especie de primate humano con 7.000 millones de individuos. La población humana no presenta por igual el mismo consumo energético, de manera que sólo el 20% de los individuos utiliza el 80% de la energía que se produce. El desequilibrio que provoca una distribución muy deficiente de la energía puede llegar a ser uno de los principales problemas si el cambio climático se produce aceleradamente, puesto que puede desencadenar una destrucción real de los más necesitados y un gran colapso de la especie, aparte de los conflictos de los que no se salvará ningún país.

Los daños provocados por el cambio climático pueden ser enormes: desaparición de muchas especies, aparición de nuevas enfermedades en lugares desconocidos, inundaciones debidas a la subida del nivel del mar, incendios sistemáticos, pérdida de tierras por falta de agua de lluvia, destrucción de infraestructuras y muchos otros que todos tenemos en mente. Ahora bien, también se crearán nuevos escenarios que en el futuro podrán dimensionar la economía a gran escala, como el paso por el Ártico si desaparece el polo, porque las zonas heladas pueden convertirse en zonas templadas.

La socialización de la tecnología es básica para un crecimiento organizado y bien gestionado del *Homo sapiens*. El cambio climático –que es natural en la estructura termodinámica del planeta– nos afecta cada vez más debido a las interrelaciones económicas y sociales

que hemos establecido a escala mundial y por la demografía con un crecimiento exponencial. Materias primas para la producción de energía, productos elaborados de todo tipo, traslado de personas por turismo y por viajes de negocios... La movilidad es una estrategia de la especie, algo que no había sucedido nunca hasta ahora. Tras generaciones y generaciones de inmovilidad, los flujos demográficos son un fuerte elemento de entropía dentro del propio sistema.

El transporte, precisamente, representa un porcentaje muy alto de la contaminación por gases en la atmósfera. La necesidad de producir energía y transportar la materia es la base principal de la producción de CO<sub>2</sub>, y como hemos dicho, el CO<sub>2</sub> es el responsable del efecto invernadero.

#### CONCLUSIÓN: ¿QUÉ PODEMOS HACER?

Esta situación llega a la Tierra cuando todavía no se ha producido una auténtica planetización. Llega con una falsa globalización que implica que la tecnología todavía no haya sido socializada y que las fronteras territoriales sean más poderosas y amenazadoras de lo que habían sido jamás en el pasado. Llega cuando se ha implantado la globalización homogeneizante en lugar de la planetización integradora. El *Homo sapiens* todavía no es una realidad consciente socializada, el comportamiento primate es el que todavía se está expresando realmente en nuestras relaciones.

La tecnología no se ha socializado, por lo tanto, los desequilibrios de especie son una rémora para afrontar críticamente el futuro que puede provocar el cambio climático. Gobiernos corruptos prestan oídos sordos a las señales de alarma procedentes de las organizaciones científicas y esconden la cabeza bajo el ala mientras que a menudo se dedican a hipotecar estrategias que ahora mismo serían plausibles para disminuir el impacto del cambio.

Al iniciar esta reflexión, he mencionado dos conceptos que he ido repitiendo a lo largo del texto: la conciencia de especie –que esperamos sea crítica muy pronto– y la integración de la diversidad, dos mecanismos y dos objetivos para poder soportar la crisis que se nos echa encima.

Desde ahora mismo debemos reflexionar sobre nuestro futuro para aprender del pasado cuáles son las circunstancias que se han dado en casos de conflicto y extinción. Por lo tanto, la investigación sobre la evolución debe convertirse en un programa de conocimiento glo-

bal, para tener información científica específica sobre el contexto en el que se han producido los cambios y sobre cuáles son las consecuencias que ha acarreado.

Debemos tomar conciencia de que la lucha para sobrevivir y reproducirnos en la Tierra –mientras no podamos hacerlo fuera de ella– es una prioridad estratégica. Por lo tanto, debemos dejar de lado los comportamientos particularistas y dominantes característicos de los primates poco evolucionados y razonar

como seres humanos críticos y conscientes.

Finalmente, dos cuestiones más que hay que analizar como especie. En primer lugar, tenemos la perentoria necesidad de distribuir los recursos con eficacia. Y debemos hacerlo mediante la socialización de la tecnología, porque es la forma de asegurar un progreso consciente y la posibilidad de sobrevivir al colapso que se intuye tan cerca.

La segunda cuestión es educarnos en el humanismo tecnológico, no en los idealismos

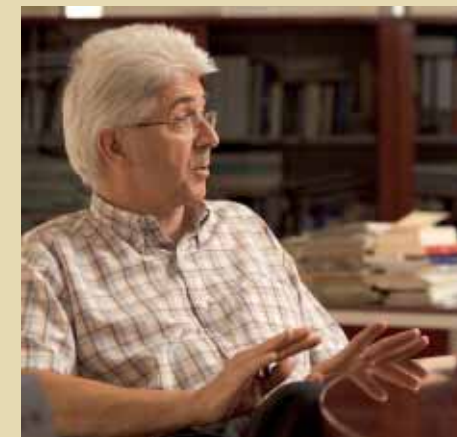
literarios que tanto daño han hecho a nuestra evolución reciente. La crítica y la tecnología nos hacen humanos; después, la literatura y la poesía pueden contribuir a hacernos sutiles.

#### EUDALD CARBONELL ROURA

Profesor en la Universidad Rovira i Virgili y director del Instituto de Paleocología Humana y Evolución Social

## METEOROLOGÍA | Un servicio a la altura del tiempo

El Servicio Meteorológico de Cataluña se consolida como un referente en su campo, tanto en nuestro país como en el exterior.



Joan Pallisé, ingeniero técnico industrial y director del Servicio Meteorológico de Cataluña (SMC), explica que en cierta ocasión el director de un servicio homólogo le dijo: «En nuestro país pasa al revés que en Cataluña, cuando anuncian el tiempo por la tele, la gente cambia de canal». Los catalanes tenemos gran interés tanto por el clima –estado medio de la atmósfera a lo largo de un período determinado– como por el tiempo –el estado de la atmósfera en un momento concreto–. Cabría pensar que este interés ha sido inducido mediáticamente por la excelente labor de varios profesionales que, en los últimos años, han estimulado las audiencias para profundizar más allá de las simples previsiones. En realidad, sin embargo, dicho interés viene de lejos. Tiene sus orígenes en la segunda mitad del siglo XVIII, con personalidades tan importantes como F. Salvà i Campillo (1751-1828). En el s. XIX, cuando el ambiente cultural del Renacimiento propicia el gusto por el excursionismo, arraiga el conocimiento geográfico del país, al cual vendrá pronto a unirse la observación de los fenómenos meteorológicos, y se profesionaliza como disciplina científica durante las primeras décadas del siglo XX.

#### HEREDEROS DE LA TRADICIÓN

La existencia del actual SMC también es la culminación de un largo recorrido. Como institución, recupera el hilo histórico del antiguo Servicio Meteorológico de Cataluña, creado en 1921 por la Mancomunitat y del cual fue director Eduard Fontserè (1870-1970), bajo la dependencia científica del Institut d'Estudis

Catalans. Inicialmente consistía en una oficina que recogía los datos procedentes tanto de observadores voluntarios como de las informaciones de España y el resto del mundo.

Muy pronto, se hicieron previsiones diarias del tiempo, que se divulgaban en todos los edificios públicos y locutorios telefónicos. Con el inicio de la radiodifusión (1924) también se emitieron por este medio. Estas previsiones fueron cada vez más requeridas por la aviación, coincidiendo a la vez con una época de fuerte expansión.

Aquel Servicio Meteorológico de Cataluña adquirió una notable dimensión internacional. Desde sus inicios estuvo vinculado con la Organización Meteorológica Internacional (OMI) en un tiempo en que esta organización no aplicaba el criterio de la independencia política para elegir a sus miembros. En 1950 la OMI dejaría paso a la OMM (Organización Meteorológica Mundial), configurada por servicios estatales. Las peculiaridades de la OMI permitieron a Eduard Fontserè asistir, en su calidad de director, a los relevantes encuentros de Utrecht (1923) y Copenhague (1929)

#### CAMBIO CLIMÁTICO Y SMC

Una de las tareas que la Ley de Meteorología vigente ha encargado al Servicio es coordinar la investigación sobre el cambio climático en Cataluña. El SMC ha contribuido, junto con el Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible, a un trabajo sobre los estudios que se están llevando a cabo en nuestro país desde varias disciplinas acerca del cambio climático. Según Pallisé, «este fenómeno empieza a ser una realidad aceptada y contrastada por la mayor parte de la comunidad científica; hay evidencias de que el uso de combustibles fósiles ha provocado un aumento de la presencia en la atmósfera de los principales gases de efecto invernadero, y de que ésta puede ser la causa principal de un aumento de las temperaturas medias».

La red de instrumentos del SMC debe posibilitar la obtención de largas series históricas de las principales variables, para conseguir datos significativos, validables y fiables en lugares concretos que deben constituir un recurso imprescindible para saber cómo evolucionan los principales datos climáticos en nuestro país. De momento «son muchos los indicios –explica Pallisé– que sugieren que de seguir con el mismo modelo de crecimiento podemos encontrarnos con importantes problemas de tipo climático en el futuro». Ante las tesis de los más escépticos, basadas en argumentos como que el clima siempre cambia, Joan Pallisé subraya que «la novedad del cambio climático actual es que está inducido por la acción humana y que una de las principales novedades es la velocidad a la cual se está produciendo, y que tiene mucho que ver con los incrementos sostenidos, que no sostenibles, en el consumo de energía».

entre otros, así como a la Conferencia de Directores, máximo organismo rector de la organización.

El Servicio Meteorológico de Cataluña participó intensamente en la Comisión Internacional para el Estudio de las Nubes, establecida en 1921 en Londres con el objetivo de elaborar un nuevo atlas, que se publicó de forma abreviada en el año 1930 en francés, inglés, alemán (lenguas oficiales de la OMI) y en catalán. La versión completa en catalán vio la luz en 1935, un hecho sin duda extraordinario teniendo en cuenta el peso específico de Cataluña en el conjunto mundial.

Esta brillante trayectoria se vio interrumpida en 1939 con la victoria de las tropas franquistas. «Curiosamente –señala Joan Pallisé– la dictadura de Primo de Rivera había permitido al Servicio seguir con su tarea sin excesivos problemas, pero eso sí, con la obligación de hacerlo todo en castellano, y una vez disuelta la Mancomunitat, con la gestión a cargo de la

#### EL CLIMA CATALÁN

Cataluña está situada en una zona templada del hemisferio norte y por este motivo le corresponde un clima generalmente suave, hecho que no impide que en algunas ocasiones se puedan alcanzar temperaturas extremas o se registren fenómenos propios de otros ámbitos, como trombas de agua casi tropicales y nevadas de gran intensidad. Pero lo que más sorprende, quizá, es la gran variedad climática en un territorio relativamente reducido.

Se trata de una variedad que se corresponde con la diversidad de los paisajes: el delta de l'Ebre, l'Empordà, el Maresme, la vall d'Arán. La accidentada orografía del territorio determina la presencia de climas y subclimas tan diferentes.

La complejidad del clima catalán dificulta las previsiones, especialmente en primavera y otoño. A veces, se han formado tempestades en cuestión de minutos, que afectan a un lugar muy concreto y después de descargar se marchan tan rápido como han venido. No podemos hablar, de todas formas, de hechos totalmente imprevistos. Si se quieren evitar sorpresas, es preciso realizar un seguimiento mínimo de los pronósticos que normalmente ya suelen advertir de la posibilidad de dichos fenómenos. Estamos en una situación en la que científicos, autoridades y también los ciudadanos individualmente, deben asumir su parte de responsabilidad.

Diputación de Barcelona.» Pero en 1939, las instalaciones del Servicio fueron destruidas y su valioso fondo patrimonial, incautado.

El desarrollo del actual SMC corre paralelo a la restauración de la democracia y el autogobierno. El estatuto de autonomía de 1979 atribuyó a la Generalitat la competencia exclusiva en la materia del Servicio Meteorológico de Cataluña, pero no fue hasta julio de 1996 cuando el Consejo ejecutivo impulsó este servicio, integrado en el Departamento de Medio Ambiente. Aquel año, el Parlamento instó al gobierno a reclamar el traspaso de las competencias en este ámbito al gobierno central.

En noviembre de 2001 se aprueba en el Parlamento de Cataluña la Ley de Meteorología, por la cual se crea el SMC como entidad de derecho público de la Generalitat de Cataluña, con personalidad jurídica propia y adscrita al Departamento de Medio Ambiente.

#### REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Uno de los elementos fundamentales del SMC es la recogida y el análisis de los datos meteorológicos, una tarea que ha experimentado un progreso inimaginable hace sesenta años. «El salto se ha producido gracias al desarrollo de nuevos modelos físicomatemáticos y, evidentemente, al aumento de la capacidad de cálculo que ha aportado la informática», explica Joan Pallisé. «Antes de la informática –añade–, a pesar de disponer de buenos modelos, se tardaba tanto en realizar los cálculos pertinentes que, a menudo, cuando se habían terminado, el fenómeno meteorológico que se intentaba predecir ya se había producido.»

A principios del siglo XXI el SMC cuenta con los modelos adecuados, la capacidad de los instrumentos de medición automáticos y de las herramientas de comunicación que le permiten trabajar con información en tiempo real.

Entre los equipamientos cabe destacar la Xarxa d'Estacions Meteorològiques de Catalunya (XEMEC, Red de Estaciones Meteorológicas de Cataluña), que incluye, a su vez, varias redes de medición. Así pues, tenemos en primer término la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA, Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas), compuesta por más de 150 estaciones (EMA), que transmiten la información al SMC a través de radio digital, GSM o satélite. Desde 2001 hasta 2006 el SMC ha ido haciéndose cargo, progresivamente, de parte de las estaciones meteorológicas automáticas que formaban parte de redes gestionadas por otros

departamentos de la Generalitat o por otras instituciones.

En el mismo año 2001 tuvo lugar el traspaso de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (XAC, Red Agrometeorológica de Cataluña) del Departament de Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP, Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca) al Departamento de Medio Ambiente (DMA); posteriormente, en 2003, la Xarxa Nivològica de Catalunya (XANIC, Red Nivológica de Cataluña), del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC).

Los radares meteorológicos son otros instrumentos con un papel relevante, y configuran la red conocida con el acrónimo XRAD. Permiten detectar a distancia la presencia de lluvia y calcular su intensidad con datos cuantitativos, una característica gracias a la cual resultan imprescindibles para realizar previsiones rápidas ante la amenaza de precipitaciones muy intensas, algo habitual en Cataluña. El objetivo es minimizar los efectos de los aguaceros sobre personas y bienes materiales. Actualmente, el SMC cuenta con tres radares y está prevista la instalación de un cuarto equipo que permitirá tener bien cubierta la mayor parte del territorio.

Uno de los radares se encuentra en el Puig Bernat, a 626 m, en la población de Vallirana, en el Baix Llobregat. Otro está ubicado en la cima del Puig d'Arques, a 535 m, en el macizo de Les Gavarres, en el Baix Empordà. Su instalación se realizó con medidas de integración paisajística y de restauración del entorno, donde se encuentra un dolmen. Finalmente, el de la Panadella, está situado cerca de la Creu del Vent, a 825 m, en el municipio de Montmaneu (Anoia).

Un radar meteorológico funciona de forma similar a otros tipos de radares. Emite una señal en todas direcciones como si se tratara de un faro, y si detecta precipitaciones devuelve



un eco que, al ser procesado, permite determinar su posición, intensidad y movimiento. Este proceso, que se repite unas mil veces por segundo, permite situar la precipitación a unos 100 km alrededor del radar. La orografía del país no facilita la tarea de los radares, más bien al contrario, por lo que es preciso realizar una serie de correcciones para utilizar los datos obtenidos.

La Xarxa de Detecció de Descàrregues Elèctriques (XDDE, Red de Detección de Descargas Eléctricas) constituye otro avance considerable en la detección en tiempo real de las tempestades y su trayectoria, y se basa en el hecho de que los relámpagos emiten ondas de radio, que pueden registrarse. La XDDE cuenta con tres detectores (Begues, Castellnou de Seana y Muntanyola), cuya disposición está pensada para proporcionar buena cobertura a toda Cataluña. La tecnología utilizada en la XDDE permite detectar las descargas del interior de las nubes, un hecho significativo en meteorología, puesto que éstas se producen durante la formación de la tempestad.

El SMC gestiona asimismo la Xarxa d'Instrumentos Oceanogràfics i Meteorològics de Catalunya (XIOM, Red de Instrumentos Oceanográficos y Meteorológicos de Cataluña) desde que se estableció un convenio de colaboración con el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, Puertos de la Generalitat y la Universidad Politécnica de Cataluña. Se trata de una red de boyas y otros aparatos que miden los principales datos meteorológicos –la temperatura, el viento, la presión atmosférica– así como el tipo de oleaje.

El SMC ha llevado a cabo los proyectos y el inicio de las obras para instalar un nuevo radar en Tivissa y un nuevo detector de relámpagos en las comarcas del sur de Tarragona, completando así el despliegue en Cataluña de las dos redes mencionadas.

#### RADIOSONDEO Y SATÉLITE

El radiosondeo es un sistema que permite conocer el estado de la atmósfera mediante la medición de la presión, la temperatura, la humedad relativa y la dirección y la velocidad del viento, desde la superficie hasta unos 15 o 20 km de altitud. Sus datos sirven para el diagnóstico de cualquier situación meteorológica y es de gran ayuda en situaciones de fuerte inestabilidad que pueden ocasionar intensas lluvias. Desde abril de 1998 se llevan a cabo dos radiosondeos diarios en Barcelona desde el Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona.

El satélite Meteosat está situado a 36.000 kilómetros de altura, en una órbita geoestacionaria, es decir, que se encuentra siempre sobre el mismo punto de la superficie terrestre. Desde febrero de 2005, el SMC dispone de la infraestructura necesaria para recibir las imágenes del Meteosat-8, que es el primero de los MSG (Meteosat de Segunda Generación). El cambio de generación, aparte de una vida más larga para el satélite, ha comportado una renovación del equipo, que ha pasado de analógico a digital. La digitalización tiene unas prestaciones superiores, entre otras, mayor número de canales y un incremento de la frecuencia de recepción de imágenes.

#### ¿QUÉ TIEMPO HARÁ?

La recogida de datos es el motor del otro gran aspecto de la tarea cotidiana: el pronóstico del tiempo. Desde primera hora de la mañana se activan los modelos numéricos –físicomatemáticos– de pronóstico del tiempo. Estos modelos se desarrollan automáticamente bajo la supervisión de los profesionales del Servicio. En paralelo, la red de estaciones aporta cada media hora toda la información sobre el viento, la lluvia, las temperaturas máximas y mínimas... Paralelamente, los datos obtenidos por los radiosondeos informan sobre la estructura y el perfil vertical de la atmósfera; todo ello se completa con los datos recibidos desde la red de radares, la red de detección de relámpagos y el satélite Meteosat.

Con todo este conjunto de información se elaboran los pronósticos para las próximas horas y para un plazo de tres días o incluso más. Éstos son los pronósticos que pueden seguirse en los medios de comunicación. Sin olvidar las alertas puntuales (situaciones meteorológicas de riesgo) ante fenómenos extremos que pueden comportar amenazas para personas y propiedades, que el SMC canaliza hacia el Centro de Emergencias de la Generalitat (CECAT).

«Más de 250 estaciones con todos los parámetros meteorológicos a lo largo del día suponen un gran volumen de información, y en este sentido –apunta Joan Pallisé– es preciso tratarla y validarla.» De hecho, en la web se señala explícitamente la diferencia entre los datos que han sido validados y los que no. Es imprescindible hacerlo porque todos los aparatos, a pesar de su alta fiabilidad, también pueden presentar un funcionamiento deficiente. Los datos recogidos alimentan la gran Base de Datos Meteorológicos de Cataluña (BDMC).

#### CONECTADOS CON EL TIEMPO

El avance de las tecnologías de la información ha supuesto un cambio muy importante en la elaboración de la información meteorológica y también en su difusión. Una muestra significativa de este hecho es la página web del Servicio Meteorológico de Cataluña (<http://www.meteocat.com/>) que actualmente se sitúa en las 30.000 consultas diarias pero que en días señalados debido a los fenómenos meteorológicos ha llegado a tener más de 130.000 visitas. La información de la web es muy dinámica y se actualiza constantemente. Ofrece previsiones generales para Cataluña, así como comarca por comarca. También presenta dos apartados específicos sobre el pronóstico marítimo y la zona pirenaica. Este último incluye, además del boletín, datos sobre el espesor de la nieve e informaciones sobre el peligro de aludes. En la web también se pueden consultar todos los datos recogidos por las distintas estaciones automáticas y nivológicas, así como tramitar la petición de datos históricos. Si no se dispone de acceso a Internet en un momento determinado, el SMC ofrece también una visualización de la red de radares y relámpagos en tiempo real, así como una completa información de avisos del tiempo y pronósticos por SMS llamando previamente.

Uno de los efectos de la popularización de las informaciones meteorológicas ha sido el incremento en el grado de exigencia por parte del gran público. Se quiere saber, cada vez con mayor precisión, qué tiempo hará en un lugar determinado durante períodos de tiempo más prolongados, con plazos superiores a la semana. Joan Pallisé confirma que ésta es una línea de trabajo: «Estamos ensayando un modelo probabilístico con un pronóstico a 10 días vista, que de momento está dando muy buenos resultados». Añade que «actualmente, varios centros meteorológicos mundiales ya efectúan pronósticos estacionales, pero en territorios que no tienen la complejidad meteorológica catalana». El SMC tiene en perspectiva la organización de varios acontecimientos internacionales para el verano de 2007 en los que se tratará, entre otros temas, del estudio y las redes de descargas eléctricas y de las perspectivas de los pronósticos estacionales para poner a prueba ciertos aspectos como, por ejemplo, saber si la próxima primavera será más o menos lluviosa.

A pesar de los problemas más allá del corto plazo, muchas personas persisten en querer saber si lloverá en un lugar preciso, en un momento concreto. «Pero esto –indica Pallisé– es precisamente lo más difícil: se pueden realizar pronósticos muy fiables sobre el viento, o la temperatura, pero no así sobre las precipitaciones.» El director del SMC sostiene que hay cierta incertidumbre inherente a los sistemas físicos de los que estamos hablando: «se ha dado un salto tan importante en los últimos años, que nos incita a pensar que todavía podemos alcanzar grandes hitos, pero no debemos olvidar que este elemento de incertidumbre existirá siempre.»

#### CONSTRUYENDO UN REFERENTE

Por varios motivos, la meteorología interesa cada vez a más personas y colectivos. Los servicios meteorológicos proliferan en el seno de un mismo Estado. Además del Instituto Na-

cional de Meteorología, comunidades como Galicia y Euskadi también han creado centros propios. «Por nuestras peculiaridades y nuestra capacidad, el SMC –señala Joan Pallisé– está siendo en este momento un referente para gran cantidad de entes regionales europeos de características similares, que nos visitan a menudo.»

El interés por el tiempo ha generado nuevas demandas para el SMC. Pallisé recuerda que hoy en día el Servicio es «suministrador de información meteorológica y climática en todas las administraciones de la sociedad civil pero también en el mundo empresarial. La información está disponible gratuitamente para las administraciones y la sociedad civil, mientras que los servicios especiales para las empresas son de pago. Entre estas empresas están las de seguros, compañías eléctricas y organizadoras de acontecimientos y actividades deportivas como las carreras de coches o la navegación.»

El SMC ha ido ganándose progresivamente un lugar en el contexto mundial: formando profesionales, estableciendo contactos con la universidad y apostando por la tecnología más avanzada sin olvidar nunca la participación humana. Sobre este punto, Joan Pallisé aclara que «estamos muy interesados en las últimas novedades científicas y tecnológicas pero también en las personas, tanto en la mejora de nuestros profesionales, como en el trabajo de todos aquellos que, repartidos por todo el territorio y de forma desinteresada y apasionada, trabajan para recoger datos». De hecho, el espíritu de estas personas es el mismo que el que en su momento propició que Cataluña dispusiera de un Servicio altamente cualificado, predecesor del actual SMC.

**ALBERT PUNSOLA**

*Licenciado en Ciencias Políticas y periodista especializado en temas ambientales*

gía propia de ingeniería y ejecución, que incluye la creación de la figura del director ambiental de la obra. Este profesional, por ejemplo, se encarga de garantizar que el edificio se ejecuta respetando la gestión más adecuada de los residuos de la construcción. Por otro lado, destaca el hecho de que el Ecoedificio haya sido fruto de un proceso de participación y diálogo entre los responsables de los proyectos arquitectónicos y de instalaciones y el equipo humano de La Vola, usuarios finales del edificio.

El profesor Antoni Lloret, uno de los físicos catalanes con mayor prestigio y experiencia en los campos de la energía y la sostenibilidad, fue invitado a pronunciar la conferencia inaugural del Ecoedificio y se mostró positivamente sorprendido por el trabajo realizado en la nueva sede de La Vola. «Aquí, todo está pensado para obtener el confort del personal de la empresa, evitar el despilfarrío de la energía y contribuir al esfuerzo colectivo para construir una sociedad más justa, más responsable de los bienes comunes.» Durante el acto de inauguración del edificio, Lloret reconoció que se encontraba ante un proyecto «realmente excepcional, esta construcción es pionera de una nueva arquitectura que rompe drásticamente con los conceptos tradicionales, la revolución arquitectónica de los ecoedificios». Los elogios del profesor Lloret tienen especial mérito si recordamos que fue el responsable científico del primer prototipo mundial de edificio con módulos multifuncionales termo-fotovoltaicos y transparentes conectados a la red eléctrica: la Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró (1996). La nueva sede de La Vola, como mencionó Lloret, cumple con todos los requisitos necesarios para asociarse con el proyecto europeo sobre construcción de ecoedificios, SARA, actualmente en vías de desarrollo.

Desde su entrada en servicio, en diciembre de 2005, el Ecoedificio ha demostrado que

«funciona y da los resultados esperados», como explica Pere Pous, director de La Vola. En efecto, el edificio es cálido en invierno y fresco en verano, aunque «el mejor indicador es el grado de satisfacción de las personas que trabajan en él». Además, se está convirtiendo en todo un referente. En este sentido, el Ecoedificio ha recibido este verano el reconocimiento de la Comisión Europea dentro de su programa Greenbuilding para la integración de las energías renovables en la edificación no residencial y es uno de los 24 edificios de toda Europa incluidos en el inventario de buenas prácticas ambientales del mismo programa. Por otro lado, el 29 de agosto, el Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña publicaba la concesión a la sede central de La Vola del Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental en la categoría de servicio de edificios destinados a oficinas. El Ecoedificio de La Vola es el primer proyecto que consigue este distintivo certificado por Ambicert.

Aparte de los reconocimientos institucionales, el hecho de disponer de un edificio construido y a pleno rendimiento es un aliciente para las entidades y los promotores que quieran seguir esta «revolución arquitectónica». Jordi Segalàs detalla que, «el hecho de ejemplificar con instalaciones que están funcionando bajo premisas sostenibles, es sin lugar a dudas un elemento incentivador para que otros proyectos incorporen criterios de sostenibilidad. Hay que tener en cuenta que la aplicación de criterios constructivos sostenibles implica normalmente un ahorro económico considerable durante la vida del edificio, por lo que su aplicación resulta especialmente atractiva para los futuros usuarios.»

Pere Pous recuerda que La Vola «decidió construir este edificio porque lo necesitaba»: «Queríamos mejorar las condiciones de trabajo del personal de La Vola y decidimos construir un nuevo edificio. Aprovechando esta necesidad, queríamos hacer un edificio que demostrara lo que estamos haciendo y fuera representativo de nuestro trabajo». A partir de este concepto, el equipo de La Vola empieza a diseñar un edificio «que pueda utilizarse en cualquier actividad». «No queríamos una construcción extraña, sino un edificio técnicamente posible, que adaptara soluciones fácilmente disponibles en el mercado.»

Debía ser, por lo tanto, un edificio que respondiera al concepto de sostenibilidad, que fuera práctico y, cómo no, que fuera una «una propuesta económicamente viable», recuerda

#### EL CONFORT MÁS NATURAL

Miquel Sitjà, arquitecto del Ecoedificio (Ecosit Arquitectes SL), destaca que «un edificio pensado con criterios de sostenibilidad como el de La Vola tiene que integrar desde el principio de su proceso de diseño toda una serie de informaciones externas para poder encontrar así la propuesta adecuada a las demandas exigidas». En especial, hay que tener en cuenta el clima y la orientación solar, «para poder optar a un aprovechamiento energético más eficaz y seleccionar mejor los materiales que se pretende utilizar». El ingeniero Alfons Nòria, en este sentido, recuerda que Manlleu, donde se encuentra el Ecoedificio, registra a menudo temperaturas de entre cinco y siete grados bajo cero en invierno y dos meses y medio de verano con temperaturas relativamente altas. «Había que pensar en un sistema de climatización eficiente y se optó por suelo radiante», que funciona como calefacción en invierno y que hace circular agua a 15-17 grados en verano, para refrescar el ambiente y conseguir así una temperatura de confort aceptable.

En todo caso, Miquel Sitjà recuerda que «hay que tener en cuenta sistemas constructivos adecuados para minimizar los costes energéticos de la construcción: transportes, residuos, emisiones en el proceso de producción de los materiales; y también los costes de su deconstrucción al final de su vida útil». El arquitecto resume que la dificultad en la ejecución de un edificio como el Ecoedificio es, precisamente, «la de coordinar todos estos inputs para conseguir la mejor solución posible».

Podría parecer que una obra como ésta comporta unos gastos mucho más altos que una construcción tradicional, pero Miquel Sitjà destaca que «el Ecoedificio ha sido construido con unos presupuestos iguales a los de cualquier otro edificio de oficinas, o quizá me atrevería incluso a decir que con menos presupuesto». Pere Pous, director de La Vola, asegura que el presupuesto del proyecto ha sido aproximadamente de unos 1,3 millones de euros, es decir, unos mil euros por metro cuadrado, proyecto incluido. «El coste del Ecoedificio está por debajo de lo que se podría considerar un precio de mercado. Nuestro edificio no es suntuario y, además, es muy cómodo para trabajar».

## EDIFICIO LA VOLA | Impacto mínimo

La empresa de servicios para la sostenibilidad La Vola ha construido una nueva sede en Manlleu que quiere ser un ejemplo de responsabilidad social y ambiental: es un lugar de trabajo confortable y, además, con un bajo impacto ecológico.



El Casal de Gràcia de Manlleu acogió el 16 de junio del año en curso el acto inaugural del Ecoedificio, la nueva sede de La Vola, una sociedad anónima laboral especializada en servicios ambientales con 25 años de experiencia. El Ecoedificio ha sido diseñado y ejecutado con técnicas y equipamientos que responden plenamente a un nuevo concepto de construcción y utilización de los edificios. Todos los detalles del Ecoedificio han sido pensados para optimizar el uso de los recursos naturales, ahorrar energía y mejorar el ambiente laboral de las personas.

Desde hace muchos siglos, la ingeniería y la arquitectura son una parte esencial en el desarrollo de las civilizaciones. La utilidad, la disponibilidad de los materiales, los conocimientos técnicos y la estética habían sido hasta ahora los principales elementos que condicionaban el trabajo de ingenieros y arquitectos. Actualmente, la preocupación social por el medio ambiente y el uso sostenible de los recursos

empieza a reflejarse también en el diseño y la construcción de edificios. En Cataluña, uno de los primeros referentes en la aplicación de esta nueva visión constructiva a los edificios de oficinas se encuentra en Manlleu (Osona). El Ecoedificio diseñado y construido por La Vola es un ejemplo de que estos dos campos del conocimiento y la tecnología desarrollada por el ser humano pueden continuar avanzando sin necesidad de poner en peligro los valores naturales de nuestro entorno.

Entre las numerosas aplicaciones prácticas del concepto de sostenibilidad, el Ecoedificio de La Vola incorpora una instalación solar foto-

voltaica para producir electricidad; captadores solares térmicos para la producción de agua caliente sanitaria; aprovechamiento del aire calentado en la temporada de invierno para el invernadero construido en la fachada (que al mismo tiempo actúa como sonoreductor); aprovechamiento de las aguas pluviales; cubierta vegetal (terrace); fachada ventilada construida con aislantes naturales; climatización pasiva solar en la fachada; ascensor de bajo consumo; iluminación de alta eficiencia; sistema integrado de climatización, y sanitarios y grifería de bajo consumo de agua. La lista de detalles se completa con la selección de maderas certificadas, el uso de pinturas a base de agua, el control centralizado de las instalaciones eléctricas y de climatización, e incluso la construcción de nidos artificiales para pájaros. En algunos casos se trata de soluciones de ingeniería realmente sofisticadas, como el sistema de control por ordenador de todos los mecanismos del edificio, pero en otros aspectos ha bastado con instalar los aparatos más eficientes del mercado, como son los tubos fluorescentes T5 con reactancia electrónica (hasta un 25% de ahorro).

Antes de todo esto, sin embargo, hay dos aspectos singulares y destacados. Por un lado, el equipo de La Vola ha creado una metodolo-





Pere Pous. «Nuestros recursos económicos son limitados y no podíamos permitirnos una obra muy costosa o que supusiera grandes desviaciones presupuestarias.» El coste final de la obra, 1,3 millones de euros, da fe de que el objetivo ha sido alcanzado.

Ahora, la nueva sede de La Vola se ha convertido también en un edificio de demostración. «El Ecoedificio sirve de muestra sobre todo para nuestro público, que son las administraciones, las empresas y los arquitectos, para que puedan ver nuestra capacidad de ingeniería. El edificio nos resulta muy útil porque nos permite demostrar que las soluciones adoptadas funcionan realmente», indica Pere Pous.

Cuando se inició la construcción de este edificio todavía quedaban muchos sectores profesionales que no creían en la construc-

ción sostenible. Ahora, como recuerda Pere Pous, «en las recientes elecciones al Colegio de Arquitectos, los tres candidatos a decano destacaron los valores de la sostenibilidad». «El mundo de la arquitectura está incorporando rápidamente estos valores, demostrados ahora en la práctica por el edificio de La Vola», indica el director. Miquel Sitjà, el arquitecto del Ecoedificio, detalla además que «un edificio de servicios como éste es el ejemplo de que se puede hacer arquitectura sostenible, asequible para cualquier pequeña o mediana empresa»

#### JOAQUIM ELCACHO

*Periodista especializado en medio ambiente. Trabaja en el diario Avui y colabora con la revista Nat. Es asesor de la Asociación Catalana de Comunicació Científica.*

#### UN EDIFICIO PREMIADO POR EL COLEGIO

El primer éxito del nuevo edificio llegó mucho antes del acto de inauguración.

En efecto, el proyecto titulado Instalaciones del Ecoedificio La Vola, presentado por Alfons Nòria, ganó ya en el año 2004 el II Premio de Sostenibilidad para profesionales del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona.

Jordi Segalàs, subdirector de Relaciones Internacionales y Sostenibilidad de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú de la UPC, recuerda que este premio se concedió por «tratarse de un proyecto que selecciona todas sus instalaciones según su impacto ambiental, tanto desde el punto de vista de generación de residuos como de consumo de recursos y energía».

## ISABEL CACHO, PALEOCLIMATÓLOGA | «El deshielo del Ártico es alarmante»

Nuestro planeta oscila entre períodos glaciales e interglaciales causados, entre otros factores, por los movimientos orbitales de la Tierra. Sin embargo, estos movimientos no son más que el detonante de una cadena de procesos. Y es que los pequeños cambios pueden producir grandes transformaciones en el clima terrestre. La paleoclimatóloga Isabel Cacho estudia, entre otras cosas, las temperaturas del océano en el pasado remoto de nuestro planeta. Esos datos y otros, como la composición de la atmósfera durante períodos glaciales anteriores, son básicos para conocer el clima del pasado y, así, intentar prever los escenarios climáticos del futuro, un futuro que a menudo se revela preocupante.



interglacial, denominado geológicamente el Holoceno y en el que entramos hace unos 10.000 años.

#### ¿Por qué se llama interglacial?

Así se denominan los períodos cálidos situados entre glaciaciones. Sabemos que, desde hace más de un millón de años, la Tierra ha ido pasando, cíclicamente, de períodos glaciales a interglaciales. A los períodos fríos los llamamos glaciales y a los cálidos, interglaciales.

#### Entonces, ¿pronostica que habrá una nueva glaciación?

Sí. Los ciclos glaciales-interglaciales siguen un período de aproximadamente 100.000 años determinado por los movimientos orbitales del planeta. Los cambios en la configuración orbital del planeta condicionan y condicionarán el

clima terrestre, e inducen al paso de épocas glaciales a interglaciales y viceversa.

#### La proximidad respecto al Sol ¿Ha ido influyendo en el clima?

No sólo la proximidad respecto al Sol, sino también la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al Sol, pues cambia el ángulo de incidencia de la radiación solar y, por tanto, la energía que capta nuestro planeta. Este juego de diferentes movimientos orbitales cambia la intensidad de la energía y su distribución. Estos movimientos orbitales tienen diferentes ciclos; unos de 100.000 años, otros de 40.000 años, otros de 23.000 años, y la combinación de los tres ciclos nos marca una variabilidad en la insolación a diferentes latitudes. Esta variabilidad es como un marcapasos que determina los períodos glaciales o interglaciales.

#### Entonces, el desencadenante son los movimientos orbitales...

Digamos que existe un elemento externo, que son los cambios orbitales, pero los cambios que provocan en la insolación son en realidad muy pequeños, y no podrían inducir por sí solos los grandes cambios de períodos glaciales a interglaciales. Sin embargo actúan como un detonante que activa una cadena de procesos internos del planeta que conllevan el paso de un período glacial a interglacial o al revés.

Quizá, un pequeño calentamiento en determinadas latitudes empieza a derretir casquetes polares. Entonces baja el albedo, la capacidad de reflejar energía desde la superficie del planeta hacia la atmósfera y el espacio. [Como el blanco de las casas andaluzas, que refleja la luz.] Y si ayudamos a reducir un casquete polar, reducimos la capacidad de devolver energía y, por lo tanto, contribuimos al calentamiento. Éste es un ejemplo de cadena de retroalimentación, que hace que un pequeño cambio acabe incrementándose en una dirección o en otra. Pero hace falta que ese cambio externo actúe sobre otros procesos.

#### Y ¿cuáles son esos factores?

Son factores internos del sistema terrestre: la temperatura, los gases invernadero, el albedo, el nivel del mar, la bomba biológica, la extensión de los bosques, la extensión de los desiertos, los vientos y otros fenómenos meteorológicos, las corrientes oceánicas y demás procesos internos climáticos. Y un cambio pequeño va desencadenando un gran cambio que hace que pasemos de una época glacial a otra interglacial.

#### ¿Cuáles han sido los principales cambios climáticos?

Para el *Homo sapiens*, que aparece al inicio del último período glacial –hace unos 100.000 años–, el cambio más intenso fue la última desglaciación, que empezó hace unos 15.000 años y acabó hace unos 10.000 años; duró unos 5.000 años.

#### Pero acabó...

Hace 10.000 años acabó este gran cambio y se inició el último período interglacial, el Holoceno. Y durante este tiempo el clima de la Tierra ha permanecido semiestable, ha sido



relativamente cálido; y ha sido el momento en el que el hombre ha empezado a desarrollar la agricultura, ha pasado de ser nómada a ser sedentario y a organizarse en estructuras complejas.

#### ¿El hielo ocupaba una parte de la Tierra?

En el hemisferio norte, la mayor parte de Norteamérica estaba bajo el hielo; hasta Nueva York estaba bajo el hielo. Gran parte de Alemania estaba bajo el hielo, casi toda Gran Bretaña, incluida Escocia e Irlanda; por supuesto los países escandinavos, Siberia...

#### ¿Y la península Ibérica?

Aquí no teníamos casquetes polares, pero sí teníamos glaciares en el Pirineo, Sierra Nevada...

#### ¿Cómo sabemos que se han producido estos cambios climáticos?

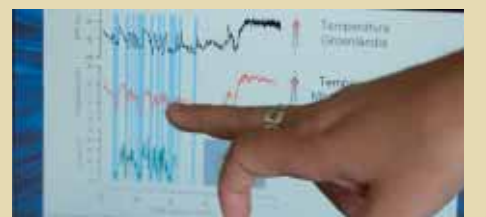
A partir de archivos indirectos. Tenemos muchas fuentes, aunque lo difícil es leerlas, conocer el lenguaje en el que se ha almacenado esa información. Un tipo de archivo utilizado son los anillos de crecimiento de los árboles; otro son los sedimentos en los lagos. Los lagos, en sus fondos, tienen unas capas de sedimentos que podemos perforar: cada capa es una edad. Y también tenemos los sedimentos del fondo del mar: vamos al fondo del mar, extraemos unos sedimentos con sondeos y los analizamos capa por capa para estudiar diferentes períodos climáticos.

#### Ésa es su actividad...

Una de las cosas que estudio son las temperaturas del océano en el pasado. He trabajado mucho en el Mediterráneo. Este mar no se llegó a helar, aunque era mucho más frío. Estas reconstrucciones se basan en el análisis de microfósiles que hay dentro de los sedimentos recuperados del fondo oceánico. Lo que se produce en la superficie del océano, como algas, zooplancton y demás, cuando se muere, se deposita en el fondo, cae. En concreto existen esqueletos y conchas carbonatadas segregadas por plancton marino, que se depositan en el fondo y se almacenan en sedimentos que archivan información ambiental.

#### Y ¿cuál es su trabajo?

Nosotros vamos con un barco, hacemos un sondeo para recuperar una columna de sedimentos. Vamos cogiendo esos animalitos por orden cronológico (los de más abajo son los



#### PERFIL

Isabel Cacho Lascorz (Barbastro, 1969) se licenció en Ciencias Geológicas por la Universidad de Barcelona en 1992, tras lo cual se inició en el análisis del clima pasado durante una estancia en la Universidad de Kiel (Alemania). En el año 2000 presentó su tesis sobre la variabilidad climática en el último período glacial en el Mediterráneo y, luego, pasó tres años en la Universidad de Cambridge (Gran Bretaña), donde amplió sus conocimientos en nuevas técnicas analíticas. En mayo de 2003 se reincorporó como investigadora en la Universidad de Barcelona, donde continúa con sus estudios de variabilidad climática rápida en el Mediterráneo y en otras áreas como el Pacífico ecuatorial. Colabora con el Grupo de Investigación Consolidado de Geociencias Marinas y con el Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Universidad de Barcelona, además del Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona, organismo dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Sus trabajos han sido los primeros en demostrar que las temperaturas en el Mediterráneo occidental durante el último período glacial fueron muy inestables y sufrieron grandes oscilaciones (4-5 °C) en pocas décadas, a la vez que las temperaturas de Groenlandia oscilaban drásticamente. Actualmente, la temperatura media del Mediterráneo en el mar de Alborán es de 18 grados, mientras que en las fases extremas del período glacial alcanzaron temperaturas del orden de los 8 o 9 grados.

Cacho reconstruye las temperaturas a partir de pequeños fósiles marinos (microcaracólitos) depositados en el fondo del mar. Investiga la presencia y la proporción de diferentes metales contenidos en la concha, como el magnesio y el calcio. Cuando estos animales vivían, se calcificaban incorporando más o menos magnesio en los cristales de calcita, según las temperaturas de las aguas: cuanto más calor, más magnesio. Y así ha sido posible reconstruir la temperatura en tiempos remotos, cuando el hombre no tenía termómetros para medirla.

más antiguos y los de más arriba son los más recientes) y, con mucha paciencia y trabajo, vamos identificando especies muy concretas. Son especies que conocemos y sabemos en qué condiciones están viviendo en el océano y en qué condiciones de temperatura y alimentación se desarrollan. De esta manera, podemos calibrar diversos parámetros, como la temperatura en el agua. Y en las prospecciones que yo hago he podido determinar las temperaturas del mar cuando vivían esos «bichitos».

#### ¿De qué otros instrumentos se valen los científicos?

Una de las fuentes de información climática más importantes son los sondeos de hielos: ir a los casquetes polares, a Groenlandia o a la Antártida, y hacer sondeos de hielos. En este caso no tenemos fósiles, pero sí otros parámetros químicos.

#### ¿Cuáles?

En el hielo podemos medir la reacción isotópica del oxígeno que lo forma y que aporta información sobre las temperaturas atmosféricas en la Antártida o en Groenlandia en el momento en el que se formó ese hielo.

#### ¿Y para qué más ha servido el hielo?

Una de las informaciones más valiosas que aporta el hielo viene de las burbujas de aire que atrapa; son bolsas de la atmósfera del momento en el que se formó ese hielo. Y ahora tenemos la tecnología para extraer ese aire, analizarlo y saber así la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases invernadero en el momento en el que se formó ese aire.

#### El hielo es clave...

Con la medición del CO<sub>2</sub> en las burbujas del aire de la Antártida hemos podido medir la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, no sólo del período Holoceno, es decir, de estos últimos 10.000 años, sino también de períodos glaciales anteriores. Hemos ido hasta hace casi un millón de años. Tenemos 850.000 años de historia de CO<sub>2</sub>.

#### ¿Y cuál es la situación actual?

Estamos alcanzando las 380 partes por millón de volumen (ppmv) de CO<sub>2</sub>, mientras que en todos los períodos interglaciales anteriores hemos visto unos valores máximos de unos 280 ppmv. Anteriormente, la concentración de CO<sub>2</sub> en cada glaciación variaba entre valores mínimos de 180 ppmv durante épocas glacia-



les y máximos de unos 280 ppmv durante las interglaciales. Y nos hemos situado en 100 ppmv por encima de los máximos anteriores.

#### Y la curva nos dice que va subiendo.

Vamos subiendo, y a unas velocidades enormes. Estamos introduciendo CO<sub>2</sub> en la atmósfera de forma más rápida que ninguno de los cambios anteriores inducidos por motivos «naturales».

#### ¿Un incremento del CO<sub>2</sub> significa un incremento de las temperaturas?

Sí. Las concentraciones altas de CO<sub>2</sub> están ligadas a temperaturas elevadas, aunque en el sistema climático influyen muchos factores: las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> comportan calentamiento, aunque resulta difícil estimar, en términos absolutos, este calentamiento.

#### ¿Qué produjo el paso del último período glacial al actual período interglacial?

Hubo un factor externo, que es la posición de la órbita terrestre, que es favorable a que haya una desglaciación; pero hubo factores para inducir tal cambio. Un elemento clave fueron los gases de efecto invernadero, CO<sub>2</sub> y metano, que aumentaron enormemente durante la desglaciación por procesos naturales (aunque no tanto como el último siglo). Hubo un calentamiento asociado, una reducción de los casquetes polares, una subida del nivel del mar. Pasamos a unas condiciones, en general, de más aridez a más humedad y con ello a un cambio drástico en la cubierta vegetal. Las zonas desérticas se hicieron más pequeñas...

#### ¿Qué más sabemos del período glacial?

Sabemos que el período glacial tuvo muchas fluctuaciones. Hubo períodos extremadamente fríos y otros relativamente cálidos, no tan cálidos como ahora pero mucho más benignos. Esas fluctuaciones pasaron en décadas o pocos

centenares de años y debieron de condicionar mucho al hombre prehistórico. Debieron de forzarlo a hacer grandes migraciones de norte a sur de Europa. En esa época hubo intervalos de tiempo en los que las temperaturas medias del mar Mediterráneo eran 8 y 9 °C más frías que las actuales y, supuestamente, las atmosféricas aún eran más bajas.

#### ¿El hombre se ha enfrentado a otros cambios climáticos?

Sí, se enfrentó a los cambios rápidos que ocurrieron durante el último período glacial. Se enfrentó a la última desglaciación, que fue el último gran cambio climático, y durante el Holoceno se ha enfrentado a otros cambios de menor intensidad. La última desglaciación implicó un gran cambio climático, mayor quizá al que nos enfrentamos ahora; el nivel del mar aumentó unos 100 metros, una situación que no puede darse ahora. Y el hombre fue capaz de adaptarse, y sobrevivió. Pero entonces el hombre era nómada, no tenía unas estructuras sociales, políticas y económicas como ahora. Y la presión demográfica era muy baja. Era un contexto muy diferente. Y en la situación que tenemos ahora no nos hemos enfrentado nunca a un cambio de tales magnitudes.

#### ¿Puede atribuirse la desaparición de algunas civilizaciones a la glaciación o a los cambios climáticos?

Hay culturas que llegaron a sus declives por varios factores, pero uno determinante fue el clima. Tenemos el caso, por ejemplo, de la cultura maya. Sabemos que llegó a un nivel de desarrollo y organización de gran complejidad; pero desapareció, y ahora sabemos que eso se produjo en momentos de máxima aridez en su región y, consecuentemente, períodos de prolongada escasez de producción agraria necesaria para subsistir. Existen muchos casos de culturas que no tuvieron la capacidad de adaptarse a un cambio climático.

#### ¿Está desapareciendo el hielo del Polo Norte?

Groenlandia constituye hoy en día el único casquete polar de hielo del hemisferio norte. Existen evidencias, sobre todo con los estudios a partir de los satélites, de que hay zonas de Groenlandia en las que el hielo está retrocediendo más rápidamente de lo que se pensaba. Este hielo, al estar sobre el continente y deshacerse, va al océano e induce una subida del nivel del mar.

#### ¿Y en el Ártico?

Existen cada vez más evidencias de que el hielo ártico está disminuyendo en extensión. Pero debe tenerse en cuenta que el Ártico es un océano, no tenemos un continente en el Polo Norte como es el caso de la Antártida en el Polo Sur. El Ártico está cubierto de hielo pero se trata de hielo oceánico; es agua del océano que se ha congelado. Si se nos deshiela el Ártico, el nivel del mar no va a variar mucho, porque es hielo que ya está en su mayor parte dentro del océano; en cambio, con el deshielo en Groenlandia o la Antártida sí se modificaría el nivel del mar, porque es un hielo que está fuera del océano. Pero eso no significa que un posible deshielo del Ártico sea irrelevante, dado que tendría grandes consecuencias.

#### ¿Cómo cuáles?

Algunas suenan muy ventajosas para algunos, como la abertura de nuevas rutas de navegación que antes eran inaccesibles y ahora comienzan a dejar de serlo. Por otro lado, se abren nuevas posibilidades de explotación de recursos, como los petroleros, dado que el Ártico tiene un gran potencial en recursos naturales. Sin embargo, el deshielo del Ártico es preocupante y alarmante porque es un indicador de que realmente estamos en un calentamiento. Además, introduce alteraciones en el sistema climático cuyas repercusiones pueden tener dimensiones globales. Un cambio inmediato sería la reducción de la capacidad de reflejar energía [albedo]. Como el hielo refleja mucha más energía que el océano, su desaparición potenciaría aún más el calentamiento. El deshielo del Ártico generaría cambios en los ecosistemas marinos, que son clave en el intercambio de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y el océano, así como en el sistema de corrientes oceánicas, con graves consecuencias a escala local y global.

#### ¿Está probado el deshielo en Groenlandia?

Sus glaciares están en retroceso, pero la información histórica de la que disponemos es muy corta, porque hace sólo unos pocos años que disponemos de satélites. Se están alcanzando unos valores mínimos, pero comparados ¿con cuándo?

#### ¿Y en el caso de la Antártida?

En este caso no está tan claro que esté habiendo un retroceso. Se ha apuntado que el retroceso de Groenlandia se compensa en la Antártida. Pero hacen falta más estudios.

#### El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de la ONU es cada vez más concluyente a la hora de hablar sobre el cambio climático provocado por el calentamiento y los gases invernadero.

Estos informes ponen de manifiesto de forma consensuada y contrastada que existen firmes pruebas de que hemos introducido un cambio en el sistema climático que debería inducir un calentamiento del cual ya existen indicios cada vez más preocupantes.

#### ¿Qué pronostican los modelos matemáticos sobre el calentamiento?

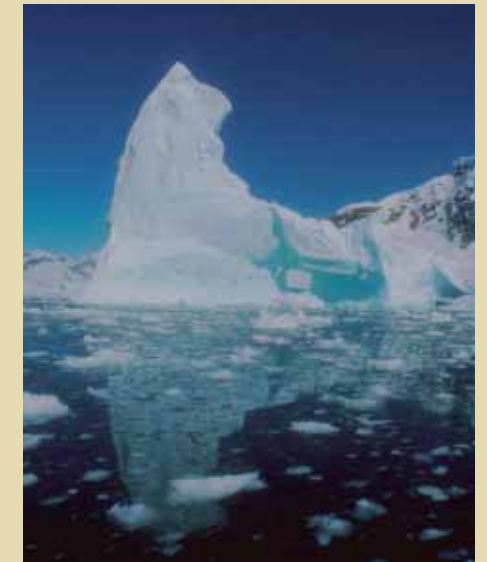
Prevén un calentamiento, aunque la intensidad varía entre ellos. Y eso no es porque los modelos estén mal o bien hechos. El problema es que esos modelos aún no tienen la capacidad de incluir todos los parámetros climáticos. Sin embargo, todos coinciden en que vamos hacia un calentamiento.

#### ¿Cuáles son los estudios más importantes que se están haciendo para conocer el clima pasado?

El gran reto es intensificar la colaboración entre quienes trabajamos en la reconstrucción de archivos pasados (en el mar, en el hielo o en los lagos), los que analizan series instrumentales y los modelizadores.

#### ¿Modelizadores?

Son científicos capaces de parametrizar diferentes elementos del sistema climático e introducirlos en un programa de ordenador para generar un modelo de cómo fue el clima, por ejemplo, durante el último período glacial. Ellos nunca podrán probar si su modelo está bien o no. Necesitan contrastarlo con nuestras



#### POCAS RAZONES PARA EL OPTIMISMO

El próximo año se espera un nuevo informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU; e Isabel Cacho conoce, por algunos comentarios de quienes han intervenido en su elaboración, parte de su contenido: el nuevo informe será más tajante a la hora de subrayar la influencia humana en el cambio climático. Pero por ahora habrá que esperar al año que viene y hablar del futuro cuando sea presente. Y del presente es el protocolo de Kyoto, que, en opinión de Cacho, supone un gran avance por el hecho de haber logrado poner de acuerdo a un buen número de países para combatir un problema global y haber establecido unas pautas de comportamiento futuro. Sin embargo, no hay que lanzar las campanas al vuelo: Kyoto no ha comportado todavía una revolución en el campo del uso de las energías, estamos aún en los comienzos: «Quizá este protocolo suponga el inicio de un cambio de mentalidad. Pero mientras no participen en estas acciones todos los países, y particularmente Estados Unidos, el mayor emisor de CO<sub>2</sub>, no habremos hecho el cambio que debemos hacer», dice.

¿Se puede ser optimista en estas circunstancias? Esta paleoclimatóloga recuerda que lo pactado en el protocolo de Kyoto en cuanto a reducción de gases fue ya muy inferior a lo que los expertos habían solicitado. Aunque lo peor es que ni tan sólo se está alcanzando lo que se pactó en su día. «Kyoto –apunta Isabel Cacho– debía ser sólo un primer paso para concienciar-nos del cambio drástico que tenemos que llevar a cabo. Sin unas acciones más contundentes, no soy optimista sobre un cambio en la tendencia en que estamos.»

reconstrucciones para saber si el programa que han construido es capaz de reproducir escenarios climáticos plausibles y, desde allí, intentar reconstruir escenarios futuros. Hacia el futuro se pueden modelizar muchos escenarios climáticos, pero sólo podrán probarse cuando lleguemos a ese tiempo, y quizá entonces ya será demasiado tarde para actuar.

**Así pues, reconstruir el pasado es clave a la hora de prever el futuro, ¿no?**

Las reconstrucciones climáticas nos permiten extender los registros instrumentales más allá del pasado reciente (registro del CO<sub>2</sub> o de temperatura), entender cómo los elementos del sistema climático interactúan durante un cambio climático e identificar elementos que amplían o

amortiguan un cambio. En fin, entender cómo se han producido los cambios climáticos para así prever mejor la situación a la que nos enfrentaremos en un futuro inminente.

ANTONIO CERRILLO

*Periodista especializado en medio ambiente. Trabaja en el diario La Vanguardia.*

EL PROYECTO - HOSPITAL DE SANT PAU | **El clima calculado**

**EL ENCARGO**

Proyecto. El edificio está ubicado en la parte norte del terreno que ocupan los pabellones modernistas de Domènech i Montaner, en la esquina de las calles Sant Quintí con Mas Casanovas. Se trata de un edificio polibloque moderno y versátil, con capacidad para adaptarse fácilmente a los cambios en la distribución de los espacios. El edificio grande, destinado a consultas externas, es un edificio de planta rectangular de sección longitudinal escalonada. Las unidades de hospitalización son estructuras de 17 x 65 metros en las que se sitúan las habitaciones. Ocupan una planta baja más cuatro niveles, con el hospital de día ubicado en la planta al nivel del vestíbulo, las unidades de hospitalización en las plantas superiores, y urgencias y la UCI en la inferior.

**EL EQUIPO**

Facultativos. La oficina de ingeniería Milián Associats SA se formó en el año 1988 al asociarse tres ingenieros y un arquitecto. El equipo cuenta con una amplia experiencia en el diseño de proyectos y dirección de obra de las instalaciones necesarias en los edificios actuales. Realizamos desde el diseño de los sistemas de electricidad, iluminación, climatización, fontanería y seguridad, hasta las comunicaciones vía fibra óptica.

Hemos proyectado varias obras singulares, como por ejemplo el Palau Sant Jordi en Barcelona y el pabellón de la navegación para la Expo-92 en Sevilla. También en Barcelona se ha realizado la dirección de obra de las instalaciones del nuevo museo de la ciencia, CosmoCaixa. Para el proyecto de las instalaciones del nuevo Hospital de Sant Pau hemos colaborado con el despacho de arquitectos Bonell & Gil, y actualmente estamos realizando la dirección de obra de la parte que se está terminando de construir. La oficina ha sido galardonada con varios premios.

**Las instalaciones de climatización del nuevo Hospital de Sant Pau han sido proyectadas para obtener un alto nivel de confort, con un cálculo ajustado para el mayor ahorro energético.**

En septiembre de 2003 se inició la actividad asistencial en el gran bloque central del nuevo edificio del Hospital de Sant Pau. El bloque, de 36.022 m<sup>2</sup>, acoge básicamente la actividad ambulatoria y dispone de un moderno sistema de climatización que se calculó a partir de las siguientes premisas:

**Verano:**

Temperatura exterior de diseño: 32°C  
Humedad relativa exterior: 60% HR (humedad relativa)

En Barcelona se alcanzan puntualmente los 38°C, pero sólo en casos muy excepcionales y con una humedad muy baja.

**Invierno:**

Temperatura exterior de diseño: 1°C  
Humedad relativa exterior: 80% HR (humedad relativa)

Las condiciones interiores de cálculo fueron:

**Temperatura interior de diseño:**

Para refrigeración de 22 a 24°C, según los sectores

Para calefacción de 18 a 22°C, según los sectores

Esto significa que el día más caluroso, con condiciones exteriores de 32°C y 60% de humedad relativa, la temperatura interior en los locales será de 24°C ± 1°C. Es evidente que se pueden mantener temperaturas de unos 23°C en las zonas en las que el punto de consigna se programe a este nivel.

Para la calefacción, el problema más importante es el encendido del sistema y el tiempo



de respuesta. Esto quiere decir que hay que prever coeficientes de suplemento para conseguir la puesta en régimen del edificio en un máximo de 60 minutos. Esto implica que las necesidades para la puesta en marcha sean de más del doble que las cargas a régimen constante.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Utilizando métodos estadísticos de evaluación del confort, se han establecido las condiciones de temperatura, humedad y velocidad del aire en sus valores límites. Estos límites suelen oscilar entre los 20 y los 24°C, con humedades relativas comprendidas entre el 40 y el 60% y velocidades del aire entre 0,15 y 0,5 m/s. Por otro lado, en procesos de aportación de calor para calefacción, la temperatura en el centro de los locales (medida a 1,5 m de altura sobre el suelo) no superará los 22°C, ni será inferior a los 18°C. Y en sistemas de acondicionamiento de aire en verano, la temperatura no será nunca inferior a los 23°C.

En un hospital, hay determinadas zonas en las que, a pesar de tener condiciones ambientales dentro de los límites de confort hospitalarios, se pueden adoptar valores más económicos; en otras, como la zona quirúrgica, hay

que contar con unas condiciones más estrictas puesto que, por un lado, hay que asegurar el máximo de confort para el equipo quirúrgico y por el otro, estar acondicionadas para otros dos imperativos:

- reducir el riesgo de infección,
- asegurar un grado óptimo de humedad.

Este grado de humedad, que no debe ser inferior al 50%, evitará la producción de electricidad estática y, en consecuencia, el riesgo de explosión de los gases anestésicos. Asimismo, la elevada humedad evitará la desecación de los tejidos.

De forma general, las condiciones interiores de temperatura y humedad en las zonas hospitalarias son:

**Verano:** Salas de operaciones: 22°C, 50% HR  
Resto de zonas: 24°C, sin control de humedad

**Invierno:** Salas de operaciones: 22°C, 50% HR  
Resto de zonas: 22°C, sin control de humedad

En cuanto a la limpieza del aire, los procedimientos utilizados para disponer de aire limpio son de capital importancia, sobre todo en zonas críticas que precisan un ambiente bacteriológicamente estéril. Las principales precauciones que hay que adoptar en este sentido son las siguientes:

- situar las bocas de entrada de aire exterior tan lejos como sea posible de las de descarga de aire, elevarlas al máximo respecto al nivel del suelo y orientarlas de forma que se evite su exposición a los vientos dominantes y a las turbulencias, a fin de reducir los efectos de la contaminación atmosférica;
- realizar la humidificación del aire mediante la inyección de vapor;
- filtrar el aire con dispositivos de elevada eficacia de acuerdo con el grado de limpieza deseada;
- utilizar radiaciones ultravioletas (lámparas germicidas).

La velocidad de circulación del aire en los locales ocupados sedentariamente no debe superar el valor de los 0,25 m/s a una altura del suelo inferior a los 2 m cuando se trabaja con aire a 22°C. Si la temperatura es inferior, la velocidad debe disminuir notablemente para mante-



ner las condiciones de confort. Para un aire a 20°C, por ejemplo, la velocidad no debe superar los 0,10 m/s.

En cuanto a los sistemas de ventilación, las salas de operaciones y de partos, las unidades de cuidados intensivos (UCI), las unidades de incubadoras y otras salas de atención especial, se recomienda una climatización con aire procedente exclusivamente del exterior. Para las demás zonas del hospital, se puede hacer circular de nuevo parte del aire interior mezclado con un porcentaje suficiente de aire exterior para conseguir las renovaciones por ventilación deseadas, y para ahorrar energía.

En las salas de operaciones y las UCI, el aire

se filtrará al 99%, hasta un diámetro de partículas de 0,3 micras (filtrado HEPA). En la zona quirúrgica, hay que mantener un riguroso escalonamiento de la presión en las salas, para que el movimiento del aire se produzca desde la zona más limpia hasta la menos limpia. Con esta finalidad, hay que introducir en cada sala el caudal de aire suficiente para mantener la sobrepresión deseada.

**SISTEMA ESCOGIDO PARA LA CLIMATIZACIÓN**

Las necesidades de refrigeración se sitúan en una carga máxima de 9.000 kWt y una carga media en verano de 6.000 kWt. Las necesidades de calefacción son como máximo de 6.000 kWt, que se producirán con el funcionamiento de las unidades de bomba de calor de cuatro tubos. Normalmente la calefacción será gratuita, puesto que será el resultado de la recuperación de calor de las unidades de bomba de calor, con un COP (coeficiente de eficiencia) muy elevado. La producción de agua caliente sanitaria será gratuita, con la recuperación de calor de las bombas de calor. Solamente por la noche se utilizarán las calderas de calefacción para realizar el choque térmico a 70°C en los depósitos acumuladores de agua caliente sanitaria. El consumo de gas natural será muy bajo. Todas las instalaciones de producción de

PRESTACIONES DEL SISTEMA	Caudal de aire global de ventilación	Movimiento de aire	Teniendo en cuenta que el edificio funciona 24 horas al día, las necesidades de calefacción serán muy inferiores a las de cálculo, puesto que las cargas sólo serán máximas cuando funcionan las zonas al 100% de aire exterior.
Superficie climatizada	602.598 m <sup>3</sup> /h	6,6	
77.993 m <sup>2</sup>	Necesidades máximas de refrigeración	Renovación de aire	2,7
Volumen	8.042 kWt	Potencia eléctrica	50 W/m <sup>2</sup>
218.380 m <sup>3</sup>	Necesidades máximas de calefacción simultáneas	COP compresor, en verano	2,31
Capacidad de refrigeración	6.714 kWt	COP compresor, en invierno	2,66
8.874 kWt	Ratios Capacidad de refrigeración	Potencia nominal instalada	8,6 MVA
Capacidad de calefacción	113,77 W/m <sup>2</sup>	Potencia simultánea	7,3 MW
7.254 kWt	Capacidad de calefacción	Potencia que contratar	7 MW
Caudal de aire en movimiento	93 W/m <sup>2</sup>	Energía de transporte	16 W/m <sup>2</sup>
1.450.400 m <sup>3</sup> /h	Caudal de aire en movimiento	Ratio instalación	108 W/m <sup>2</sup>
Ocupación máxima previsible nominal	18,59 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>		
5.500 personas			

frío y calor se colocarán en la cubierta del edificio de consultas.

Para el funcionamiento diario de noche y día se utilizarán seis unidades de bomba de calor de cuatro tubos de 500 kWt que alimentarán los climatizadores de las zonas comunes de vestíbulos y pasillos –así como los cuatro edificios de hospitalización– tratando el aire impulsado a las habitaciones y pasillos, y recuperando el calor del aire de extracción de los sanitarios de las habitaciones. Durante el día entrará la segunda etapa de equipos de bomba de calor para dar servicio a todas las consultas y oficinas administrativas, que refrigerarán las zonas internas y las fachadas soleadas y calentarán las fachadas norte en invierno con la recuperación del calor de las máquinas.

Solamente en verano entrará en funcionamiento la tercera etapa de máquinas enfriadoras de agua, que se conectará automáticamente cuando la temperatura exterior supere los 25°C aproximadamente, algo que significaría que estamos en régimen de verano. El funcionamiento de las tres etapas de máquinas de refrigeración y calefacción estará dirigido por un sistema de gestión automatizado, que conectará los equipos necesarios cada día y hará el ciclado de las máquinas, para conseguir que funcionen el mismo número de horas.

En el edificio de consultas y oficinas administrativas, se ha previsto colocar climatizadores verticales de cuatro zonas, para zonificar los distintos departamentos, con baterías de cuatro tubos y aportación de aire exterior constante, con el objetivo de mantener todas las zonas sobrepresionadas respecto al interior. En los edificios de hospitalización se ha previsto una aportación de aire exterior permanente en todas las habitaciones, con una tasa de aire exterior de 80 m<sup>3</sup>/h por cama, que representa

160 m<sup>3</sup>/h por habitación, equivalentes a 3 R/h del volumen de las estancias.

A través de los sanitarios se realizará la extracción de aire permanente, con una recuperación de calor en los equipos de la cubierta, para conseguir que las bombas de calor alcancen un COP de 4 a 5. En el bloque quirúrgico se ha previsto un climatizador de 2.400 m<sup>3</sup>/h para cada sala de operaciones, con una extracción de 1.500 m<sup>3</sup>/h para mantener siempre una sobrepresión. Los equipos serán para el 100% de aire exterior durante las intervenciones y con recirculación de 1.500 m<sup>3</sup>/h cuando la sala de operaciones esté en fase de espera. En cada sala de operaciones se controlará la temperatura y la humedad; y los médicos podrán modificar la temperatura en un margen de ± 2°C.

#### Los climatizadores dispondrán de:

- compuerta automática,
- prefiltro de aire,
- filtro de bolsas,
- batería de precalentamiento,
- humidificación por vapor,
- batería de enfriamiento,
- batería de postcalentamiento,
- ventilador de impulsión,
- silenciador,
- filtros absolutos en los difusores de la sala de operaciones.

Para las necesidades que se han calculado se ha estudiado un sistema de producción de frío y calor con bombas de calor de cuatro tubos de producción simultánea de refrigeración y calefacción, con un COP muy alto en las temporadas de otoño, invierno y primavera. El COP para frío de 2,56 es el normal para una enfriadora de agua condensada por aire con gas refrigerante R-407-C. El COP para calor que funciona con bomba de calor es de 3,08. El COP para calor y frío en el mismo momento es muy alto:

**Frío:** 2,85  
**Calor:** 3,79  
**Total:** 6,64

Esto quiere decir que la producción de calor y frío se hará con un consumo muy bajo durante nueve meses del año, ya que todo el aire de extracción de las habitaciones y las UCI se realizará con un sistema de recuperación de calor que facilitará que las unidades trabajen en las condiciones de producción simultánea de frío

y calor. Todos los circuitos pueden funcionar de forma independiente de los demás, según las necesidades reales de cada sector. La selección de los circuitos se ha llevado a cabo de manera que los caudales en circulación y las pérdidas de carga sean equivalentes para poder utilizar bombas on line de la misma medida y capacidad, ya que estas bombas tienen una curva de funcionamiento muy poco pronunciada.

El dimensionamiento de las tuberías de ha hecho de manera que la pérdida lineal no sea superior a 40 mm/m y las velocidades de circulación del agua no superen los 2,5 m/s en los circuitos primarios y 2 m/s en los circuitos secundarios. La solución de distribución de agua fría y caliente hasta todos los climatizadores nos permite dar las condiciones necesarias en cualquier lugar del edificio mediante climatizadores unizona, multizona o por impulsos.

#### FUENTES DE ENERGÍA

Para la producción de frío y calor se ha previsto la utilización de bombas de calor de cuatro tubos, de 570 kWt de capacidad y 250 kW de potencia eléctrica absorbida.

Sala de máquinas de bomba de calor  
2.250 kW  
Sala de máquinas refrigerantes  
2.170 kW  
Total de los equipos  
4.420 kW  
Bombas de circulación de agua y climatizadores, aprox.  
795 kW  
Total  
5.215 kW

Potencia eléctrica simultánea en verano:  
5.215 kW  
Potencia eléctrica simultánea en invierno:  
1.295 kW

Por todo lo que hemos expuesto, podemos afirmar que el proyecto de climatización se ha desarrollado pensando en dotar el edificio del nuevo Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de un sistema flexible que permita la evolución de las soluciones y adaptarse en cada momento a las necesidades reales.

#### JOSEP M. MILLIÁN

Director general de Milián, SA  
e ingeniero técnico industrial

## EL INGENIERO | “Lo más importante es la ventilación”

**Josep M. Milián, ingeniero técnico industrial y colegiado 8.585, dirige la sociedad de ingeniería que ha realizado el proyecto y la dirección de obra de las instalaciones del nuevo Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Su especialidad es el ahorro energético.**



¿Las instalaciones de climatización son compatibles con un crecimiento sostenible? Sí, son compatibles; si se piensan, se diseñan de acuerdo con las necesidades de las personas. Evidentemente, hay muchas necesidades que son imprescindibles, por ejemplo en el Hospital de Sant Pau, está la cuestión de las salas de operaciones, donde se precisa un aire acondicionado muy limpio, muy aséptico, que debe estar filtrado y con ciertas condiciones de temperatura y humedad para que no se produzca una proliferación de bacterias y virus. Ahora bien, en el ambiente doméstico no es preciso ser tan estricto. El confort a veces pasa factura.

#### En su currículum consta que es especialista en ahorro energético. ¿Puede explicarnos qué significa?

Pues bien, al diseñar las instalaciones para los edificios, debemos procurar que el consumo de energía por metro cuadrado sea lo más bajo posible. Si se optimizan las distintas actuaciones como por ejemplo en la piel del edificio, en el transporte de la energía de climatización y otros aspectos dentro del edificio, se puede optimizar el consumo de energía por metro cuadrado, y es aquí donde nosotros trabajamos antes de aplicar otras alternativas de energías renovables, etc.

#### ¿Algún ejemplo práctico?

Un ejemplo es el edificio El Dau, donde está la sede central de la Caixa en Barcelona: tiene un sistema de circulación de aire por el interior de la fachada gracias al cual la radiación solar sobre el cristal negro –propio del edificio, y símbolo de la Caixa– queda compensada con la ventilación controlada que circula entre el cristal y la cortina. Así pues, en verano, esta ventilación de la fachada no permite que la radiación solar llegue a los despachos, y la carga de refrigeración es así más baja, por lo que se reduce el consumo de electricidad y el bióxido de carbono. Todo ello repercute en beneficio de la sostenibilidad de los sistemas.

#### Ha mencionado el bióxido de carbono. ¿Qué opina del cambio climático?

(Ríe) ¿Del cambio climático? Bueno, evidentemente hay mucha literatura a favor y en contra. Por ejemplo, en zonas cerca de aquí, hay un estudio en Cardedeu de una empresa de unos viveros que ha demostrado los cambios en la temperatura últimamente porque las hojas brotan antes, lo llevan estudiando, creo, desde hace más de veinte años. Hay un efecto que alarga la temporada de primavera y la de otoño, con respeto a años anteriores. Esto es una evidencia estadística. Los científicos también hablan de que, si se deshiela el Ártico, tendremos una corriente fría que vendrá hacia Europa, y que en lugar de tener una temperatura más alta, quizá sea más baja. O sea que hay distintas opiniones. Ahora bien, tampoco debemos asustarnos tanto, porque resulta que las temperaturas históricas que tenemos de los centros de las ciudades son un poco falsas, porque hace cien años el tráfico de las calles era en carros, no había coches, prácticamente; y la contaminación no existía. Y ahora tenemos una contaminación que hace que la temperatura en el centro de Barcelona sea mucho más alta, incluso en invierno, porque hay una inversión térmica, y por lo tanto, esto nos engaña.

**Volviendo a su trabajo: los proyectos de instalaciones deben hacerse de acuerdo con el arquitecto del edificio. Usted ha trabajado con arquitectos de fama internacional como Isozaki o Eisenman, entre otros. ¿De cuál de ellos guarda algún recuerdo especial?**

Es difícil de decir, pero a veces hay arquitectos que tienen proyectos más pequeños o viviendas unifamiliares, que se dedican a ellos con una profesionalidad y una entrega mucho más marcada que estos grandes nombres. A veces satisface trabajar con ellos porque te entienden o pueden entenderte mejor que las grandes figuras. Las grandes figuras siempre tienen a sus ayudantes que hacen de filtro y que

#### RIGOR, INNOVACIÓN Y RACIONALIDAD

Josep M. Milián (Barcelona, 1941). Cuando habla, te mira con cierta distancia, como si estuviera analizando el plano de tu fisonomía, pero su cara se ilumina cuando te explica su trabajo. Sus palabras, siempre comedidas, descubren un pozo de conocimientos y experiencia. Comenta que «muchos se limitan a copiar, a mí me gusta saber el porqué de las cosas, profundizar en ellas, porque es la manera de poderlas explicar sin problemas». Inició su actividad como profesional liberal cuando, en plena crisis económica, el Colegio de Arquitectos de Cataluña, donde ejercía de jefe del Departamento de Proyectos y Asesoramiento a Arquitectos, prescindió de sus servicios en el año 1983. «Me establecí por cuenta propia con media secretaria y medio delineante como colaboradores», explica.

Sus inicios en el mundo de la climatización tuvieron lugar en la empresa Clima Roca-York de Sabadell en 1966, algo que le permitió disponer de toda la información técnica de York. Ya como Milián Associats SA, sociedad de ingeniería, ha participado en proyectos emblemáticos como el Palau Sant Jordi, el edificio Caja Madrid, el de CosmoCaixa y el último, el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, todos ellos en Barcelona. También ha proyectado, fuera de Barcelona, las instalaciones del Palacio de Congresos de Girona y del Palacio de Congresos de Maspalomas, en Gran Canaria, entre otros.

Las innovaciones están presentes en sus trabajos. Y para introducirlos ofrece un amplio abanico de soluciones para generar confianza en la solución adoptada. Así pues, uno de los varios premios que ha obtenido, otorgado en la cuarta convención internacional de instaladores, fue por las novedades en las instalaciones del Palau Sant Jordi. Las instalaciones que proyecta, además, están pensadas de forma racional para facilitar su utilización y mantenimiento. La agrupación de elementos, las ubicaciones estratégicas y los diseños modulares lo confirman.

muchas veces no se ponen en el día a día de las cosas. Cuando hicimos el Palau Sant Jordi con Arata Isozaki, estaba dos días en el despacho, y, evidentemente, era muy difícil poder hablar con él largo rato. Lo que sí sucedía es que si no lo decía él, nadie cambiaba las cosas. Entonces tenías que pedir hora el día que estaba en Barcelona para decirle: oiga, esto hay

que hacerlo así, si no, tendremos algún problema. Porque con sus ayudantes, cambiar cosas era difícil.

### ¿Con qué dificultades se ha encontrado en el Hospital de Sant Pau?

Bueno, el problema en los hospitales es que los espacios que nos dejan para las instalaciones son mínimos, y evidentemente lo que no podemos hacer es instalar equipos en cielo raso, en los techos, porque después hay que

hacerles el mantenimiento bastante a menudo. En Sant Pau conseguimos unos espacios al lado de los bloques de escaleras y de sanitarios, donde van los equipos de aire acondicionado. Son practicables al mismo nivel y su mantenimiento es muy fácil. Además, hemos tenido la ventaja de que la cubierta del edificio nos ha servido para ubicar toda la maquinaria y los transformadores. Ahora bien, en un hospital, como en cualquier otro edificio, lo más importante es la ventilación. En Sant Pau,

aparte de las consultas donde hay tres renovaciones de aire, en el resto del edificio todo es aire exterior al cien por cien, para mantenerlo de buena calidad.

#### MIQUEL DARNÉS

Ingeniero técnico industrial y periodista  
Director de Tecnodebats  
Asesor de comunicación del CETIB

## LA OPINIÓN | Sobre el cambio climático

### 1- ¿CUÁLES SON LAS EVIDENCIAS MÁS IMPORTANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

### 2- ¿HASTA QUÉ PUNTO PUEDEN RELACIONARSE CON LA ACTIVIDAD HUMANA?

### 3- ¿HAY ALGUNA ESPERANZA DE PODER INFLUIR EN NUESTRO FUTURO?

#### JOSEP GARRIGA

Licenciado en Ciencias Políticas, Económicas y Comerciales por la Universidad de Barcelona. Es subdirector general de desarrollo sostenible de la Direcció General de Polítiques Ambientals i Sostenibilitat del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat. Ha sido miembro del equipo español en las COP10 y COP11 (Conferencia de las Partes sobre el cambio climático y el protocolo de Kyoto) en Buenos Aires y Montreal.

1- El último informe de evaluación publicado por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el año 2001 proporciona una evaluación de datos y pruebas científicas, como por ejemplo las proyecciones sobre las concentraciones futuras de gases con efecto invernadero en la atmósfera, pautas regionales y mundiales de los cambios y la velocidad de los cambios en las temperaturas, las precipitaciones, el nivel del mar y los fenómenos climáticos extremos. Según parece, la previsión de las conclusiones del próximo informe de este organismo pondrá de relieve con mayor insistencia todavía estas evidencias del cambio climático.

En Cataluña, hay evidencias como la temprana llegada de la primavera y el retraso del invierno, provocando a la vez el alargamiento del período vegetativo en unos cinco días por década durante los últimos cincuenta años, o

también la disminución de las precipitaciones, que provoca un incremento de la aridez y poca disponibilidad hídrica.

2- De acuerdo con el informe del IPCC, se puede atribuir a las actividades humanas el aumento de las concentraciones atmosféricas de los principales gases con efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y ozono troposférico), provocadas principalmente por el consumo de combustibles fósiles, la agricultura y los cambios en el uso de las tierras, así como las concentraciones de aerosoles desde la época industrial. Por otro lado, los estudios y registros climáticos de los últimos 35 a 50 años también presentan sistemáticamente pruebas de señales antropogénicas.

3- Es preciso desarrollar y complementar las dos estrategias de respuesta ante el cambio climático adoptadas por los gobiernos: la mitigación o reducción de las emisiones de los gases con efecto invernadero, y la adaptación de los estados a todos estos cambios. La velocidad y la magnitud del calentamiento y la elevación del nivel del mar proyectadas pueden atenuarse con la introducción de actuaciones de reducción de los gases con efecto invernadero. Para llevar a la práctica estas medidas será necesario superar barreras técnicas, políticas, culturales, económicas e institucionales.

#### CARLOS GRÀCIA

Profesor del Departamento de Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona y director de investigación del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones. Vicepresidente de la Asociación Española de Ecología Terrestre y directivo de la Sociedad Española de Ciencia Forestal.

1- A escala planetaria, la frecuencia de huracanes, tornados o tifones de elevada intensidad,

así como los episodios climáticos extremos. A escala local, algunas especies de plantas de los Pirineos crecen ahora a altitudes donde antes no estaban. Los huevos de muchos insectos han avanzado el período de eclosión. Los glaciares de los Pirineos han experimentado un retroceso.

2- Se ha incrementado la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, de los 280 ppm antes de la revolución industrial, hasta los más de 380 ppm que tenemos en la actualidad. Y esta concentración continúa incrementándose a un ritmo de cerca del 1% anual. No hay ningún proceso natural que explique este incremento.

3- Hace falta un profundo cambio de nuestro estilo de vida. El deseo desmedido de crecimiento económico se contradice con la gravedad de los problemas derivados del cambio climático.

#### RICHARD S. LINDZEN

Físico atmosférico y profesor "Alfred P. Sloan" de meteorología del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Miembro de la National Academy of Sciences de Estados Unidos, es uno de los más conocidos críticos de la teoría del origen antropogénico del calentamiento global.

1- De hecho, el cambio climático está ocurriendo continuamente. Y es que la naturaleza no es estática.

2- El calentamiento que la Tierra ha experimentado en los últimos años ha sido tan sólo de algunas centésimas de grado. Sería incluso realmente difícil establecer si es realmente un calentamiento o no lo es. Por lo tanto, atribuirlo a la acción del hombre sería sencillamente deshonesto.

3- Los esfuerzos que se han propuesto recientemente (por ejemplo, las propuestas de limitación de emisiones del protocolo de Kyoto) no

tendrían efectos apreciables sobre el calentamiento del clima, de todas formas. Si uno creyera a los alarmistas, el cambio de vida que sería necesario nos haría regresar, básicamente, a las condiciones de vida del año 1840. Un cambio de esas características sería infinitamente más arriesgado que no hacer nada en absoluto.

#### M. DEL CARME LLASAT

Doctora en Ciencias Físicas, es profesora titular del Departamento de Astronomía y Meteorología en la Facultad de Físicas de la Universidad de Barcelona. Sus trabajos se centran en el estudio de las lluvias catastróficas, inundaciones, intensidad de la precipitación, agrometeorología, redes meteorológicas, cambios climáticos y meteorología de montaña.

1- El tercer informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático del año 2001 apuntaba a cambios en la temperatura, el nivel del mar, la precipitación y la producción de sequías e inundaciones, además de otros riesgos naturales. Según este informe, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera había pasado de 280 ppm en el período 1000-1750 a 380 ppm en el año 2000. El impacto más importante de este cambio ha sido el aumento de la temperatura media del planeta, con un valor aproximado de 0,6°C durante el siglo xx.

2- El clima es dinámico; a lo largo de la historia se han registrado períodos glaciales y períodos cálidos, épocas de inundaciones y épocas de sequía. Pero ahora, a los cambios propiamente naturales viene a añadirse la alteración en el clima provocada por el hombre, que puede llegar a desestabilizar el sistema, llevándolo a un punto sin retorno.

3- En el próximo informe del IPCC, previsto para 2007, se abordará el cambio climático como un todo. Además de mostrar los resultados científicos, se incluirán propuestas sobre las medidas para mitigarlo, y también para la adaptación ante este cambio. Las medidas que se adopten deberán ser coherentes con una adaptación y mitigación simultáneas. En algunos países la legislación ya tiene presente este cambio, incita a tomar medidas, por ejemplo, en el urbanismo y la industria, y también en la mejora de la educación y la sensibilización de la población.

#### JOSEP ENRIC LLEBOT

Catedrático de Física de la Materia Condensada del Departamento de Física de la Universidad Autónoma de Barcelona. Colabora en distintos medios de comunicación y es autor de una decena de

libros. Es el coordinador del informe «El canvi climàtic a Catalunya» y miembro del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de la Generalitat.

1- Las evidencias sobre el calentamiento global –y el correspondiente cambio del clima– son el aumento continuo de la concentración atmosférica de los gases con efecto invernadero, algo que puede medirse en cualquier lugar del mundo, el correspondiente aumento de la temperatura media de la superficie terrestre, que la Organización Meteorológica Mundial calcula en 0,6°C durante el siglo xx, y los cambios fenológicos en especies vegetales, según los cuales las hojas brotan antes, maduran antes y caen más tarde ahora que hace cincuenta años.

2- En cuanto al contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, se ha establecido que éste es mayoritariamente de procedencia fósil, es decir, procedente de la combustión de combustibles fósiles. A pesar de todo, todavía hay cosas que no se conocen con suficiente exactitud. Por ejemplo, los cálculos que se realizan sobre el CO<sub>2</sub> que debería haber en la atmósfera prevén una cantidad superior a la que realmente contiene: el CO<sub>2</sub> que falta, en efecto, se disuelve en el océano, que es un gran reservorio de carbono del planeta.

3- La influencia sobre el futuro debe pasar por dos vías: la adaptación a los cambios y la mitigación de los impactos. Para poder adaptarse a los cambios, es preciso saber cuáles serán, y por ello todavía hay que avanzar mucho en la capacidad predictiva de los modelos climáticos a pequeña escala. En cuanto a la mitigación, hay que poner en marcha programas de eficiencia energética y de descarbonización de la economía. Debemos intentar influir en las emisiones para ralentizar el calentamiento global.

#### FRANCESC MAURI

Licenciado en Geografía, es miembro del Consejo Asesor del Servicio Meteorológico de Cataluña. Desde 1985 desarrolla su actividad profesional en medios de comunicación como Catalunya Ràdio, La Vanguardia y TV3, donde elabora la información meteorológica. Es coautor de dos guías sobre el tiempo.

1- Sin duda, el cambio climático existe. El aumento de las temperaturas globales es una de las evidencias más incuestionables, con un valor próximo a 0,7°C en el ámbito planetario, y a los 0,9°C en Cataluña. Este aumento podría ser fruto de una variación natural, pero el factor que lo relaciona con el impacto humano,

debido al consumo de combustibles fósiles, es la velocidad de variación. Este ritmo tan rápido no tiene precedentes en el último milenio. También se registra un cambio del régimen de precipitaciones en distintos lugares del planeta. En Cataluña llueve casi igual que hace cien años, según datos fidedignos de observatorios, pero lo hace de forma más irregular.

2- La temperatura del planeta siempre ha cambiado. Es normal que varíe y lo seguirá haciendo por causas naturales relacionadas con el Sol, las variaciones astronómicas o las erupciones volcánicas. Ahora bien, el aumento que se observa desde 1978, en el ámbito planetario, y que continúa en la actualidad, no tiene precedentes en cuanto a la velocidad de aumento en el último milenio. Desde mediados de los años cincuenta, se registran datos en observatorios de control de la contaminación de fondo y este fenómeno no se explica teniendo sólo en cuenta los mecanismos naturales.

3- Deberíamos volver a la influencia cero, es decir, cuando sólo la naturaleza decidía los cambios. Deberíamos ir hacia un modelo energético basado sobre todo en energías renovables, más respetuoso con el entorno y la maquinaria climática. Dentro de unos años no podremos pagar el precio del petróleo o el gas: serán antieconómicos y empezaremos a encontrar «interesantes» las demás energías.

#### JORDI MAZON

Licenciado en Física por la Universidad de Barcelona el año 1998 y máster en Climatología Aplicada por esta universidad en el año 2000. Es profesor del Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politècnica de Cataluña y desde 1999, secretario general de la Asociación Catalana de Observadores Meteorológicos. Ha publicado varios libros y artículos de divulgación de las ciencias atmosféricas.

1- El cambio climático se muestra con más o menos evidencias según cada lugar. En nuestra región, lo que parece estar cada vez más confirmado es una redistribución de las precipitaciones: existirá una estación seca y otra lluviosa. En efecto, las primaveras y los veranos son cada vez más secos, de manera que desde mediados y finales del invierno, y hasta el otoño, las precipitaciones son escasas en gran parte del territorio. En otros puntos del planeta, hay evidencias como el deshielo del subsuelo de Siberia, sequías persistentes en el continente africano, y disminución de la capa de hielo del océano Ártico.

2- Hasta hace una década, era difícil relacionar el cambio climático con la actividad antrópica, y los críticos con el calentamiento global alegaban que sin las emisiones de gases con efecto invernadero que actualmente se emiten a escala global, en la época reciente se ha producido el pequeño óptimo medieval (del siglo IX al XIII) y la pequeña edad del hielo (del siglo XIV hasta el XIX). Pero el último informe del IPCC muestra evidencias de que la actividad antrópica es la causante del brusco incremento de las temperaturas en los últimos años, sobre todo desde mediados de los años ochenta del siglo XX.

3- El cambio climático también se llama cambio global, por los cambios e implicaciones sociales y económicas que comportará. Según parece, en este siglo se producirán los movimientos migratorios más importantes de la historia de la humanidad y la economía de los países desarrollados se verá frenada por el agotamiento de ciertos recursos naturales, como los combustibles fósiles, y alimentarios. Sólo un cambio de modelo energético podría mitigar los efectos del cambio climático, aunque la inercia de las emisiones de las últimas décadas estará presente durante algunas más.

#### JOAN MONYARCH

Decano del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Lérida y presidente del Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Cataluña. Es coordinador de prácticas tuteladas en empresas de la Escuela Superior Politécnica de la Universidad de Lérida (UdL) y profesor de enseñanza secundaria en el Colegio Episcopal de Lérida. Ha colaborado con varias empresas de automatización y equipos auxiliares de maquinaria agrícola de Barcelona y Lérida y ha ejercido también como profesional liberal.

1- Las fluctuaciones climáticas siempre han existido. Esta alternancia se ha producido con diferencias de temperatura global de entre 5 y 6°C, que han provocado grandes transformaciones y cambios en la biosfera. Parece ser, según los datos recogidos de las temperaturas registradas, que en la actualidad hay un aumento de la temperatura global. Este hecho ha provocado una pérdida de superficie helada de los casquetes polares y en consecuencia han aumentado los niveles de los océanos y los mares. Por otro lado, los glaciares del interior, en las zonas montañosas, evidencian una disminución de sus volúmenes de hielo.

2- Si este calentamiento se explica en parte por la excesiva emisión de gases como el CO<sub>2</sub> y el

CH<sub>4</sub> (metano) y otros, podemos relacionarlo con los comportamientos humanos herederos de un sistema en el que todo era válido y en el que los recursos naturales se creían inagotables, comportamientos propios del siglo XIX o épocas anteriores. Deforestación sin escrúpulos, quema exagerada de combustibles fósiles, sistemas de producción poco eficientes... Estas conductas o actividades se realizan donde está el hombre y sobre todo en las zonas del planeta que llamamos «desarrolladas».

3- Si el hombre ha sido capaz de llegar a la Luna, explorar el espacio o encontrar remedio para enfermedades que hace unos años eran incurables, es evidente que tiene que ser capaz de encontrar solución para este problema. Es preciso, sin embargo, hacer el esfuerzo, y en este «laboratorio» estamos todos y todas invitados: será necesario cambiar de estrategias y de hábitos. Hay que cambiar los «watts por los bits», o dicho con otras palabras, no despilfarrar energía, y generarla con sistemas más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

#### CRISTINA NARBONA

Ministra de Medio Ambiente. Doctora en Ciencias Económicas por la Universidad de Roma. Anteriormente fue secretaria de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, así como responsable del Área de Medio Ambiente durante su etapa como concejal del Ayuntamiento de Madrid.

1- España es uno de los países más vulnerables al cambio climático y ya registra efectos negativos del grave problema ambiental que afecta a todo el planeta: durante los últimos treinta años, la temperatura media se ha incrementado más de 1,5°C; el ritmo de subida del mar en nuestras costas se ha acelerado hasta los casi cuatro milímetros anuales en la década 1990-2000; las aportaciones hídricas en las cuencas del Guadalquivir y del Júcar se han reducido en el último siglo en más de un 23%. Han aumentado la frecuencia de tormentas y el número de noches tropicales en el Mediterráneo, además de incrementarse los fenómenos de regresión costera y las olas de calor.

2- Hace más de veinte años que los científicos coinciden en la existencia de esa relación. En la lucha contra el cambio climático partimos de datos negativos que responden a una tendencia de demasiados años en los que no ha habido, desde los poderes públicos, una voluntad de promoción de las energías limpias y de estímulo de conductas ciudadanas más sostenibles.

El hecho de que España sea el país de la UE que realiza un mayor porcentaje de trayectos en coche por debajo de los tres kilómetros nos da una idea de nuestros hábitos de consumo. O que con el doble de horas de sol que en Alemania tengamos diez veces menos de energía solar instalada.

3- Los ciudadanos tienen que estar mucho más informados sobre la relación que existe entre su salud y su calidad de vida, y la salud de su entorno. Lamentablemente, todavía tendemos a ver la problemática ambiental como algo ajeno a nuestra propia vida. Es otro salto que hay que dar. Nuestro modelo de crecimiento sigue siendo un modelo excesivamente vinculado a la contaminación y a la destrucción de nuestros ecosistemas. Por eso, el compromiso de los poderes públicos, en primer lugar, es el de liderar un cambio cultural y, en segundo lugar, una reorientación en la acción política.

#### JORGE WAGENSBERG

Profesor de Teoría de los Procesos Irreversibles en la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona. Creó y dirige la serie «Metatemas» de la editorial Tusquets. De 1991 a 2005 dirigió el Museo de la Ciencia de la Fundació La Caixa y actualmente es director del Área de Ciencia y Medio Ambiente de la Fundació La Caixa.

1- La concentración de anhídrido carbónico en la atmósfera y también el aumento consiguiente de las temperaturas. La curva que muestra estos incrementos es terrorífica. Evidencias tenemos muchas, especialmente el deshielo de la Antártida, donde colonias enteras de pingüinos se están quedando sin territorios. Hay muchos pequeños indicadores más como estos. La Tierra es como un paciente que presenta muchos síntomas distintos. A nosotros nos toca estudiar la enfermedad y buscar la terapia adecuada.

Los casos concretos son los más claros: hay plantas que escalan las montañas, es decir, que crecen a mayor altitud porque ya no se sienten cómodas con el clima de los lugares donde solían crecer. Pero, además de éstos síntomas concretos, también hay otros globales, como por ejemplo el Niño, un fenómeno que causa sequías, lluvias torrenciales, etc.

2- Para mí está claro que hay una relación, pero todavía hay una posibilidad entre un millón de que no la haya, aunque sería extrañísimo. Por ejemplo, la curva que he mencionado antes (de crecimiento de emisiones de anhídrido carbónico y aumento de la temperatura) se corresponde con el incremento de la actividad

humana. La Tierra no emite tanto anhídrido carbónico. También tenemos el agujero de ozono: es cierto que podría ser parte de un ciclo normal, pero (y esto es una buena noticia) al parecer ha disminuido desde que no utilizamos tanto CFC.

3- Ahora mismo tenemos el primer gran proble-

## ESCAPARATE | Libros

### EL TEMPS ÉS BOIG? | 74 PREGUNTES MÉS SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC

Josep Enric Llebot. Rubes Editorial/FCRI Barcelona, 2005. 168 páginas

La pregunta que inicia el título de este libro se basa en una anécdota del autor. Durante una excursión al pie de la Pica d'Estats, un hombre mayor, vecino de la zona, comentó al profesor Llebot que no se atrevía a pronosticar si llovería al día siguiente porque estaba convencido de que, entre todos, hemos vuelto loco al tiempo. Respondiendo a esta y a otras 74 preguntas, el autor descubre los secretos del clima y los factores que están modificándolo, especialmente la influencia de las actividades humanas. La justificación científica y la complicada aplicación del protocolo de Kyoto también quedan perfectamente resueltas en este libro.

El esfuerzo del autor quedó parcialmente recompensado al ser galardonado con el 10º Premio de Literatura Científica (2005). Josep Enric Llebot (Barcelona, 1953) es catedrático de física de la materia condensada de la Universidad Autónoma de Barcelona; especialista en termodinámica de procesos irreversibles y en física ambiental, y convencido trabajador en la divulgación de la ciencia y los conocimientos sobre medio ambiente. Ha coordinado el importante y amplio trabajo «Informe sobre el cambio climático en Cataluña», del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de la Generalitat de Cataluña.

### EL CANVI GLOBAL EN EL MEDI AMBIENT

Manuel Ludevid. Biblioteca Universitària, 25. Edicions Proa/Universitat Pompeu Fabra. Barcelona, 1995. 350 páginas.

La principal característica del cambio climático actual es que, por primera vez en la historia, está motivado –total o parcialmente– por el ser humano. La acción antrópica es uno de los apartados destacados de este libro. Otro, el planteamiento genérico del problema: el

ma global del planeta. Es un problema que afecta a todo el mundo, pero que no está provocado por todo el mundo por igual. Estamos en un momento crítico en que se está afectando la globalidad. La buena noticia es que la ciencia puede ayudarnos a elegir comportamientos, pero el problema es que un cambio de

hombre no tan sólo debe enfrentarse a un aumento puntual de las temperaturas sino que el cambio también está afectando al conjunto del medio ambiente, desde la pérdida de biodiversidad hasta el impacto en la agricultura y la utilización de la energía.

### PINGÜINS A L'EMPORDÀ.

#### QUÈ ÉS AIXÒ DEL CANVI CLIMÀTIC?

José Luis Gallego. Rosa dels Vents. Barcelona, 2006. 191 páginas.

Explicar los grandes conceptos de forma rápida y sencilla, y sobre todo, buscar la implicación del lector, son las claves para enfrentarse a un problema trascendental para la vida en nuestro planeta. El libro se lee de un tirón porque el autor no pretende sentar cátedra sino compartir su preocupación y su compromiso con el medio ambiente. Bajo este ingenioso título, además, se esconde el interés por presentar la realidad del cambio climático y las posibles acciones paliativas en Cataluña.

### OBSERVAR EL TIEMPO

William J. Burroughs, Bob Crowder, Ted Robertson, Eleanor Vallier-Talbot y Richard Whitaker. Geoplaneta. Editorial Planeta. Barcelona, 1998. 288 páginas.

Todo lo que el buen aficionado desea saber sobre el clima y la meteorología está recogido en este libro de lujo, especialmente atractivo: desde las curiosidades más típicas (¿En qué lugar del mundo hace más viento?), la historia de los hombres del tiempo y el cambio climático, hasta las categorías de nubes, los efectos ópticos de la atmósfera y la meteorología durante los incendios forestales. Todo ello, con gráficos y fotografías de primera calidad y, además, índice temático y glosario.

### EL CANVI CLIMÀTIC

Guy Jacques / Hervé Le Treut. COI Forum Oceans / Departament de Medi Ambient

comportamientos implica elegir otro estilo de vida. Si todo el mundo quiere vivir igual, el planeta se terminará en tres días. Lo más importante es que los teóricos de la economía, los políticos y los científicos se pongan de acuerdo porque, ahora mismo... ¡ni siquiera se puede decir que estén hablando!

*i Habitatge. Barcelona, 2005.*

*160 páginas.*

Además de exponer las bases científicas del funcionamiento del clima, este libro, promocionado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Unesco, explica cuál es el papel de los océanos en el cambio climático y su posible impacto futuro. También destaca una aproximación a las modelizaciones numéricas para la predicción del clima futuro y un amplio análisis del protocolo de Kyoto y su aplicación.

### EL CALENTAMIENTO GLOBAL

Spencer R. Wearts. Las dos culturas. Editorial Laetoli. Madrid, 2006.

*272 páginas.*

Los científicos se pasaron casi todo el siglo XX discutiendo la posibilidad de que la emisión de gases como el dióxido de carbono, fruto de la combustión de derivados del carbono en la industria y el transporte, estuviera alterando las condiciones atmosféricas. Spencer Weart, director del Centro para la Historia de la Física del American Institute of Physics, nos explica cómo la comunidad científica llegó, a través de numerosos indicios, a deducir, demostrar y medir esta realidad que ahora nos parece tan evidente.

### LA AMENAZA DEL CAMBIO CLIMÀTIC

Tim Flannery. Taurus Pensamiento. Editorial Taurus. Madrid, 2006.

*408 páginas.*

Flannery, escritor científico, ex profesor en Harvard y representante actual de *National Geographic* en Australia, presenta este libro como una aventura en el descubrimiento de los indicios del cambio climático. Además de realizar un repaso atractivo y exhaustivo de la situación, Flannery analiza las posibilidades de éxito del protocolo de Kyoto y trata de involucrar al lector en la lucha cotidiana para la defensa del medio ambiente.

**MANUAL DE L'HOME DEL TEMPS.  
INICIACIÓ A LA METEOROLOGIA**

Marcel Costa y Eulàlia Roger.  
*L'Esparver Ciència, 22. Ediciones La Magrana.  
Barcelona, 1996. 210 pàgines.*

Los jóvenes tienen pocos incentivos para dedicarse a la ciencia, por lo que se precisan maestros interesados en estas materias y buenos libros. Este manual está especialmente dirigido a los jóvenes y aficionados poco experimentados y su pretensión es aportar los elementos básicos para conocer el funcionamiento del clima y los fenómenos meteorológicos. Lo consigue sólo en parte: el contenido es bastante interesante pero la forma es demasiado pobre para poder competir con los productos visuales y multimedia que dominan el mercado.

**NUBES Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS:  
CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN**

Marcel Costa y Jordi Mazon. *Geoestel SA.  
Barcelona, 2006. 64 pàgines.*

En muchas ocasiones salimos de paseo o de excursión y nos quedamos con las ganas de poder explicar a nuestros acompañantes cómo se llama aquella nube blanca con la forma de una gran seta que ocupa el horizonte. Este pequeño y práctico manual nos ayuda a dar nombre y a comprender la meteorología sin tener que esperar las explicaciones de los hombres y mujeres del tiempo en la televisión. El prestigio divulgativo de Jordi Mazon, secretario general de la Asociación Catalana de Observadores Meteorológicos (ACOM), es toda una garantía.

**CATALUNYA 2005. INFORME SOBRE MEDI  
AMBIENT I DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE**

Fundació Fòrum Ambiental /  
Departament de Medi Ambient i Habitatge.  
Barcelona, 2006. 191 pàgines.

Se trata de un interesante resumen de datos para acercarse a la realidad ambiental en Cataluña. En cuanto al cambio climático, destaca este balance: «A pesar de que la intensidad de gases con efecto invernadero (GEI) de la economía catalana se haya reducido durante el período 1995-2001, el crecimiento sostenido de las emisiones de GEI es incompatible con los objetivos de Kyoto».

ESCAPARATE | **Webs**

**CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS  
SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO**

<http://unfccc.int/>

De visita imprescindible para los interesados en la documentación oficial sobre el cambio climático y la actualidad en las negociaciones para la aplicación de este convenio marco y del protocolo de Kyoto. El cuerpo central de este portal está en inglés pero ofrece amplios resúmenes y traducciones de los documentos más importantes en otros idiomas (en castellano, por ejemplo, [http://unfccc.int/portalespanol/essential\\_background/items/3336.php](http://unfccc.int/portalespanol/essential_background/items/3336.php)). Destaca también un apartado con informaciones sobre el cambio climático aparecidas en los medios de comunicación más destacados del mundo. Los interesados en participar en las próximas reuniones de revisión del protocolo de Kyoto pueden conseguir aquí toda la información necesaria.

**INFOMET**

<http://www.infomet.fcr.es/>

Observar Cataluña desde el espacio, consultar los pronósticos más precisos y estar al día de las investigaciones científicas del más alto nivel, y para los más curiosos, incluso acceder a muchas de las cámaras web que se utilizan en la observación meteorológica profesional: todo en la misma página web, respaldada por el prestigio de la Universidad de Barcelona (UB). Infomet es una iniciativa que se lleva a cabo en el Departamento de Astronomía y

Meteorología (UB) con el apoyo de la Fundación Catalana para la Investigación e Innovación, y que funciona con éxito desde finales de 1995. En el apartado de enlaces se pueden encontrar las webs de más de un centenar de centros meteorológicos del mundo entero.

Hay cantidad de información en la red sobre el clima en general y sobre el cambio climático en particular. La web del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de la Generalitat de Catalunya ([www.cat-sostenible.org](http://www.cat-sostenible.org)) tiene el mérito de ofrecer los documentos íntegros del Cambio climático 2001. III Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Informe sobre el cambio climático en Cataluña. Este segundo trabajo también se puede encontrar en la página del Instituto de Estudios Catalanes, coeditor del estudio ([www.iecat.net/canviclimatic](http://www.iecat.net/canviclimatic)). Los apartados más singulares que podemos encontrar en la página del Departament de Medi Ambient i Habitatge, en cambio, son los dedicados a la Red Temática Catalana del Cambio Climático ([http://mediambient.gencat.net/cat/el\\_medi/C\\_climatic](http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/C_climatic)) y los enlaces con webs dedicadas a este tema en todo el mundo. Por este camino encontraremos, por ejemplo, las páginas de Amigos de la Tierra ([www.foe.co.uk/cgi-bin/climate/climate-home.pl](http://www.foe.co.uk/cgi-bin/climate/climate-home.pl)), Greenpeace ([www.greenpeace.org/~climate](http://www.greenpeace.org/~climate)) y Oneworld ([www.oneworld.net/campaigns/climatechange](http://www.oneworld.net/campaigns/climatechange)). En este grupo de enlaces no

gubernamentales destacan las aportaciones en catalán de Ecologistes en Acció (<http://ecologistesenaccio-cat.pangea.org/temes/clima/clima.htm>) y el programa El Medi Ambient de TV3 ([www.tvcatalunya.com/elmediambient/reportatges/clima.htm](http://www.tvcatalunya.com/elmediambient/reportatges/clima.htm)). En inglés también es imprescindible visitar páginas como [www.climateark.org](http://www.climateark.org) y la web del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Quien ande en busca de curiosidades no se puede perder la página en la que el economista más estéticamente llamativo de Cataluña, Xavier Sala-i-Martin, pone en entredicho la existencia del cambio climático ([www.columbia.edu/~xs23/catala/articles/clima.htm](http://www.columbia.edu/~xs23/catala/articles/clima.htm)) y, en el mismo sentido, las aportaciones del escritor Michael Crichton ([www.crichton-official.com/fear/index.html](http://www.crichton-official.com/fear/index.html)) en las que apoya al presidente de EE UU, George Bush, en contra del protocolo de Kyoto con su libro *Estado de miedo* (Plaza y Janés).

Finalmente, no podemos olvidar la iniciativa del grupo catalán del proyecto internacional ClimatePrediction.net, en el que colaboran profesionales y voluntarios para estudiar distintos aspectos del cambio climático (<http://www.canviclimatic.com>). En la experiencia han participado colectivos y entidades que abarcan desde el Laboratorio de Investigación del Clima hasta Televisión de Cataluña.

JOAQUIM ELCACHO