

Presentació

El canvi climàtic: passat, present i futur

Des de fa ja molt de temps, la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) es plantejà tractar de forma monogràfica una temàtica preocupant i tant d'actualitat com és el canvi climàtic. L'any 1998, el mes de maig, s'organitzaren un cicle de conferències damunt el canvi climàtic, amb el patrocini de l'Institut d'Estudis Baleàrics i "Sa Nostra". Era objectiu de la SHNB editar una nova monografia que recollís les conferències i alguns textos més, tal com es va fer amb l'anterior monografia de la SHNB, "L'Ecologia de les Illes", poc temps després de la seva celebració. El temps ha passat, les ocupacions d'alguns conferencians o l'empenta necessària per part dels editors cap als autors, tot plegat no ho havia permès, i fins enguany (2001) no hem acabat de completar aquesta tasca.

De les cinc conferències que sustentaren aquest cicle, dues --les de Jaume Bordonau (Universitat de Barcelona) i Luís Balairón (Instituto Nacional de Meteorología, Madrid)-- no han pogut ésser recollides en aquesta monografia. No obstant, l'índex s'ha pogut complementar amb aportacions d'altres autors experts en diferents aspectes de la matèria, amb temes d'actualitat científica i amb títols extraordinàriament suggerents que enfoquen el canvi climàtic des de distintes perspectives: uns, constatant el canvi climàtic des del passat, altres, amb l'observació del que està succeint al present i, per últim, amb un recull de les prediccions fetes fins ara i basades en els darrers avanços en modelització climàtica arreu del món. L'àmbit geogràfic dels articles que vénen a continuació també és prou ampli. La majoria es centren a les Balears, però també es poden trobar referències regionals (la Mediterrània) o planetàries (resum del tercer informe de l'IPCC -International Panel for Climatic Change-). És a dir, hem intentat oferir una monografia amb una perspectiva globalitzadora, tant pel que fa a l'àmbit geogràfic com a l'aspecte cronològic del canvi climàtic.

Les referències més conegudes (que no les úniques) respecte al canvi climàtic vénen donades per augment de temperatures, que a mig i llarg terme, tindria conseqüències directes sobre la línia de costa. A una comunitat, com la nostra, a on comptam amb uns 1238,9 km de costa la majoria dels processos relacionats amb el canvi climàtic deixen la seva empremta en aquest litoral. No cal parlar de l'actual pressió que sofreix i la importància econòmica d'aquesta franja de terra.

El programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) ja ha posat a l'abast distints informes sobre el Canvi Climàtic. Aquesta és una matèria que ja no és patrimoni dels moviments ecologistes. Fins fa poc les administracions estatals no demostraven més que indiferència per aquests temes. Afortunadament, això ha canviat. Al darrer informe elaborat pel PNUMA, amb la participació de més de 900 científics de tot el món, es realitzen advertències sobre la pujada mínima del nivell de la mar a 8 cm degut a l'augment de la temperatura global d'1,4°C. També donen per segur un increment de 0,6°C durant el passat segle XX. Algunes de les conseqüències ja són apreciables en el comportament de determinats éssers vius: proliferació d'espècies tropicals (animals i vegetals) que amplien la seva àrea geogràfica cap a zones on abans hi havia un clima més fred, extinció o regressió d'altres, aucells migratoris que endarreixen el seu viatge o fins i tot no migren, disminució de fins un 15% del gel acumulat a l'oceà Àrtic, retrocés de les glaceres de tot el món,...

Una altra fita important per a la conscienciació global sobre canvi climàtic ve donada per la cimera de les Nacions Unides celebrada a Kioto l'any 1997. Aquí, tothom va coincidir en la necessitat de prendre mesures per evitar el canvi climàtic, encara que per a molta de gent el protocol que es va firmar, era totalment insuficient.

Tot i això, es va plantejar la necessitat de reduir les emissions de gasos d'hivernacle, desenvolupant energies renovables, millorant el transport públic i reduint la deforestació. Quan es parla de gasos d'hivernacle ens referim a diòxid de carboni (CO_2), metà (CH_4) i òxid nitrós (N_2O). Gran part d'aquests gasos es produeixen per la utilització de combustibles en la producció indústria, en el transport,...

El mes de juliol del 2001, representants de 180 governs de tot el món es reuniren a Bonn amb l'objectiu de salvar el Protocol de Kioto sobre el canvi climàtic (concretada a la Conferència de les Parts, a Marrakech -octubre-novembre 2001-). Aquesta reunió venia donada per la manca d'acord de la conferència de La Haia (novembre 2000) de l'any anterior (2000). Això tindrà continuïtat a la cimera de Rio + 10 que es celebrarà a Johannesburg (Sudàfrica) el setembre del 2002. Les contínues reunions donen idea de la preocupació que es té a nivell mundial, doncs és un problema que ens afecta a tots.

A l'estat espanyol més d'un 80% de l'energia primària consumida prové de la combustió de recursos fòssils (gas, petroli i carbó), quasi un 14% es produeix a centrals nuclears i només un 6'5% s'abasteix d'energies renovables (incloent-hi aquí les centrals hidroelèctriques).

A les Balears, actualment, un 99% de l'energia primària consumida prové de la combustió de recursos fòssils (3/4 de derivats de petroli i 1/4 per carbó) i un 1% d'energies renovables. El transport consumeix 2/3 de l'energia consumida. L'any 1997 les emissions de CO_2 a les Balears varen ésser de 5.186 milers de tones, la qual cosa suposa 6,9 tones /any per habitant.

La seriositat de les negatives repercussions que la contaminació derivada dels usos energètics està generant, ja està formalment acceptada a nivell internacional. El Protocol de Kioto de desembre de 1997 va significar el compromís europeu de reducció d'un 8% de les emissions dels sis gasos que provoquen l'efecte hivernacle (diòxid de carboni - CO_2 -, metà - CH_4 -, òxid nitrós - N_2O -, compostos perfluorocarbonats -PFC-, compostos hidrofluorocarbonats -HFC- i hexafluorur de sofre - SF_6 -) respecte a les emissions de 1990 durant el període 2008-2012. D'aquests gasos, el més abundant, responsable de quasi tres quartes parts del problema, és el diòxid de carboni. A la seva vegada, aquest gas prové en un 90% del sector energètic.

En el context europeu, l'Estat espanyol, en lloc de sumarse a la reducció del 7-9% firmat per altres estats desenvolupats, podia augmentar les seves emissions fins un 15% entre 1990 i 2010. En la meitat del temps transcorregut (1990 a 1999), les emissions espanyoles han augmentat un 26,8%, gairebé el doble del permès per a tot el període. Pel que fa a Balears, el consum final energètic s'ha situat, en 1999, un 53,6% per damunt del consum corresponent a l'any 1990. El ritme de creixement anual és de l'ordre del 6-9% anual durant aquest darrer decenni. Just l'any 2001 l'energia elèctrica pujà a les Balears un 8,3%.

Es manté, una tendència extremadament allunyada de qualsevol índex de sostenibilitat. Aquest fet, reconegut pel propi Pla que s'exposa al públic, hauria de forçar una reflexió en profunditat respecte del futur que s'està dissenyant per aquest arxipèlag i de la contribució que les Illes han de fer als esforços internacionals per a reconduir la problemàtica ambiental derivada del tema energètic.

Dit això, anem a veure què podem trobar en aquesta monografia de la Societat d'Història Natural de les Balears.

Mirant ja el contingut de la monografia, comença amb un article d'un equip de micropaleontòlegs encapçalats per G. Mateu, junt amb M.J. Viñals, M. Moreiro, i G. Nadal. En el present estudi s'intenta demostrar la importància dels foraminífers bentònics com a indicadors de

l'evolució dels ecosistemes mixtes o marino-continental, com s'Albufera d'Alcúdia (Illes Balears). La seqüència holocènica del perfil transversal Gesa IV en el sondeig 39, ens ofereix l'Òptim Climàtic Flandrià, amb la implantació d'una biocenosi de foraminífers bentònics de característiques infralitorals. L'anàlisi sedimentològica i micropaleontològica, recolzada en datacions absolutes de ^{14}C , ens permeten visualitzar el procés transgressiu flandrià, des de 7385 ± 230 a. BP fins, aproximadament, els 6500 a. BP.

Un equip de geòlegs, biòlegs i geògrafs mallorquins (J. Ginés, J.J. Fornós, A. Ginés, i F. Gràcia) i italians (C. Delitala, A. Taddeucci, P. Tuccimei, i P.L. Vesica) estan treballant en un projecte comú de datació d'espeleotemes. Els espeleotemes freàtics de les coves costaneres de Mallorca són una excel·lent font d'informació per al millor coneixement de la història recent del nivell de la mar. Alineacions d'espeleotemes freàtics, penjats a diferents altures a coves litorals de Mallorca en són la prova. Episodis regressius de la Mediterrània apareixen també documentats a cotes inferiors al present nivell de la mar. S'han datat, utilitzant el mètode Th/U mostres d'espeleotemes freàtics, recol·lectats entre +40 m per damunt i -23 m per davall de l'actual nivell marí. Aquestes cristal·litzacions se relacionen amb estabilitzacions positives i negatives de la superfície de les aigües marines, relacionades amb les fluctuacions glacio-eustàtiques ocorregudes al llarg del Quaternari. Les edats obtingudes abasten des de 3,9 ka fins a més de 350 ka BP, registrant amb bastant de detall una complexa successió de canvis del nivell de la mar durant el Pleistocè Medi i Superior i l'Holocè. Les dades obtingudes permeten intentar la reconstrucció d'una corba eustàtica dels últims 300 ka, vàlida per a la Mediterrània Occidental.

En el següent article, A.M. Grau i F. Riera analitzen l'irregular augment de la ictiofauna de zones càlides a les Illes Balears degut a un procés de meridionalització. Durant el darrer quart de segle s'han observat canvis en la ictiofauna marina de les Illes Balears. Algunes espècies septentrionals s'han tornat rares o molt rares; però per altra banda, espècies termòfiles han aparegut o incrementat les seves poblacions. Alguns d'aquests canvis podrien ser un signe d'encalament de les aigües de la Mediterrània. No coneixem dades generals sobre el possible escalfament de les aigües a les Illes Balears. No obstant, sí que hi ha dades referents a àrees properes que indiquen: un increment de $0,12^{\circ}\text{C}$ de la temperatura mitjana a les aigües profundes de la Mediterrània occidental entre 1959 i 1989; un increment de $0,48^{\circ}\text{C}$ a 80 m de fondària en 21 anys, a l'Estartit (Catalunya); i altres autors parlen d'un increment de l'ordre de 2°C a la corrent atlàntica de talús a les costes del nord de la península Ibèrica entre 1972 i 1992. Alguns autors han posat de manifest que les modificacions en les poblacions de peixos poden reflectir variacions en les condicions oceanogràfiques i poden ser un primer indicador d'un canvi ambiental. Així mateix, d'acord amb aquest autor, la temperatura és la variable de gran escala amb més importància a l'hora d'afectar les poblacions de peixos. Així, els canvis detectats en les poblacions de peixos de les Balears han d'estar estretament relacionats amb l'escalfament de les aigües de la Mediterrània occidental, i en són un indicador biològic. Segons els autors, sembla que es tracta d'un procés que sembla imparable i que en els propers anys serem testimonis de canvis molt importants a la biota de la mar Mediterrània.

La palinologia i la paleobotànica també ens donen pistes sobre els canvis de la vegetació ocorreguts al passat. Un equip de paleobotànics de Barcelona, R. Pérez-Obiol, E.I. Yll, J. Pantaleón-Cano, i J.M. Roure, analitzen els canvis en el paisatge vegetal de les Illes Balears durant el final del Quaternari gràcies a anàlisis pol·líniques. L'última glaciació i l'actual període postglacial ha tingut un caràcter distintiu a les Balears en el que concerneix a l'evolució del paisatge vegetal, sobretot tenint en compte altres zones properes de l'Europa occidental. Durant el Würm han existit períodes interestadials amb expansió de les comunitats forestals de caducifolis i termòfils, i sens dubte han romàs a alguna part de les Balears refugiats. Durant l'Holocè inferior les illes Balears posseïen un paisatge vegetal amb *Corylus* (avellaners), *Buxus* (boixos)

(que tindria el màxim protagonisme en el paisatge), *Juniperus* (ginebrons i sevines), *Betula* (bedolls) i *Acer* (rotabocs). En canvi, l'Holocè superior és representat, a les Illes Balears, per un paisatge dominat per l'esclerofília en el qual *Olea* (ullastre) té una gran importància en el paisatge.

Un expert grup d'espeleobusseig encapçalat per F. Gràcia junt amb B. Clamor, R. Landreth i P. Watkinson, i amb el paleontòleg D. Vicens, estan donant a la llum les investigacions més sorprenents d'Europa pel que fa al descobriment i topografia de cavitats subaquàtiques a les Illes Balears. Els canvis climàtics succeïts al llarg del Quaternari han ocasionat variacions del nivell de la mar, amb la conseqüent modificació de la línia de costa. Les oscil·lacions del nivell de la mar ens han deixat diverses evidències geomorfològiques d'aquests episodis transgressius i regressius que han quedat enregistrades al litoral, tant per damunt com per davall de l'actual nivell marí. En aquest treball es passa revista a moltes d'aquestes proves dels canvis climàtics, que en sí mateixes formen part del nostre paisatge litoral, tant del que és visible a l'exterior, com del que roman amagat sota les aigües de la mar o a l'interior d'espectaculars cavitats càrstiques. Aquest article aprofita el seu coneixement exploratori per a elaborar un veritable atlas d'evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí: elements indicadors de paleonivells freàtics, regates de corrosió, morfologies de corrosió, fòssils quaternaris dins les cavitats inundades, sediments varrats, viseres, plataformes, coves d'abradió marina, bufadors, arcs, túnels, farallons, pedestals, marmites de gegant,... són part del contingut d'aquest article.

Un equip de paleontòlegs de la SHNB, D. Vicens, G.X. Pons, P. Bover i P. Gràcia, encoratjats pel primer firmant, fan una anàlisi gràcies al registre paleontològic de les espècies que ens subministren pistes sobre els bioindicadors climàtics del Quaternari de les Illes Balears. Aquest treball s'ha pogut realitzar en bona part gràcies a la tasca realitzada per D. Joan Cuerda, qui ha dedicat tota la seva vida a l'estudi de la fauna dels jaciments quaternaris. Durant el darrer interglacial del Quaternari (Pleistocè superior), el clima càlid va permetre que espècies marines intertropicals, principalment del litoral atlàntic penetressin per l'estret de Gibraltar dins la Mediterrània. A l'inici de la glaciació Würm, amb l'arribada d'un clima fred, la majoria d'aquestes espècies termòfiles es varen extingir de les aigües de les Illes Balears, restant, únicament, com a testimoni del passat en el registre fòssilífer. A Mallorca són nombrosos els jaciments del Pleistocè superior a on es troben dipòsits rics en fauna marina termòfila (pertanyent a l'Eutirrenià) i d'altres on és molt escassa (assignat al Neotirrenià). La fauna terrestre també es va veure afectada pels canvis climàtics. El gènere *Myotragus* és un exemple excepcional d'evolució insular que va sobreviure fins a l'arribada de l'home a les Illes Balears fa uns 4000-5000 anys. En aquest treball es relacionen les espècies de mol·luscs indicadores d'aquest canvi climàtic, la seva biogeografia i cronostratigrafia. Es fa una referència a l'evolució, relacionada amb el canvi climàtic, del gènere *Myotragus*.

J.A. Guijarro il·lustra la dificultat de la detecció del canvi climàtic regional amb l'estudi de les sèries més llargues de precipitació i temperatura de les Illes Balears. La variabilitat interanual d'aquestes variables (sobretot de la precipitació) y l'escàs nombre de estacions climatològiques amb llargs períodes de funcionament, fan difícil obtenir sèries d'observacions de qualitat per a l'anàlisi de les variacions climàtiques. Com a resultat d'aquest estudi s'observa un increment de la temperatura mitjana de 0,77°C cada 10 anys, en tant que la precipitació presenta tendències diferents, amb disminució al nord-est (-9 % a Maó) i augment al sud-oest (+13% a Eivissa), cosa que pot indicar una possible variació de les freqüències dels tipus de circulació atmosfèrica a la Mediterrània occidental.

C.M. Duarte i J. Tintoré examinen els conceptes de canvi climàtic i canvi global, revisen les conseqüències dels canvis que s'han produït durant el segle XX per als ecosistemes costaners i, finalment, avaluen els canvis addicionals que s'esperen sobre la base de les prediccions

d'escenaris possibles per al segle XXI, i les actuacions que se tindrien que emprendre per a minimitzar les conseqüències negatives del canvi climàtic.

En un segon article, J.A. Guijarro ens presenta un resum del tercer, i darrer, informe científic del Panel Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC), que revisa els canvis observats al sistema climàtic (principalment l'augment de la temperatura mitjana de la superfície terrestre) i, basant-se en els darrers avanços de la modelització numèrica del clima, analitza les possibles variacions futures segons diferents hipòtesis de desenvolupament econòmic i emissions de gasos amb efecte hivernacle.

Per últim, i donat que les Illes Balears tenen una llarga història d'episodis de precipitacions intenses, M. Grimalt recull sistemàticament totes les catàstrofes climàtiques degudes a inundacions des de que es té constància documental. La torrencialitat de les precipitacions és notòria, amb un màxim registrat de 536,5 mm en 24 hores (Escorca, 22 d'octubre de 1959), i episodis històrics d'inundacions amb milers de víctimes com el de Palma, de 14 d'octubre de 1403. El nombre de víctimes d'aquesta data varia segons les fonts, entre les 3500 i les 5000, i més de 500 habitatges greument afectats !!.

Per part dels editors, només ens queda, agrair l'esforç dels conferencians i de tots els autors que han fet possible l'edició d'aquesta monografia, la confiança rebuda per part de la Societat d'Història Natural de les Balears per tirar endavant aquest projecte, i a les ajudes rebudes per part de la Conselleria de Medi Ambient (Dir. General de Biodiversitat), Consell de Mallorca i del Gremi d'Editors.

*Guillem X. Pons i José A. Guijarro
Palma de Mallorca, desembre de 2001*