

CIÈNCIA I TÈCNICA

Ecologia

AULA D'ECOLOGIA

CICLES DE CONFERÈNCIES
1999 i 2000



AULA D'ECOLOGIA

CIÈNCIA I TÈCNICA 19

Ecologia

EVA CASTELLS, JAUME TERRADAS (EDS.)

AULA D'ECOLOGIA

CICLES DE CONFERÈNCIES
1999 i 2000

Universitat Autònoma de Barcelona
Servei de Publicacions
Bellaterra, 2001

DADES CATALOGRÀFIQUES RECOMANADES PEL SERVEI DE BIBLIOTEQUES
DE LA UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Aula d'Ecologia : cicles de conferències 1999 i 2000 ; Eva Castells, Jaume Terradas, eds. — Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2001. — (Ciència i Tècnica ; 19. Ecologia)

ISBN 84-490-2093-X

I. Universitat Autònoma de Barcelona

II. Col·lecció

III. Castells, Eva

IV. Terradas, Jaume

1. Ecologia urbana — Congressos

2. Ecologia humana — Congressos

3. Ésser humà — Influència del medi ambient — Congressos

4. Desenvolupament sostenible — Congressos

504(063)

L'Aula d'Ecologia va ser, en els cicles de 1996 a 2000, una iniciativa de l'Ajuntament de Barcelona, en conveni amb la Universitat Autònoma de Barcelona, que va tenir el suport, en la coordinació i secretaria, del Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF).

Director de l'Aula d'Ecologia

Jaume Terradas i Serra, catedràtic d'Ecologia de la UAB

Coordinador per l'Ajuntament de Barcelona

Lluís Boada i Domènech, director de Programes de Medi Ambient

Preparació dels textos (resums de les ponències)

Eva Castells (CREAF)

Coordinació de les sessions

Pilar Andrés (CREAF)

Anna Àvila (CREAF)

Il·lustració de la coberta

Hivernacle del Parc de la Ciutadella, seu de l'Aula d'Ecologia de 1996 a 2000

Fotografia de Teresa Vila

Edició i impressió

Universitat Autònoma de Barcelona

Servei de Publicacions

08193 Bellaterra (Barcelona), Spain

Tel. (93) 581 10 22. Fax (93) 581 20 00

sp@uab.es

ISBN 84-490-2093-X

Dipòsit legal: B. 44.211-2000

Impress a Espanya. Printed in Spain

Impress en paper ecològic



Aquesta publicació no pot ser reproduïda, ni totalment ni parcialment, ni enregistrada en, o transmesa per, un sistema de recuperació d'informació, en cap forma ni per cap mitjà, sia fotomecànic, fotoquímic, electrònic, per fotocòpia o per qualsevol altre, sense el permís previ de l'editor.

Índex

- 9-10 Pròleg, per Jaume Terradas i Serra.
 11-12 Ponents i programes de l'Aula d'Ecologia dels anys 1999 i 2000.

Cicle de conferències 1999

- 15-19 **Rafael Argullol**
 Natura i ciutat en el canvi de mil·lenni.
- 21-24 **Antoni Lloret**
 Energies per al segle XXI.
- 25-28 **Jorge Wagensberg**
 Investigació científica i sostenibilitat: l'experiència amazònica.
- 29-33 **Manuel Ludevid**
 El paper de les empreses en la societat sostenible.
- 35-39 **Rafael Grasa**
 El paper de les ONG en la societat sostenible.
- 41-44 **Luis Ángel Fernández Hermana**
 La comunicació en la transició cap a una societat sostenible.
- 45-49 **Frederic Ximeno**
 Estratègies i eines de planificació territorial cap a una ciutat sostenible.
- 51-55 **José Luis Porcuna**
 Estratègies agroecològiques cap a una agricultura sostenible.
- 57-61 **Josep Germain**
 Estratègia catalana per a la biodiversitat.
- 63-66 **Carles Gràcia**
 Els boscos i el funcionament sostenible del planeta.

- 67-70 **Manuel Herce**
El territori de la ciutat: criteris de sostenibilitat, ordenació i urbanització.
- 71-74 **Josep Enric Llebot**
Ciència i política del canvi climàtic.
- 75-78 **Àlex Aguilar**
L'extinció de les espècies: entre la ignorància i la tolerància.
- 79-85 **Josep Olives**
La ciutat com a idea d'equilibri.

Cicle de conferències 2000

- 89-91 **Anna Cabré**
Demografia i migracions al segle XXI: què és raonable preveure?
- 93-96 **Manolis Kogevinas**
Càncer i exposicions mediambientals.
- 97-101 **Ramon Arandes**
L'aprofitament de les aigües del subsòl de Barcelona.
- 103-109 **Rafael Simó**
L'oceà i l'atmosfera, inseparables davant el canvi climàtic global.
- 111-114 **Joan Caylà**
Sobre el possible impacte mundial de la sida en la dècada 2000-2010.
- 115-120 **Jordi Serra Raventós**
Ocupació del litoral i implicacions sobre el territori.
- 121-129 **Joan Manuel Vilaplana**
Catàstrofes i societat.
- 131-135 **Montserrat Vilà**
Causes i conseqüències de les invasions biològiques.
- 137-142 **Josep Egozcue**
Clonatge humà: tècnica i ètica.
- 143-144 **Millán M. Millán**
Contaminación fotoquímica en la cuenca mediterránea: revisión de los resultados de proyectos de investigación europeos.
- 145-148 **Jaume Terradas i José Ángel Burriel**
Mapa ecològic de Barcelona.

Pròleg

Jaume Terradas i Serra

Director de l'Aula d'Ecologia

Presentem el segon volum de resums de les conferències realitzades a l'Aula d'Ecologia, que organitza l'Ajuntament de Barcelona, conjuntament amb la Universitat Autònoma de Barcelona, corresponent a les celebrades els anys 1999 i 2000. Com en els anys anteriors, les entitats organitzadores han comptat amb la cooperació del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) i les conferències han tingut lloc a l'Hivernacle del Parc de la Ciutadella. Els resums han estat elaborats per Eva Castells. La idea que va presidir la confecció dels programes no va variar en relació amb els cicles inclosos en el primer volum, i que en el pròleg d'aquell ja resumíem bàsicament en 1) una temàtica ambiental variada; 2) tractada des d'òptiques disciplinàries també molt diverses; 3) presentada per personalitats molt rellevants, de disciplines no sempre d'àmbits científics o tècnics, sinó també procedents de les ciències socials o del món de l'empresa i de la comunicació, i 4) amb participació del públic i amb voluntat d'afavorir la lliure expressió de les idees per part de tothom.

El programa de l'any 1999 va girar sobretot al voltant de la sostenibilitat, amb unes conferències inicial i final de caire més filosòfic. Dins de la sostenibilitat, s'analitzaren aspectes com el de la biodiversitat, les empreses, les ONG, l'agricultura, la ciutat, els boscos i el canvi climàtic. El 2000 s'orientà l'Aula cap a dues vessants principals, una més directament associada a l'espècie humana, en els àmbits de la demografia, les malalties com el càncer i la sida i algunes conseqüències de la biotecnologia aplicada a l'ésser humà; l'altra, més lligada al medi físic i biològic, en interrelació amb la societat (aigües del subsòl, línia de costa, riscs naturals, invasions biològiques, canvis climàtics i atmosfèrics), per acabar amb una presentació de la nova versió del mapa ecològic de Barcelona.

Esperem que aquest nou recull de resums, que completa tots els de les conferències realitzades des del 1997 fins al 2000, pugui sintetitzar de manera útil les aportacions fetes pels conferencians. Per la nostra banda, estem persuadits que cal continuar en la línia endegada des de 1996 de donar, mitjançant les visions diferents dels experts més qualificats, un panorama al més complet possible de la temàtica ambiental que permeti formar opinions ben fonamenta-

des i copsar la complexitat inherent al tema, així com el seu immens abast en tots els nivells del comportament i el pensament, i de posar de manifest la necessitat urgent d'arribar a promoure reflexions, actituds i polítiques que donin les respostes que la nostra societat i el món necessiten.

Ponents i programes de l'Aula d'Ecologia dels anys 1999 i 2000

1999

Rafael Argullol: Natura i ciutat en el canvi de mil·lenni (23 de febrer).

Antoni Lloret: Energies per al segle XXI (2 de març).

Jorge Wagensberg: Investigació científica i sostenibilitat: l'experiència amazònica (9 de març).

Manuel Ludevid: El paper de les empreses en la societat sostenible (16 de març).

Rafael Grasa: El paper de les ONG en la societat sostenible (23 de març).

Luis Ángel Fernández Hermana: La comunicació en la transició cap a una societat sostenible (6 d'abril).

Frederic Ximeno: Estratègies i eines de planificació territorial cap a una ciutat sostenible (13 d'abril).

José Luis Porcuna: Estratègies agroecològiques cap a una agricultura sostenible (20 d'abril).

Josep Germain: Estratègia catalana per a la biodiversitat (27 d'abril).

Carles Gràcia: Els boscos i el funcionament sostenible del planeta (4 de maig).

Manuel Herce: El territori de la ciutat: criteris de sostenibilitat, ordenació i urbanització (11 de maig).

Josep Enric Llebot: Ciència i política del canvi climàtic (18 de maig).

Alex Aguilar: L'extinció de les espècies: entre la ignorància i la tolerància (25 de maig).

Josep Olives: La ciutat com a idea d'equilibri (1 de juny).

2000

Anna Cabré: Demografia i migracions al segle XXI: què és raonable preveure? (29 de febrer)

Manolis Kogevinas: Càncer i exposicions mediambientals (7 de març).

Ramon Arandes: L'aprofitament de les aigües del subsòl de Barcelona (14 de març).

Rafael Simó: L'oceà i l'atmosfera, inseparables davant el canvi climàtic global (21 de març).

Joan Caylà: Sobre el possible impacte mundial de la sida en la dècada 2000-2010 (28 de març).

Jordi Serra Raventós: Ocupació del litoral i implicacions sobre el territori (4 d'abril).

Joan Manuel Vilaplana: Catàstrofes i societat (11 d'abril).

Montserrat Vilà: Causes i conseqüències de les invasions biològiques (25 d'abril).

Josep Egozcue: Clonatge humà: tècnica i ètica (2 de maig).

Millán M. Millán: Contaminación fotoquímica en la cuenca mediterránea: revisión de los resultados de proyectos de investigación europeos (9 de maig).

Jaume Terradas i José Ángel Burriel: Mapa ecològic de Barcelona (16 de maig).

Fruit de la ja antiga col·laboració —iniciada el 1980— en el camp de l'ecologia urbana entre l'Ajuntament de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona, el 1996 neix l'Aula Permanent d'Ecologia de la Ciutat. L'Aula d'Ecologia té els seus orígens en el propòsit de consolidar un nucli de debat sobre la qüestió ambiental. Des de la seva creació, l'Aula d'Ecologia ha organitzat un cicle de conferències anual.

En aquest volum s'apleguen els resums de les ponències dels anys 1999 i 2000. El programa de l'any 1999 va girar sobretot al voltant de la sostenibilitat, amb unes conferències inicial i final de caire més filosòfic. Dins de la sostenibilitat, s'analitzaren aspectes com el de la biodiversitat, les empreses, les ONG, l'agricultura, la ciutat, els boscos i el canvi climàtic. El 2000 s'orientà l'Aula cap a dues vessants principals, una més directament associada a l'espècie humana, en els àmbits de la demografia, les malalties com el càncer i la SIDA i algunes conseqüències de la biotecnologia aplicada a l'home; l'altra, més lligada al medi físic i biològic, en interrelació amb la societat (aigües del subsòl, línia de costa, riscos naturals, invasions biològiques, canvis climàtics i atmosfèrics), per acabar amb una presentació de la nova versió del Mapa Ecològic de Barcelona.

Com és tradició, totes les conferències d'aquests cicles van ser impartides per personalitats de notable prestigi, i van donar lloc a debats animats.

ISBN 84-490-2093-X



9 788449 020933

Natura i ciutat en el canvi de mil·lenni

Rafael Argullol

La contradicció dialèctica entre naturalesa, l'hàbitat global de l'home, i ciutat, l'hàbitat específic de l'home, coincideix amb el canvi de mil·lenni. La llibertat civilitzadora i tècnica de l'ésser humà ha xocat sempre amb un fons d'incertesa que semblava insuperable, originant tres grans models de perill i de destrucció de la ciutat al llarg de la història. Abans, en els temps que el model teològic dominava les cultures del món, aquesta incertesa transformada en destí o en necessitat estava associada al poder destructiu dels déus. La consciència il·lustrada substituïria el model tradicional a partir del terratrèmol de Lisboa del 1755 per una complexa, i al mateix temps perplexa, consciència que l'home ja no podia recórrer a Déu com a destructor, sinó que havia de contemplar el seu hàbitat natura com a gran força creadora i destructora. Els il·lustrats, però, no estaven en condicions d'assistir a un tercer model del qual nosaltres en som els descendents. És un model que té origen el 1944 quan al desert de Nou Mèxic es fa el primer experiment amb la bomba atòmica, i per primera vegada l'home existeix amb una capacitat destructiva absoluta, però no de la mà d'un déu, ni tampoc neutralment de la mà de la naturalesa, sinó de la seva pròpia mà. A finals del segle XX nosaltres formem part de la modernitat i som els fills del model tradicional apocalíptic del Déu que destrueix i de la naturalesa que destrueix, però també som els fills, i d'una manera molt directa, de l'home que ha adquirit la capacitat de destruir i d'autodestruir-se. Per tant, qualsevol discurs que vulgui confrontar l'hàbitat natura i la civilització ha de tenir en compte les noves coordenades on es troba la humanitat de finals del segle XX. Tenint en compte que aquests són els nostres poders i les nostres pors, m'agradaria fer una mica d'història sobre confrontació antitètica entre naturalesa i ciutat, i reflexionar sobre fins a quin punt ara mateix estem en condicions de reequilibrar el binomi naturalesa-ciutat, i fins i tot reequilibrar el propi concepte de ciutat i per tant retornar a la naturalesa tal com demana el discurs ecològic. Quan diem que volem tornar a naturalesa, a quina naturalesa ens referim els homes i dones moderns, els homes i dones que portem a les nostres espatlles els tres models de destrucció de la ciutat als quals hem al·ludit? Moltes vegades quan l'ésser humà contemporani parla de naturalesa s'està referint exclusivament al paisatge, a la pell, a l'epidermis. Però el concepte que va

dominar des de l'antiguitat grega fins a l'època de Shakespeare tenia la convicció que l'ésser humà estava integrat dins d'una cadena còsmica general. Quan els grecs, des dels presocràtics fins a Aristòtil i des d'Aristòtil fins als estoics i els epicuris, parlen de naturalesa o *fissis* es refereixen no al paisatge sinó a un conjunt integrat interactiu on la presència de l'ésser humà forma part d'una presència general que abasta totes les esferes del cosmos. De fet, el cosmos de l'ésser humà era la seva capacitat d'harmonia, i allò que actuava en l'ésser humà també actuava en els altres plans del cosmos. Aquesta visió d'integració està encara present a la cultura del Renaixement europeu. La gran frase que tradueix això a les diverses escoles renaixentistes és l'*anima mundi*, 'l'ànima del món'. Encara que amb una visió més individualista que el món antic, tenen la convicció que si nosaltres tenim ànima, és a dir, moviment autònom de la nostra personalitat i de les nostres emocions, és perquè hi ha una ànima del món, una *anima mundi*, que és global. La sensació que l'ànima de l'ésser humà formava part d'una ànima còsmica és una sensació que acompanya el món antic i també el món modern fins al segle XVII. La gran escissió, el gran gir, té lloc en el moment que, per una banda, comencem a entendre el cosmos com un gran mecanisme empíric amb unes lleis internes, i comencem a entendre l'ésser humà com un individu, radicalment escindit de les diverses instàncies. Ja sigui per positiu o per negatiu, aquesta és la tendència que s'imposa a partir de Newton i Descartes, i enfront de la qual intenta erigir-se l'optimisme ontològic de la il·lustració, que, en certa manera, quedaria destrossat pel terratrèmol de Lisboa. És en aquests moments quan es comença a imposar una imatge de la naturalesa deshumanitzada i una imatge de l'ésser humà desnaturalitzat. Aquella integració de la qual parlava comença a trencar-se en base a aquesta doble figura, i a partir d'aquí és quan s'obriran els dos grans moviments que dominen la ment moderna. Per una banda, una constatació empiricotècnica que allò que anomenem *cosmos* és fora de la nostra pell, que no forma part de nosaltres. La mateixa reflexió de tornar a la naturalesa no tindria cap sentit si prèviament no s'hagués produït aquesta escissió. El segon moviment de la ment moderna, sorgit com a contradicció i contrapès d'aquest primer, és la nostàlgia de la naturalesa, la nostàlgia còsmica de la integració. Per això no és estrany que la modernitat hagi anat produint moviments espirituals, artístics, literaris i filosòfics on s'alternava la convicció que l'home havia de dominar tècnicament i fausticament la naturalesa amb la nostàlgia de la naturalesa. Per tant, quan a finals del segle XX volem confrontar les idees de vida més específicament humana, de civilització, i de vida en el sentit global còsmic, de naturalesa, és important que ens adonem que en general obrem amb un reduccionisme semàntic decisiu. En general, quan parlem de la naturalesa, en parlem a través d'una autèntica esquizofrènia, aquesta esquizofrènia moderna basada en l'ànim tècnic de dominació i en la voluntat de construir una nova naturalesa, però també en la nostàlgia envers la matriu, la mare, la matèria. I la nostra idea de ciutat està estretament lligada a la nostra idea de naturalesa, perquè, en el fons, quan volem retornar a la naturalesa estem dient que volem retornar a la ciutat, però a una ciutat que sigui constructora de cultura, de civilització, d'espe-

rit. Volem retornar a la ciutat contra l'anticiutat que ha esdevingut l'urbs moderna. L'home antic parlava de *polis*, la ciutat, no com una realitat epidèrmica sinó com un espai psicològic, un espai mental, un cosmos, una idea d'ordre i d'harmonia. Per tant, quan dic que la nostàlgia de la naturalesa és una nostàlgia de ciutat, vull dir que tota la consciència moderna, però especialment la consciència contemporània, no únicament està dirigida a una nostàlgia de tornar a una nova integració en això que en diem naturalesa, sinó que estem actualment, a finals del segle XX, dirigits per una nostàlgia de tornar a la ciutat, de tornar a la ciutat com a cosmos, un espai capaç de crear elements d'harmonia. Per tant, si la *polis* és a la vegada una idea de cosmos enfront de la qual sentim nostàlgia, no pot ser inseparable de la nostra visió de civilització i de la nostra visió de llibertat, perquè l'espai del cosmos és també l'espai de la civilització i l'espai de la llibertat. A la nostra època podem criticar la idea de viure en una ciutat que no és creadora de *civitas*, perquè aleshores estem parlant de l'anticiutat, i quan estem analitzant el caràcter absolutament deshumanitzat de determinades megàpolis les anomenem *ciutat* però d'una manera adulterada, prostituïda, perquè tot aquell espai comunitari humà que no és creador de *civitas* o que no es creador de llibertat deixa de ser ciutat. No tinc clar què vol dir el terme *ciutat sostenible*, però en l'origen de ciutat hi ha necessàriament un concepte de compensació mútua, una comunitat on necessàriament s'ha de compensar els vells i els joves, els rics i els pobres, els que tenen salut i els malalts. Aquesta idea de ciutat amb els valors d'harmonia, de llibertat, de *civitas*, és completada a l'època moderna amb dos conceptes més que han entrat amb moltíssima força als nostres dies: la ciutat com a espai universal i la ciutat com a espai d'una nova humanitat, com a espai utòpic, espai ideal. Som ciutadans de la *cosmopolis*. La modernitat integra la universalitat, la utopia, integra el que en podríem dir la ciutat com a espai privilegiat per aconseguir una nova societat. Però al final del segle XX han entrat en una fortíssima crisi, tant les coordenades tradicionals de la ciutat com a productora de llibertat com les coordenades pròpies de la modernitat, que és la ciutat com a creadora de valors universals.

És absolutament inevitable mirar l'escenari on ens trobem actualment, un escenari on, malgrat els nostres esforços per retornar a la naturalesa, cal preguntar-se si estem en condicions de retornar a la naturalesa. Aquesta pregunta en té sobreposada una altra íntimament relacionada: estem en condicions de retornar a la ciutat, a aquesta pàtria creadora de valors de cultura, creadora de llibertat i que a més en l'òptica del món modern és una pàtria universal, i una pàtria de creació de valors de futur? Penso que la nostra situació actual és complexa, paradoxal, però tampoc no m'atreviria a dir pessimista. Estem en una situació peculiar, diferent, que cal assumir en el moment que relacionem ciutat i naturalesa. La lectura del món fins fa unes dues o tres dècades era una lectura més fàcil, llegíem el món en termes de les grans ideologies modernes o en termes dels grans mites del progrés, podíem llegir-lo a través d'uns fonaments concrets. Ara és sabut que els grans relats, els mites de la modernitat, han entrat en una formulació crítica ulterior, el nostre món no està regit per un unicentrisme, sinó precisament per un policentrisme. La nostra idea d'història és una

idea que està profundament revisada, la nostra idea de progrés està profundament canviada, la nostra idea del futur també està profundament canviada, i en aquests moments no podem començar llegint el món com es podia llegir a finals del segle XIX o durant gran part del segle XX. Ara hem d'atendre aquesta nova complexitat que fa, per exemple, que determinats discursos de tipus religiós o de tipus cultural que ens pensàvem que pertanyien al passat tornen a actuar al present. En aquests moments s'ha de revisar profundament aquella mena de darwinisme civilitzador, segons el qual cada etapa deixava enrere l'etapa anterior. Estem en un escenari nou, policèntric, polièdric, i la lectura del món s'ha fet més difícil però també més lliure. Malgrat això, en el tema de la nostra conversa encara s'ha d'aplicar en profunditat la revisió profunda de l'escenari. Si el concepte de naturalesa i el retorn a la naturalesa exigeix una complexitat molt més gran que els habituals discursos ecològics, perquè el problema és molt més gran i la història del problema, molt més sinuosa, també la ciutat exigeix una revisió de lectura profundíssima a finals del segle XX. No podem dir, per exemple, que les grans utopies ideològiques han arribat a catàstrofes significatives i no dir també que l'urbanisme i l'arquitectura del segle XX, que havia estat un dels vehicles on s'havien posat més esperances per la renovació civilitzadora i moral de la humanitat, ha acabat també en una grandiosa catàstrofe. No podem continuar cecs, sords i muts davant del que està passant a les ciutats del món. L'arquitectura moderna comença amb els propòsits grandiosos de democratitzar l'arquitectura, acabar amb l'elitisme social de l'urbanisme occidental i aconseguir una ciutat democràticament utilitzada per tothom, però finalment ha tingut viratges espantosos. El somni, també aquí, s'ha convertit en un malson. Per tant, no puc defensar la ciutat megalòpoli que s'està configurant actualment, perquè des del punt de vista de la gènesi de la ciutat que he defensat aquí, és la anticiutat. Aleshores, quan estem intentant discutir els termes *naturalesa* i *ciutat* hem de referir-nos a una ciutat anticiutat, una ciutat que ha estat un dels grans fracassos del segle XX.

Les respostes que podem proposar davant el problema ciutat-anticiutat formen part del discurs polític, però sobretot formen part d'una discussió cultural i d'una discussió civilitzadora de fons que potser encara no estem en condicions de tenir. Encara estem tan summament traumatitzats pels efectes del segle XX que potser ens falten categories mentals, culturals i filosòfiques per fer front a aquests problemes. Però algunes propostes sí que es poden fer. En primer lloc, és absolutament necessari tendir a un nou equilibri en un terreny de la relació entre la naturalesa i la ciutat que vagi més enllà de la pura epidermis. La pregunta bàsica és si som capaços, a finals del segle XX, de proposar una mesura davant de la desmesura. Som capaços de canviar? Des del punt de vista de les energies renovadores socials ara som més vells però també més savis, ara coneixem el que ha portat als grans discursos moderns des del punt de vista positiu i negatiu. Ara estem en condicions de fer un balanç diferent, però estem en condicions també d'aplicar-lo? Encara que a vegades ens sembli impossible, el naixement de la ciutat està basat en l'autocontenció, en la mesura, en la condemna de l'*hibris*, i per tant tot discurs que no passi per l'autoconten-

ció és un discurs mutilat d'entrada. La segona gran qüestió, i bàsica, és si som capaços de frenar l'antropocentrisme radical, si som capaços de frenar l'egoisme de l'home, l'egolatria de l'home sobre el cosmos. Precisament fer front a aquestes formes de mesura és l'únic que ens podria facilitar un reequilibri entre naturalesa i ciutat. Sóc un partidari d'aquella modernitat que sigui capaç de fer una autocrítica descarnada i radical, de manera que, posant sobre l'escenari les tenebres de la modernitat, pugui inaugurar una segona modernitat que tingui en compte aquesta prudència que exigeix la nova aventura moderna. Dins d'aquesta òptica, crec que la proposta de reforma espiritual per a l'ésser humà que pugui protagonitzar aquest retorn a la naturalesa, que és un retorn a la ciutat, passa per recuperar la complexitat de la raó.

Energies per al segle XXI

Antoni Lloret

La utilització de l'energia en els transports, en la indústria i en els sectors terciari i domèstic ha esdevingut fonamental per al desenvolupament de la nostra civilització al llarg d'aquest segle. L'energia que consumim actualment a l'Estat espanyol prové del petroli (51,4%), de les centrals nuclears (22,3%), del gas natural (18%), de les energies renovables (5,3%) i del carbó (1,9%). Altres fonts d'energia, com la cogeneració, o sigui aquelles energies que aprofiten simultàniament l'electricitat i la calor, i les energies de cycle combinat, on s'utilitzen diferents formes d'energia simultàniament, constitueixen una part molt minsa del consum total. El consum d'energia a tot el planeta està en constant increment, i per tant és necessari que reflexionem sobre la viabilitat en l'ús de les fonts d'energia disponibles actualment durant el segle XXI. N'hi ha algunes, com el petroli, on la tecnologia està perfectament desenvolupada, però sabem que en algun moment del segle que ve es poden esgotar; hi ha unes altres fonts, com les hidràuliques, que, malgrat que la seva tecnologia també és a punt, no en podrem disposar gaire més de la que en disposem actualment; finalment, l'energia nuclear de fissió és una energia que, malauradament, no pot ser considerada com a tecnològicament ben resolta, atès el tema de les deixalles nuclears radioactives, el desmantellament i el preu de l'urani.

Hi ha altres solucions respecte a l'energia nuclear que tampoc no estan encara tecnològicament a punt. Una d'aquestes és la reacció de fusió, les famoses bombes d'hidrogen domesticades, on s'originen partícules alfa i neutrons a partir de l'escalfament d'un nucli de deuteri i un nucli de triti a una temperatura de 80 milions de graus K. Sabem que aquesta reacció és possible, però el principal problema és que no sabem com podem controlar-la. També caldrà dissenyar una central de fusió que ens permeti recuperar l'energia produïda i transformar-la en electricitat, caldrà idear un mecanisme per tractar el triti radioactiu residual, i finalment haurem d'avaluar els perills que comporta el sistema. Després de cinquanta anys fent recerca sobre dos sistemes per controlar la fusió (la fusió lenta o confinament magnètic i la fusió ràpida o confinament inercial) amb inversions exorbitants, encara no disposem de cap solució tècnica per fer un primer pas. Però suposem per un moment que hem aconseguit controlar la reacció. És aleshores necessari dissenyar les centrals de fusió.

Actualment es creu que la fusió podria ser obtinguda en un reactor Tokamak on pugui ser recuperada l'energia dels neutrons, atesa la dificultat per utilitzar l'energia de les partícules alfa. Per altra banda, l'alimentació del reactor amb combustible necessàriament a una velocitat tan elevada exigeix tecnologies que estan molt lluny de poder ser abastades. També cal encendre el plasma, un gas al qual se li han arrencat els electrons dels àtoms que el componen. La dificultat en aquest procés rau en el fet que les impureses produïdes pel bombardeig de les partícules alfa en les parets del reactor s'incorporarien al plasma, n'augmentarien la reactivitat i el plasma s'apagaria al cap de pocs segons de funcionament. Per tant, s'hauria de poder netejar el plasma o disposar d'una cambra d'un material que resistís el bombardeig d'aquestes partícules. Cap dels dos problemes no estan tampoc resolts. Si poguéssim encendre el plasma hauríem després de recuperar l'energia i també tractar el triti. Podríem envoltar per a això el reactor amb un mantell de liti líquid que absorbís els neutrons originant calor i obtenir més triti en la fissió dels nuclis de liti. Però aquest mecanisme presenta diversos problemes, el liti es deteriora quan és sotmès a camps magnètics intensos, la refrigeració del mantell de liti és molt perillosa a causa de la proximitat del triti, i la recuperació del triti és extremament complexa. Finalment, caldria tenir en compte la perillositat dels reactors de fusió, que prové dels materials emprats i de la radioactivitat induïda. Malgrat que normalment s'afirmi que els reactors de fusió no presenten perill, les inestabilitats dels plasmes poden originar escalfaments perillosos i els materials que constitueixen el reactor es converteixen en radioactius a causa del bombardeig de les partícules. El triti, per exemple, és un element radioactiu perillós, atès que substitueix molt fàcilment l'hidrogen de la matèria orgànica i pot afectar l'organisme humà i totes les cadenes tròfiques en cas de disseminació. Els materials afectats pel triti no poden ser descontaminats fàcilment. Una de les solucions proposades és que cada cert temps, potser cada dos o tres dies, es canviessin tots els elements de la maquinària, però aquest procés originaria una gran quantitat de deixalles radioactives, la qual cosa representaria un cost molt elevat.

Una altra alternativa realment nova en l'obtenció d'energia nuclear de fissió és l'amplificador d'energia ideat pel premi Nobel Carlos Rubbia. L'amplificador d'energia és un generador massiu d'energia nuclear que minimitzaria les deixalles radioactives i que podria reciclar les deixalles radioactives de llarga vida mitjana provinents del cicle nuclear de fissió. Seria un aparell extraordinari, perquè a part de produir energia ens ajudaria a destruir els elements tòxics de les deixalles dels reactors nuclears. L'amplificador consta d'un reactor que va enterrat sota la superfície del sòl. Per la part superior s'introdueix un feix de protons que prové dels acceleradors de partícules que se saben construir actualment, i que tenen la particularitat que la densitat del feix de protons i l'energia es pot controlar molt bé. Els protons descendeixen fins a un blanc de combustible que està format per plom a una temperatura de més de 500 graus en estat líquid i rodejat de tori. Els protons xoquen amb el plom i es transformen en neutrons que bombardegen el combustible de tori 232, produint així urani 233. Els mateixos neutrons s'encarreguen d'assolir la fis-

sió de l'urani 233 per obtenir energia. Aquesta fissió té l'avantatge que produeix deixalles d'urani 233, que és molt més confortable que l'urani 235 de les centrals nuclears clàssiques que ens estan causant tants problemes. L'energia produïda en la reacció nuclear es recupera en el plom que envolta el combustible escalfat i fa funcionar unes turbines mitjançant un bescanviador de calor. Com que podem controlar molt bé l'energia dels neutrons, en comptes de tori hi podríem posar altres materials i provocar reaccions de transmutació, és a dir que les deixalles radioactives de vida mitjana llarga amb una radiotoxicitat molt elevada es transformessin en residus més innocus. La idea és molt interessant, però malauradament les coses no són tan fàcils. No hi ha gaire experiència en la tecnologia del plom líquid en fusions nuclears i, per altra banda, la transmutació d'un àtom requereix una quantitat específica d'energia que depèn de cada material, la qual cosa significa que les deixalles que volem descontaminar no poden ser una mescla. Si les deixalles no són pures ens pot succeir que, en intentar transformar un àtom amb una vida mitjana llarga amb una de més curta, estiguem fent el procés contrari en un altre àtom. El gran problema és que ningú és capaç de purificar les deixalles que produïm en un reactor nuclear. De totes maneres, ha de ser un procés molt car. Hi ha moltes altres qüestions sobre aquest tema, però tan sols comentaré que la seguretat intrínseca no existeix. Malgrat l'alta seguretat de la central, no se'n pot excloure un accident radioactiu per ruptura de la cambra de reacció. De totes maneres, com que la cambra de reacció es troba enterrada, els accidents eventuais només podrien tenir escala local, tret que afectessin les capes freàtiques.

L'assignatura pendent de l'energia nuclear segueix essent la no producció de deixalles radioactives. Fent un repàs de la radiotoxicitat relativa produïda per les diferents propostes de reactors nuclears que he esmentat, veiem que en tots els casos superen amb escreix el valor de radiotoxicitat tolerable per l'espècie humana, definida com la radiotoxicitat que produeix una central tèrmica de carbó. Hauríem d'aconseguir un sistema de producció d'energia que tingués una radiotoxicitat inferior o igual a aquesta, però l'estudi de la radiotoxicitat mostra una perspectiva alarmant. Els actuals reactors nuclears de fissió tenen una radiotoxicitat elevadíssima que durarà més de 10.000 anys a partir del moment que s'aturi la reacció nuclear, i el famós amplificador d'energia de Rubbia, malgrat tots els seus avantatges, té una radiotoxicitat acceptable al cap de 500 anys. Ens hauríem de preguntar si la nostra societat està disposada a pagar aquest preu sabent que no hi ha cap solució tecnològica per eliminar la radioactivitat. Nosaltres som uns éssers amb una sort immensa perquè vivim en el lloc i en el moment més ric que hi ha hagut mai en el planeta i sovint ens oblidem que avui en dia la gran majoria de la població de la Terra no té electricitat. El problema de fons, però, és que, tanmateix, hem de poder donar energia a tothom. Si nosaltres mateixos, que som rics, no trobem la solució perquè els pobres deixin de ser-ho, tindrem uns problemes immensos perquè és impossible ser feliç en un món d'infelïços.

Cal fer una revolució energètica, i de fet ja hi ha un savi fantàstic que va iniciar-la, és una persona que ha aportat solucions revolucionàries i que a més

ha inventat les energies renovables: el professor Franz de Copenhaguen, del TBO. Precisament les energies renovables podrien ser la font energètica alternativa al tombant de segle. L'energia eòlica és una tecnologia ben resolta que ja s'està utilitzant a molts llocs, però la font energètica que actualment desperta més expectatives és l'energia solar. Gràcies a la seva construcció modular, els sistemes solars ofereixen més flexibilitat que els eòlics, ja que generen energia prop del lloc on es consumeix. L'energia solar és una tecnologia no contaminant, no és radiotòxica ni fa soroll, és una font inesgotable distribuïda per tot el globus terrestre i representa una quantitat d'energia, gens menyspreable, d'1 kW per m². Per a la utilització de les cèl·lules fotovoltaïques només es necessita el Sol i una superfície plana que es pot obtenir posant els panells a les teulades o a les façanes. En 10 m² de superfície es pot obtenir una potència d'1 kWp —o kilowatt pic, la unitat de potència quan la radiació solar és de 1.000 W— que pot generar 1,4 MWh per any. El cost màxim del Wp avui en dia és de 1.000 pts., i el preu de compra de l'electricitat és de 36 pts./kWh, tal com ha aprovat el protocol elèctric recentment aprovat pel govern. A casa nostra ja tenim algunes experiències amb l'energia solar, com la biblioteca de Mataró, i altres infraestructures en projecte. Certament, l'energia solar s'està desparant, i el gran creixement que ha experimentat el mercat en els últims deu anys a tot el món n'és la prova. Els preus mostren una tendència a la baixa i s'equiparan als de l'electricitat convencional d'aquí a uns cinc anys, i aleshores es preveu que les empreses dedicades a l'energia solar experimentin una gran expansió i les energies renovables entrin amb força al mercat.

Investigació científica i sostenibilitat: l'experiència amazònica

Jorge Wagensberg

La recerca científica a través de la física i de les matemàtiques ens aporta una nova definició del concepte «ésser viu» que ens pot ajudar a plantejar el problema de la sostenibilitat dels ecosistemes i altres temes tan importants com l'evolució biològica a nivell d'individu o d'espècie. Aquest enfocament no només necessita la biologia, sinó també altres ciències, i forma part d'una interdisciplinarietat que ha estat una afirmació important pel Museu de la Ciència des dels seus inicis. Per fer recerca o per ensenyar a les escoles i a les universitats necessitem construir disciplines diferents com la física, la química o la biologia, però no podem fragmentar la natura si volem entendre-la en el seu conjunt. Aquesta nova visió de la biologia defineix els éssers vius com un tros de l'univers (ja sigui un ou, un ecosistema o qualsevol de nosaltres), i anomena *entorn* tot allò que no forma part del sistema. La frontera que separa el sistema i l'entorn és un concepte molt important, perquè a través d'aquesta frontera es negocia tot l'intercanvi de matèria, energia i informació. No tots els sistemes, però, estan vius, i per tant ens trobem davant del repte de donar un conjunt de condicions necessàries i suficients per discriminar entre un sistema viu i un sistema no viu. És una tasca realment difícil, perquè la llista de condicions seria molt llarga, però proposaré una definició dins de la qual hi ha l'essència de la vida: un ésser viu és un individu que té una tendència forta a ser independent de la incertesa del seu entorn. Aquesta definició —que està inspirada en la física— no és gens habitual en biologia, però prové d'una intuïció molt senzilla. Si un objecte inanimat, com per exemple un vas, està en un ambient més calent que el propi objecte, les lleis de la física diuen que el sistema s'adaptarà a la temperatura de l'entorn. Ara bé, un ésser viu no intenta seguir el que fa l'entorn, sinó que té la tendència d'independitzar-se de les variacions de l'entorn. Per exemple pensem en l'evolució cultural de l'ésser humà. El domini del foc ens va fer guanyar una gran independència de l'entorn, ja que abans del foc no només depeníem de les fluctuacions de l'entorn per menjar, sinó per no ser menjats. De la mateixa manera passa amb l'aparició dels utensilis, aquests òrgans exosomàtics que ens permeten prolongar la funció de la mà i que són elements que ens augmenten la independència de l'entorn. Evolucionar cap a la complexitat és tota una negociació per la matèria, l'energia i la informació

entre el sistema i l'entorn, i hi ha una gran esperança intel·lectual que l'anàlisi de la biologia des d'aquest punt de vista ens permeti entendre com els éssers vius s'ho fan per seguir vius, i això significa evolucionar, millorar amb una certa idea de progrés. I parlo de progrés sense cap vergonya, encara que els biòlegs s'inquietin en sentir aquesta paraula, perquè penso que entre un bacteri i Shakespeare han passat algunes coses, fins i tot independentment de definir el progrés de les estructures. Hi ha alguns conceptes que també ens seran molt útils en aquestes anàlisis, com és la intel·ligibilitat de l'individu respecte al seu entorn, que en aquest cas es refereix a la diversitat i a la capacitat de permanència de l'individu. Hi ha dues gran probabilitats a l'hora d'entendre per què existeix un individu. La primera és la probabilitat d'emergència. Per exemple, sabem que si totes les direccions són igualment probables, la forma d'emergència més espontània és una esfera, com passa en el Sol o en una bombolla de cava. La intel·ligibilitat és el fet de trobar el que hi ha de comú entre dues coses molt diferents, com la forma, i constitueix la base de la gran aventura de la teoria de la complexitat. Però la presència d'un ésser viu no només està relacionada amb la probabilitat d'aparèixer, sinó que la selecció natural ha actuat al llarg del temps afavorint la independència de l'entorn envers allò que ja ha tingut una probabilitat de sortir. Per exemple, en una peça d'ambre podem trobar dos objectes que comparteixen la mateixa forma: bombolles d'aire i ous d'insectes. La bombolla d'aire només té una probabilitat necessària d'emergència, però l'ou ja està afavorit per la selecció natural i té una probabilitat de funció, i la funció i la necessitat creen una nova dialèctica per entendre el paper d'un individu viu dintre del seu entorn.

Podem fer una classificació senzilla dels mecanismes que un individu utilitza per seguir viu, tenint en compte el concepte d'intercanvi de matèria, energia i informació, per tal de mantenir la independència: ser passiu, ser actiu o que alguns tinguin manera de canviar a un altre tipus d'independència. La manera passiva significa no fer res, o sigui no intercanviar ni matèria ni energia ni informació, i la tècnica que utilitza l'ésser viu passiu per ser independent de l'exterior és per exemple créixer. Per canviar la temperatura d'un elefant, per exemple, es necessiten fluctuacions més fortes que per canviar la temperatura d'un ratolí. Una altra opció és intentar aïllar-se de l'entorn o reduir l'activitat pràcticament a zero. Hi ha moltes formes resistents provisionals a la natura que creen un blindatge i esperen temps millors, com les llavors, l'estat latent o la hibernació.

La manera activa representa una gran novetat respecte a la passiva, perquè per ser actiu es necessita una gran capacitat d'intercanvi d'informació. El gran problema científic que tenim actualment és que la física sap estudiar la independència d'un sistema respecte al seu entorn si tracta només de matèria i energia, i la matemàtica sap com descriure els intercanvis d'informació en la teoria de la comunicació, però no hi ha manera de trobar una llei que tingui en compte totes tres coses. Estem en un moment en el qual necessitem un geni, perquè si es resol aquesta qüestió podrem fer un gran pas en la comprensió dels éssers vius. Jo tinc alguna proposta per començar a fer el camí. La termodinàmica és

la branca de la física que descriu els intercanvis de matèria i energia, i anomena «estat estacionari» allò que he citat com a estat d'independència o conservar-se en l'estat actual. Un ésser viu no trivial és un ésser viu que es manté independent de la manera activa i que manipula els fils de la termodinàmica, de manera que tota la seva activitat estigui compensada per l'intercanvi, és a dir, que canviï tot el possible per no canviar res. Aquesta és la gran equació de la termodinàmica, però cal tenir en compte que per fer aquesta compensació, el sistema necessita informació de l'entorn. La informació és importantíssima, per això tot el progrés dels éssers vius ha estat associat al progrés del sistema de la percepció, i el sistema nerviós ha fet arribar la informació a totes les subparts del sistema. Hi ha una altra equació, que no s'ha aplicat mai als ecosistemes, que descriu l'intercanvi d'informació entre dues fonts d'informació. La idea genial és aplicar aquesta equació de balanç entre una font d'informació (el sistema) i l'altra (la resta del món amb tots els altres éssers vius), de manera que s'estableix la relació següent entre l'individu i l'entorn:

la complexitat de l'individu + la capacitat d'aquest individu d'anticipar-se a l'entorn = la incertesa de l'entorn + l'impacte que l'individu fa al seu entorn

Els quatre termes de l'equació tenen sentit per a tots els éssers vius, des d'un bacteri fins al planeta Terra, però és especialment indicat per a un ecosistema. Un entorn amb molt poca incertesa és un sistema molt estable, fàcil de predir. Això vol dir que si un sistema ha de ser independent de l'entorn i la incertesa de l'entorn augmenta, té dues maneres de salvar-se: augmentant la seva capacitat d'anticipació o contaminant menys el seu entorn. Si la incertesa és baixa, per tant l'estabilitat de l'entorn és alta, és més eficient fer-se especialista, però els especialistes són molt fràgils davant d'un augment de la incertesa de l'entorn, perquè viuen en un ambient molt concret. L'ésser viu que aconsegueix acumular solucions encara que no les utilitzi és capaç, per exemple, d'augmentar la capacitat d'anticipació. Si ens referim a la interacció de l'ésser humà amb el seu entorn, l'augment en la capacitat predictiva es tradueix a incrementar la recerca científica. La tercera via per mantenir-se viu és passar a un altre estat, i això es pot fer per la reproducció o l'associació amb altres individus, de manera que aquest nou individu sigui més independent de la incertesa del seu entorn que tots dos per separat. La simbiosi seria un procés d'aquest tipus, i inclouria el pas dels éssers unicel·lulars a éssers pluricel·lulars o la interacció entre les formigues per formar una colònia.

La idea que sorgeix d'aquest nou anàlisi dels éssers vius és que la recerca científica és clau per disminuir l'impacte de l'ésser humà sobre l'ambient. L'any 1998 vaig visitar una fusteria al Brasil situada a Treviso, al mig de la selva amazònica, on per primera vegada vaig comprendre què vol dir una explotació sostenible. La selva amazònica és un sistema ric en diversitat i biomassa, però pertany a un país amb fortes dificultats de subsistència. La migració dels humans des de les ciutats cap a la selva ha estat una via tradicional per sortir de la pobresa, però mai s'ha fet recerca sobre l'impacte en l'ambient. Una reforma agrà-

ria va implicar la tala d'unes 5 hectàrees de selva per família i la plantació de blat. El primer any van tenir collita, però el segon any la producció va ser menor i van cremar 5 hectàrees més en lloc de replantar les que ja tenien. La crema successiva de terreny i les explotacions de fusta de gran qualitat han transformat la selva en un desert tropical, ja que els nutrients del sòl es perden completament dos anys després de la tala. L'explotació sostenible de Treviso era una extensió de 17.000 ha de bosc on treballaven 30 famílies, les quals havien dividit la superfície de selva en parcel·les de 100 ha. Es va fer un cens del 100% dels arbres de més de 25 cm de diàmetre, i com a resultat d'una recerca científica es va decidir marcar els arbres que tenien més interès comercial i que calia tallar durant els següents 25 anys. L'explotació esdevenia sostenible quan durant aquest període es tallaven 2 arbres per cada parcel·la, sempre que dins la parcel·la quedessin almenys 10-30 arbres de la mateixa espècie. A més, als arbres que calia tallar se'ls treia la competència del seu entorn perquè creixessin més, i sempre es treballava amb unes màquines especials que no aixafaven la resta de vegetació. Els estudis de diversitat fets per investigadors de tot el món no només mostraven que el bosc continua viu, sinó que el nombre d'espècies animals havia augmentat com a conseqüència de la gestió, probablement perquè la fusta que no es necessitava es deixava al lloc perquè es descompongués. Amb aquesta explotació s'obtenien 60.000 m³ de fusta l'any que alimentaven 3.000 famílies, sense comptar els beneficis de l'empresa. Era terrible comparar els boscos de la fusteria amb aquelles zones que havien estat explotades abans de començar aquesta política. Una correcta gestió dels ecosistemes no és possible sense recerca científica. No hi ha cap tècnica en cap llibre del món que expliqui com s'ha de fer un manteniment sostenible, i no hi ha cap grup humà que pugui estalviar-se la recerca científica. El salt a la modernitat passa per comprendre això. I llavors, l'ésser humà es converteix en un animal més de la selva.

El paper de les empreses en la societat sostenible

Manuel Ludevid

1. Les empreses són fonamentals per al medi ambient

Perquè Catalunya tingui un medi ambient sostenible, les empreses són fonamentals. Avui necessitem un moviment *ambientalista* o ecologista que no sigui antiempresarial ni antiindustrial, com sovint és el cas al nostre país en aquests moments. És impossible canviar la gestió del medi ambient *contra* les empreses i sense les empreses.

El panorama ambiental actual a Catalunya em recorda a vegades el primitiu moviment sindicalista de fa 150 anys, que tenia més interès en la confrontació que en la negociació, més interès en la denúncia que no pas a arribar a acords polítics, econòmics o socials.

Cal dir, però, que hi ha un sector dins el moviment ecologista de Catalunya, que vol aconseguir solucions ambientals negociades. Probablement el moviment ecologista arribarà a assolir (com ho ha fet el moviment sindical) una *cultura de govern* que ofereixi alternatives concretes per transformar la realitat.

El que necessitem és un moviment que fecundi la societat en el seu conjunt.

En aquest sentit, hi ha raons per pensar que les empreses són capitals per canviar les coses. I això és així, tant pel propi interès econòmic de les empreses, com perquè aquestes empreses estan fetes per persones que tot sovint tenen sensibilitat ambiental, com les que estem avui aquí.

Les empreses, en primer lloc, són una *font de contaminació* de primer ordre, com els ciutadans i els governs. Però, a la vegada, *són claus en el remei*, ja que d'elles depèn que una part dels problemes ambientals es resolguin mitjançant la recerca de nous productes i processos productius. Les grans empreses, a més, tenen un *pes extraordinari en l'opinió pública*, en un món on cada cop hi ha menys referents polítics, i en el qual les opinions de les grans empreses tenen un gran predicament.

2. Una nova concepció de l'economia

La concepció tradicional de l'economia ignora, en positiu i en negatiu, el medi ambient i la seva contribució «econòmica».

L'economia tradicional és un sistema que considera exclusivament *les transaccions monetàries* i, per tant, no inclou tot allò que no es pot traduir en diners. És un sistema de funcionament tancat en ell mateix, on el medi ambient tan sols és una font de primeres matèries, i on s'ignora que l'empresa està dins el sistema natural.

Aquesta manera de considerar l'economia comporta molts problemes, ja que no té en compte coses que passen, tant en sentit positiu com en sentit negatiu.

- *En sentit positiu* no comptabilitza, per exemple, la productivitat total dels arbres. Sabem que Catalunya té un 50-60% de superfície forestal (en sentit ampli, a boscos densos correspon un 35%) i que aquests arbres fan una sèrie de tasques *productives* a la societat que van més enllà de la fusta per als mobles, que és l'única activitat que el sistema econòmic tradicional comptabilitzaria. Els arbres fixen CO₂ de l'atmosfera, reduint una part de la nostra contaminació atmosfèrica, són fabricants de pluja i enriquidors del sòl, i aquestes són feines *productives* en termes econòmics, ja que si no les fessin els arbres ens costarien molts diners. Tenim una forma de calcular que elimina *produccions certes* que existeixen, moltes de les quals estan relacionades amb el medi ambient.
- *En sentit negatiu*, el sistema tradicional de l'economia de l'empresa tampoc considera les *despeses* socials, econòmiques i col·lectives del malmetement ambiental, per exemple, la contaminació o la producció de residus. Fins i tot caldria considerar el cost difús que comporta la contaminació atmosfèrica en la salut pública.

Resumint, tenim un sistema econòmic basat només en les transaccions monetàries que *no considera la integració de l'empresa i l'economia en els sistemes naturals*, i que ignora en positiu i en negatiu moltes coses que passen. Això és un greu problema que ens obligarà a canviar el sistema de comptabilitat nacional i de les empreses.

3. Una nova concepció de l'empresa

La qüestió de fons és que la cultura empresarial tradicional es basa en la creença que el desenvolupament econòmic és ininterromput. La conquesta de *nous mercats* i la descoberta de nous productes i tecnologies ha permès que l'economia hagi anat creixent, i, paral·lelament al creixement, hem cregut en la *capacitat de la tecnologia* per donar resposta als problemes que han sorgit en el processament del producte o en la manca de matèria primera.

D'altra banda, hem cregut que l'ètica empresarial es limita a gestionar bé i a tenir el màxim excedent i que, per tant, *els costos socials* del desenvolupament com el medi ambient *no són prioritaris* en l'empresa. També hem cregut que el medi ambient és un problema bàsicament *dels governs* i no pas de l'empresa.

El *problema ambiental*, però, qüestiona els mercats que tenim i els sistemes de comptabilitat que han funcionat fins ara. El problema del medi ambient

«se li ha escapat» al sistema econòmic tradicional, perquè els mercats (tal com els tenim organitzats avui): *valoren més els impactes a curt termini que els impactes llunyans*, i *subvaloren aquells productes* (com el cas dels recursos naturals) *que no tenen preu*, que tenen una *producció incerta* i que són valorats per *agents no participats en els mercats*.

L'aigua, per exemple, no té un preu específicament fixat, la producció és incerta —no sabem si plourà ni quanta aigua hi haurà cada any— i la gent que valorarà l'escassetat d'aquest producte no som nosaltres, sinó els nostres fills i els nostres néts que encara no hi són.

La concepció tradicional de l'empresa també ha menystingut dos factors importants, els *flux de matèria i el flux d'energia*, que reflecteixen com l'empresa obté dels sistemes naturals la majoria de les matèries primeres i les fonts d'energia que necessita per funcionar, i com retorna als sistemes naturals els productes residuals.

Aquest concepte és molt important, perquè moltes d'aquestes matèries i energies són exhauribles i no renovables i perquè la transformació i l'abocament de les matèries a l'entorn crea molts problemes de contaminació.

Però les empreses no es limiten a modificar aquests fluxos, sinó que fins i tot *canvien l'estructura i l'ús del sistema terrestre*. Quan una empresa japonesa, per exemple, compra unes terres a l'Amèrica Llatina, desforesta un bosc i en fa pastures per a bous per a l'exportació de carn congelada, fa molt més que obtenir una font energètica: està canviant l'estructura i la riquesa d'aquell sòl. Els sòls desforestats ja no seran capaços de ser productius com abans, perquè els estem empobrint.

I això és el que passa quan les empreses actuen, no només agafen de la natura uns recursos que no són renovables, no només hi retornen uns contaminants i uns residus que originen grans problemes, sinó que, a més, *trenquen la lògica dels cicles biogeoquímics naturals i creen problemes estructurals de llarg abast* que moltes vegades són irreparables i irreversibles.

Els canvis estructurals en els sistemes naturals, ja sigui per acció humana o natural, també tenen, en sentit contrari, una repercussió molt directa en les empreses que sovint no tenim en compte. Si contribuïm al canvi climàtic i com a conseqüència plou menys, és evident que això tindrà una enorme repercussió en el preu de l'aigua, el preu de l'electricitat, el preu de la fruita i per tant el marge dels empresaris serà menor.

4. Les raons del canvi de les empreses

Aquest és el tema de fons. Però, de forma molt més concreta, per quina raó haurien de canviar la gestió en les empreses catalanes per donar resposta al repte ambiental?

Les empreses es plantegen aquests canvis, en primer lloc, per raons de *seguretat*. La primera gran motivació és el fet que moltes empreses pensen que no tenir un plantejament ambiental positiu els pot aportar molts *riscos legals i econòmics*.

D'altra banda, cada vegada més les empreses pensen que la qualitat ajuda a vendre i que la gestió ambiental correcta forma part de la *qualitat*. En tercer lloc, la gestió ambiental correcta també pot suposar *estalvis econòmics*, per exemple en el cas de l'aigua a Catalunya, on es paga un cànon de sanejament i un cànon d'infraestructura hidràulica molt important.

Hi ha també alguns casos d'empreses que comencen la gestió ambiental per qüestions de *mercat*, i hi ha fins i tot raons de tipus *financer*. El Banc Mundial o el Fons Monetari Internacional condicionen cada vegada més els crèdits i les ajudes financeres a la realització de projectes en països en vies de desenvolupament que no tinguin impactes ambientals seriosos. Cada cop hi ha més companyies que fan un annex a la memòria anual de l'empresa, i és una evidència que aquelles empreses que tenen problemes ambientals veuen afectada la seva cotització borsària.

Per tant, financerament comença a ser interessant no contaminar, i encara ho serà més quan siguin obligatòries les assegurances ambientals que properament s'aplicaran a l'Estat espanyol. El govern està preparant una llei de responsabilitat civil ambiental en la qual, de la mateixa manera que en un accident d'automòbil hem d'indemnitzar els tercers, obligarà algunes indústries a subscriure una pòlissa d'assegurances, i algunes companyies asseguradores rebutjaran assegurar certes empreses contaminants o exigiran que tinguin un sistema de gestió ambiental i una política ambiental de canvi.

5. El nostre objectiu

El nostre objectiu a llarg termini és un *canvi del model de producció de béns i de consum* actual, i tot fa pensar que aquest canvi serà inevitable abans que pugui aparèixer un miracle tecnològic que trobi energies alternatives als combustibles fòssils.

Haurem de passar d'un model que malmet els recursos i que tendeix a *usar i llençar*, a un altre model que *valori, encoratgi i recompensi la conservació dels recursos i eviti la pol·lució*.

Dit amb altres paraules, tendirem a un sistema de producció i consum que *s'acostarà al màxim possible al funcionament de la natura*. Hem de tornar, per exemple, a una cultura de la reutilització i acabar amb la cultura d'usar i llençar, perquè, malgrat que és molt pràctica, ens crea molts problemes ambientals.

És també fonamental que es creï *un nou ordre internacional* en els temes de medi ambient, ja que no podrem convèncer els països pobres que entrin en aquesta nova dinàmica si no els fem transferències importants de tecnologia i de diners. No tenim autoritat moral per dir als xinesos, que actualment són els segons productors de carbó mineral del món, que ja no poden fer servir aquest carbó perquè produeix efecte hivernacle a escala mundial, quan tan sols han heretat el nostre model de producció i de desenvolupament. Aquests països no entraran al conveni de canvi climàtic i biodiversitat si no hi ha transferències, i de moment això no està anant gaire bé.

A curt termini hauríem de plantejar a les empreses el concepte de l'*ecoeficiència* o, dit d'una altra manera, *aconseguir més amb menys*, aconseguir més

satisfacció del client amb el nostre producte, però emprant menys recursos i energia i generant menys contaminació.

Encara que això ja s'ha estat fet per motivacions econòmiques, avui s'ha de fer perquè hi ha problemes ambientals de fons en la supervivència de la humanitat que ens hi forcen. Els optimistes tendeixen a pensar que aquelles empreses que facin això acabaran sent líders i que al final aquest esforç ambiental serà rendible. Això vol dir ser més eficaços i optar pel desenvolupament més que no pas pel pur creixement.

6. Tres fases en l'ambientalització de les empreses

La gestió ambiental a les empreses se sol produir en tres fases.

En la primera fase, que hom sol anomenar de *final de canonada*, l'empresa intenta resoldre els problemes ambientals quan aquests ja estan creats. És a dir, intenta que l'impacte de la contaminació o dels residus sigui al menys nociu possible. Aquesta fase inclouria, per exemple, posar una depuradora per tractar les aigües residuals en lloc d'abocar-les a la riera pública, o seguir tota la tramitació que exigeix la Junta de Residus i no llençar el residu industrial tòxic en un abocador il·legal.

A Catalunya estem actualment en aquesta fase, però naturalment hi ha passos més ambiciosos. Encara seria més interessant que no gastéssim tanta energia i recursos i que no generéssim tants residus ni tanta pol·lució. Aquesta segona via és la fase de les *tecnologies netes*, on tractem de millorar el procés de producció de manera que sigui més eficient en termes ambientals.

Encara hi ha un pas més enrere en el procés productiu quan incidim *en el disseny del producte*, amb la finalitat que no tan sols la producció sigui ambientalment correcta, sinó que durant el temps que aquest producte estigui en mans del consumidor tingui l'impacte més petit possible en el medi ambient. L'anàlisi de cicle de vida integral del producte és finalment la millor opció de gestió, perquè en el moment del disseny del producte *anticipem* tot el que li passarà durant la seva vida útil, incloent el moment del seu desballestament o reutilització.

7. Al final hi ha el client

Avui en dia, hi ha empresaris que pensen que no podran pagar tot aquest esforç pel medi ambient. Però, avui, com a l'inici de la revolució industrial amb els costos laborals, els empresaris de veres sabran convertir aquesta aparent amenaça en una oportunitat de negoci.

D'altra banda, si volem que Catalunya estigui entre els països de primera categoria haurem de competir en qualitat, ja que no podem fer-ho en costos laborals o en mà d'obra.

A la llarga serà *el client* qui impulsarà la revolució ambiental, perquè serem conscients que una bona gestió millorarà la qualitat de vida i la capacitat de supervivència de tothom. Demanarem productes i serveis ambientalment correctes i això forçarà les empreses i els governs a canviar.

El paper de les ONG en la societat sostenible

Rafael Grasa

Darrere la idea de sostenibilitat hi ha una consciència global dels límits de la biosfera que es crea a principis dels anys setanta, quan l'ésser humà arriba a la Lluna i ens adonem que vivim en un planeta blau però fràgil, i quan s'elabora l'informe del Club de Roma sobre els límits del creixement, que plantejava que l'ús de recursos escassos en progressió geomètrica portava l'espècie humana i el planeta a un atzucac, a un carrer sense sortida. Per parlar de societat sostenible hem de tenir en compte, per tant, que la idea de desenvolupament ha anat canviant al llarg del segle. Avui en dia, el concepte desenvolupament ja no és sinònim de creixement econòmic, ni és quelcom que es pugui aconseguir d'avui per demà, sinó quelcom multidimensional que implica una vessant econòmica, una vessant ecològica i una vessant social. Afortunadament, s'ha abandonat la concepció imitativa del desenvolupament que Occident va exportar durant 20-30 anys a la resta de països del món.

L'any 1947 el propi president Truman presenta la idea que el desenvolupament està basat en els conceptes de capital, coneixement tecnològic i transferència de capital humà. En aquest temps hi ha un enorme acord entre els experts en l'economia del desenvolupament en què l'objectiu de l'economia és aconseguir un creixement il·limitat, una concepció que prové d'abans de la revolució industrial i que planteja que per créixer és necessari anar superant etapes, innovar, modernitzar, industrialitzar i per tant reduir l'agricultura al mínim. Les úniques discrepàncies entre les diverses escoles de desenvolupament als anys cinquanta són si cal optar per un model on l'Estat ha de fer la tasca de locomotora del creixement econòmic de la societat, o bé cal considerar també la importància del mercat. En general, però, tant a l'est com a l'oest, l'únic que es planteja és en quina forma l'Estat ha d'intervenir, però ningú en discuteix el seu paper cabdal. A partir dels anys seixanta comença a aparèixer el dubte que el sud pugui créixer i desenvolupar-se sense que es modifiqui el model econòmic internacional, i va arrelant la idea que, per molts diners que el nord aporti en cooperació, el subdesenvolupament del sud està parcialment provocat pel creixement i el desenvolupament del nord. Malgrat això, hi ha una forta coherència amb un destí final de creixement a través de mecanismes d'industrialització que no tenen en compte les constriccions ecològiques. Els canvis

es produeixen als anys setanta quan els economistes veuen que després de trenta anys de benefici econòmic molt fort en algunes zones, el benestar del conjunt de la població no ha millorat, que hi ha hagut creixement econòmic però no hi ha hagut repartiment. L'economia del benestar comença a qüestionar que el destí final del desenvolupament sigui el creixement i es planteja quina política cal seguir per obtenir un desenvolupament humà basant-se en la idea que la finalitat bàsica del creixement són les persones, l'element social. I a partir de l'any 1971 apareix una consideració nova als termes de desenvolupament que prové precisament de l'ecologisme i de l'ecologia política, per tant de la reflexió que la sociologia fa a través d'eines ecològiques.

Als anys vuitanta es produeix un canvi en el model de desenvolupament i apareixen les idees d'ecodesenvolupament o desenvolupament humà sostenible, una concepció del desenvolupament que gira al voltant de quatre punts. En primer lloc, canvia la concepció del paper de l'economia en el desenvolupament. El creixement i el desenvolupament econòmic queden subordinats a un element instrumental i es planteja que el creixement econòmic d'una ciutat necessita tres sectors: el sector privat (el mercat), l'Estat i un sector intermedi que després anomenarem la «societat civil», que és de titularitat privada però que vol incidir en les qüestions públiques. Fins i tot s'accepta que cal canviar la manera com els països del nord interaccionen amb els països del sud, que no tot ho pot resoldre la inversió directa, que cal inserir-se al mercat mundial, però alhora gaudir de prou autonomia per tenir una mínima capacitat de protecció. Un segon component d'aquesta nova idea de desenvolupament és la consciència dels límits ecològics o del desenvolupament sostenible, és bàsicament la necessitat que el model funcioni en equilibri. Un tercer component és la idea del desenvolupament humà que posa l'accent a l'opció de polítiques socials. L'objectiu del desenvolupament passa a ser el benestar de les persones i la satisfacció de determinades necessitats bàsiques que no només són materials. I un quart component bàsic de la nova idea de desenvolupament és la participació, no pot haver-hi desenvolupament sense un retorn del poder als propis protagonistes del desenvolupament. Quan parlem de societat sostenible no parlem només de sostenibilitat en sentit ecològic, al darrere d'aquesta idea hi ha la voluntat de conciliar les constriccions ecològiques amb el benestar de les persones. El centre del desenvolupament ha de ser el benestar de les persones, no hi ha lloc per al despotisme il·lustrat de cap tipus, no es pot fer res en nom de les persones sense les persones i malgrat que els instruments econòmics són fonamentals, no poden ser el principi rector del desenvolupament. En definitiva, hem de parlar de l'ecologia de la governació, del paper de la societat civil.

Govern i governació

Quan parlem de govern solem pensar en una autoritat central, però aquesta no sempre existeix. Per això hem introduït la idea de governació, que es refereix a qualsevol procés ordenat de governar que no implica necessàriament la presència d'una autoritat central i que permet que la societat decideixi i rea-

litzi els seus objectius amb el mínim grau de frustració per part de les persones i dels grups que la conformen. La bona governació en una societat complexa que vol ser sostenible no només ha de dependre del govern, sinó també de com funcionen les institucions. Per tant, quan parlem d'ecologia de la governació volem parlar de les relacions que tenen les institucions que governen la nostra societat en un context històric, social i econòmic. Hi ha cinc institucions socials bàsiques que engloben les interaccions socials: 1) les institucions legals, o sigui el sistema judicial, els tribunals, les presons, la policia, etc.; 2) els serveis públics que presten les administracions, com l'educació o la sanitat, i que inclourien també la funció militar en el cas que existís; 3) organitzacions representatives i democràtiques, incloent partits polítics, el sistema electoral o el parlament; 4) la societat civil, aquelles organitzacions voluntàries on les persones s'associen per aconseguir determinades finalitats sense objectiu lucratiu, com per exemple les ONG, i 5) el mercat, allò que regula les nostres interaccions privades amb un component lucratiu. Aquestes cinc institucions podem agrupar-les en tres grans sectors: l'Estat (que inclou el sistema legal, els serveis públics i part de les organitzacions democràtiques i representatives); el mercat, i la societat civil. L'anàlisi dels ecosistemes de governació mostra que l'única forma de garantir una governació sostenible i democràtica és que hi hagi un bon equilibri entre els tres sectors. Un bon govern o governació sostenible vol dir reforçar totes les àrees, no hi haurà un bon govern si només hi ha eficiència de l'Estat o l'Administració, no hi haurà bon govern si només assegurem una societat civil activa i crítica, i tampoc hi haurà bon govern si només assegurem una economia competitiva. L'agenda de la governació ha d'implicar un equilibri entre les tres esferes i, per tant, reforçar les institucions, criticar i donar suport a certes polítiques, però sobretot construir alguna forma de col·laboració.

La societat civil

La societat civil és l'espai que ocupa una àmplia col·lectivitat de grups més o menys organitzats formalment, caracteritzats per ser no oficials, per no tenir finalitats comercials, que volen reforçar o canviar les regles, les normes, les estructures socials. Societat civil no és sinònim de visió progressista del canvi, sinó que conforma qualsevol espai entre ciutadania, Estat i mercat, i en aquest sentit inclou sindicats, organitzacions rurals, organitzacions religioses, organitzacions esportives, professionals, acadèmiques, universitàries, associacions empresarials i partits polítics. Hi ha un tipus d'organitzacions de la societat civil, les ONG (organitzacions no governamentals), que podríem definir-les com a organitzacions estables sense afany de lucre que pretenen el canvi i la millora de la societat amb independència a l'hora de prendre decisions. La funció bàsica de les ONG és exercir mecanismes de participació i apoderament, i al mateix temps han de tenir algun tipus de base social que els permeti generar compromís civil, generar capital social, o sigui que les persones connectin amb la vida de les comunitats. La clau perquè hi hagi governació és precisament la presència de compromís civil, perquè permet que l'actuació dels ciu-

radans col·lectivament sigui més eficaç a l'hora d'aconseguir objectius de millora d'aquesta societat.

La tesi que s'ha anat plantejant a tots els països del nord en els últims 15-20 anys és que el compromís civil ha disminuït. Això ha passat als EUA, a l'Europa occidental i també està passant a casa nostra. Al meu entendre, el capital social, i en conseqüència la sostenibilitat, ha disminuït en les nostres societats i ciutats, perquè no hi ha hagut una bona entesa entre la societat civil i les administracions. Ha disminuït perquè es va perdre una generació de lluitadors d'activistes de la societat civil, aquella generació que havia estat activa durant el franquisme i que després va passar als quadres dirigents de partits polítics i de les primeres administracions. Hi ha una segona raó. A Catalunya hem hagut d'innovar durant aquests anys per fer tot allò que el franquisme no havia fet, però al mateix temps s'ha creat una cultura política del subsidi i de la subvenció. Fins i tot les tendències més interessants de la societat civil, com l'aparició de persones amb prou compromís cívic com per oferir part del seu temps lliure, ha entrat per un camí enormement problemàtic que jo anomeno «voluntariat sense causa», un pseudovoluntariat. Durant molts anys s'ha fet una tasca social molt important per part dels voluntaris —parcialment incentivats— que feien la Prestació Social Substitutòria, però s'ha generat un voluntariat que no ha estat prou educat des de l'Administració i la societat, perquè el seu treball tingui una causa determinada, i finalment tan sols ha ofert capacitat de treball.

Però hi ha mecanismes per incrementar aquest compromís cívic i construir una societat civil més dinàmica i potser més sostenible. Bàsicament, cal assegurar un mecanisme de diàleg permanent i de codecisió entre les administració i la societat civil per les raons següents: perquè la pròpia Administració i la societat civil guanyaran en l'intercanvi d'informació; perquè aquest mecanisme de diàleg i de debat estimularà el debat sobre les polítiques públiques que recauen sobre nosaltres; perquè això significa que hi haurà canals per fer sentir les veus de les persones amb situacions més desfavorides, o dels grups que tenen en compte els interessos que semblen minoritaris malgrat que siguin majoritaris, com per exemple els mediambientals; perquè aquest mecanisme és una forma de legitimar i deslegitimar una política. D'alguna manera, aquest mecanisme demana més Estat i més societat civil —cadascú al seu lloc— i l'aplicació del principi de subsidiarietat, la creació de mecanismes de govern compartit establint instàncies de coordinació i debat, l'aplicació de formes descentralitzades en la pròpia societat civil, i tres qüestions que probablement poden ser més dures en el propi sector de les ONG: en primer lloc, cal recordar que perquè les ONG siguin generadores de capital social i de compromís cívic han de ser organitzacions cíviques que no poden esdevenir organitzacions realitzadores de serveis, perquè llavors perd el seu sentit i al mateix temps creix la idea que les ONG estan fent allò que pertoca a l'Administració. També és necessari ser conscient que es poden establir mecanismes pels quals les ONG i les administracions actuïn de forma conjunta. Cal que les ONG entrin en competència en el bon sentit de la paraula, amb la idea de no acceptar cap tipus de

favoritisme tal com s'ha vist a vegades en els últims anys. La última idea és que cal ser conscients que el fet de reforçar la societat civil és condició de sostenibilitat, però que també pot originar tensions socials a curt termini si al mateix temps no es treballa en la via dels procediments, de la presa de decisions, dels mecanismes i de les instàncies de resolució de conflictes. En síntesi, la idea de desenvolupament humà sostenible, de sostenibilitat en el sentit ampli o d'ecologia de la governació, implica no només parlar d'ONG. Si tenim en compte el concepte que les ciències socials hem aprofitat de l'ecologia, hem també d'incloure les institucions dins un context més ampli, veure com es relacionen entre si les institucions en un context global.

La comunicació en la transició cap a una societat sostenible

Luís Ángel Fernández Hermana

Durant el 1992, quan l'horitzó de qualsevol mitjà de comunicació eren els Jocs Olímpics de Barcelona, vaig haver de preparar la informació de l'anomenada Cimera de la Terra de Rio de Janeiro, on per primera vegada es discutiria la relació entre desenvolupament i medi ambient. Com a periodista sabia que es tractava d'un esdeveniment de gran envergadura i que calia fer-ne ressò, però la documentació sobre les reunions preparatòries que facilitava les Nacions Unides solia tardar mesos i en relació amb la cimera era molt poc el que es podia fer. Llavors va ser quan, per primera vegada, em vaig assabentar que tota aquella informació també era accessible des d'un servidor, un gran ordinador enllaçat en xarxa amb altres ordinadors. Per accedir-hi em vaig subscriure a una xarxa anomenada GreenNet i en entrar-hi em vaig trobar amb una de les sorpreses més grans que mai m'he trobat com a persona i com a periodista, perquè GreenNet era tan sols la parcel·la europea d'una xarxa mundial que s'estenia per Àfrica, tots els països de la l'antiga Unió Soviètica, el sud-est asiàtic, l'Amèrica Llatina, Europa i els EUA. Dins de GreenNet s'estaven donant conferències sobre tots els temes relacionats amb el medi ambient, dones, treball, pau o antimilitarisme, i en cada una d'aquestes conferències hi havia centenars d'organitzacions i milers de persones de tots aquests països que, a través del correu electrònic, intercanviaven informació, documents i contactes i desenvolupaven projectes. En aquella època els ordinadors eren en blanc i negre, i encara que Internet ja existia des de feia molts anys, no havia saltat a la llum pública. Malgrat això, aquesta xarxa s'havia anat estenent pel planeta i em vaig trobar que podia fer coses, com, per exemple, enviar un correu electrònic a les 35.000 persones distribuïdes per tot el món que componien la xarxa en aquell moment. Em vaig trobar amb un dels grans somnis de la meua vida, amb un mar de gent que procedia d'ONG, d'organitzacions d'investigació, d'universitats i d'administracions públiques, tant nacionals, com regionals o locals, amb qui vaig anar cultivant una relació al llarg de molts mesos. Això em va permetre anar a Rio de Janeiro amb una documentació i una visió del que seria la discussió de la Cimera molt diferent de la que portaven els meus col·legues, i amb contactes anòmals dins aquest tipus de conferències des del punt de vista d'un periodista occidental, ja que les meves fonts d'informació eren, a més de les

fonts habituals, ministres, tècnics, representants i activistes mediambientals dels principals països del Tercer Món.

I des de llavors Internet no ha fet més que créixer de manera exponencial, fins i tot en els països del sud, malgrat el greu inconvenient que els països del nord hem posat al mitjà. Des que el 1994 Internet comença a utilitzar el World Wide Web, un sistema que permet veure la informació d'una manera molt senzilla, en colors, moviment i so, els països desenvolupats hem tornat a convertir-nos en els opulents de la xarxa, forçant els països amb infraestructures de telecomunicacions més pobres, més escasses i més deficitàries a arribar al nostre nivell d'exigència tecnològica. Tanmateix, el correu electrònic segueix funcionant i són milers les organitzacions de tot el planeta que es relacionen. Els fòrums de debat en temes de medi ambient que hi ha a la xarxa en aquest moment no tenen comparació als fòrums convencionals. La informació que estem rebent a través del mitjans de comunicació i fins i tot a través de vies més especialitzades, com certes entitats i associacions, és d'una immensa pobresa en comparació amb la informació que hi ha dins d'Internet. Internet està marcant els inicis d'un canvi fonamental, no tan sols en el model de comunicació que hem tingut fins ara, sinó sobretot d'un canvi fonamental en la manera com els ciutadans participarem en la societat.

El model fonamental de comunicació que hem heretat és un model caracteritzat per oferir una informació summament estructurada i jerarquitzada. Des de la revolució industrial fins a l'actualitat cap diari no ha variat substancialment el seu format i segueix utilitzant un espai limitat per encabir tota la informació. Un diari del 1800 o d'avui en dia ens està convidant des de la mateixa portada a fer una lectura guiada del que ha passat al món d'acord amb els criteris del diari. Ens diu amb una foto principal on està l'esdeveniment més important i a partir d'aquí el joc de la grandària de titulars i dels gruixos de les columnes ens jerarquitzen la importància de les notícies. En aquest model de comunicació uns quants diuen a tota la resta el que passa en el poc espai de què disposen per dir-ho. Internet ha subvertit aquest ordre. En primer lloc, la informació d'Internet va de tothom cap a tothom, és una relació igualitària entre els que estan dins la xarxa perquè la informació està actualment distribuïda en uns vuit milions d'ordinadors per tot el món. Per entrar en la informació d'un diari convencional haig de viure físicament al lloc on es produeix aquesta mitjà i tan sols accedeixo a la informació que pago. En el cas d'Internet, entro a divuit milions de quioscos on em puc emportar el que vulgui. Al diari m'haig d'empassar les notícies que em donin, però si en aquest moment vull saber quina és la situació amb els camperols de Tailàndia entro a Internet i ho converteixo en la meva primera pàgina. Aquesta manera de transmetre informació subverteix l'ordre de l'únic model de comunicació que hem tingut fins aquest moment, i això significa que cada un de nosaltres adquirim en virtut d'aquesta tecnologia, i segons l'ús que en fem, el potencial d'expressar-nos i de dir tot el que vulguem sobre el que passa al món. Això té riscos, però també té l'immens avantatge que per primera vegada a la història entrem a un sistema a través del qual podem expressar-nos i establir un tipus de treball col·labo-

riatiu amb gent que, malgrat que no hem conegut mai, està treballant a la mateixa longitud d'ona que nosaltres, establint una relació que fora de la xarxa és molt difícil d'aconseguir o ens exigeix una inversió enorme d'energia. A Internet pots entrar, per exemple, a un fòrum de discussió sobre el canvi climàtic a Buenos Aires on participa gent il·lustrada i preparada, i això està passant cada minut, a qualsevol part del món, entre centenars de persones que estableixen relacions d'aquest tipus. Internet ens obliga a canviar un munt de xips i hem de començar a considerar que el concepte de desenvolupament sostenible passa en primer lloc i fonamentalment per un concepte que possiblement s'inscriu com un dels drets fonamentals de tots els països del món: la informació sostenible. És molt difícil desenvolupar polítiques de desenvolupament sostenible sense la implicació directa de tots i cada un dels protagonistes relacionats amb el problema ambiental d'aquell moment. Tenim una llarguíssima experiència en aquest sentit, i una de les causes del desastre mediambiental que en aquests moments vivim al planeta des de tots els punts de vista té a veure amb el fet que la població directament implicada no té ni veu ni vot.

Un segon fet important que passarà amb l'arribada de la informació sostenible és que, malgrat la nostra actitud, els països en vies de desenvolupament ens curaran de l'autisme que estem patint. Les societats del Primer Món fa molts anys que no escoltem els altres i no entenem que el factor clau de la destrucció del medi ambient des de la Segona Guerra Mundial ha sigut la manera com el Primer Món ha encadenat el desenvolupament tecnològic per no transferir-lo al Tercer Món. Aquesta va ser una de les primeres reivindicacions fonamentals del Tercer Món que es van plantejar als anys cinquanta i encara ho segueix sent, i alhora és un dels temes menys discutits als països rics, perquè simplement no ens interessa discutir-ho. Aquest criteri ha modelat el món els darrers quaranta anys. Els acords que permeten als països del Tercer Món seguir contaminant durant un cert temps o que permeten que s'adaptin més endavant als canvis que nosaltres estem tenint al Primer Món, sempre responen a la negativa sistemàtica per transferir tecnologia que els permeti viure millor, contaminar menys i protegir molt millor el medi ambient. En el cas de l'ozó, per exemple, no els estem donant energies alternatives i preferim que la Xina, Rússia o l'Índia segueixin produint CFC. Els castiguem als debats internacionals però no els donem les tecnologies que aquí acaparen poques empreses perquè és tecnologia nostra i volem rendibilitzar-la. Perquè això hagi sigut així, fins al dia d'avui ha estat fonamental que mai haguem escoltat les solucions que el Tercer Món proposa, sinó tan sols allò que nosaltres diem que ells diuen. I, com això, hi ha tota una problemàtica immensa del medi ambient que afecta la biodiversitat, la desforestació, no sabem el que passa al Brasil, a Tailàndia o a Indonèsia. La meua impressió és que Internet canviarà això, perquè aquesta informació arribarà al menjador de casa i ens diran què en pensem de nosaltres, què pensem de la nostra actitud, de les nostres polítiques de les quals en sentim tan orgullosos sense pensar en les repercussions que aquestes polítiques tenen a l'altra banda del món. I hi arribaran de manera organitzada, perquè Internet és un organitzador nat de les relacions humanes, la gent tendeix a

associar-se constantment amb aquells nuclis que mantenen, desenvolupen i proporcionen interessos dels quals se senten partícips alhora que descobreixen interessos nous. M'estic avançant una mica al temps, encara que jo ja em sento part del que estic dient. A mi se'm van posar al menjador de casa i em van començar a explicar què passava als seus països i a les seves organitzacions, què passava amb els seus diners i els nostres, on anava la nostra ajuda humanitària i com afectava aquesta ajuda al desenvolupament del comerç, de les indústries i dels mercats. Hi ha una pila de coses que nosaltres pensem que són indubtablement benefactores de la humanitat, però ens canviaran el punt de vista i a més ens permetran treballar en aquest àmbit.

I la tercera cosa que es dedueix del canvi que Internet està causant en la comunicació és que, en contra del que molts diuen, anem cap a una socialització rabiosa de les relacions humanes. Encara que la gent digui que Internet t'aïlla del teu entorn, el fet que qualsevol pugui emetre i rebre un missatge ens converteix per definició en comunicadors. La labor de comunicació que fem quotidianament amb la família i la feina té un àmbit geogràfic d'impacte molt limitat, però en el cas d'Internet el joc de la comunicació ens converteix en mitjans de comunicació molt potents. Ens convertirem en durs competidors del model de comunicació que hem viscut fins ara i entrarem fins i tot no en aquells camps on els mitjans de comunicació tradicionals hagin triat la comunicació, sinó que elaborarem l'agenda que ens interessa. Triarem quins són els problemes que nosaltres considerem importants i on hi ha els recursos, la gent i el coneixement necessari per tirar-ho endavant. De la concentració de les idees i el coneixement d'alguns emissors anirem cap a una superfragmentació de les idees i el coneixement a partir de múltiples emissors determinats pels seus propis interessos. I això és un canvi espectacular del món que hem conegut fins ara.

Per últim, l'aparició d'Internet és un canvi radical en el medi ambient, un canvi de to com no s'ha registrat des de l'època de la vida tribal quan la informació i els coneixements es compartien des dels ancians fins als nens. Aquesta vegada, però, el flux d'informació es donarà a una escala absolutament fenomenal. Estem parlant d'una visió molt diferent del medi ambient, perquè es tracta d'un tipus de relació que es produeix a través d'ordinadors, la qual cosa significa que possiblement estem construint un nou medi ambient, un nou entorn artificial en el qual es pot dissenyar a partir de les decisions que prenem, un entorn virtual que a més repercuteix sobre el món real en què vivim. En un futur podrem treballar en entorns simulats on serem capaços de representar els problemes que podríem estar causant, i decidir entre tots els comportaments idonis per subsanar una factura que ve del passat i poder preparar-nos avui per deixar alguna cosa per demà. Malgrat aquest optimisme, Internet també comporta perills. Qui tingui una mica d'afició per la història sap que tot allò que hem inventat sempre ha tingut la possibilitat de convertir-se en alguna cosa perjudicial per a la humanitat.

Estratègies i eines de planificació territorial cap a una ciutat sostenible

Frederic Ximeno

Per explicar el concepte de planificació territorial i les seves connotacions m'agradaria que us imaginéssiu la planificació d'unes vacances. Imaginem-nos que en les meves vacances em marco l'objectiu més simple possible, passar-m'ho bé, i no em plantejo quines connotacions té la meva visita, no m'interessa on sóc ni què passa al meu entorn. Si faig el símil amb la planificació de la ciutat i del territori, l'objectiu més simple és el creixement econòmic que no té en compte els costos, la justícia o l'equitat social i les repercussions del meu «passar-m'ho bé» transposat al territori respecte a les generacions futures. Aquest és el model desenvolupista que va funcionar durant molts anys. Però imaginem-nos que elaboro una mica més la planificació de les meves vacances, i a més de l'objectiu de passar-m'ho bé, també tinc una certa inquietud per conèixer la situació històrica del país on vaig. Si fem la transposició en la planificació del territori ens podríem trobar en la situació actual dels ajuntaments democràtics, on l'objectiu principal és el creixement econòmic, però plantejant uns equipaments per a la gent (hospitals, geriàtrics, espais verds, etc.) i un bon urbanisme. Encara puc elaborar una mica més la planificació de les meves vacances. Segueixo volent passar-m'ho bé, també vull conèixer el lloc on vaig, però, a més a més, m'agradaria ser un turista respectuós amb el que hi passa i implicar-m'hi una mica. La transposició d'aquesta planificació al territori és el nivell de planificació que m'agradaria desenvolupar. Segueixo tenint com a objectiu principal el desenvolupament econòmic de la ciutat, que la ciutat creixi i que l'economia funcioni, segueixo pensant que cal posar equipaments i tenir espais verds, però a més assumeixo un compromís amb les generacions futures, assumeixo que els recursos són limitats i decideixo orientar el creixement assumint certes limitacions. Aquest model de planificació és el que alguns han anomenat la «sostenibilitat tova», perquè no és un trencament radical dels models imperants de l'estructura de la ciutat, de les relacions econòmiques i de les relacions socials, però és un reconeixement que el model territorial actual és insostenible, que estem esgotant recursos i fent ciutats com no han de ser i que podem aprofitar moltes de les eines que tenim a l'abast per modificar els nostres objectius i la manera d'arribar-hi. Però també hi ha una quarta opció, puc ser membre d'una ONG i vaig a un altre país a implicar-me amb la gent

i divertir-me no és el meu objectiu. Seguint el símil, aquest cas és el que en podríem dir la «sostenibilitat dura», que, duta a l'extrem, ens portaria cap a l'ecologisme radical, que planteja que el creixement econòmic no pot ser el motor del creixement de la ciutat.

El concepte de territori també té moltes concepcions. Quan estic parlant de ciutat puc estar parlant solament de la ciutat construïda, dels barris i les cases tal com ha estat durant molts anys, sense parar atenció a l'entorn de la ciutat. En el nostre model actual de territori la planificació s'organitza a escala municipal, que inclou la ciutat construïda però també els espais periurbans, els espais naturals, els rius, les infraestructures, les carreteres, etc. És un territori més complex i que conforma un sistema. Però pot passar que el meu municipi no estigui sol al mig d'un entorn seminatural o agrícola, sinó que formi part d'un sistema de ciutats que estableixin interaccions entre elles, com l'àrea metropolitana de Barcelona, i aquest territori s'ha de planificar conjuntament. Però l'àrea metropolitana no està sola, és evident que per planificar el territori amb criteris de sostenibilitat s'ha de parlar de les relacions d'aquesta àrea metropolitana amb tota la regió que està conformada al seu voltant i que inclou sistemes naturals, àrees agrícoles, infraestructures de connexió, activitats extractives, abocadors per a tots els ciutadans i les indústries, producció energètica per abastar tota la població, aigua, etc. També existeix una escala de relació supra-regional, per exemple, europea. Està clar que cada sistema tindrà el seu nivell de planificació segons quanta població se'n beneficiï, però es important que des de cada un dels nivells es tingui en compte que s'està integrat en diferents sistemes.

Encara plantejo un últim concepte: la ciutat territori. Les ciutats són persones, i la relació que aquestes persones estableixen entre elles forma part de les ciutats i de la seva planificació. Aquestes persones generen activitats, fan comerç, treballen en les indústries, es mouen, tenen feina en un municipi i viuen en un altre, etc. Però el territori construït també genera espais intersticials, periurbans, i també espais naturals que formen part important de l'estructura de la ciutat, com la serra de Collserola en la mateixa ciutat de Barcelona. Però la ciutat, a més, demana recursos (aigua, menjar, ciment, benzina...), és una gran captadora d'energia, és un pol d'intercanvi, és un pol d'informació i de cultura, la ciutat també és una gran captadora de persones, demana serveis i n'ofereix, genera externalitats (residus líquids, sòlids i gasos) i impactes propers o llunyans. Per exemple, les zones periurbanes es degraden, els rius propers i llunyans perden la seva funció quan adquirim recursos o exportem residus. Per tant, la planificació cap a la sostenibilitat implica assumir que la ciutat no és tan sols el territori construït, les activitats i la generació de riquesa que s'ha tingut en compte durant molt temps, ni tan sols només el territori, sinó tots aquests elements junts i interrelacionants. Des d'aquest punt de vista podem analitzar l'estat de les nostres ciutats avui en dia:

— *El territori està al servei de les infraestructures.* El transport privat està definint l'estructura de les ciutats, de manera que carrega tots els sistemes i necessitem

crear infraestructures per als cotxes. Però potser un sistema més sostenible de solucionar aquest problema passa per fer servir menys el cotxe i utilitzar el transport públic i no fer més infraestructures per absorbir tot el transport privat. Per exemple, no tenim metro a l'àrea metropolitana de Barcelona, però recentment han acabat l'autovia del Baix Llobregat que havia de solucionar un col·lapse de trànsit que se segueix produint.

- *L'edificació s'està expandint.* La ciutat mediterrània ha sigut clàssicament compacte i s'ha estructurat sense un gran consum de territori. Això està canviant radicalment. El continu urbà de la ciutat de Barcelona, que inclou l'Hospitalet, Badalona o Sant Adrià entre d'altres, s'estén amb models de baixa densitat i s'amplien els nuclis exteriors de l'àrea amb aquest model extensiu. Aquesta és la tendència que estem vivint en aquest moment expansiu de la construcció. Això comporta molts problemes de pèrdua d'espais naturals o seminaturals i diversitat, però també problemes de dotació de serveis (fer arribar el clavegueram o l'aigua potable a una zona més extensa, recollir les escombraries, etc.). Fins fa poc, la llei del sòl deia que hi havia tres tipus de sòl: el sòl urbà, el sòl urbanitzable i la resta de sòl no urbanitzable. La planificació del sòl urbà, així com de sòl urbanitzable, ha estat absolutament detallada i la resta no es planificava. Recentment s'ha aprovat una nova llei del sòl a Espanya que planteja que qualsevol sòl no urbanitzable que no tingui una protecció específica passa a ser urbanitzable. Per tant, si abans ja era necessari aprofundir el planejament del sòl no urbanitzable, ara és imprescindible.
- *A les àrees d'expansió, tornem a tenir un dèficit d'equipaments.* Abans del funcionament dels ajuntaments democràtics teníem ciutats sense zones verdes, sense escoles i sense hospitals, i s'ha fet molta feina en la redotació d'equipaments. El creixement de l'edificació i la redistribució de la població, però, està provocant que ens tornem a trobar, en molts casos, en una situació semblant a la inicial. A Castelldefels, per exemple, només hi ha un centre d'atenció primària que està pensat per a 20.000 persones, i que pot donar servei fins a 40.000 persones, però la població està creixent tant ràpidament que els actuals 45.000 habitants tornen a originar un dèficit d'equipaments.
- *Les solucions a la contaminació es fan al final de la línia.* Per posar-ne un exemple, a Castelldefels tenen una bona gestió de residus, han muntat una planta de compostatge, la recollida de vidre funciona i ara estan implantant la recollida d'envasos i de matèria orgànica. Però cada dia generem més deixalles. Potser un dels elements de planificació que oblidem és que una solució passa per produir menys residus i no només per construir més infraestructures.

- *S'ha superat la capacitat de càrrega.* Un exemple de la saturació i de la superació de la capacitat de càrrega es troba a Mallorca. La superfície de què ha de disposar una persona a la platja, per no saturar-la, que s'ha calculat per a l'illa és de 7,5m². Un estudi mostra que 25 de les 35 zones turístiques mallorquines estan per sota d'aquest valor, i hi ha zones que disposen de 0,2 m² per persona. La capacitat de càrrega s'està sobrepassant claríssimament amb la producció de residus, amb el consum d'aigua i amb l'ús del territori, entre d'altres vectors.

A la conferència de Rio del medi ambient i desenvolupament (1992) es va proposar l'Agenda 21, un programa d'actuacions que plantejava els criteris de sostenibilitat necessaris en una planificació territorial, i un vell concepte de l'ecologisme que esdevé de gran importància i es fa extensiu a tota la societat: «pensar globalment però actuar localment». En un moment on l'economia i el creixement econòmic s'està globalitzant, on les relacions s'esdevenen a escala internacional, on l'espai físic ja no té tanta importància, les ciutats comencen a prendre força en el moviment econòmic, però tornen a ser el nucli de relació i d'innovació entre les persones. Anem cap a una economia globalitzada, però, com a contraposició, es reforcen els poders locals i el paper de les ciutats. L'Agenda 21 és un conjunt de programes que planteja un desenvolupament local i dels territoris lligats al desenvolupament econòmic, al desenvolupament social i urbà a les ciutats, i a la gestió dels serveis. Totes aquestes qüestions comparteixen un element transversal del desenvolupament del territori: el medi ambient. El pla d'acció planteja com han d'avançar paral·lelament. Per tant, ja no només hem de parlar de construcció d'habitatges, sinó que hem de parlar dels entorns naturals, dels recursos, de l'aire, de l'aigua, del medi biòtic, de la biodiversitat, i també hem de parlar dels usos del sòl, de la salut de les persones, de l'accés a l'habitatge, de l'accés a l'educació, de l'equitat social, de la lluita contra la pobresa, de la tipologia de les activitats econòmiques que volem a les nostres ciutats, etc. L'aplicació de l'Agenda 21 té un fort component territorial i pretén que s'apliquin els criteris bàsics de no-supercapacitat de la capacitat de càrrega del medi i l'ús eficient dels recursos. Un element crucial de les Agendes 21 és la participació dels ciutadans en la presa de decisions a les nostres ciutats. La idea bàsica de la planificació en una ciutat sostenible és que els ciutadans intervinguin cada vegada més en la presa de decisions a través de bons mecanismes de participació. Malgrat que aquest objectiu no és gens fàcil, en els Plans Estratègics (un altra eina de planificació de les ciutats) ja hi ha una certa tradició de participació d'empresaris, sindicats, comerciants, entitats que participen en la definició de les estratègies de la ciutat. Els models de la planificació estratègica es poden exportar i ampliar per elaborar l'Agenda 21. Un altre criteri de planificació amb objectius sostenibilistes és la preservació dels recursos per a les generacions futures, la conservació i preservació de biodiversitat entesa des del punt de vista regional de les espècies i ecosistemes, però també des del punt de vista social i cultural de les ciutats, i la preservació de la polifuncionalitat per evitar ciutats cada cop

més especialitzades en serveis i barris residencials sense comerç ni vida ciutadana. Actualment, malgrat que encara són a la fase de planificació, s'estan desenvolupant moltes agendes 21 locals a Catalunya que, com a mínim, impliquen una nova visió de la planificació del territori i la ciutat. Per exemple, a les Illes Balears han decidit fer una planificació del territori on, per primera vegada, l'eix que defineix l'estructura del territori és el desenvolupament sostenible. A Mallorca, per exemple, s'ha plantejat, entre d'altres mesures, potenciar els nuclis interiors amb vies semiràpides i no pas ràpides, organitzant un anell verd interior on no es pugui urbanitzar. A Sant Feliu de Llobregat s'està plantejant un pla transversal de medi ambient que permeti abordar la gestió municipal tenint en compte els criteris de sostenibilitat. En definitiva, el resultat de l'Agenda 21 local és establir un pla d'acció que concreti unes estratègies de desenvolupament de la ciutat assumint els criteris de sostenibilitat.

Estratègies agroecològiques cap a una agricultura sostenible

José Luís Porcuna

Existeix una confusió absoluta per part dels ciutadans entre el significat d'*agricultura ecològica*, *agricultura sostenible* o *programes de producció integrada*. L'agricultura química només té quaranta anys d'història a l'Estat espanyol, però ha estat un temps més que suficient per posar en evidència totes les seves virtuts però també totes les seves deficiències. L'impacte que ha provocat en aquesta poca història ha sigut tan fort que no existeix cap tècnic o polític que no entengui que cal corregir aquests processos de producció. Hem de corregir-los perquè estan apareixent problemes de contaminació dels aqüífers, de contaminació de la llet materna, d'alteració dels mecanismes hormonals, de degradació de sòls, etc. I comencem a parlar d'altres models d'agricultura més sostenible, amb menys contaminants. Els problemes que nosaltres, la part rica del món, vivim a conseqüència de l'impacte de l'agricultura química no són vistos de la mateixa manera per un grup de tècnics i científics fonamentalment procedents de països pobres d'Àsia o Amèrica del Sud. Per ells l'agricultura química comporta un deteriorament molt fort de la vida dels ciutadans i els camperols. En les parts del món on es viu el problema de la gana, la misèria i les malalties s'ha començat a desenvolupar un moviment format per científics, anomenat *agroecològic*, que vol posar en evidència l'impacte social de l'agricultura química. Els agroecòlegs defineixen una explotació agrícola com una taula amb quatre potes sobre la qual recolza la seva estabilitat. La primera pota és el sistema agronòmic, el sistema productiu format pel sòl, l'aigua, les eines o les varietats de cultius. Però no és suficient gestionar el sistema agrícola amb criteris ecològics perquè l'explotació sigui sostenible, perquè l'agroecologia posa en evidència que qualsevol explotació també recolza en una pota econòmica on estaria representat tot el món empresarial. Una altra pota estaria formada pel sistema social, o sigui la relació que estableix la societat amb aquesta explotació. En la nostra societat, per exemple, les famílies envien el fill amb menys aptituds per dedicar-se a l'agricultura com si fos una activitat fàcil, però res més lluny de la realitat. L'agricultor té un ofici tremendament complex, perquè cap any és igual a l'anterior i cal improvisar contínuament noves estratègies. Per últim, hi hauria una pota política. Així doncs, l'agroecologia pretén fer una anàlisi al més global possible implicant-hi factors agronòmics però

també factors econòmics, socials i polítics. La dificultat d'aquesta visió rau a trobar especialistes globals amb capacitat de síntesi. Mentre que totes les ciències es defineixen com a escèptiques, l'agroecologia es defineix com una ciència absolutament parcial, les seves investigacions, els seus estudis, les seves anàlisis estan dirigides a definir conceptes en la mesura que aquests conceptes siguin eines útils per al disseny i l'aplicació de sistemes sostenibles. L'agroecologia com a ciència parcial, com a ciència que es defineix de la banda dels pobres i dels que han de néixer, utilitza unes eines que són útils per analitzar totes les estratègies que existeixen al món per fer una ciutat sostenible, fer un camp sostenible i tenir unes activitats productives sostenibles. El problema i la duresa de la seva anàlisi és que globalitza, i quan es globalitza automàticament grinyolen els eixos pertot arreu, perquè és molt fàcil definir la sostenibilitat respecte a un paràmetre, però no respecte a tots els paràmetres. Des d'aquesta anàlisi agroecològica es pot estudiar l'agricultura ecològica, la producció integrada, la permacultura, l'agricultura biodinàmica, etc.

Podem parlar d'economia des d'un punt de vista agroecològic. Molts de vostès potser han estudiat comptabilitat i economia, han fet anàlisis de viabilitat d'explotacions, indústries o projectes. Els anticipo que quasi segur que els han pres el pèl a tots en nom de la ciència. Els vostres professors segueixen fent les anàlisis de les explotacions agràries tenint en compte els ingressos —la venda dels tomàquets, la venda de les pomes, etc.— i les despeses —el gas-oil, l'electricitat, les llavors, l'adob—. Quan l'estudiant oblida l'amortització, el professor li diu de seguida: «Encara que no hagi tingut despeses del tractor, no pensis que el tractor et durarà tota la vida, el tractor té una vida de 10-15 anys i cal amortitzar-lo. Si la instal·lació de rec no s'ha espatllat, això no significa que no hagi tingut despeses, la bomba no et durarà tota la vida». L'estudiant automàticament comprèn l'explicació del professor i assimila el concepte d'amortització com una despesa que cal computar perquè ha estat real, malgrat que no hagi tingut una aplicació econòmica. La pregunta de l'anàlisi agroecològica ve a continuació, quan l'estudiant pregunta: «Vostè m'ha ensenyat que haig d'amortitzar tot el que es deteriora encara que no hi hagi hagut una despesa computable. Tots els edafòlegs i ecòlegs i agrònoms reconeixen que amb l'agricultura química hi ha un gran deteriorament del sòl, que l'adob químic és un gran disgregador del sòl, que els herbicides són biocides del sòl. Tota la ciència ho reconeix, igualment que tota la ciència reconeix que l'únic capital fix que té l'agricultor no és la nau o el tractor, és el sòl. Què li sembla si amortitzem el deteriorament del sòl?» És de sentit comú, però el professor automàticament respondrà que no pot ser, que no procedeix. Pregunta següent: «Perdoni'm, però com a conseqüència de l'activitat agrícola tothom reconeix que hi ha un deteriorament del capital aigua. El capital aigua és probablement un dels capitals més sagrats que ha existit a la història de la humanitat. Hi ha evidències científiques, tècniques i reals que com a conseqüència de l'agricultura química es deteriora l'aigua per concentració de sals, per concentració de nitrats i per rentat d'herbicides. Hi ha una evidència d'això. Tampoc amortitzem aquest capital?», «No senyor, no procedeix». Aquesta és la ciència que es diu

economia. I podríem continuar parlant de les llavors: «Com a conseqüència de l'activitat química, estem perdent un capital genètic de valor incalculable, un capital que a més èticament no tenim dret a perdre perquè ha estat un esforç de milers d'anys. M'està dient que l'esforç del meu avi que va passar gana per seleccionar tres patates que seguien en peu, o quan va seleccionar el tomàquet que aquell any es va salvar, tot aquest esforç generació rere generació, això no és un capital que calgui amortitzar?». L'anàlisi agroecològica és molt dura amb la ciència, perquè el polític consulta el científic abans de prendre una decisió, i el periodista consulta el científic. Podríem parlar d'altres conceptes d'economia, com la globalització, aquest concepte que està tant de moda. Tothom pressuposa que la globalització és bona. Podem entrar a Internet i saber què passa a l'altra banda del món, però no coneixem com reguen els nostres paisans ni quines varietats sembren. Se'ns oculta que probablement no hi ha res més violent que uniformitzar el món, no hi ha res més violent que no existeixin regles i lleis que protegeixin les economies camperoles dels petits països, dels pobres, aquells que no estan jugant a competir sinó a subsistir. Ho traduïm tot en termes d'exportació, d'importació, de producte interior brut, de creixement, i associem el creixement a desenvolupament com si tinguessin relació. La gran violència de la globalització es manifesta, en primer lloc, en les economies dels camperols dels països pobres, que són obligats a vendre les seves terres a les grans companyies i una vegada s'han després del seu mitjà de subsistència han d'emigrar a les ciutats per formar les bosses de pobresa.

Parlem una mica de l'anàlisi que fa l'agroecologia de la pota sociològica, de com la societat es relaciona amb l'agricultura. La nostra societat ha hagut de lluitar per conservar els seus senyals d'identitat i som sensibles als problemes de la llengua. Però la llengua és un vehicle per comunicar la pròpia cultura, per exemple la cultura agrària. Què en sap de la cultura catalana agrària un nen quan surt de l'escola? Què en sap de les arrels del seu poble, de la seva gastronomia, de les festes, de la botànica, de com utilitzava les plantes el seu avi per curar-se, de com regava? La cultura catalana és riquíssima, i un nen pot aprendre una gran lliçó sabent que quan es llogava la terra a un camperol fa cent anys una de les regles bàsiques era que podia recollir els productes i treballar la terra, però que no tenia dret a treure'n cap resta vegetal, obligant d'aquesta manera que es compostés al mateix terreny. L'anàlisi agroecològica és també duríssima quan parla dels investigadors. Se'ns oblida que el 80% de la formació d'un estudiant l'ha pagat l'Estat, i que per tant té un nivell de coresponsabilitat amb la societat. A un centre d'investigació agrari podeu preguntar sobre les últimes tecnologies, sobre els hivernacles intel·ligents, podeu preguntar sobre varietats transgèniques o rec en substrat, però ningú us podrà respondre quina és la rotació més adequada després del cultiu del tomàquet. Penso que l'estudiant o l'investigador no ha de perdre mai la referència que es deu a una societat que l'ha format.

Podem parlar de la pota política des de l'anàlisi agroecològica. Quan entrem en el món polític ens trobem que aquesta societat moderna no té absolutament res de democràtica, fins i tot podríem dir que aquesta societat que tant

ostenta i pregona la democràcia ha utilitzat el concepte de democràcia més pobre que hi ha hagut en tota la història de la humanitat. La democràcia és el respecte a les majories i la majoria dels catalans no són els sis milions de persones que diuen els polítics, sinó, sense cap mena de dubte, els catalans que encara han de néixer. Una societat que no tingui en compte els drets d'aquestes majories no es poden dir democràtiques, tret que considerin que el sòl, l'aire, l'aigua i el material vegetal que han deixat centenars de generacions és de nostra propietat. Tenim la responsabilitat històrica de passar-ho a la generació següent almenys en el mateix estat que ens ho han passat a nosaltres, o és que l'aigua és només d'aquesta generació? És que el sòl és només d'aquesta generació? I l'aire? I el material vegetal? El mar és només d'aquesta generació? Veiem que quan s'apliquen les anàlisis agroecològiques alguna cosa comença a canviar.

Per últim entrariem en la pota agronòmica. El paisatge és evidentment el reflex d'una manera de pensar, d'un poble, d'una sensibilitat. Només hem de mirar els nostres paisatges per saber que estem destruint els sòl a una velocitat increïble i que estem contaminant les aigües. Fa poc vaig sentir vergonya aliena llegint el Llibre blanc de l'aigua publicat pel Ministeri d'Agricultura, perquè em va semblar que reflectia un dels moments més gèlids, més tristos i més pobres del pensament humà. Quan analitzava els problemes de l'aigua deia que s'havia de racionalitzar, i començava a parlar d'una pila de tècniques per consumir menys aigua, per contaminar-la menys i perquè no es produïssin processos de salinització. Parlava del rec per degoteig i de les varietats transgèniques que ens permetran produir blat sense aigua, però no deia ni una sola paraula del fet que un sòl estructurat, un sòl on existeixi el complex argil-lohumífer, necessita entre un 30-40% de l'aigua que necessita un sòl químic. L'agricultura ecològica permet realitzar estratègies per estalviar aigua senzillament perquè el sòl torna a fer la seva funció d'esponja. No deia ni una sola paraula sobre la recuperació, la millora i la selecció de les varietats autòctones, oblidant vergonyosament que l'agricultura ecològica no fa un gir al passat, sinó que proposa recuperar tot allò positiu del passat amb la tecnologia del present. En aquest llibre no es deia que recuperant varietats autòctones tradicionals es pot estalviar un 50% d'aigua senzillament perquè els híbrids no són capaços de colonitzar el sòl, perquè la seva estratègia és produir massa vegetal aèria i no massa radicular. Però les conseqüències pels que vénen darrere són dramàtiques. El 70% del nostre sòl està en diferents processos de desertització i el material vegetal s'ha perdut en la seva gran majoria. Tota la costa mediterrània té un nivell de fitotoxicitat per ozó que excedeix en dues i tres vegades els nivells que marca la UE com a límits de fitotoxicitat en plantes. I, per últim, cal parlar de les varietats híbrides i dels pesticides. Quan van aparèixer les varietats híbrides l'ésser humà per primera vegada es va sentir déu. Va pensar que acabaria amb la fam, que multiplicaria els rendiments del blat i l'arròs a tot el món, que superaria el líder amb tecnologia punta —la naturalesa—. I ho va fer, però els comptes no sortien, no hi havia miracles. Tres o quatre anys més tard centenars de milers de varietats locals s'havien arrasat, centenars de milers d'agricultors i de camperols estaven arruïnats perquè les varietats híbrides

només van aguantar dos o tres anys fins que van esgotar el banc del sòl, i un cop esgotat calia utilitzar fertilitzants químics que cap país pobre pot permetre's. I amb els pesticides va arribar el miracle següent. Deien que hi havia controls, que podíem estar tranquils, i que per tenir una màxima seguretat es dividia la dosi d'un fitosanitari tòxic en l'ésser humà per 100 o per 500. Un comportament novament antidemocràtic. Pot ser que sigui un coeficient de seguretat, pot ser que la dosi d'ingestió admissible d'un pesticida en un cos de 60 quilos estigui ben calculada, però què estem fent amb el nen que pesa 5 quilos, i amb el nen que pesa 5 grams? L'any 1962 una comissió de científics i especialistes va veure que els efectes dels pesticides eren molt importants i automàticament se'n va haver de regular tota la utilització. I, per últim, ja tenim més que evidències sobre els problemes que apareixen amb les varietats transgèniques. Els organismes modificats genèticament volen de nou redescobrir el món, saltar-se les regles del joc.

En un futur necessitem que la gent jove treballi, però no com a la universitat on copien i repeteixen, sinó com a éssers amb capacitat d'integrar, de pensar, de preguntar, de qüestionar. Deia Ortega i Gasset amb tota la seva saviesa, que en aquesta societat supermaterialitzada el més important són els conceptes, perquè es converteixen en les eines que després utilitzem. A treballar!

Estratègia catalana per a la biodiversitat

Josep Germain

Davant el creixement poblacional i l'ocupació generalitzada del medi per part de l'ésser humà, la conservació de la diversitat biològica ha esdevingut un element clau en les estratègies internacionals d'acció ambiental en les darreres dècades. Des d'abans de la Segona Guerra Mundial diverses organitzacions conservacionistes ja parlaven de la necessitat que hi hagués un instrument jurídic a nivell internacional, però no va ser fins l'any 1992 quan es va aprovar el Conveni sobre la diversitat biològica durant la Cimera de la Terra de Rio de Janeiro. El Conveni va néixer amb tres objectius principals: conservar la biodiversitat —entesa com la variabilitat de la vida a nivell d'ecosistema, a nivell d'espècie i a nivell genètic—, fer una utilització sostenible dels recursos biològics i mantenir una distribució justa i equitativa dels beneficis derivats de l'ús dels recursos genètics. Un aspecte interessant del Conveni és que constitueix un marc bastant ampli on cada una de les parts contractants, els Estats o entitats supraestats com la Unió Europea, ha d'elaborar una estratègia que apliqui totes les propostes generals en el propi àmbit. L'elaboració d'una estratègia per a Catalunya té sentit en el marc de l'Estat espanyol, atès que les competències en la majoria de temes de conservació i de medi ambient han estat traspassades a la Generalitat de Catalunya. El procés estratègic comprèn una fase de diagnosi de l'estat de la diversitat biològica, l'establiment d'uns objectius que cal assolir i l'elaboració d'un pla d'acció que defineixi les actuacions que s'han de dur a terme perquè, partint de la situació diagnosticada, s'arribi als objectius plantejats. L'estratègia catalana per a la biodiversitat ha abordat cinc àmbits temàtics principals que inclouen qüestions socials i polítiques, temes relacionats amb la identificació i el coneixement de la diversitat biològica, la conservació i l'ús sostenible dels recursos biològics, i altres qüestions relacionades amb la recerca, l'educació i la informació. El Conveni sobre la biodiversitat insta que els temes de conservació s'integrin en les diferents polítiques sectorials, des de les empreses, el ciutadà, les administracions o els científics, i no recaiguin tan sols en l'Administració. Seguint aquestes directrius, l'Institut d'Estudis Catalans, un organisme pluridisciplinari que aplega especialistes dels diferents camps científics i de la tècnica, va encarregar-se d'impulsar el desenvolupament de l'Estratègia a Catalunya. Durant el procés de diagnosi es va posar en pràctica la voluntat de participació dels àmbits més diversos. Es va procurar que els grups

participants en la diagnosi fossin representatius dels diferents territoris de Catalunya, ara que es buscava també un equilibri entre les persones més coneixedores de cada tema. Aquesta interterritorialitat va anar acompanyada d'una interdisciplinarietat. En el treball de diagnosi hi han col·laborat especialment biòlegs, però també especialistes tècnics, com ara enginyers, arquitectes, advocats, economistes, sociòlegs, geògrafs i geòlegs. Finalment, hi ha hagut representació intersectorial amb la participació de gent vinculada a la universitat però també a empreses, centres de recerca, Administració i fins i tot ONG o entitats d'altres tipus.

Per a l'elaboració de la diagnosi es van subdividir els àmbits temàtics principals en 51 categories, des de cooperació internacional, normativa i organització administrativa fins a agricultura o espais naturals protegits, i es van establir 40 grups d'especialistes per desenvolupar cada un d'aquests aspectes. Cada grup va elaborar un apartat de característiques generals que sintetitzava l'estat del tema, utilitzant un llenguatge adequat a un estudi interdisciplinari d'aquestes característiques. En la diagnosi se'ls demanava un resum dels principals resultats i els problemes o dèficits detectats, comparacions a nivell estatal o europeu, i propostes per a la millora relatives a les mancances detectades. A continuació exposo com a exemple una sèrie de resultats concrets de la diagnosi que són prou representatius de la utilitat de l'Estratègia.

L'àmbit temàtic, que inclou qüestions administratives, legals, de distribució de competències i d'organització territorials, posa de relleu, per exemple, que l'Estatut d'Autonomia de Catalunya no va esgotar el sostre competencial que la Constitució espanyola li permetia en temes de conservació i de restauració del medi natural, la qual cosa demostra que quan es parla de conservar la biodiversitat s'han de tocar tots els aspectes de la nostra societat, com pot ser el propi Estatut d'Autonomia.

En l'àmbit temàtic relacionat amb la identificació i el seguiment dels components de la diversitat biològica s'ha determinat l'estat dels ecosistemes i dels hàbitats, les espècies i les comunitats, i els gens i els genomes. Aquestes són algunes de les dades de la diagnosi de l'Estratègia:

- *Ecosistemes terrestres.* L'estudi dels ecosistemes forestals mostra que l'exploració constant dels boscos catalans ha originat un dèficit d'ecosistemes madurs, i que actualment aquests estan localitzats en zones determinades com, per exemple, la comarca de la Selva i els Pirineus. La manca d'arbres madurs o fins i tot d'arbres morts en descomposició sobre el terreny dificulta la presència de determinades espècies de líquens especialitzades a viure en aquests hàbitats. A l'hora de gestionar el patrimoni forestal s'ha de preveure que determinats exemplars, determinats rodals de bosc o determinades zones forestals han de tenir una protecció especial. Estem detectant que la xarxa d'espais protegits (Pla d'Espais d'Interès Natural o PEIN) no representa adequadament tots els ecosistemes. Els boscos de ribera, per exemple, no hi estan suficientment representats. Perquè la protecció sigui realment efectiva en funció dels objectius i dels principis originals, s'hauran d'incloure ecosistemes d'aquestes característiques.

Nombre d'espècies conegudes

Grups taxonòmics	Catalunya	Península Ibèrica	Europa
Microorganismes	s.d.	s.d.	s.d.
Algues d'aigua dolça	1.942	s.d.	s.d.
Algues marines bentòniques	509	825	s.d.
Algues marines planctòniques	574	628	s.d.
Fongs	1.470	2.500	4.500
Líquens	1.305	3.100	3.500
Briòfits	817	1.044	1.687
Plantes vasculars	3.600	8.000	12.500
Invertebrats no artròpodes	4.400	s.d.	s.d.
Artròpodes	8.000*	12.000*	60.000*
Vertebrats continentals	473	583	1.340

s.d.: sense dades

*: dades estimades

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de diversos autors, 1999.

- *Algues d'aigua dolça*. En aquest estudi es detecten 23 espècies que a Catalunya requeririen mesures de protecció bastant actives. D'aquestes, 4 les trobem a l'estany de Basturs (Pallars Jussà), un estany molt petit d'origen càrstic d'aigües sulfatades que acull algunes poblacions úniques, però no hi ha prou garanties per a la seva conservació, malgrat que aquest estany forma part del PEIN.
- *Fongs i líquens*. El coneixement que es té de determinats grups biològics és mínim. Els treballs que s'han fet sobre els líquens de Catalunya són poc extensos, i per tant cal aprofundir l'estudi d'aquest grup i d'altres, com els invertebrats o els microorganismes, per aportar dades que fins ara són totalment desconegudes però imprescindibles per elaborar un bon pla d'actuació.
- *Briòfits*. El grup dels briòfits es troba molt ben representat a Catalunya, ja que no està sotmès a característiques climàtiques ni de relleu especials. Com que la riquesa de la península Ibèrica és també molt important, les necessitats de preservació d'aquestes espècies poden integrar-se fàcilment en una estratègia de preservació a nivell estatal. Per contra, a Catalunya hi ha una sèrie d'espècies endèmiques que no es troben en cap altra regió de la Península, ni tan sols d'Europa, i per tant caldran propostes de conservació específiques per al nostre país.
- *Plantes vasculars*. Totes les zones no són igualment interessants pel que fa a la presència d'espècies endèmiques. Per exemple, la zona pirinenca i pre-

pirinenca concentren la major part dels endemismes en plantes vasculars i a la vegada són les regions més ben conservades. A l'hora de dissenyar estratègies de conservació és important saber en quins punts cal fer esforços i detectar aquelles zones que potser tenen menys espècies d'interès però que estan més amenaçades, i que per tant requereixen uns esforços molt importants de conservació. Les polítiques actuals de conservació es revelen incongruents pel que fa a l'estat de les espècies endèmiques amenaçades. Catalunya té 4 endemismes propis en estat crític, 2 en estat amenaçat i 9 en estat vulnerable. De les 4 espècies en estat crític cap està protegida, en canvi hi ha espècies sense cap amenaça especial que estan protegides, i fins i tot hi ha espècies protegides que actualment ja s'han extingit. Precisament la importància dels treballs de diagnòstic rau a detectar si la gestió actual va en la direcció correcta.

- *Comunitats vegetals*. A Catalunya hi ha 44 zones de grandària de 10 x 10 quilòmetres on mai s'ha fet cap inventari. És lògic que les zones amb més riquesa, com els Pirineus, hagin gaudit tradicionalment d'un esforç de prospecció més intens, però no és acceptable que algunes zones no s'hagin estudiat mai.
- *Artròpodes*. En el cas dels artròpodes ens trobem amb dades interessants, com el fet que el 47% de les col·leccions i més del 60% dels exemplars que les componen, siguin col·leccions particulars. El diagnòstic ens mostra com els aficionats tenen molt pes en el món de la recerca, malgrat que normalment se'ls menysté i poques vegades la tasca que realitzen gaudeix de suport oficial. El coneixement i la conservació de la biodiversitat a vegades no és només una qüestió de biòlegs o d'universitats.
- *Vertebrats*. La major part de les espècies d'ocells amenaçades o en perill d'extinció habiten zones humides com aiguamolls, platges, canyissars o arrossars. El delta de l'Ebre n'encapçala la llista. Els ocells propis de zones estepàries de secà, però, constitueixen un dels grups que més pateixen els efectes de l'activitat humana i els canvis en els usos del sòl, especialment al Segrià. Les zones de secà amb erms interiors i camps de cultius extensius són zones amb una riquesa biològica no tan elevada com les zones humides a nivell quantitatiu, però amb unes espècies d'ocells en un estat de conservació prou preocupant com perquè requereixin la nostra atenció. Quan s'avalua l'estat de conservació dels diferents components de la biodiversitat, veiem que la majoria de treballs es duen a terme al medi terrestre en detriment del medi marí. La fauna recull la major part d'estudis i dins d'aquesta els ocells i els mamífers s'enduen el tall més gros del pastís, mentre que hi ha altres grups amb els quals, tot i la seva importància s'està fent un treball menor.

L'àmbit temàtic de conservació de la diversitat biològica i ús sostenible dels seus components va revelar que Catalunya té gairebé més espècies de peixos

introduïdes que autòctones i que la taxa d'introducció és més elevada que en altres zones. Moltes iniciatives per a la recuperació d'espècies no apliquen cap mena de pla de reintroducció, sinó que simplement s'alliberen espècies. En temes de conservació *ex situ*, o sigui la conservació que es fa a través de bancs de germoplasma, de jardins botànics o de parcs zoològics, veiem que la majoria de grups no reben cap iniciativa de conservació o reintroducció, exceptuant algunes espècies de plantes vasculars o vertebrats. La pesca marina constitueix un bon exemple de l'ús no sostenible dels recursos biològics. A partir dels anys setanta es va produir un increment en l'esforç de pesca i per aquest motiu la biomassa dels recursos pesquers és al límit del seu aprofitament, de manera que qualsevol alteració ambiental està causant disminucions importants en el nombre de captures. A nivell de Catalunya es descarrega el 40% de la pesca de tot el litoral mediterrani de la península Ibèrica, per tant, les decisions que es prenguin són importants no només per la conservació del litoral català, sinó també per la conservació de tot el litoral mediterrani espanyol.

Actualment hem finalitzat l'apartat de coneixement de la biodiversitat i el seu estat de conservació. A partir de les dades obtingudes començarem a definir els objectius i les propostes d'actuacions concretes que han de contribuir, si es tenen en compte, a invertir la tendència actual de pèrdua de la diversitat dels ecosistemes, de les espècies i del patrimoni genètic.

Els boscos i el funcionament sostenible del planeta

Carles Gràcia

El problema de l'increment de CO_2 a l'atmosfera i el canvi climàtic ha portat els ecòlegs forestals a dedicar grans esforços a l'estudi de la importància dels boscos en la sostenibilitat del planeta com a fonts o embornals de carboni. La preocupació per l'increment de CO_2 atmosfèric va sorgir als anys setanta arran de la publicació d'un estudi de Keeling i col·laboradors, on es mostrava l'evolució de la concentració de CO_2 des de finals dels anys cinquanta a l'observatori de Mauna Loa (Hawaii). L'observatori de Mauna Loa, situat a uns 3.000 metres d'altitud, constitueix un lloc molt favorable per a aquest tipus de mesures, ja que no està directament influenciat per la vegetació o l'activitat dels humans, i reflecteix per tant el que passa a l'atmosfera de l'hemisferi nord. L'estudi mostrava dues tendències importants. En primer lloc, les concentracions de CO_2 seguien un cicle anual, amb un màxim a l'hivern i un mínim a la primavera, degut bàsicament a l'activitat de les plantes. Els boscos fan disminuir la concentració de CO_2 a l'atmosfera entre 5 i 8 ppm de CO_2 , com a conseqüència de la fotosíntesi. La primera evidència d'aquest estudi va ser, per tant, que els productors primaris, majoritàriament els boscos, interaccionen de manera significativa amb el CO_2 de l'atmosfera. A més a més, superposada a aquest cicle anual, hi havia una tendència clara a incrementar les concentracions de CO_2 al llarg del temps. Aquesta tendència s'ha mantingut fins a l'actualitat i hem passat de 320 ppm de CO_2 a mitjan segle a 360 ppm de CO_2 a l'actualitat, malgrat els esforços de les conferències internacionals sobre medi ambient. Com que el CO_2 és un gas que participa en l'efecte hivernacle, en aquell moment es va encendre la llum d'alarma i la comunitat científica va començar a pensar que si el CO_2 se seguia incrementant, probablement hi hauria algun problema d'escalfament de la Terra. De fet, l'increment de la temperatura és un fet constatable. En la sèrie de dades de l'observatori de Roquetes (Tarragona) observem que la temperatura d'aquest segle s'ha incrementat aproximadament 2,5 graus en la temperatura màxima, o sigui les temperatures d'estiu, malgrat que les temperatures mínimes s'han mantingut estables. De totes maneres, encara que actualment existeix pràcticament acord en el fet que el CO_2 i la temperatura s'estan incrementant, no és tan universalment acceptada l'existència d'una causalitat entre els dos processos. Un fet que ho posa en

dubte és la manca de relació entre l'increment constant de CO_2 a un ritme de 3 ppm anuals a l'hemisferi nord i una petita disminució de la temperatura del planeta que es va originar entre els anys 1940 i 1970. Aquesta baixada de la temperatura ens permet com a mínim posar un interrogant sobre si el CO_2 i l'efecte hivernacle són l'única causa de l'escalfament del planeta, o si per contra tenim altres factors que també estan condicionant la temperatura.

Galileu va descobrir, a principis del segle XVII, l'existència d'unes taques a la superfície del Sol que variaven en densitat al llarg del temps, i va iniciar un registre històric que ens ha permès, en l'actualitat, veure que l'activitat solar presenta un màxim cada onze anys aproximadament. Aquest fet és important quan es considera l'activitat atmosfèrica i climàtica, perquè les taques solars són el reflex de l'activitat del Sol, i per tant el reflex de la radiació electromagnètica que arriba a la superfície terrestre i que després provoca activitat a les capes ionitzants de l'atmosfera, com les aurores boreals, les tempestes o la circulació atmosfèrica. Quan comparem l'activitat solar amb el patró de temperatures al llarg del temps, veiem dues gràfiques força semblants que, com a mínim, posen un interrogant a la qüestió de quins factors estan condicionant el canvi de temperatura al planeta. Altres sèries d'observacions històriques mostren el mateix patró, com els registres dels pescadors de Groenlàndia, que des de 1750 van portar el control de quantes setmanes el mar estava glaçat al voltant de la costa. Aquesta sèrie és una gràfica mirall respecte a l'evolució de l'activitat solar i la temperatura de l'hemisferi nord. Per tant, encara que a partir de les dades de Mauna Loa estem tots capficats amb el problema del CO_2 i l'escalfament del planeta, probablement es tracta d'un problema afegit a l'activitat solar. En tot cas, i sigui quina sigui l'explicació, el millor que podem fer és reduir al màxim els abocaments de CO_2 , ja que no tenim control sobre l'activitat solar.

Des de fa alguns anys s'ha posat de moda estudiar el paper que té la vegetació en el problema de la concentració de CO_2 a l'atmosfera, més concretament com els diferents tipus de boscos, a vegades amb activitats absolutament contraposades, ens ajuden a retirar CO_2 de l'atmosfera. Els boscos boreals com la taigà, per exemple, estan constituïts per arbres petits, no gaire desenvolupats i amb poca biomassa aèria comparada amb els boscos tropicals o mediterranis. La quantitat de matèria orgànica al sòl, però, és fins a cent vegades superior a la quantitat de biomassa arbòria i ha estat acumulada precisament a causa de les baixes temperatures. Si s'incrementa la temperatura del planeta tindrem el risc que aquesta matèria orgànica surti en forma de CO_2 a l'atmosfera i iniciï l'efecte «bola de neu», o sigui que l'augment de la temperatura acceleri la descomposició de la matèria orgànica, la qual cosa faci incrementar més la concentració de CO_2 a l'atmosfera mantenint una reacció en cadena. En un bosc típicament tropical tenim una situació ben diferent als boscos boreals, ja que, malgrat que hi ha una biomassa extraordinària a la part aèria, el sòl està pràcticament desproveït de matèria orgànica. Entre aquests dos extrems, el bosc boreal i el bosc tropical, tenim boscos de tipus intermedi, com els alzinars mediterranis que podem trobar al Montseny o a la serralada de Prades. Els

nostres boscos presenten una característica molt particular, perquè estan sotmesos a poca precipitació i molta radiació solar, i per tant l'evapotranspiració potencial, és a dir l'aigua que el bosc transpiraria si pogués, és el doble o més que l'aigua que realment arriba al sistema. La pluja al Mediterrani és escassa, i això implica una sèrie de problemes relacionats amb la sostenibilitat dels nostres boscos. Quan analitzem els alzinars mediterranis veiem que la superfície forestal, malgrat la reducció a conseqüència dels incendis, està en extensió com a resultat de la reforestació en condicions naturals o seminaturals que s'ha produït en els últims cinquanta anys. Després de segles i segles d'explotar els arbres per carboneig vam abandonar els boscos als anys 1950-60 quan ja no s'utilitzava carbó per a ús domèstic, i les alzines van rebrotar massivament originant uns deu peus en cada soca original. El resultat és que actualment ens trobem boscos, com l'alzinar de Prades, amb una densitat de 20.000 rebrots per hectàrea, quan la densitat normal d'un bosc gira al voltant de 1.000 arbres per hectàrea. La conseqüència immediata d'aquesta densitat és que el bosc està absolutament aturat. A Prades, el diàmetre mitjà dels arbres havia incrementat menys d'1 mm l'any, i això és el que tècnicament en diem un «bosc estancat», el bosc no creix a causa de la competència entre els individus per aconseguir l'aigua.

Aprofitant el coneixement obtingut als boscos de Prades, l'any 1991 es va fer un experiment d'aclarida per intentar millorar la situació d'inactivitat dels arbres. Es va reduir la densitat del bosc on es van situar les parcel·les experimentals, de manera que es van treure tots els arbres petits, mal formats, mig morts i defoliats, i tan sols es va deixar un individu per soca. La hipòtesi inicial suposava que el creixement dels arbres seria molt ràpid com a conseqüència de la disminució de la competència i milloraria, per tant, la situació del bosc. Els resultats mostren, efectivament, que la taxa de creixement en les parcel·les aclarides va ser nou vegades més gran que a les parcel·les control, els arbres van acumular més biomassa i van fixar més carboni de l'atmosfera. Tres anys després de l'aclarida, els arbres de les parcel·les experimentals havien crescut ràpidament i la densitat final, de 2.000 arbres per hectàrea, era més raonable. Veiem que el bosc aclarit ha cicatritzat molt ràpidament en el moment que els arbres han disposat de més aigua i més espai, de manera que l'aspecte resultant és molt semblant al bosc del voltant però amb una estructura molt més raonable. Paral·lelament a l'experiment, l'any 1994 vam tenir un any extraordinàriament sec: del setembre del 1993 al setembre del 1994 van ploure només 120-130 mm —una precipitació corresponent a algunes zones desèrtiques— quan la mitjana a Catalunya és de l'ordre de 700 mm anuals. A finals d'un agost extraordinàriament eixut, una bona part dels arbres de les muntanyes de Prades estaven aparentment morts, secs en la part aèria. Quan un bosc té una estructura desequilibrada, amb una densitat molt elevada, el bosc consumeix una bona part de carboni només per mantenir la seva estructura i en condicions d'estrès hídric o tèrmic, com per exemple una temperatura mitjana anual, aquell any, superior en 1° C a la mitjana històrica, una bona part dels arbres moren. Amb l'aclarida experimental del 1991 vam aconseguir una estructura

del bosc molt més equilibrada i l'estrès d'aquell estiu extraordinari no va afectar tant. Aquest cas és una demostració empírica del fet que efectivament podem fer alguna cosa per mantenir una estructura favorable d'aquests boscos, sobretot sota la perspectiva d'un increment de la temperatura del planeta. L'estudi experimental es va complementar amb una simulació per ordinador elaborada a partir de les dades dels boscos de les muntanyes de Prades i dades del clima. La simulació mostrava que a les parcel·les aclarides, amb molta menys densitat de plantes i, per tant, molta més aigua per planta, els arbres no ho passaven tan malament com els arbres de les parcel·les control. És evident que, confrontant les dades de l'experiment i les dades del funcionament de la planta obtingudes a partir del model, veiem que la nostra gestió sobre el bosc pot ajudar a millorar l'estrès hídric de la planta. Però també hem d'entendre com es comporten els nostres boscos des del punt de vista de la quantitat de carboni que fixen les plantes a través de les fulles i la quantitat de carboni que deixen anar a l'atmosfera, com a conseqüència de la respiració de les fulles o la respiració del sòl. Fent un càlcul de la quantitat absoluta de carboni que podem arribar a acumular en un bosc mediterrani, veiem que el nostre bosc de Prades està retirant de l'atmosfera una quantitat considerable de CO_2 : $351 \text{ g m}^{-2} \text{ any}^{-1}$. Actualment el bosc mediterrani té un valor econòmic directe molt baix, però si l'ajudem a incrementar la seva taxa de creixement, pot tenir un paper relativament important en l'absorció i el control de la quantitat de CO_2 a l'atmosfera. En els propers cinquanta anys es preveu un increment de la temperatura entre 2 i 3 graus i una disminució de la precipitació entre el 10 i el 15%, unes condicions similars a les de l'any 1994. Hem de començar a preveure quina gestió farem als boscos mediterranis si aquests canvis es produeixen, ja que actualment estan sota el límit de les seves possibilitats en condicions extremes. La nostra actuació sobre els boscos pot ajudar a garantir-ne la supervivència, alhora que netejaria una part del CO_2 atmosfèric.

El territori de la ciutat: criteris de sostenibilitat, ordenació i urbanització

Manuel Herce

La discussió sobre criteris de sostenibilitat és encara massa genèrica, afecta els grans lemes, però també hauria de tenir una reflexió en el nostre urbanisme quotidià. En aquesta xerrada voldria reflexionar sobre la proliferació d'uns arquetips de la ciutat actual, sobre la repetició d'un model, el model del carrer, el model de la plaça, el model de la claveguera, que no resisteix la més mínima anàlisi des de la perspectiva de cost energètic, de recursos, ni tan sols de benefici social. Cal que parlem dels materials que utilitzem en els nostres carrers, de les normes que apliquem i dels costos que impliquen, de les infraestructures que consumeixen més energia de la que transporten i de la pressió a la qual estem sotmetent el sistema a través d'aquesta aparent ciutat bonica.

La Barcelona actual és la ciutat de l'automòbil, una ciutat dispersa en el territori que consumeix espais d'una manera creixent cada dia. El ritme de producció de la nostra ciutat ha estat absolutament desaforat. En els últims vint-i-cinc anys s'han urbanitzat més hectàrees a l'àrea metropolitana de Barcelona que les que la ciutat havia produït fins als anys setanta, i aquesta dada resulta encara més sorprenent si tenim en compte que la població no ha crescut més d'un 18-20% durant aquest període.

Una ciutat de 4 milions d'habitants que ocupi 44.000 hectàrees és una ciutat que ha perdut tota la seva compacitat, ja no és la ciutat de l'eixample, tan afortunadament densa, tan versàtil, tan carregada d'activitat, tan pròxima, tan plena d'informació, tan compacta. Aquest mite que la densitat és dolenta ens ha portat a mitificar la ciutat dispersa, i la proliferació de l'espai s'ha fet sobre la proliferació del sistema viari. Els urbanistes havíem estudiat que existia el model de ciutat europea compacta i el model de ciutat llatinoamericana dispersa, i en aquest moment l'aspecte físic i l'organització de la Barcelona real no es distingeixen gaire dels de Rio de Janeiro, Bogotà o Buenos Aires. Però aquesta situació no és casual. En els últims deu anys, des del 1988 fins al 1998, s'han construït 500 km de vies i carrers a l'àrea metropolitana de Barcelona amb una inversió de 300.000 milions de pessetes, i en aquest mateix període tan sols s'han habilitat 8 km nous de metro, amb un cost d'inversió de 38.000 milions de pessetes (compensat per un altíssim cost de subvenció a l'explotació).

Com a resultat d'això, les pautes de distribució del transport a Barcelona ciutat s'han mantingut més o menys semblants a les de fa quinze anys, però el percentatge d'utilització del vehicle privat per la mobilitat a l'entorn de la ciutat s'ha incrementat fins al 70%, és a dir, que el ciutadà de l'àrea metropolitana està obligat a agafar el cotxe per anar a l'estudi o a la feina en un 70% dels casos. Si observem el desenvolupament de l'energia que gastem, veiem que des de l'any 1975 Catalunya consumeix de mitjana el doble de kilotonelades equivalents de petroli, però el consum parcial d'energia en transport, la majoria en vehicle privat, s'ha triplicat.

No podem deduir d'aquestes xifres que la política viària hagi estat dolenta. L'extensió de la xarxa ha millorat i ha igualat els nivells d'accessibilitat en tots els municipis, ha igualat les oportunitats, ha estès els nivells de renda, ha creat noves centralitats, ha permès crear un trànsit més racional i per tant també ha permès recuperar voreres o enderrocar alguns viaductes. Però el desequilibri en la inversió entre els sistemes de transport i la falta de previsió en l'extensió del sistema de transport públic ha determinat que actualment entrin tres vegades més vehicles a Barcelona que fa vint anys, i l'Ajuntament de Barcelona tan sols ha respost creant aparcaments al centre de la ciutat o aparcaments de dissuasió tan a prop del centre (plaça de les Glòries) que evidentment no resolen el problema.

El càlcul de la petjada ecològica de la ciutat, o sigui la quantitat de territori que una ciutat necessita per mantenir-se en el seu ritme de desenvolupament, ha revelat que Catalunya té un consum de territori biològic (boscós, agricultura o espais per a la renovació del CO₂) d'un 2,25 hectàrees per habitant, que té un territori equivalent al seu consum d'energia d'1 hectàrea per habitant i que la ciutat construïda ocupa 0,05 hectàrees per habitant. Per tant, el nostre model de desenvolupament té una petjada ecològica de 3,3 hectàrees per habitant, i quan apliquem aquests paràmetres al total de la població veiem que Catalunya necessita un territori de suport de cinc vegades la seva extensió, la qual cosa evidencia que estem consumint molt més espai del que disposem.

La despesa energètica de Catalunya és semblant a la despesa de països amb el nostre mateix nivell de renda, però en el nostre cas és acompanyada d'un gran desaprofitament que també és un bon indicador del model de ciutat que tenim. Produïm 900 kg per habitant i any de residus de la construcció que provenen d'enderrocaments, però també de material de construcció nou que ha estat mal utilitzat o mal reciclat. I aquest és el punt on voldria incidir, perquè aquests residus no se separen ni es reciclen. Es podrien separar els metalls i ser utilitzats per construir altres coses, triturar els materials petris i els totxos per fer-ne formigons, utilitzar els residus de la fusta per fer-ne conglomerats i plaques, utilitzar els residus plàstics per fabricar mobiliari urbà, tanques o materials aïllants, triturar els pneumàtics per millorar les mescles asfàltiques i utilitzar els fangs de depuració per fer ceràmiques. En altres països ja es fa.

No estem parlant de materials de fi de cicle de vida, com les neveres o els cotxes que no són fàcils de reciclar, sinó que parlem dels materials de construcció, que podrien servir per urbanitzar i que no utilitzem simplement perquè no son macos, perquè la nostra urbanització està seguint un model que es

va generalitzar des del període olímpic, que és marcada corporativament per una certa elit dels urbanistes i arquitectes que només utilitza granit, acer inoxidable i una gran proliferació de punts de llum.

La primera aberració d'aquest estil va ser la plaça de la Universitat; i el model de l'acer i el granit s'ha estès per tota la ciutat, a la plaça Molina, les places de les Corts i a les places de Ciutat Vella. No estic en contra de l'acer i el granit, però sí en contra de la seva generalització com a únic mecanisme d'urbanització, perquè el granit no és renovable ni reutilitzable i és un recurs mineral escàs a Catalunya. L'acer té un cost energètic de producció d'impacte mitjà-alt, perquè consumeix energia, produeix residus metàl·lics que col·laboren a toxificar les aigües residuals i a acidificar l'ambient, contribueix a produir l'efecte hivernacle i, a més, és econòmicament molt car.

Encara que la ciutat ha guanyat en espais verds, s'hauria de quantificar quant verd ha perdut en aquesta transformació que es basa en un criteri estètic autoqualificat de minimalista i en un dubtós criteri de disminuir la necessitat de manteniment. Ningú s'ha parat a estudiar els seus mínims efectes. Estem convertint la pell de la ciutat en una mena de crosta impermeable on cap gota d'aigua penetra al sòl, i això és greu, perquè perdem humitat, perdem riquesa en la capa edàfica, perdem capacitat de sostenir vegetació i perdem recàrrega dels aqüífers, perquè aquesta aigua que cau no es filtra, sinó que és recollida per uns tubs que la porten al mar o a les depuradores.

Les infraestructures que suporta el carrer són aspectes de la urbanització menys evidents però que també cal analitzar. Estem consumint el triple d'asfalt que fa vint anys només perquè les normes de ferms de carreteres han canviat i les apliquem mimèticament a la ciutat. Estem dimensionant les clavegueres perquè suportin grans pluges d'un període de retorn de cent anys, però com que les depuradores han de funcionar amb un cabal constant i tan sols admeten un volum de tres vegades les aigües residuals, que és molt menor que aquell, aboquen a les rieres el sobrant d'aigües. Aigües que porten fosfats, residus sòlids en suspensió i materials orgànics sintètics en grans quantitats. No costaria tant entendre un model de clavegueram més racional que es dimensionés de manera més sensata. La utilització d'aquestes aigües per fer llacs serviria per depurar-les, per donar vida a la ciutat, però també caldria acceptar les males herbes i els mosquits, i això ja no és bonic ni de disseny.

El consum de luxe en enllumenat públic de les ciutats occidentals és un escàndol. Les normes tècniques diuen que els cotxes no poden sofrir enlluernaments i que per tant els carrers ha de tenir un nivell mínim de llum i que aquesta ha de tenir una distribució uniforme. I així, amb els mateixos mètodes de càlcul de l'enllumenat de les carreteres, s'ha calculat també la llum per a les voreres de vianants, els passeigs i les places, i la il·luminació és tan intensa que arriba en alguns casos a molestar els veïns. Estem fonent urbanització de qualitat amb il·luminació model Disneylàndia, i en introduir aquest model en el subconscient col·lectiu, arribem a l'extrem que mostren les postals turístiques de la majoria de ciutats.

És veritat que en el tema de l'enllumenat s'han produït moltes millores tècniques, hi ha bombetes de vapor de sodi que duren més, hi ha mètodes de con-

trol de la il·luminació, hi ha reguladors de flux, etc., però també cal recordar que el 50% de l'energia elèctrica que gasten els ajuntaments és encara en enllumenat públic en ritme creixent.

I així podríem seguir amb quasi totes les infraestructures, com per exemple les xarxes d'aigua potable. Estem entestats a aconseguir pressions d'aigua molt elevades, però a la vegada n'estem perdent quasi un 25% en fuites de la xarxa. Estem creant mecanismes complicats per a la neteja del clavegueram o per al rec de les plantacions, i som incapaços d'aprofitar aquestes pèrdues d'aigua de les xarxes.

En realitat, en matèria de criteris d'algunes tècniques d'urbanització, les coses han avançat molt poc des de l'època dels romans i encara menys des del segle XIX. És cert que s'ha incrementat enormement la tecnologia, però els enginyers de cada especialitat (de trànsit, de llums, d'aigües, d'electricitat, de rieres) dimensionen les infraestructures aïlladament per la màxima sol·licitació, pel dia que plogui més, pel dia que tots encenem la bombeta a la vegada o obrim l'aixeta a la vegada, i en conseqüència produïm unes xarxes desmesurades i que no aprofiten els avantatges de les possibles interrelacions.

La major part dels dies de l'any, però, hi ha una mínima sol·licitació i les estructures sobredimensionades i costosíssimes funcionen malament, perquè no tenen el volum mínim de sol·licitació per al qual foren dimensionades. Per exemple, el dia que no plou l'aigua d'una claveguera enorme construïda perquè hi càpiga l'aigua de pluja i l'aigua negra, no té velocitat i queda estancada. O les grans canalitzacions de rieres estan buides quasi tot l'any, convertides en abocadors de deixalles, de tal manera que quan hi ha una avinguda té poc espai per al desguàs.

A l'actualitat la cosa es complica, perquè ha aparegut la tecnologia digital de la fibra òptica, el cable i el negoci de la televisió, i la ciutat s'està omplint de cables. Algú s'ha de fer càrrec de la planificació i gestió de les xarxes que constitueixen un conjunt unitari que no pot ser dimensionat des de les perspectives aïllades i especialitzades de cada una, perquè això significa caure en les normes tècniques desmesurades i sota la dictadura de les companyies subministradores que dissenyen les infraestructures segons el seu criteri, i demanen els materials més cars, les dimensions més grans i el màxim consum d'espai públic.

Però en el fons no hi ha culpables o tots som culpables. El problema ve de la tecnocràcia, de la visió parcial de l'arquitecte i de l'enginyer que no vol ser criticat el dia que plogui més o que hi hagi més trànsit. Aquesta tecnocràcia parcial de l'espai urbà produeix una confusió molt gran al ciutadà, i aquest ha acabat confontent estàndard de cost amb qualitat de vida i ha acabat entenent que la seva qualitat de vida és més elevada perquè el carrer és més ric. La culpa és dels tècnics i dels ciutadans poc exigents amb el seu entorn immediat. Però també crec que part de la culpa recau als denominats ecologistes, perquè obsessionats amb grans temes no dediquen el seu esforç a lluitar pels temes de la vida quotidiana, i aquesta reflexió, en aquest fòrum, només ha tingut l'objectiu de mostrar, molt superficialment, quant falta per estudiar i reflexionar respecte a la sostenibilitat i la convivència amb el medi ambient.

Ciència i política del canvi climàtic

Josep Enric Llebot

El canvi climàtic és una problemàtica ambiental que cal analitzar-la des d'un punt de vista científic, tècnic, polític i social, a través de la comprensió dels mecanismes que condicionen el clima i de la realització de models predictius que ens ajudin a determinar les mesures d'acció que cal emprendre. Quan parlem de clima, intuïtivament pensem en el temps meteorològic. La meteorologia, però, analitza algunes variables atmosfèriques, com la temperatura, la pressió, la humitat o el vent en un moment determinat instantani, i obvia molts altres elements que no tenen una variabilitat temporal prou gran per ser importants en una previsió a deu dies vista. Per exemple, per calcular el balanç de la radiació solar és important tenir en compte un paràmetre que fa referència a la reflectivitat de la superfície terrestre o de l'atmosfera, l'albedo. Des d'un punt de vista meteorològic l'albedo és un component constant, perquè la quantitat de superfície terrestre coberta per gel o neu varia estacionalment, però les previsions del clima tenen una escala temporal més gran, i aquest factor en aquestes previsions sí que tindrà importància. Tot i que la nostra intuïció ens diu que els meteoròlegs cometen molts errors en la predicció del temps, els encerts són molt freqüents. La meteorologia treballa amb el sistema atmosfèric que està relativament ben controlat, en canvi la climatologia ha de treballar amb sistemes acoblats que experimenten relacions contínues. Els climatòlegs estudien l'atmosfera però també tenen en compte la interacció de l'atmosfera amb la hidrosfera (la coberta dels mars i oceans), amb la criosfera (la coberta de glaç de tota la superfície terrestre), amb la biosfera, i finalment una interacció menys important amb la litosfera. El tipus d'elements que introduïm als models climàtics també depenen de la seva escala espacial i temporal. Si, per exemple, volem reproduir les glaciacions del passat, en una predicció climàtica haurem de tenir en compte les variacions en l'òrbita de la Terra al voltant del Sol, ja que les escales de temps del model tenen un ordre de magnitud de milers d'anys, però si, en canvi, volem fer previsions per a l'any 2100, aquests canvis ja no seran un factor de gran variació i, per tant, els incorporarem com una component constant. De la mateixa manera, s'hauran de tenir en compte també les activitats antropogèniques, com els canvis en l'ús del sòl o l'increment de gasos a l'atmosfera en els models climàtics d'una escala de 100 a

1.000 anys. L'anàlisi de les escales temporals ens permet saber quines variables s'han de tenir en compte per fer una modelització del clima i de quina manera s'han de tenir en compte.

La radiació solar aporta l'energia responsable de la vida a la Terra. El balanç energètic global, o sigui la capacitat que té l'atmosfera per absorbir radiació o per difondre-la, determinarà la temperatura terrestre. La radiació solar no arriba per igual a totes les regions de la Terra. A les latituds equatorials hi ha un balanç de radiació positiu, és a dir que hi arriba més energia que no pas en marxa, però, en canvi, el balanç a les zones polars és negatiu. Les diferències de radiació produeixen una circulació de l'aire al globus terrestre que constitueix un mecanisme natural de redistribució de l'energia. Com que aquest comportament és important en la determinació del clima, cal quantificar-lo i introduir-lo als models de previsió. Per fer-ho s'estableixen, en primer lloc, les equacions del moviment amb les forces de pressió, de Coriolis, de fregament de l'atmosfera amb la superfície terrestre, les quals intervenen en la descripció dels moviments atmosfèrics. També cal modelitzar els canvis en la composició atmosfèrica, ja que els moviments de l'aire estan generats per diferències en la radiació, i l'absorció de la radiació per part de l'atmosfera depèn a la vegada dels gasos que la componen i de la seva variabilitat temporal. Val a dir que aquesta incidència és poc perceptible a nivell meteorològic. Malgrat que la quantitat de vapor d'aigua de l'atmosfera és molt variable, malgrat que el CO_2 està augmentant i malgrat que actualment hi ha més metà i menys ozó a l'estratosfera, el comportament diari de l'atmosfera segueix uns patrons bastant homogenis i constants. Però no està tan clar què passa amb aquests patrons de comportament meteorològic quan es vol assolir una predicció climatològica. Els models meteorològics fan previsions mitjançant les equacions que hem esmentat, però es van actualitzant contínuament amb el que en diem la «veritat terreny», o sigui aquelles mesures de l'estat de l'atmosfera que es recullen contínuament a les estacions meteorològiques repartides per tota la Terra i de les dades obtingudes a partir de l'observació meteorològica amb satèl·lits. La integració d'una part matemàtica analítica de coneixement del temps i de les dades experimentals de la veritat terreny fan dels models meteorològics una eina de gran fiabilitat en la predicció, llevat d'esdeveniments molt locals. Amb els models climatològics, en canvi, es pretén fer avaluacions estadístiques fiables a llarg termini, per exemple a un any vista per a l'estudi del fenomen El Niño o a cent anys vista en el cas del canvi climàtic. La dificultat d'aquest procediment és complementar el nostre model amb les veritats terreny, ja que l'escala temporal de les mesures experimentals és molt petita comparada amb el temps de predicció que volem assolir. Per tant, tenim models precisos en les seves prediccions però incerts davant la impossibilitat de produir aquesta normalització. De fet, sí que hi ha un cert grau de calibració en els models climàtics, perquè es realitza una actualització a partir de la història climàtica de la Terra corrent els models cap al passat. D'aquesta manera es fa un lligam de la veritat passada amb les prediccions del que hauria passat segons com entenen els models i s'obtenen uns resultats d'una certa confiança.

Quan es parla de models de canvi climàtic cal afegir-hi un altre aspecte molt important, l'aspecte antropogènic. Ja hem vist que el comportament de l'atmosfera està basat en el seu contingut de gasos, i aquest depèn fortament de l'activitat humana. Els temes de canvi climàtic moltes vegades generen la polèmica sobre si existeixen prou evidències científiques dels impactes de l'ésser humà en el clima. El que ningú no dubta, però, és que el CO₂ ha anat augmentant al llarg d'aquest segle i que aquest augment és degut a la crema de combustibles fòssils. L'observatori de Mauna Loa (Hawaiï) té el registre de mesures directes més llarg de contingut de CO₂ a l'atmosfera, que mostra com des de l'any 1958 els nivells han anat augmentant gradualment. Els models climatològics intenten avaluar aquest creixement i preveure'n les conseqüències a partir de l'anàlisi dels components climàtics, però hi ha un altre element que fa una mica més complexa la modelització del futur i que no correspon als científics del medi físic sinó als científics socials. Aquest element són les prediccions del ritme d'emissions de CO₂ a l'atmosfera produït per les activitats humanes, i això està influenciat per una multiplicat de factors, com els nivells de desenvolupament econòmic o de desenvolupament tecnològic dels diferents països. Per tant, la viabilitat dels models de predicció està condicionada per la incertesa pròpia del sistema natural i per una incertesa afegida que depèn dels escenaris del futur de les emissions atmosfèriques, calculats en funció de les previsions en la dinàmica social i econòmica.

Un punt molt notable en l'anàlisi dels esdeveniments relacionats amb la política i la ciència al voltant del canvi climàtic és la creació l'any 1988 per part de les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial del Panell Intergovernamental per al Canvi Climàtic, IPCC. L'IPCC és una comissió formada per científics d'arreu del món, experts en temes sectorials del canvi climàtic, que elaboren un compendi de l'estat de la recerca en temes de canvi climàtic, no només estrictament del medi físic sinó també de la recerca dels possibles impactes previstos i de les possibles mesures des d'un punt de vista social, econòmic i polític. La visió integradora de l'IPCC ha permès desenvolupar una anàlisi sobre el canvi climàtic bastant consensuada entre tota la comunitat científica. El context científic i polític de final dels anys noranta va portar a l'elaboració d'uns acords internacionals positius des del punt de vista polític, però insuficients des del punt de vista tècnic, durant la Conferència de Kyoto (1997). En l'acord de Kyoto es reconeix l'IPCC com un àrbitre científic i s'estableixen reduccions globals d'emissió per una sèrie de gasos d'efecte hivernacle (CO₂, metà, òxid nítrós, CFC o hexafluorur de sofre) per al període 2008-12 principalment en països desenvolupats. Per als redactors de l'IPCC i els negociadors del conveni de Kyoto els acords assolits van ser, però, manifestament insuficients en vista de l'evidència científica de l'efecte antropogènic sobre els gasos de l'atmosfera. Els països en vies de desenvolupament, per exemple, no es van incorporar al conveni i, justament, aquests països tenen actualment les taxes d'emissions més baixes i per tant unes taxes probables d'increment de les emissions extraordinàriament més altes. Finalment, es va progressar de manera modesta en tres punts que tenien per objectiu establir uns mecanismes de

transferència de tecnologia entre els països: el mercat d'emissions, els mecanismes d'un desenvolupament net i la implementació conjunta d'estratègies de reducció d'emissions. El mercat d'emissions permet que un país desenvolupat incapaç de reduir les emissions tal com el protocol estableix pugui comprar-les a uns altres països que sí que l'han complert. Això té l'avantatge que globalment s'assoleix l'objectiu, però ha estat un mecanisme extraordinàriament criticat, perquè no va a l'arrel del problema, sinó que perpetua les condicions dels països més contaminants sense que aquests es vegin forçats a prendre mesures estructurals importants. El mecanisme de desenvolupament net és un intent d'establir relacions entre els països desenvolupats i els països en vies de desenvolupament. Evidentment, és molt difícil pels països en vies de desenvolupament parlar de temes tan subtils com els ambientals enfront de les seves condicions econòmiques i socials precàries. Aquest punt del protocol estableix que els països rics poden fer inversions en tecnologia neta als països pobres, de manera que les iniciatives industrials d'aquests països puguin utilitzar una tecnologia amb nivells d'emissions més baixos que la tecnologia antiga. D'aquesta manera, els països en vies de desenvolupament tindrien unes emissions més baixes i els països inversors se'n podrien descomptar de la seva quota d'emissions. Malgrat que és un mecanisme positiu, el problema rau a determinar quin és l'estalvi real que es produeix. Per últim, la implementació conjunta d'estalvi d'emissions inclou propostes més globals, com, per exemple, que un país desenvolupat inverteixi en reforestació de boscos per tal que els arbres capturin CO_2 de l'atmosfera.

En els temes de canvi climàtic hi ha hagut una campanya que, malauradament, esdevé molt comuna als problemes ambientals. Davant la incertesa que ofereixen els models de previsió climàtica, una part de l'opinió pública, a vegades manifestament manipulada, pensa que no cal actuar davant del canvi climàtic perquè no està comprovat científicament que s'estigui donant. Però no crec que això sigui un motiu suficient per no actuar, i no tant per la por dels possibles impactes futurs, sinó per una qüestió de sostenibilitat. Estem incrementant els nivells de CO_2 a l'atmosfera perquè la utilitzem per sobre de la seva capacitat de funcionament, i al marge de si hi haurà o no un cataclisme ambiental, sabem que el nostre desenvolupament social i econòmic dels propers anys ha d'anar acompanyat per d'uns nivells d'emissions menys impactants que els actuals.

L'extinció de les espècies: entre la ignorància i la tolerància

Àlex Aguilar

El principal repte que afronta la humanitat al final del mil·lenni és conciliar el creixement demogràfic de l'espècie humana, l'ocupació de l'hàbitat i les activitats urbanes i industrials amb la conservació del medi natural. El creixement de la població va ser durant molts segles insignificant, però fa aproximadament dos segles i mig es va produir una caiguda en les taxes de mortalitat com a conseqüència de millores en la medicina, la higiene i l'alimentació que va portar a un creixement rapidíssim de la població. L'impacte demogràfic i la mala capacitat de l'ésser humà per gestionar els recursos vius ha estat absolutament devastador per al medi, fins al punt que actualment es considera que la taxa de desaparició de les espècies encara desconegudes és més ràpida que la taxa de descripció i identificació d'aquestes noves espècies. L'extinció de les espècies és un fenomen natural però l'ésser humà n'ha incrementat la magnitud a través de tres mecanismes principals. En primer lloc, s'ha donat una eliminació intencionada dels organismes, ja sigui per una sobreexplotació, perquè competeixen amb nosaltres en l'explotació de recursos, perquè són plagues o bé perquè produeixen o transmeten algun tipus de malaltia. Les activitats humanes comporten també una eliminació accidental d'organismes, que en el cas de ser intensa i persistent, pot produir una situació d'extinció. Finalment, el grup més important i més difícil d'entendre i de resoldre és l'extinció relacionada amb l'alteració de l'hàbitat. L'ésser humà elimina hàbitats sencers o components de l'hàbitat que són necessaris per als organismes, degrada l'hàbitat introduint-hi modificacions que disminueixen l'eficàcia dels organismes per sobreviure-hi, o senzillament contribueix a establir processos d'extinció fragmentant l'hàbitat i aïllant les poblacions. L'extinció de les balenes i de la foca o vell marí del Mediterrani representen dues problemàtiques d'extinció directa i d'extinció indirecta absolutament oposades que il·lustren les situacions extremes que podem trobar en els processos d'extinció.

La caça de la balena és un exemple d'acumulació d'errors en la gestió de les explotacions que ha conduït a la destrucció de moltes poblacions i ha contribuït a crear una incertesa sobre el procés de la gestió global dels recursos vius. Hi ha registres de la presència d'una activitat balenera estable des del segle IX, quan les balenes es caçaven a prop de terra amb petites barquetes de rem per extreure'n oli. Durant molts anys aquesta activitat es va anar estenent des del País Basc cap

al nord, i a principis del segle XVI n'hi havia una presència continuada. Cap als segles XVI-XVII la millora de la capacitat de navegació va permetre treballar les balenes no només a la costa, sinó també a mar oberta, estenent el mercat a noves espècies que eren més ràpides. La caça, però, es veia dificultada pel fet que la majoria de balenes un cop mortes s'enfonsen, i per aquest motiu tota l'explotació balenera fins al segle XIX es va centrar només en les dues espècies que suren: la balena dels bascos (*Eubalaena glacialis*) i el catxalot (*Physeter macrocephalus*). En aquella època no hi havia la concepció de mantenir el recurs a llarg termini i es matava tot el que es trobava. Aquesta pràctica sense control va portar a l'extinció de les poblacions a totes les zones on hi havia activitat balenera. El 1875, Svend Foyn, un balener noruec, va patentar un canó que disparava arpons i que permetia caçar balenes des del vaixell en lloc de perseguir-les amb petites barques. Aquesta millora tècnica, juntament amb altres desenvolupaments, com l'aparició de l'aire comprimit i els motors a vapor, va representar un canvi importantíssim per al mercat de la balena i va obrir les portes a una sèrie d'espècies que havien estat al marge de l'explotació, entre elles la balena blava (*Balaenoptera musculus*). La balena blava és l'animal més gran que ha existit al planeta, pot mesurar fins a 35 metres i pesar 180 tones, i és lògicament el més rendible. Immediatament totes les operacions baleneres es van concentrar en aquesta espècie i van estar actuant d'una manera molt intensa durant anys. Els vaixells van créixer de mida, es van equipar de plantes de congelació i el mercat de transformació dels productes extrets baleners ho aprofitava gairebé tot. El preu dels productes de balena es va disparar. A principis de segle la caça de la balena era una indústria extractiva de primer ordre i l'explotació marina que més rendiment econòmic —tenint en compte la inversió— ha donat mai. La tècnica va anar millorant, es van començar a construir vaixells factories i les operacions baleneres es van estendre pertot arreu, fins i tot en zones distants com l'Antàrtida, on tradicionalment hi havia una densitat de balenes més elevada. Aquesta pràctica va continuar fins que les poblacions de balena blava van començar a notar l'impacte de l'explotació. La mortalitat va afectar sobretot a femelles, sovint reproductores, que eren més grosses que els mascles i de moviments relativament lents. Lògicament, això va representar un impacte importantíssim per a la població i va arribar un moment que les balenes blaves eren molt poc abundants i els baleners no en treien els mateixos rendiments. Llavors van començar a pescar la segona espècie en mida, el rorqual comú o balena d'aleta (*Balaenoptera physalus*), que mesurava només 27 metres, pesava 120 tones i era més ràpida de moviments. Durant prop de dues dècades es va estar explotant aquesta espècie al mateix temps que es donava mort a les balenes blaves que es trobava. Les poblacions de rorqual comú no eren tan abundants com les de balena blava i van caure en picat. Els baleners van passar llavors a la següent espècie en mida, el rorqual del nord (*Balaenoptera borealis*), de 19 metres i 60 tones de pes, a part de caçar esporàdicament les dues altres espècies. Quan aquesta espècie va seguir el mateix cicle d'explotació, sobre-explotació i reducció de les poblacions van passar a la següent espècie en mida, i així successivament fins als anys setanta, quan es caçava la més petita de les balenes, la balena d'aleta blanca (*Balaenoptera acutorostrata*). Aquest cicle de sobre-

explotació va tenir lloc a l'Antàrtida, al Pacífic i a l'Atlàntic, i va provocar moltes crítiques i preocupació per part dels propis baleners, que veien com es quedaven sense recurs. L'any 1949 es va crear el primer organisme encarregat de gestionar un recurs viu, la Comissió Balenera Internacional, que no va fer res més que presidir i documentar el procés d'extinció successiva. L'any 1985 hi va haver un canvi en les percepcions sobre la conservació del medi. Molts països sense interessos baleners es van fer membres de la comissió balenera, i aquesta va fer un gir en la seva actitud adoptant una mesura insòlita en aquell moment: es va aprovar la moratòria, és a dir, la decisió de no caçar balenes durant uns quants anys fins que es disposés d'elements suficients que permetessin una explotació fiable. Alguns països van acceptar la moratòria, però d'altres, com Japó, Islàndia o Noruega, van aprofitar una petita norma del conveni que permetia a tots els països membres de la comissió fer captures amb finalitat científica, i va continuar així una captura molt més petita.

La mala gestió de la caça de la balena no va ser mai una qüestió d'ignorància, sinó que hi va haver una perversió dels principis de gestió, ja que interessava més la destrucció del recurs que el seu manteniment. Els baleners havien sabut sempre que estaven eliminant el recurs, coneixien la taxa de reproducció de les balenes i sabien que mantenir una explotació sostenible no era econòmicament rendible, sinó que era molt més interessant arrasar una zona i assumir el cost de traslladar totes les factories i el personal a un altre lloc. Actualment algunes poblacions s'han extingit, moltes poblacions no s'han recuperat com estava previst i s'han quedat estancades, com els pocs milers d'individus de la balena blava que queden a tot el món, tot i que algunes espècies han tingut increments molt marcats fins al punt que actualment podrien ser susceptibles d'explotació. La balena constitueix un cas d'extinció senzill, on una activitat humana intensa fa reduir la població i en el moment que la pressió desapareix hi ha una certa capacitat de revertir el procés.

La trajectòria del vell marí (*Monachus monachus*) ha estat molt diferent. La foca europea mediterrània per antonomàsia era molt abundant al Mediterrani, a la mar Negra i a la franja temperada de l'oceà Atlàntic. Aquesta espècie menja peix comercial de costa i va aprendre ràpidament a agafar el peix de les xarxes dels pescadors. Aquests sempre la van identificar com un competidor i un destructor dels seus ginys de pesca i, per aquests motius, calia exterminar-la. A l'Atlàntic va ser objecte de captura als segles XVII-XVIII fins a la seva pràctica eliminació, i aquest procés es va repetir a tot el Mediterrani. Les foques de les costes espanyoles, per exemple, es van matar a garrotades o a trets, i les últimes poblacions daten dels anys seixanta. A partir d'aquesta època se'n va prohibir la caça, però llavors les foques es van trobar que no podien sortir a descansar a les platges perquè estaven ocupades per gent, carreteres i ports. Això va fer que un animal que inicialment vivia en platges passés a viure a l'interior de coves protegides, a vegades fins i tot amb entrada subaquàtica. Totes les poblacions de vell marí viuen actualment en coves petites, i això comporta problemes per l'espècie, ja que es converteixen en trampes quan hi ha mala mar i els animals, especialment els cadells, hi moren ofegats. Les taxes de reproducció tampoc funcionen bé, són

animals que tenen la capacitat de reproduir-se cada any, però a la practica ho fan cada tres o quatre anys sense que se'n sàpiga el motiu. També hi ha una alta mortalitat perinatal que segurament reflecteix problemes reproductius d'índole molt diversa, com per exemple problemes genètics causats per les altes taxes de consanguinitat. En aquest moment el nucli poblacional més gran es troba a les costes del Sàhara i està compost per 110 animals —quan la foca era un animal colonial que vivia en grups d'uns mil individus—, però les altres poblacions són grups de 10-15 individus o fins i tot menys. Per altra banda, el mar Mediterrani té una concentració de contaminants inhibidors de la reproducció prou elevades per afectar la fecunditat. És possible que tant els elevats nivells de contaminació com la baixa diversitat genètica n'estiguin alterant la capacitat de reproducció. Paral·lelament, durant les dues últimes dècades s'han observat sovint mortaldats massives de mamífers marins per motius aparentment independents i encara s'està discutint si es tracta de processos naturals o si han estat causats per la influència humana. El 1997 el vell marí va patir una d'aquestes mortaldats, que en aquest cas va ser deguda a una intoxicació per toxines produïdes per dinoflagel·lats planctònics. Com a conseqüència, en van morir dues terceres parts de la població mundial. La reacció de la comunitat científica i de conservació va ser lenta i va patir l'acusació de dilatar les investigacions en lloc d'actuar. S'han fet campanyes de sensibilització als pescadors, però no ha servit de res. També es va fer un intent de posar en marxa un programa de cria en captivitat, però, per raons mai gaire clares, finalment es va abandonar. S'han fet campanyes per recuperar cadells, però novament això ha estat subjecte de moltes trifulgues, ja que s'ha qüestionat la seva introducció al medi perquè eren animals inútils per a la reproducció i per a la integració en l'estructura de la població i que a més podrien introduir malalties associades a l'ésser humà. En aquests moments queden uns tres-cents animals a tot el món que formen poblacions residuals que ocupen hàbitats aparentment subòptims, raons per les quals es dubta de la seva viabilitat. Les úniques operacions que podrien tenir un cert èxit serien les d'agregació dels animals de diverses zones en un lloc protegit per intentar aixecar la diversitat genètica de les poblacions, però aquesta és una actuació d'èxit dubtós i impracticable en l'actualitat. El cas del vell marí ens mostra l'extinció d'unes poblacions que han estat objecte de diverses pressions i ens planteja la gran dificultat que hi ha a l'hora de prendre iniciatives de conservació sense disposar de la informació ni dels instruments de gestió adients.

Els humans utilitzem els éssers vius per alimentar-nos, per produir materials i productes farmacèutics, però a la vegada som un element de l'ecosistema. No sabem quina fracció de la biodiversitat és necessària perquè funcioni el planeta, ni tan sols si tindrem capacitat de sobreviure en el cas que l'ecosistema deixi de funcionar. Normalment operem amb una certa tranquil·litat, perquè assumim que la tecnologia avança més ràpidament que la pressió humana sobre les espècies en extinció. Les projeccions demogràfiques més recents, però, mostren un sostre d'11.000 milions d'habitants al 2050, més o menys el doble de l'actual, i com que no sabem en quin estat estarà el planeta d'aquí a mig segle, hauríem d'intentar aplicar una filosofia que conciliés les nostres activitats amb la supervivència de la resta d'organismes que viuen al planeta.

La ciutat com a idea d'equilibri

Josep Olives

La ciutat ha estat originàriament un model d'organització de l'habitatge humà. Avui tenim habitualment la idea que les primeres ciutats van ser construïdes per amuntegament d'edificis, tal com ha succeït posteriorment en aparèixer gradualment una barriada, per exemple, o una nova aglomeració. Però això no fou pas la norma a l'urbanisme dels orígens, que tingué sempre, segons consta, un caire fundacional. La fundació de les ciutats era un acte ritual d'enorme importància social i política, perquè significava la fundació de la vida comunitària i a la vegada representava la creació del món. La forma mateixa de la ciutat amb els elements importants al centre —l'altar, el temple, l'àgora, o el mercat— i la perifèria delimitada per unes muralles, que es consideraven inviolables, constituïa un model d'ordre. Feia que la ciutat fos com una petita obra d'art, i una mena de text carregat de valuosa informació. En realitat, estava dissenyada talment una maqueta que representava a escala l'ordre de l'univers i que a la vegada servia de base per a l'organització social. Fou, doncs, un model d'habitació, però també a la vegada un model d'equilibri de l'ésser humà amb la seva comunitat, així com un equilibrat model de convivència entre societat i naturalesa.

Seguint el model aprorístic i cosmogònic, que presenta grans similituds arreu del món, es van fundar la majoria de ciutats, tant d'Europa com d'Àsia i Amèrica, fins que el dit model, a la vegada urbà i polític, amb el ritual de fundació que li estava associat, van anar perdent vigència. Al segle VII aC, en iniciar-se el període clàssic de l'antiguitat, tot això havia esdevingut un record mig legendari. Malgrat que no haguem pogut conèixer directament els esmenats orígens sagrats i prodigiosos de la urbanística, sembla que en quedi una certa aroma en la representació que avui encara ens fem de les antigues ciutats d'Atenes, Roma, Toledo, Jerusalem o Cadis, evocadores de civilitat i categoria humana.

Malgrat que haguem perdut quasi el record del que fou el model urbà en l'etapa arcaica o fundacional, és evident que alguna cosa de la seva força i la seva gràcia se'n conservà al llarg de la història. Les ciutats sempre hi apareixen com els llocs privilegiats de la cultura, l'art, la intel·ligència, la llibertat, i com a testimonis petrins dels valors humans. Amb raó han estat anomenades «arxius

de la història». Fins a mitjan segle darrer, i malgrat les destruccions i reconstruccions sofertes, mantingueren els trets essencials de la seva estructura tradicional: el centre, les muralles, el carrer (o carrers) major(s), i el valor simbòlic de nombrosos elements, que significativament marcaven les parts de la seva trama, articulant-la com un organisme viu i essencialment bell a la vegada, en tot cas ordenat, significatiu, i ben distint del territori circumstant.

Però heus ací que la forma urbana canvia totalment amb l'adveniment del món modern, que marca un gran canvi del vell model d'equilibri entre la societat i el medi ambient. La ciutat en la seva forma tradicional és destruïda d'una manera que, a més de real, és emblemàtica, simbòlica i digna de ser tinguda en compte. Això es pot observar pel que fa a un dels elements essencials, mantingut al llarg dels segles, a través de les remodelacions i ampliacions. Ens referim a les muralles, que son enderrocades al segle XIX, la qual cosa marca significativament, des del punt de vista urbanístic, la revolució moderna i el començament d'una nova etapa, caracteritzada, entre altres coses, per l'enorme creixement de la ciutat i la progressiva dissolució de la seva forma.

Observem com les muralles, a més de ser un element essencial que identifica la ciutat antiga i tradicional, tenen una gran importància simbòlica, especialment en els orígens, però també pel valor semàntic essencial implícit a la seva forma. Des d'aital punt de vista, podem reconèixer que no només servien per a la defensa, ans també representaven, pel seu caràcter circular i constrictiu, la idea de límit, tan grata i sagrada pel món premodern: límit en l'expansió de l'hàbitat edificat (hi ha una extensió ideal de la ciutat) i límit en els processos que configuren el teixit de la vida comunitària (el poder, l'economia, la informació, la guerra, la gaubança, etc.). En desaparèixer del context europeu (després mundial) el model tradicional de la ciutat, el qual bé o malament havia durat mil·lennis, és precisament quan també desapareix la idea d'un límit del creixement del poder, l'economia, la tecnologia i els recursos materials en general.

Aquest gran canvi és el que marca l'adveniment del capitalisme, que, filosòficament considerat, és el desenvolupisme en l'aspecte econòmic, i no contempla mai en la seva teoria el concepte de límit. Avui, però, alguns efectes perversos d'aquest règim de vida, tan típic de la modernitat, ens obliguen a plantejar-nos altra vegada la qüestió dels límits. I és en aquest sentit, entre altres, que l'estudi del model urbà pot resultar-nos interessant o d'actualitat. És una clau important per poder aprofundir la idea de sostenibilitat.

Una de les principals diferències que ens distingeix de les civilitzacions antigues en general és que aquelles consideraven el creixement com un element que s'havia de saber regular, perquè tan sols era considerat positiu sota certes circumstàncies. La virtut, el benestar o la felicitat tenien més a veure amb un equilibri que no pas amb una maximització dels beneficis. A partir del moment que es trenquen les muralles, les ciutats s'escampen pel territori com a taques d'oli i es comencen a produir situacions caòtiques difícils de resoldre. La ciutat mateixa esdevé un càncer que revesteix una patologia típica dels nostres temps i que denota un desequilibri en qüestions urbanístiques, en l'organit-

zació dels transports, en la salubritat i en totes les qüestions de malestar social. Tal destrucció no significa la total desaparició de les restes del model urbà arcaic. Barcelona, per exemple, és una de les ciutats que, malgrat que ha perdut les seves muralles, encara conserva importants elements d'urbanitat en el casc antic, com alguns fragments recuperats dels antics murs, així com importants edificis i vestigis de l'antigor, amb tot el simbolisme, el poder de cohesió i de fascinació del centre urbà, on encara hi ha les institucions de govern, la catedral i el testimoni de venerables runes arqueològiques. El model antic de ciutat ha deixat, però, de ser clarament visible, i ha esdevingut tan sols una utopia soterrada en la ciutat moderna.

El desenvolupament de la societat industrial capitalista també va originar problemes de desequilibri a partir de l'aixecament d'una sèrie de tabús que controlaven l'economia. Avui dia l'economia és considerada com la religió del liberalisme, la ciència fonamental de la riquesa de la qual depèn el nostre benestar. En realitat, però, i aquesta és la paradoxa, l'economia moderna no és l'autèntica economia en el sentit etimològic de la paraula, tal com va ser inventada pels antics. És una modalitat exacerbada del que ells anomenaren «crematística». La paraula «economia» deriva de *oikos*, que en llengua grega vol dir «casa». El pensament antic considerava que la riquesa, per tal de fer feliç l'home, i garantir-li el benestar, havia d'estar centrada en la casa, i per tant en la terra i al voltant de la família. En conseqüència, la ciència de la riquesa se centrava en la producció agrària familiar i l'administració de la casa.

Durant l'edat mitjana i fins la revolució industrial es manté a grans trets la mateixa idea, tolerant només dins d'estrictes limitacions un cert desenvolupament del mercat i de la indústria, amb tecnologia suau i sotmesa a les restriccions gremials. Allunyar-se d'aquest principi és considerat pel pensament clàssic com una cosa perillosa, i d'aquí provenen tots els tabús que en temps passat pesaven sobre l'afany d'enriquir-se. Per exemple, tan sols es tolera el comerç a llarga distància de certs productes de luxe, com la seda o les espècies. Existeixen tota mena de controls del comerç, així com de la producció en els tallers. Entre tots n'hi ha un que destaca en qualsevolga civilització tradicional, i aquest és el que posa en entredit la indiscriminada introducció de tecnologia en el procés de treball. És considerada com un element molt perillós, ja que alterava artificialment els ritmes naturals i introdueix formes de competència i insolidaritat entre els ciutadans d'un mateix estament. Això és censurat pel pensament econòmic clàssic com una falta greu, ja que destrueix la cohesió social, la qual és tinguda com a cosa sagrada.

El punt de vista de l'economia clàssica, centrat en la idea de límit, i propi de la ciutat antiga, és avui filosòficament interessant, perquè forma contrast amb el tarannà capitalista actual, i ens pot ajudar a reformar-lo en aquells punts que calgui. Això almenys sembla ser el repte que ens ofereixen en general els plantejaments de l'ecologia, i tots aquells enfocaments que es plantegen un millorament de la qualitat de vida, més enllà dels estereotips de l'anomenada «crematística». L'economia moderna (la que podem anomenar «economia política», per contrast amb la que la precedí) és vista des del pensament clàssic com

una crematística, això és, buscar la riquesa per la riquesa, voler-la augmentar sempre, tot desenvolupant el comerç, la indústria, en base a la producció d'excedents, amb la dèria del superàvit, i establint com a axioma indiscutible el dogma del creixement pel creixement, el que podríem anomenar «desenvolupisme». Nosaltres, en la nostra situació d'hiperdesenvolupament tecnològic, podem admirar paradoxalment el pensament antic en el sentit d'haver tingut la intuïció dels perills que estaven involucrats en la indiscriminada aplicació de la tecnologia. Aquest factor és, en realitat, el principal responsable dels desequilibris ecològics que amenacen el món actual, i n'espatllen el bon viure.

L'economia política és una ciència que no podrà mai resoldre el problema ecològic, perquè ni tan sols el pot plantejar. Cal reconèixer que el seu objecte, contràriament al que es podria pensar, no és el coneixement de la riquesa o la comprensió de les lleis del benestar per a l'ésser humà, sinó el mer creixement de la riquesa, la qual cosa constitueix un axioma, i per tant un principi apriorístic, no qüestionable ni discutible. L'economia política, dins del seu paradigma epistemològic, no pot ni tan sols plantejar-se el fet de no augmentar o de restringir la riquesa material. Una idea com la del «creixement zero», proposada manta vegada en el nostre temps, és una cosa que no hi té cabuda, totalment fora del paradigma. Expressa un absurd científic, un no-concepte. Aquest matís és important, perquè si seguim el pensament clàssic, aprenem a considerar que la ciència de la riquesa al servei de la felicitat humana ha de ser una ciència que pugui contemplar la qüestió del no-creixement, o de la restricció del creixement unilateral i continu de la riquesa material, per tal de poder augmentar la riquesa en altres aspectes del benestar humà. Això que proclama l'economia antiga no és una cosa absurda. És el que aplica correntment el ciutadà concret cada vegada que limita el seu afany crematístic o consumista, per tal d'aconseguir viure millor. És fins i tot una de les fenomenologies socials de la postmodernitat en les capes socials més desenvolupades culturalment.

Considerar la polaritat existent entre qualitat i quantitat, i el seu joc dialèctic en totes les coses, ens pot ajudar a comprendre la felicitat de l'ésser humà. L'economia està basada en la idea que serem més feliços i viurem millor com més riquesa hi hagi, i tot polític o dirigent, dins de l'actual sistema, es veu obligat a prometre sempre més creixement econòmic, quan precisament moltes vegades s'hauria d'acceptar la idea que menys quantitat pot assegurar més qualitat de vida. Sovint pensem espontàniament i irreflexivament que augmentar la quantitat de riquesa comporta sempre augmentar la qualitat de vida, però si reflexionem filosòficament, en profunditat, veiem que no és així, que qualitat i quantitat són dues polaritats complementàries, que actuen de manera semblant a com ho fan els dos plats d'unes balances, de manera que si en potenciem l'una estem pel mateix fet inhibint-ne l'altra. Cal jugar intel·ligentment i adonar-nos que la virtut, com afirmen els clàssics, es basa en l'equilibri i que de vegades caldrà reduir la quantitat per potenciar la qualitat. Això inclou el concepte de limitació del creixement i ens invita a emprendre la tasca, ben actual, de reformular una autèntica ciència de la riquesa, més enllà de l'obsoleta cre-

matística, esdevinguda avui una mena de fonamentalisme, tal com ho han denunciat alguns crítics del nostre temps.

Aquesta reflexió ens permet intuir que plantejar-nos les qüestions ecològiques significa admetre un canvi de model d'anàlisi, una revolució del paradigma de les ciències socials que no es basi ja en l'economia actual de caire desenvolupista. En cas contrari intentarem sempre resoldre els problemes ambientals en base al creixement de la indústria, de l'augment de la producció i de l'explotació de la Terra, i no ens en sortirem. De vegades ens pensem que la gran esperança per al futur ha de venir de la mà d'una forma de vida super-tecnològica, la qual, entre altres avantatges, tindria la d'alliberar-nos dels problemes ambientals. Ara bé, la principal justificació de la tecnologia és fer augmentar la producció de coses, tot transformant la naturalesa per obtenir més benestar, més confort, més riquesa. Però no oblidem què és la naturalesa. Els filòsofs antics l'anomenaren *physis*, per significar tot allò que està subjecte a generació i corrupció. En aquest sentit, ens apareix com un continu de vida i mort, de manera que la vida dels uns comporta la mort dels altres. Hi ha, doncs, una complementarietat entre els dos processos, i una relació comparable a la ja esmentada per referència als dos plats d'unes balances. Si estenem bé dita polaritat entre generació i corrupció també hem de comprendre que tot augment de la productivitat implica necessàriament i automàticament un augment de la destrucció, ja que en la mateixa mesura que creem estem destruint.

Qualsevol tecnologia, a la vegada que afavoreix la creativitat humana, promou pel mateix fet els processos de destrucció. Actualment, en la mateixa mesura que estem assolint un grau de desenvolupament tecnològic sense precedents, també hem generat el potencial destructiu més gran de la història. La nostra societat és la que ha inventat, juntament amb els elements benèfics del progrés material, els genocidis i les guerres entre nacions, fins al punt de fer-nos por el potencial destructiu generat a costa d'intervenir artificialment en els processos de la naturalesa. Ara és hora d'intentar resoldre aquest desequilibri originat pel descontrol en el desenvolupament tecnològic. Cal començar a plantejar, almenys en un pla filosòfic, la reducció de la tecnologia i la potenciació d'altres formes de creixement, però no ja en el sentit material i crematístic.

Tota teoria ecològica, per ser una teoria global i completa, hauria de tenir en compte els tres grans nivells de la relació dels humans amb la naturalesa. El primer, fàcil de reconèixer, és el més material: s'hi veu la naturalesa com a matèria de producció d'elements de subsistència (el menjar, la llana, etc.). El segon, sense el qual l'ésser humà tampoc no podria existir, considera la natura com un aliment estètic, com una font d'emocions. Fixem-nos com l'home no pot viure sense els seus paisatges predilectes, com durant tota la història de l'art ha intentat imitar la bellesa natural. El tercer és el nivell superior, el més difícil de copsar, malgrat que és encara més fonamental per a l'home: consisteix a prendre la naturalesa com un suport contemplatiu. La natura hi és vista com una manifestació de la bellesa, com a font del coneixement superior, religiós o místic. Per això mateix la naturalesa és un medi d'emmirallament per l'ésser humà, i també d'identificació.

En la mesura que també desenvolupéssim aquest nivell de relació amb la naturalesa, podríem potser contribuir a reduir l'excés de tecnologia i desenvolupar altres aspectes importants de la persona, avui massa oblidats. La societat moderna, que ha desenvolupat el racionalisme i la capacitat tecnològica, ha comportat significativament la marginació de tota una sèrie de categories i grups socials, que simbòlicament ens ofereixen alguns indicis per a la solució del problema: la dona, el nen, el pobre i el Tercer Món són aspectes principals d'un mateix procés de marginació. No ens hem de fixar en la dona només en el sentit literal o sociològic, sinó en el que signifiquen aquestes parts de la nostra societat en tant que categories intel·lectuals i formes de sensibilitat alternatives. La intel·ligència femenina, per exemple, és una part fonamental de la intel·ligència humana, que tradicionalment s'ha de decantat cap a les emocions i l'afecte; també ha estat més considerada vers la Terra, més comprensiva dels processos naturals, i ensems bona còpsadora de les formes irracionals i més imaginatives. La infància, en sentit material, intel·lectual i cultural, ha estat tan relegada històricament per la modernitat com la dona, a causa potser del gran desenvolupament de la ciència, de l'ensenyament i de la informació. És vista sobretot com una insuficiència, o una imperfecció. Com a societat ens hem oblidat del caràcter diví de la infància, del fet que tot nen té un pensament mitològic, entén les llegendes, els símbols i el llenguatge dels animals. Potser recuperar alguna d'aquestes capacitats ens podria ajudar a salvar el desequilibri que volem resoldre. En aquest sentit de la marginació, a les dones i als infants els són molt pròxims els pobres. Hem relegat la pobresa a una categoria unilateralment negativa, quan la pobresa forma una part tan important de la condició humana que no és possible progressar com a persona sense assumir-la d'alguna manera, tal com unànimement ho reconeixen els filòsofs clàssics. Des del seu punt de vista, el fet de poder gaudir de la riquesa no és mai gaire durador ni fiable, i per tant la felicitat i el benestar concrets i reals passen necessàriament pel treball d'assumir en certa manera la pobresa i adonar-nos que en realitat l'home no és propietari de res.

Finalment, en la categoria fins fa poc denominada «tercer món», és on s'acumulen tots tres aspectes considerats: és la part «femenina» de la humanitat, la seva part «infantil» i la part pobre. Totes les civilitzacions de la humanitat que no han desenvolupat en el mateix grau que la nostra els valors de la modernitat, han estat relegades en la nostra consciència a les tenebres de la ignorància, l'infortuni de la pobresa i del subdesenvolupament. Però darrere del que hem estat anomenant «tercer món» hi ha encara restes vives d'autèntiques civilitzacions, i formes de coneixement equivalents a les nostres, fins i tot superiors en alguns aspectes, de les quals podríem rebre'n útils lliçons. En realitat, aquestes lliçons han estat ja rebudes per bon nombre d'intel·lectuals i artistes d'Occident, i no hi hauria art ni pensament del segle XX sense la decisiva influència rebuda de les cultures d'Amèrica, Àfrica i Àsia. Caldria tenir present aquesta aportació cada vegada que pensem en termes de «tercer món». Només des d'aquest nou punt de vista podrem anar realitzant alguna cosa de la casolania global. «Globalització» no significa «occidentalitzar el món i exportar el nostre

punt de vista», «sinó escoltar el punt de vista dels altres i realitzar un intercanvi en les dues direccions».

Finalment, i tornant al model urbà, podríem recordar que l'establiment d'un bon ordre és una qüestió d'equilibri entre les diferents parts que el componen. Limitar el creixement d'algunes coses pot ser beneficiós en tant que significa el desenvolupament d'altres que han quedat oblidades. Millorar la pobresa d'alguns significa reduir la riquesa (o el creixement continu) d'uns altres. Gaudir d'un medi ambient més natural i genuí, significa reduir les intervencions i els desenvolupaments tecnològics. De la mateixa manera que s'ha acceptat, almenys en teoria, la idea d'un desenvolupament sostenible, també es podria introduir la d'un subdesenvolupament sostenible. Aquesta paraula no ens hauria d'espantar filosòficament, ja que això significaria el desenvolupament consegüent de noves possibilitats humanes ara inhibides. Podríem, per exemple, com ja s'ha insinuat, i fins i tot provat puntualment, aplicar una desmodernització sostenible en diversos àmbits de la vida, per exemple amb l'aplicació d'una tecnologia suau que permetés potser tenir més gent ocupada, o bé pol·lucionar menys, o bé millorar l'ambient laboral i social, introduint un altre tipus de criteris a l'hora de prendre les decisions, que vagin més enllà dels habituals prejudicis tecnològics.

Si fóssim capaços de ser més agosarats en la gimnàstica mental, podríem començar a veure els conceptes *subdesenvolupament* i *desmodernització sostenible* com a possibles elements positius, dins d'un nou paradigma d'anàlisi de la situació actual, i de resolució de problemes. Els professionals dels diferents camps podríem trobar solucions concretes que ens ajudessin a millorar. En matèria de ciutat, per exemple, és evident que la megalòpoli típica del nostre temps, ha deixat ja d'enlluernar-nos, com ho podia fer en els seus inicis als ulls d'unes societats encara majoritàriament pageses. Avui pesa més en el nostre judici la consciència dels seus inconvenients: la megalòpoli crea infelicitat pel seu gegantisme, per l'excés de creixement, de circulació, de gent, de pol·lució i de riquesa, que els urbanistes han comparat sovint a la patologia somàtica d'un càncer. No cadrà buscar precisament el seu antídoto de cultivar allò més petit, i valorar-ho? I no pensem només a prestar atenció a l'aspecte local..., malgrat que és ben cert que la globalització no serà ben entesa si no inclou el seu concepte contrari que és la localització. Pensem sobretot en el microcosmos i en la petita ciutat que és cada persona humana, i que el model de la ciutat antiga perfectament representa. Aquest és el desenvolupament més urgent i la clau de tota teoria veritablement ecològica.

Demografia i migracions al segle XXI: què és raonable preveure?

Anna Cabré

La migració és un factor que normalment es minimitza en les previsions demogràfiques, ja que és molt difícil d'operativitzar i molt difícil d'acceptar socialment. Si l'emigració és un procés complex, però potencialment calculable a partir de les pautes emigratòries de les generacions anteriors, intentar determinar tendències en immigració és molt difícil d'un punt de vista tècnic i fins i tot d'un punt de vista conceptual, perquè la gent que arriba a un lloc no té res a veure amb la que ja hi ha. El càlcul d'immigració només té sentit quan hi ha una relació funcional que es pugui explicitar entre els que hi són i els que hi arriben, com per exemple en els casos de matrimonis amb estrangers o d'adopció. Però la immensa majoria d'immigrants vénen pel seu propi compte en relació amb el mercat de treball, i això fa que el nombre d'immigrants s'hagi d'afegir a les previsions sense cap mena de càlcul previ. A més, avui en dia es veu la immigració com una invasió i els immigrants estrangers pobres, com a persones que creen conflictes socials, i per tant és un tema molt difícil d'acceptar políticament. Tots aquests factors fan que els temes migratoris no tinguin normalment un paper important en les previsions de població, i com que finalment la migració és sempre més important del que s'havia previst, fa aparició en les previsions d'una manera catastròfica. Aquesta alarma social va prendre manera recentment en la difusió distorsionada per part dels mitjans de comunicació d'un estudi sobre immigració elaborat per la Divisió de Població de les Nacions Unides. La premsa va publicar que en els propers cinquanta anys hi hauria una immigració de cent seixanta milions de persones a Europa, una xifra absolutament desmesurada que va crear alarma en àmbits polítics i a l'Administració. Però l'estudi original, que aleshores encara estava en curs, feia un exercici per la reducció a l'absurd preguntant-se si la immigració podria solucionar la manca de població activa en els països envellits. Els càlculs de l'estudi es van basar en el raonament que, amb la millora actual de l'esperança de vida i la baixa fecunditat, les persones més grans de seixanta-cinc anys augmentarien d'una manera extraordinària, la població del 2050 envelliria molt i mancaria població activa per mantenir l'equilibri d'un sistema de pensions on fan falta quatre persones d'edat activa per una persona d'edat inactiva. Com que les previsions que fem actualment en fecunditat i mortalitat diuen que

aquesta població activa no hi serà, la diferència s'hauria d'omplir amb cent seixanta milions d'immigrants. L'informe posava de manifest que els problemes dels països amb una població envellida i declinant seran tan grans que de cap manera es resoldran només amb immigració.

Les previsions demogràfiques estan normalment desviades a creure que les tendències del moment en què es fan les previsions es mantindran invariables. Així, per exemple, no hi ha ningú actualment a Europa que faci una previsió de natalitat pel 2100 que passi dels dos fills per dona, mentre que la previsió pel mateix període realitzada als anys setanta hauria predit dos o dos fills i mig per dona. Què podem esperar en temes de natalitat i supervivència per als propers anys? Estem certament davant d'un envelliment de la població? És cert que la fecunditat a nivell mundial està baixant de manera molt accelerada, excepte en alguns països de l'Àfrica negra on hi ha una forta mortalitat o en alguns països de l'Orient Mitjà. En futur es preveu una continuació d'aquesta declinació fins que l'alta fecunditat estigui associada a casos de marginalitat o bé d'extrema riquesa i comportament excèntric. A Catalunya i Espanya tenim la taxa més baixa de fecunditat del món en aquest moment, amb una mitjana de més de dos fills per les dones que estan acabant la seva edat reproductiva, i 1,15 fills per dona com a mitjana. També tenim un rècord mundial d'emancipació tardana, i aquesta és una de les raons que expliquen la baixíssima fecunditat. Durant els propers anys veurem si les circumstàncies del mercat de treball actual i de l'habitatge canvien les pautes de fecunditat o si, per contra, estem davant d'un altre model demogràfic on les generacions d'ara acabaran tenint molt pocs fills. Malgrat això, és raonable esperar que en els pròxims anys assistim a un augment important del nombre de naixements, principalment perquè les generacions més nombroses de la nostra història, que van néixer durant els anys seixanta i setanta, estan en edat reproductiva.

La supervivència s'està incrementant en els països desenvolupats. La mitjana de l'esperança de vida per a la població que neix actualment, o sigui l'edat que un 50% dels nens i nenes assoliran, és de 82 anys pels homes i de 87 anys per les dones. Per la gent d'una certa edat és encara més elevada, i calcular que viurem uns noranta-cinc o cent anys sembla molt raonable. Això no és veritat per tot el món, perquè ja en matèria de mortalitat s'estan creant unes fortes desigualtats, de manera que aquelles poblacions que estan bé continuen millorant, però els països amb esperança de vida més baixa del món, que estan per sota els quaranta anys, empitjoren. Alguns països d'Àfrica, o països asiàtics com Cambodja, Afganistan i Rússia entrarien dins d'aquesta categoria. Rússia, per exemple, ha perdut deu anys en l'esperança de vida durant l'última dècada i ha elevat la mortalitat a totes les franges d'edat. Per tant, en matèria de mortalitat és previsible que la vida s'allargui molt, però també és previsible que hi hagi una diferenciació dels nivells de supervivència molt més gran de la que mai s'hagi donat en cap moment històric.

Amb aquest panorama de fecunditat decreixent i mortalitat decreixent, què és raonable esperar en termes d'immigració? Certament, hi haurà immigració estrangera, però de cap manera s'arribarà a les quantitats que es diuen i en tot

cas no per les raons que es diuen. Un dels errors més grans a l'hora de fer previsions és considerar la immigració com una substitució dels éssers humans nacionals que no neixen. Però probablement un increment de la natalitat portaria a una immigració més elevada, ja que la immigració no és substitutòria sinó bàsicament complementària. La major part dels immigrants vénen a complementar la població del país atrets pel mercat de treball, i realitzen feines poc qualificades i mal pagades lligades a la indústria, a l'obra pública, a l'agricultura i als serveis personals, que els nadius no volen fer. Es pot pensar que, amb el temps, l'agricultura i la indústria intensiva seran deslocalitzades als països d'on prové la mà d'obra. Totes les activitats lligades al territori, com l'obra pública, la construcció o els serveis personals, no es podran deslocalitzar i continuaran necessitant immigració. De totes maneres, pensar que la immigració creixerà tant com es diu actualment és un absurd. Per una banda, els immigrants no seran perpètuament il·limitats i encara que ho fossin no serien forçosament adequats. L'arribada d'immigrants tindria uns costos socials i econòmics d'adaptació i, a més, els migrants no s'han de considerar només persones actives, sinó que tenen fills, pares i mares que haurien de poder cobrar les pensions no contributives. Finalment, els propis migrants també es fan vells i augmentarien la proporció de pensionistes. La solució de manca de població activa, per tant, no la portaran els immigrants, sinó una part de població que actualment està desocupada. És possible que en una població d'edat activa decreixent arribem a tenir una població ocupada creixent si es redueix l'atur i s'augmenta l'activitat dels joves, les dones, la gent de cinquanta a seixanta-cinc anys prejubilada amb invalideses i els propis vells, que constitueixen la gran mina d'actius. La solució per la falta de mà d'obra a cinquanta anys vista seran les grans adaptacions al món del treball amb el canvi de l'edat de jubilació o bé amb la compaginació de la jubilació amb el dret a treballar. L'allargament de la vida o l'adaptació de la fecunditat tal com es dona actualment són canvis demogràfics molt desitjats, i malgrat que de vegades es consideri socialment com una desgràcia, a la pràctica caldrà adaptar-s'hi de manera creativa.

Càncer i exposicions mediambientals

Manolis Kogevinas

Podem definir les exposicions ambientals, des d'un punt de vista molt ampli, com tots aquells efectes sobre l'organisme que no estan determinats genèticament. En salut ambiental, però, normalment utilitzem una definició molt més estricta, que tan sols inclou aquells factors ambientals que no podem controlar directament cada u de nosaltres, com per exemple els contaminants atmosfèrics, els contaminants de l'aigua, els contaminants als aliments, les exposicions a metalls, etc. El càncer és una malaltia freqüent des de la infantesa que té origen en gran part en les exposicions ambientals en la definició àmplia, i en una petita part en la definició estricta. Centraré la meua presentació sobre alguns aspectes del càncer i el medi ambient dels quals s'ha parlat molt darrerament: els efectes de les dioxines i dels camps electromagnètics de molt baixa freqüència.

Reflexions sobre els problemes de salut ambiental

Una característica de les exposicions ambientals és que no sempre provoquen malalties molt greus. Un estudi realitzat a Austràlia ha avaluat com l'exposició al plom afecta el desenvolupament d'infants acabats de néixer. S'han mesurat els nivells de plom de mares i nens, i s'han sotmès els nens a un test que integra la seva capacitat visomotora. Els resultats mostren que les criatures que presenten un desenvolupament més elevat són aquelles amb uns nivells més baixos de plom, i malgrat que els nens amb dosis més elevades de plom no són casos clínics, sí que sofreixen un lleuger retard en el seu desenvolupament. Aquest és un tema important, ja que moltes de les exposicions ambientals no necessàriament provoquen malalties com el càncer, però sí que poden originar un problema de salut pública en el cas que afectin una àmplia part de la població.

Una altra consideració en els temes de contaminació ambiental és la importància dels efectes a llarg termini. Els científics, durant molt anys, hem concentrat les nostres investigacions en els efectes aguts i immediats, però actualment sabem que moltes de les exposicions ambientals, com l'efecte hivernacle, la destrucció de la capa d'ozó o la contaminació per dioxines, continuaran tenint un impacte a cinquanta o cent anys vista en el cas que avui n'aturéssim

la causa. L'efecte hivernacle, per exemple, pot tenir conseqüències directes a curt termini a través dels cops de calor, efectes indirectes primerencs com l'increment de la malària a causa d'augmentos en la temperatura a molts països d'Àfrica i Àsia que fins fa poc estaven fora de les zones endèmiques, o efectes a molt llarg termini, quan per exemple els canvis en la temperatura de les aigües fa disminuir la presència de peixos comestibles. Les exposicions ambientals també es caracteritzen per la presència de múltiples fonts i vies a través de les quals els humans estem exposats. En conseqüència, a l'hora de prevenir l'exposició no és sempre fàcil solucionar el problema amb una sola intervenció.

El càncer i les dioxines

Les dioxines són un conjunt d'agents químics perjudicials per la salut que provenen principalment de les incineradores urbanes i hospitalàries, les indústries de paper que encara blanquegen amb clor i les indústries de metall. Després de ser alliberades a l'ambient, s'incorporen als aliments que contenen greix (carn, llet, formatge, peix, etc.) i les persones hi resultem exposades. Un 95% de la nostra exposició a dioxines prové de la via alimentària. Les dioxines tenen una vida llarga mitjana i es van acumulant al teixit adipós del cos. En una situació d'una exposició constant al voltant dels quaranta anys s'estableix un equilibri entre les dioxines que ingerim diàriament (a Espanya per una persona de setanta kilos possiblement d'entre cent cinquanta i dos-cents picograms al dia), i les que eliminem. Si augmentem el consum de dioxines durant un cert temps, però, els nivells al cos tornen a pujar fins que s'assoleix un nou equilibri.

Molts estudis han demostrat que les persones exposades a uns nivells de dioxines d'entre deu i mil vegades per sobre els nivells normals tenen un risc més elevat de morir de càncer, aquest risc augmenta un 50% en aquells individus més exposats. Malgrat que s'han dedicat molts esforços a investigar l'increment del càncer en humans causat per les dioxines, quasi no tenim informació en humans sobre altres efectes, i això és un problema. Tots els experiments fets amb animals ens suggereixen que els efectes més sensibles a les dioxines no són el càncer, sinó canvis en el sistema immunològic i en el sistema reproductiu en cries de mares exposades. Un dels resultats de més difícil comprensió prové d'un estudi a Seveso, Itàlia, on es va provocar una gran contaminació amb dioxines l'any 1976 després d'un accident industrial. Es va trobar un canvi en la proporció entre els gèneres, de manera que les parelles amb més alta exposició només tenen nenes. No sabem quin és el mecanisme biològic que ho provoca, però els resultats són compatibles amb totes les evidències que provenen de l'experimentació amb animals. Les dioxines també poden afectar el sistema cardiovascular o incrementar la diabetis, encara que en aquests casos les evidències no són gaire clares.

Dioxines: hi ha un límit segur?

Quan no se sap res o gairebé res sobre els efectes d'un agent químic en humans, els límits de seguretat per sobre dels quals existeix un risc important per la salut

de la població s'estimen projectant els experiments realitzats amb animals i aplicant un factor de seguretat, per exemple dividint per cent els nivells mínims que van provocar efectes en els animals en el cas que aquests estudis existixin. Durant molts anys les agències nacionals de salut han estat regulant l'emissió de dioxines en base a la dosi d'exposició que provoca càncer en ratolins. Altres estudis realitzats amb animals més propers a nosaltres com els primats, però, mostren altres efectes com l'endometriosi, que es produeix a exposicions molt més baixes. Si tenim en compte tots els efectes no vinculats al càncer, resulta evident que la ingesta diària estimada hauria de ser més baixa que l'establerta actualment. Segons les noves normatives de l'OMS, els límits acceptables d'ingesta són d'entre un i quatre picograms de dioxines per quilo de pes, per sota dels nivells de molts països d'Europa (entre dos i sis picograms). La vessant optimista és que en els últims anys les mesures de salut pública han fet disminuir en gran mesura els nivells de dioxines.

El càncer i les radiacions electromagnètiques de baixa freqüència

L'any 1979 dos epidemiòlegs nord-americans estaven estudiant una acumulació de casos de leucèmia infantil a Denver quan van observar que la majoria dels nens vivien al costat de cables elèctrics d'alta tensió. Van avaluar que aquests nens tenien un risc 2,6 vegades superior de patir leucèmia que els que vivien lluny de línies elèctriques. De tots els tipus de radiacions electromagnètiques a les quals estem exposats no hi ha cap dubte que les radiacions ionitzants tenen els efectes més perjudicials per la salut. A continuació vénen les radiacions ultraviolades, les radiofreqüències, les microones, els telèfons mòbils, els repetidors, etc. A nivells encara més baixos d'emissió tenim els camps electromagnètics de molt baixa freqüència, que s'estan produint cada vegada que passa electricitat per un cable, i són camps tan fluixos que no sabem si tenen algun efecte a nivell molecular. Els soldadors o els treballadors de les centrals elèctriques hi estan exposats a nivells molts alts, i la població en general hi estem exposats en la nostra vida quotidiana a través dels aparells domèstics, les fotocopiadores o els ordinadors.

Per determinar si aquests camps eren perjudicials, es va avaluar si el consum d'electricitat estava relacionat amb un increment de leucèmies infantils, i el resultat va ser negatiu. Inicialment aquest seria un argument en contra de la presència d'efectes si no fos que el consum d'electricitat no ha d'estar necessàriament correlacionat amb l'exposició als camps electromagnètics per part de la població. Durant vint anys s'han realitzat moltes investigacions, però no sempre han estat fiables. A poc a poc comencem a tenir estudis que utilitzen gaussímetres per mesurar els camps electromagnètics i que implementen models d'exposició sofisticats. Els resultats obtinguts són molt variables. Els investigadors de l'Institut del Càncer dels Estats Units, per exemple, afirmen que aquestes radiacions no tenen efecte, mentre que dos estudis realitzats al Canadà amb el mateix protocol tenen resultats absolutament contraris. Un altre estudi realitzat a Anglaterra tampoc ha trobat cap efecte, exceptuant els casos de

nens exposats a alta radiació. Molt recentment s'han fet dues anàlisis combinades de tots els estudis existents sobre leucèmia en nens i camps electromagnètics de molt baixa freqüència. En aquestes anàlisis les dades de tots els estudis individuals es van reanalitzar tenint en compte la mateixa metodologia. Totes dues anàlisis combinades van trobar un augment del risc de leucèmia entre 50% i 100% en nens exposats a la seva residència a nivells més alts que 0,3-0,4 μ T. Tot i així, es va constatar que menys de l'1% (i a Europa probablement molt menys) dels nens estarien exposats a aquests nivells. Fent una lectura simplificada, arribem a la conclusió que, a excepció dels efectes tèrmics ja coneguts, no es pot concloure que les radiacions afectin l'organisme humà.

Després de divuit mesos de reunions, estudis i discussions, un grup d'experts de l'agència de salut ambiental dels EUA (NIEHS) ha arribat a un consens en relació amb les evidències científiques sobre els efectes biològics associats a l'exposició de camps electromagnètics de molt baixa freqüència. Entre una classificació que comprenia «definitivament carcinògens, probablement carcinògens, possiblement carcinògens, no hi ha prou dades, o no són carcinògens» els científics van considerar aquests camps com a possibles carcinògens humans per una votació de 19 a 9. Sembla una mica estrany que calgui votar, però dins la comunitat científica les coses tampoc estan gaire clares. Malgrat que moltes avaluacions dels instituts científics estan fetes per comissions de científics independents que no tenen una pressió directa de la indústria, aquestes comissions no estan fora de la societat i el coneixement dels nivells d'emissió actuals comporta que no tingui sentit proposar mesures molt restrictives.

La UE ha recomanat uns límits tan extremament elevats que són de molt fàcil aplicació a l'Estat espanyol. La gent, però, està preocupada per uns nivells menors dels legíslats. En situacions com l'actual, on es desconeix si hi ha un risc important per la població, s'hauria de considerar, malgrat que no sigui fàcil, l'aplicació del principi de precaució evitant al màxim les exposicions.

L'aprofitament de les aigües del subsòl de Barcelona

Ramon Arandes

La gestió de les aigües del subsòl que es vol portar a terme a la ciutat de Barcelona és una aposta per la sostenibilitat, atès que es vol realitzar una utilització més racional de l'aigua.

Abans de conèixer què es pot fer i què volem fer amb aquestes aigües, farem una mica d'història.

Si els ibers i els romans van bastir la nostra ciutat on és actualment va ser per la disponibilitat d'aigua. El sòl del front litoral i dels deltes del Besòs i del Llobregat està compost de sediments de caràcter al·luvial que van arribar pels rius i pel transport litoral, que a Catalunya és de nord a sud. A l'època dels romans, Barcelona estava situada al costat d'una gran badia al peu de Montjuïc, i al Poble Nou la línia de costa es trobava terra endins, pràcticament coincidint amb l'actual línia del ferrocarril de la Sagrera (contacte entre el que es coneix com el quaternari antic i el modern). A mesura que es va desenvolupar el port, també va anar creixent la vessant litoral de la ciutat, que encara ens recorda en aquesta zona el seu passat vinculat a l'aigua a través d'alguns topònims, com el d'antigues zones baixes, el Clot o la Llacuna.

La ciutat està formada sobre un tipus de geologia molt variable i, per tant, presenta un comportament hidrogeològic diferent. Així, la zona del litoral està composta per sorres, graves i alguns llims que conformen un terreny molt permeable i amb molta capacitat per guardar aigua. El sòl de l'Eixample està constituït per argiles, més o menys carbonatades, i llims del quaternari antic que descansa sobre terrenys del terciari corresponents al pliocè i al miocè, fonamentalment gresos, margues i argiles molt impermeables, que afloren a Montjuïc. Finalment, la zona alta de la ciutat està enclavada sobre un terreny paleozoic de pissarres i taques de granit.

La presència de grans quantitats d'aigua al subsòl de Barcelona va afavorir un fort desenvolupament industrial al segle passat, fonamentalment localitzat als llocs on més aigua hi havia, el Poble Nou i Sant Andreu. S'ha calculat que n'extreien uns 60 hm³ (hectòmetres cúbics) a l'any, que correspon a seixanta illes de l'Eixample de cent metres d'alçada (trenta-tres pisos). S'estava extraient molta més aigua de la que la natura podia proporcionar, que hem estimat en uns 15 hm³ l'any. L'explotació no era sostenible i el nivell de les aigües freàti-

ques va baixar i, com que hi havia una diferència entre el nivell de l'aigua subterrània i el nivell de l'aigua del mar, es va produir un procés d'intrusió marina. Progressivament, a partir de finals dels anys seixanta es va començar a extreure aigua amb uns alts nivells de clorurs i de conductivitat, i tant és així que Aigües de Barcelona va haver d'anar tancant els pous que tenia al curs baix del Besòs un a un, fins al tancament del pou de la Maquinista l'any 1995.

La situació actual és ben diferent. Amb l'aturada de les explotacions d'Aigües de Barcelona i el trasllat de les indústries transformadores del Poble Nou, que eren grans consumidors d'aigua, en tota la ciutat, segons les dades de què disposem, només se n'extrauen $1,2 \text{ hm}^3$ l'any. Com que la recàrrega és més gran que l'explotació, s'està recuperant el nivell natural d'equilibri entre l'aigua que entra i l'aigua que s'evacua cap al mar o cap al riu Besòs. Per tant, Barcelona està recuperant el perfil històric de les aigües al subsòl que van trobar els romans fa dos mil anys.

Aquesta recuperació ha portat alguns problemes. Les estructures que es van construir al subsòl a finals dels anys seixanta i setanta no van tenir en compte que el nivell de l'aigua podia tornar a pujar, i quan ho ha fet s'ha filtrat en soterranis d'edificis, en aparcaments subterranis, en estacions transformadores, en la línia del metro, i en totes aquelles instal·lacions que no estaven preparades per entrar en contacte amb l'aigua. El metro constitueix, sens dubte, un dels problemes més importants. Actualment hi ha 165 bombes, repartides en 91 punts, que han d'extreure uns 10 hm^3 d'aigua a l'any perquè pugui continuar en servei. El pou d'esgotament situat al Baró de Viver dona l'enorme quantitat de 2 hm^3 l'any.

Fins fa poc aquesta aigua s'abocava en la seva totalitat a la claveguera, ja que, malgrat que una part té característiques d'aigua potable, la majoria presenta petites variacions en les seves característiques, que no la inutilitzen per a usos que no tinguin necessitat d'aigua amb la qualitat de l'aigua per beure, entre ells certs serveis municipals com el reg dels parcs i jardins, la neteja viària i les fonts ornamentals i les làmines d'aigua. No és absurd que, tenint aigua a la mateixa ciutat, l'haguem de portar d'un ecosistema natural com el Ter on és necessària? Abans que ens plantegem quines alternatives hi ha, cal saber si en un futur continuarem tenint aigua.

A partir d'uns punts de control que hi ha dispersos per tota la ciutat, hem pogut veure que, a causa del descens de les extraccions, el nivell freàtic en els darrers anys ha estat incrementat en gairebé 1m per any a la zona del Besòs i s'ha mantingut estable a la plana del Llobregat, on encara es produeixen importants extraccions per a l'abastament de Barcelona. Per arribar a la conclusió que una explotació sostenible proporcionava uns 15 hm^3 l'any, a partir de 742 punts de control es va fer prèviament un model matemàtic que ens proporciona el balanç de les aigües i permet analitzar l'evolució del nivell freàtic sota diferents hipòtesis.

L'entrada d'aigua o recàrrega al subsòl es pot donar per tres vies, en primer lloc per la filtració de l'aigua de pluja: a Barcelona es calcula que només s'arriba a filtrar, com a mitjana, un 10 o un 15% màxim, ja que la ciutat està molt

Taula 1. Balanç de les aigües freàtiques

Any	Recàrrega (1)	Sortides		Extraccions		ΔV (6)
		aigua subsòl al mar (2)	Sortides laterals (3)	pous+ FCG (4)	Extraccions metro (5)	
1960	31,61	-24,78	4,10	51,55	1,05	-0,32
1970	23,06	-11,90	-4,00	42,82	0,08	-3,93
1980	27,43	3,58	-3,20	20,34	4,69	2,12
1990	27,81	8,87	-8,64	20,38	5,49	1,73
1991	27,62	3,05	-4,64	18,51	6,24	4,45
1992	26,15	-1,32	-2,37	18,23	6,43	5,19
1993	25,40	0,69	-2,74	18,49	6,21	2,75
1994	23,85	3,67	-4,14	17,24	6,48	0,64
1995	22,70	-1,22	-1,04	14,06	7,25	3,66
1996	22,35	-4,30	0,16	13,48	8,42	4,55
1997	21,75	0,70	-0,74	13,47	8,57	-0,25
1998	21,47	1,86	-0,34	13,38	8,31	-1,74
1999	21,51	0,11	1,06	13,38	8,30	-1,34

Font: resultats de la calibració del model matemàtic. Unitats: hm³/any (el signe fa referència al literal de la columna).

Evidentment: ΔV (6) = (1) - (2) - (3) - (4) - (5), on ΔV és la variació de l'emmagatzematge.

impermeabilitzada. El segon punt d'alimentació són les fuites de la xarxa de distribució d'aigua potable d'Aigües de Barcelona, ja que, malgrat que es tracta d'una bona xarxa, normalment s'accepten unes pèrdues del 25%. Aquestes pèrdues engloben diferents conceptes: la inèrcia que tenen els comptadors a l'hora de començar a registrar, i que suposa un 10% que no queda facturat, les pèrdues no mesurades per comptadors, com les preses de bombers, i finalment les fuites veritables al subsòl, que suposen d'un 10 a un 15%. Finalment, també es produeixen petites fuites des del clavegueram (tan sols entre l'1 i el 2% del cabal total) i de l'escreix d'aigua pel reg, que és pràcticament inexistent.

Les sortides de l'aigua poden ser laterals, a través del Besòs i el Llobregat (columna 3) o pel mar (columna 2).

Des que al final dels anys seixanta va disminuir el ritme d'explotació, només a partir de l'any 1980 hem detectat un intercanvi positiu global entre el mar i la terra, és a dir que la quantitat d'aigua que baixa de la muntanya és més gran que la quantitat d'aigua que entra des del mar. A la zona del Llobregat, en canvi, encara hi ha una intrusió marina per culpa de les extraccions que es continuen fent. El model també ens ha permès fer hipòtesis sobre què passarà en un futur. Es preveu que el nivell a la part alta de la ciutat encara pujarà una mica més. Però la natura és molt lenta a recuperar-se, i tota aquesta entrada

de l'aigua de mar ha deixat una seqüela de clorurs i conductivitat que probablement tardarà molts anys a ser eliminada. Al llarg del front litoral en aquests moments el contingut de clorurs arriba a uns nivells molt alts i l'aigua no és bona per regar, però podem afirmar que al subsòl de la ciutat tenim un cert volum d'aigua per poder-lo utilitzar.

A Barcelona no fem un excessiu consum d'aigua. L'any 1996 el consum va tocar sostre amb unes quantitats de 115,7 hm³ l'any, i des d'aleshores es manté pràcticament sense variacions. El consum actual suposa un descens del 20% en relació amb les dades de 1989, en part degut a la disminució de la població, però també per altres mesures com, per exemple, per l'esforç que s'ha fet a introduir rentadores ecològiques. Els serveis municipals, a tall d'exemple, han reduït el consum en una tercera part i això suposa un 7,30 % del consum total. D'aquest consum, pel reg dels parcs i jardins es gasten uns 4 hm³ l'any i 0,5 hm³ més per a la neteja viària.

El consum total suposa únicament 212 litres per habitant i dia, i això posa en dubte les previsions de consum d'aigua realitzades els anys setanta i vuitanta i, fins i tot, algunes que es realitzen a la actualitat, que continuen suposant que l'increment en el nivell de vida va necessàriament acompanyat d'un increment del consum d'aigua.

Taula 2. Volum d'aigua distribuïda a Barcelona

Any	Domèstic	Comercial i industrial	Altres (serveis públics)	Total	Índex
1985	78,6	47,2	13,1	138,9	100,0
1986	80,0	44,6	12,5	137,1	98,7
1987	80,0	45,2	12,8	138,0	99,4
1988	82,0	46,0	12,5	140,5	101,2
1989	83,5	49,6	12,9	146,0	105,1
1990	81,4	46,0	11,6	139,0	100,1
1991	81,7	44,2	12,2	138,1	99,4
1992	79,9	40,8	11,0	131,7	94,8
1993	76,9	35,7	11,1	123,7	89,1
1994	76,2	34,6	10,2	121,0	87,1
1995	75,74	33,43	10,15	119,32	85,90
1996	74,33	32,67	8,71	115,71	83,30
1997	74,82	33,41	7,96	116,19	83,65
1998	74,52	33,48	8,35	116,35	83,76
1999	73,35	34,05	8,90	116,30	83,72

Font: AGBAR (Barcelona Economia).

Amb la utilització de l'aigua del subsòl encara es preveu estalviar més aigua. No es pretén construir una xarxa alternativa a la de distribució actual, sinó realitzar petites captacions als punts on hi ha aigua i fer una segona xarxa secundària constituïda per petites xarxes lligades al llocs del consum, que són els situats a l'entorn de les captacions, així s'evitaran grans inversions en canonades. A través d'aquesta xarxa els serveis públics seran susceptibles de ser abastits amb aigües del subsòl, concretament el reg de parcs i jardins, les fonts ornamentals i les làmines d'aigua, la neteja dels carrers o la neteja del clavegueram. Per exemple, el Turó Parc i el Parc del Palau Reial de Pedralbes, amb totes les seves fonts ornamentals, seran completament abastits amb aigua del subsòl, i està previst a curt termini arribar al passeig dels Til·lers, la Torre Girona o els parterres de la Diagonal i també a la muntanya de Montjuïc. Una altra utilització d'aquesta aigua serà per a la millora de les característiques del cabal del riu Besòs. Es preveu que aquests usos suposaran uns 4 hm³ l'any, i per tal d'arribar a gastar els 15 hm³ l'any que es poden utilitzar amb una gestió sostenible caldrà fer un gran esforç, sobretot involucrant les indústries, que actualment només gasten 1,2 hm³ anuals.

En aquesta primera fase no volem entrar en els habitatges, per la dificultat que comporta el control de la correcta utilització d'aquesta aigua que, no hem d'oblidar, no està tractada. L'aigua no està potabilitzada i no podem assumir el risc que, per una distracció, s'arribi a consumir, encara que es prenguin mesures com ara posar canonades d'altres colors.

L'excés d'aigua actual al subsòl de la ciutat deguda a la seva infraexplotació comporta seriosos problemes per a la ciutat. La gestió integrada i coordinada de tots els recursos hídrics es perfila com una bona aposta de cara a fer una ciutat més sostenible, alhora que permetrà reduir els problemes ocasionats per la pujada del nivell freàtic.

L'oceà i l'atmosfera, inseparables davant el canvi climàtic global

Rafael Simó

Parlar del canvi climàtic global és fascinant, però a la vegada molt compromès. D'una banda, es tracta d'un tema de gran interès des del punt de vista científic; de l'altra, té un component social molt acusat. La societat civil i política fa moltes preguntes a la comunitat científica, i hi ha una certa pressió per treure conclusions. A què ens referim quan parlem de canvis ambientals, i en concret de canvi climàtic? Hi ha evidències d'aquest canvi, o és tan sols pura especulació? Què volem dir quan diem «global», ens referim a geogràficament global o a alguna cosa més profunda? Amb els coneixements que tenim actualment, quines previsions fem del canvi climàtic? Quin és el paper de l'oceà en el canvi climàtic? Quins canvis cal esperar a l'oceà? Anem a pams.

A què ens referim quan parlem de canvi climàtic?

En aquest context, parlem de canvi climàtic com d'un «canvi afegit» en el clima respecte a la variabilitat natural que té lloc en períodes de temps comparables. Aquest canvi afegit es pot atribuir directament o indirectament a l'alteració que l'activitat humana causa en la composició de l'atmosfera global. La composició atmosfèrica determina la retenció d'energia i, per tant, l'escalfament del planeta. Actualment estem observant i preveient un escalfament global però geogràficament desigual que comporta, entre altres coses, pujades del nivell del mar, variacions en la circulació oceànica (que a la vegada té efectes dràstics sobre les variacions en el règim hidrogràfic de precipitacions), en la circulació atmosfèrica, en el transport de vapor d'aigua, en el règim de vents i en el règim de radiació solar incident. De tot aquest conjunt d'alteracions en diem «canvi climàtic global», del qual deriven canvis en la distribució i productivitat dels ecosistemes terrestres i marins, i que, al capdavall, pot comportar moviments demogràfics humans. A la vegada, cal preveure que totes aquestes variacions a nivell d'ecosistema i d'activitat humana generaran respostes amb efecte de retroalimentació sobre la composició atmosfèrica i el canvi climàtic (vegeu la figura).

Hi ha evidències de canvi?

La Terra sempre ha estat un sistema canviant, i tothom sap que el planeta ha passat glaciacions i desglaciacions al llarg de la seva història. Els canvis de temperatura mitjana, però, no han estat tan grans com podria semblar. La Terra ha mantingut les condicions ambientals dins uns marges raonablement estrets, la qual cosa ha permès a la vida no només sobreviure sinó també expandir-se i generar i mantenir una biodiversitat alta. Actualment som en el punt més càlid de l'últim segle, de l'últim mil·lenni i, fins i tot, tenim el clima més càlid dels últims sis mil anys. La temperatura mitjana global ha augmentat entre 0,4 i 0,8 graus els darrers cent quaranta anys (vegeu la taula), coincidint amb una àmplia presència de l'activitat industrial. Però amb aquestes dades no n'hi ha prou per saber si aquest escalfament és induït per l'activitat humana. Si mirem més detalladament l'evolució en els últims cent anys, veiem que, efectivament, la temperatura ha anat pujant i que hi ha un increment en els últims cinquanta anys que «sospitosament» coincideix amb un increment de la concentració de CO_2 a l'atmosfera en més d'un 30%. L'estreta coincidència en el temps i en la intensitat dels increments de temperatura i de CO_2 , juntament amb l'absència de cap explicació natural plausible, és la prova principal que els humans som darrere el canvi climàtic.

A banda dels increments de temperatura i de CO_2 , hi ha altres evidències que s'estan esdevenint canvis. El metà i l'òxid nítrós, que són gasos d'una alta capacitat d'efecte hivernacle, han crescut més d'un 145% i un 15% respectivament. El nivell del mar ha pujat entre 10 i 15 cm. L'oceà profund s'ha escalfat fins un màxim d'1 grau en algunes zones en els últims cent anys, s'ha perdut molt corall a causa de l'escalfament en els darrers vint anys, ha disminuït la superfície gelada de l'oceà Àrtic durant la dècada dels noranta, i a l'Antàrtida les plataformes de glaç també han disminuït en els últims cinquanta anys. Les glaceres dels Alps han perdut el 50% del seu volum en els últims cent cinquanta anys, d'un 10 a un 20% tan sols en els darrers vint anys.

Però, ben bé, quina és la relació entre la composició atmosfèrica i el canvi climàtic?

Aquesta relació s'esdevé, sobretot, per mitjà del famós «efecte hivernacle». De la radiació solar que arriba a la Terra, una proporció similar retorna a l'espai. Part de la radiació d'ona curta que hi arriba és reflectida per la superfície com a radiació d'ona llarga, que dona escalfor, una fracció de la qual queda retinguda a la troposfera per causa de la presència de determinats gasos, com el vapor d'aigua, el CO_2 , els òxids de nitrogen, els CFC i el metà. Aquests gasos estan presents en l'atmosfera en concentracions baixíssimes, però tenen un gran impacte en el balanç de radiació. Això és el que anomenem «efecte hivernacle». Aquest efecte no és nou d'ara; de fet, la Terra ha mantingut unes temperatures confortables a causa de l'efecte hivernacle. Però resulta que, com ja hem dit abans, el CO_2 , que té una màxima contribució en la capacitat d'efecte hivernacle, està augmentant a l'atmosfera a causa de la ignició de combustibles fòssils i de

la desforestació. El CO_2 és part del cicle global del carboni. Els continents i els oceans bescanvien CO_2 amb l'atmosfera, tant a través del metabolisme de la biosfera (que fixa CO_2 en la fotosíntesi i emet CO_2 durant la respiració) com a través de la solubilització i exhalació d'aquest gas per les masses d'aigua. Aquests bescanvis naturals de CO_2 estan més o menys en equilibri. L'activitat humana introdueix desequilibri quan passem a l'atmosfera, d'una manera molt ràpida, carboni (en forma de CO_2) que estava retingut als combustibles fòssils (carbó i petroli) i que hauria trigat moltíssims anys a retornar-hi d'una manera natural. Tot i que les emissions de l'activitat humana són molt més petites que les emissions dels oceans i dels continents, són prou importants per fer entrar el sistema en desequilibri. Sembla evident que el restabliment de l'equilibri dependrà del sentit, de la intensitat i de l'escala de temps de la resposta dels oceans i els continents al desequilibri.

Què volem dir quan afirmem que el canvi és global?

D'entrada, volem dir que s'esdevé a tot arreu. Només el 20% de la població mundial és responsable dels 2/3 de les emissions de CO_2 a l'atmosfera, però com que l'atmosfera està barrejada i el CO_2 hi té una vida llarga, les emissions afecten el conjunt del planeta. Però hi ha una altra accepció del terme «global». Fa referència a la Terra com un gran ecosistema constituït pels oceans, els ecosistemes terrestres i la geosfera, tots íntimament relacionats. El canvi climàtic global no només és geogràficament global, sinó que afecta la Terra com un tot i, per tant, demana estudis que no fraccionin el sistema en petites parts. En aquest sentit, una de les aportacions que em semblen més interessants de l'últim quart de segle l'ha fet el científic britànic independent James Lovelock amb la seva famosa teoria de Gaia. La teoria diu que la Terra es comporta com un únic ens, un sistema conjunt de biosfera, hidrosfera i geosfera que evoluciona conjuntament amb tendència a l'homeòstasi, és a dir, a la preservació de les condicions ambientals. La Terra és diferent de qualsevol altre planeta, té molta aigua, té unes temperatures bones per a la vida, té una composició atmosfèrica en desequilibri químic profund, i això només s'explica per l'existència de la vida. És a dir, que la vida s'ha adaptat al planeta i a la vegada l'ha transformat profundament, de manera que tots dos han evolucionat i evolucionen conjuntament i són indissociables. Des d'aquest punt de vista, cal abordar qualsevol aproximació als canvis del planeta amb una visió integrada i no pas a través de reduccions i compartimentacions en disciplines científiques clàssiques.

Quines previsions hi ha de canvi?

Actualment s'està enllentint el llançament d'un nou programa d'abast mundial per a l'estudi de les interaccions entre oceà i atmosfera en el context del canvi climàtic: el programa SOLAS (Surface Ocean Lower Atmosphere Study). Aquesta iniciativa i d'altres han portat la Comissió Internacional d'Experts en Canvi Climàtic (IPCC) a revisar les previsions fetes fins ara (vegeu la taula 1).

Taula 1. Canvi climàtic: Revisió a l'alça de les previsions d'escalfament global

Augment de la temperatura mitjana entre 1990 i 2100		
–	previsió 1995	previsió 2000
	1 a 3,5 °C	1,5 a 6 °C
Concentració de CO₂ a l'atmosfera el 2100		
–	previsió 1995	previsió 2000
	500 ppm	540 a 970 ppm
Augment de la temperatura mitjana entre 1860 i 2000		
–	anàlisi 1995	anàlisi 2000
	0,3 a 0,6 °C	0,4 a 0,8 °C
Pujada del nivell del mar entre 1990 i 2100		
–	previsió 1995	previsió 2000
	15 a 95 cm	14 a 80 cm

Font: International Panel on Climate Change (IPCC). Report, 2000.

La concentració atmosfèrica de CO₂ augmentarà fins a doblar les d'èpoques preindustrials d'aquí a dos-cents anys, si suposem que les emissions seran iguals que les actuals i no creixeran. Les concentracions de metà i òxid nitrós també augmentaran si no se'n redueixen les emissions humanes; i es tracta de dos gasos molt poderosos en l'efecte hivernacle. També les partícules negres de sutge que es formen en les combustions, si continuen augmentant, tindran una contribució important a l'escalfament. Els models més actuals diuen que la temperatura mitjana pujarà entre 1,5 i 6 graus en els propers cent anys, que aquest augment serà superior a l'hivern respecte a l'estiu, i que disminuiran les diferències entre el dia i la nit. El nivell del mar pujarà per terme mitjà entre 14 i 80 cm, i s'alentirà la circulació termohalina de l'Atlàntic nord, que és vital per la distribució del clima en termes de temps meteorològic regional i també de cara a la dissolució del CO₂ en diverses zones de l'oceà. El cicle hidrològic serà més vigorós, hi haurà una redistribució de pluges i sequeres. A la zona mediterrània, per exemple, podríem tenir estius més secs i hiverns més plujosos, i un augment d'episodis extrems, és a dir, de tempestes i de sequeres. Les glaceres de Groenlàndia, que juntament amb les de l'Antàrtida fan el 90% del conjunt de les glaceres continentals del planeta, disminuiran un 12% i amb això contribuiran a fer pujar el nivell del mar. Paradoxalment, les glaceres continentals de l'Antàrtida poden patir el procés invers, ja que probablement hi nevarà més i les plataformes molt properes als continents augmentaran en gruix.

Què passaria si per acords polítics i desenvolupament tecnològic eliminéssim totalment les emissions de gasos hivernacle al segle XXI, entre el 2100 i el 2200? A causa de l'enorme inèrcia de la temperatura global, la resposta del sistema no seria immediata. Els efectes d'escalfament que estem causant ara són irreversibles durant segles. Això ens diu que és un tema més urgent del que podria semblar.

Tots aquests càlculs es fan per mitjà de models complexos anomenats «models de circulació general» (CGM). Aquests models, malgrat que ens ajuden a fer previsions, porten associat un grau d'incertesa enorme. Per què? D'entrada, els models són representacions imperfectes de la realitat perquè encara no coneixem prou com funciona el sistema. En segon lloc, per fer previsions a cent anys vista hauríem de conèixer com variaran les emissions humanes de CO_2 , i això suposa incorporar les previsions dels demògrafs i dels economistes sobre el creixement i el desenvolupament industrials. En tercer lloc, durant la ignició dels combustibles fòssils hom emet, juntament amb CO_2 , una gran quantitat de partícules (aerosols) que dispersen la radiació solar i tenen un efecte directe de refredament. Però, a més, si aquestes partícules són prou petites, actuen de nuclis de condensació per a la formació de núvols, de la qual cosa en deriva un efecte indirecte de refredament. Actualment, l'efecte directe s'està introduint de manera seriosa en els models, però l'efecte indirecte encara es coneix poquíssim i s'introdueix amb un grau d'incertesa elevat. Tanmateix, hi ha proves de l'efecte de refredament dels aerosols. L'escalfament que prediuen els models basats només en les concentracions de gasos hivernacle sempre és superior a l'escalfament observat, i això vol dir que cal tenir en compte l'efecte dels aerosols.

Però encara hi ha una altra font d'incertesa per als models de previsió de canvi climàtic: no coneixem prou les reaccions «naturals» del sistema biològic i geoquímic del planeta; ni tan sols sabem fins a quin punt aquestes reaccions actuaran amplificant o compensant els canvis induïts.

I en tot això, quin paper hi té l'oceà?

L'oceà cobreix dues tercers parts de la superfície del planeta. Només pel fet de ser una massa d'aigua tan enorme ja té un paper extraordinari com a absorbidor d'escalfor, transmissor d'energia i captador de CO_2 per dissolució. Però és que, a més, l'oceà no és tan sols una massa d'aigua salada, sinó que és ple de vida. Sota un microscopi, hom pot veure el plàncton de l'oceà: les algues unicel·lulars (fitoplàncton) que fan la fotosíntesi, els animalons i protozous (zooplàncton) que es mengen les algues, els bacteris (bacterioplàncton) que es «mengen» els exhudats i restes de les algues i els animalons, etc. Entre una tercera part i la meitat de la producció primària de tot el planeta té lloc al mar. Les algues utilitzen la llum i els nutrients que vénen del fons del mar per fixar el CO_2 en matèria orgànica i créixer, i el zooplàncton i els bacteris respiren aquella matèria orgànica altra vegada a CO_2 . Quin és l'efecte net d'aquests processos? La major part del carboni fixat retorna ràpidament a l'atmosfera i, per tant, des del punt del canvi climàtic, no té cap efecte; però una part sedimenta cap a aigües més fondes i s'hi queda entre cinc-cents i mil anys, i una part més petita s'incorpora als sediments marins i queda retingut temps encara més llargs. La proporció de producció primària que esdevé «segrestada» a llarg termini al fons de l'oceà depèn essencialment de l'estructura de la comunitat de plàncton, estructura que varia en l'espai i en el temps en funció de les condi-

cions climàtiques. Per tant, la capacitat de la biosfera oceànica per reduir el CO₂ atmosfèric i passar-lo a formes més conservades, és a dir, per interactuar amb el clima, varia en funció del mateix clima. Dit d'altra manera, el lligam entre plàncton i clima és estret i funciona en tots dos sentits.

El paper de l'oceà davant el canvi climàtic va més enllà de la capacitat de segrestar CO₂. El mar també emet un gran nombre de substàncies que són importants en l'activitat de l'atmosfera i en la regulació del clima: el metà, l'òxid nítrós, compostos de sofre que formen aerosols a la troposfera o que intervien en la destrucció de l'ozó de l'estratosfera, compostos halogenats que també interaccionen amb l'ozó, compostos de nitrogen que afecten l'acidesa de l'aerosol, altres hidrocarburs que afecten l'activitat oxidativa de la troposfera, etc. La llista de compostos és llarga; tots tenen importància per a les propietats de l'atmosfera i n'hi ha alguns que són importants per al clima. El dimetilsulfur, per exemple, és un gas de sofre produït pel plàncton que els oceans exhaleu en petites quantitats però de manera continuada. A l'atmosfera, s'oxida per formar aerosols que reflecteixen la radiació solar, tant directament com a còpia d'augmentar la densitat òptica dels núvols. És a dir, que els oceans emeten sofre d'origen biològic amb efecte «refredant». Les investigacions més recents, en les quals jo mateix he participat, apunten que els canvis previstos a l'oceà podrien incrementar l'emissió a l'atmosfera de sofre marí d'efecte refredador. Una petita «bona notícia» en el panorama desolador del canvi climàtic.

Quins canvis esperem a l'oceà?

L'escalfament de l'atmosfera està incrementant la temperatura de l'aigua del mar. Això farà canviar el règim de barreja vertical a moltes regions de l'oceà, amb conseqüències importants per a la disponibilitat de nutrients i per a l'exposició dels organismes a la radiació solar. Sembla ser que en zones properes als pols hi haurà una disminució de la salinitat superficial. L'augment de CO₂ abaixarà el pH de l'aigua de mar, i això tindrà importància pels organismes que produeixen esquelets o closquetes de carbonat càlcic. I cal esperar canvis en la biogeoquímica marina com a conseqüència de l'increment dels fenòmens tempestuosos. Tots aquests canvis fisicoquímics de l'oceà, quin impacte tenen en la vida marina? Afecten l'estructura i la composició de les comunitats planctòniques, la seva calcificació, la capacitat de fotosíntesi i respiració, la fenologia (comportament i cicles vitals), la distribució de les espècies biològiques, etc. Aquestes modificacions en el plàncton determinaran quina quantitat de CO₂ podran segrestar de l'atmosfera les bombes biogeoquímiques i quants compostos dels que hem esmentat es produiran, i, per tant, si la resposta del sistema oceànic al canvi climàtic serà compensatòria o amplificadora.

El gran repte és introduir als models de canvi climàtic els processos de biogeoquímica oceànica. Però per a això cal entendre millor com funcionen i com es distribueixen aquests processos. Cal combinar l'obtenció de dades *in situ* en campanyes amb vaixells oceanogràfics amb eines d'observació oceànica quasi-

sinòptica i a gran escala, com la teledetecció des de satèl·lits, que ens permet mesurar fàcilment la temperatura superficial de l'aigua, la presència d'algues, la cobertura de gel, etc.

Comiat

Als científics ens cal abordar la nostra recerca amb originalitat i flexibilitat. Això, avui, no és sempre fàcil, sobretot a causa de les limitacions del finançament de què disposem. També cal, tanmateix, que nosaltres mateixos sapi-guem adreçar les preguntes més correctes, i que a la vegada estiguem oberts a les noves preguntes que sens dubte la nostra recerca generarà. Davant el canvi climàtic global, ens cal afrontar la recerca amb responsabilitat i lucidesa, tenir una paraula entenedora i precisa malgrat que ens movem en la incertesa científica, i convèncer que cal invertir tant en coneixements com en actuació politicoeconòmica. Predico amb l'exemple: ateses les evidències de canvi, i de relació causa-efecte d'aquest amb l'activitat humana, calen replantejaments profunds i valents del cost de progrés (totalment desequilibrat en un món pretesament en vies de globalització) per tal d'aturar les emissions de gasos d'efecte hivernacle; dades i models a la mà, res no indica que les respostes del sistema Terra actuïn, en conjunt, en la direcció de compensar el canvi global per mantenir les condicions ambientals tal com les vivim avui.

Sobre el possible impacte mundial de la sida en la dècada 2000-2010

Joan Caylà

L'any 1981 es van començar a diagnosticar en persones homosexuals sarcomes de Kaposi i pneumònia per *Pneumocystis carinii*, unes malalties que fins llavors es veien molt infreqüentment i tan sols en persones molt immunodeprimides. L'agent etiològic causant d'aquests símptomes, el Virus de la Immunodeficiència Humana (VIH), se suposa que ja era a l'Àfrica central abans dels anys seixanta i, per causes que encara es desconeixen, va començar a afectar homes homosexuals. A partir d'aquest grup el virus va passar a addictes a drogues parenterals que compartien xeringues, als hemofílics i als hemotransfusos per via hemàtica, i finalment a altres persones heterosexuales per via sexual. L'any 1983 es va identificar el virus i el 1985 ja era possible disposar de tests per detectar la presència d'anticossos enfront d'aquest virus. Hi ha hagut dues fites molt importants en el tractament de la malaltia: l'any 1986 es va començar a subministrar, a malalts de sida i a persones infectades per VIH relativament avançades, l'AZT, el primer fàrmac actiu enfront del virus, i a partir dels anys 1996-1997 es va començar una campanya de subministrament sistemàtic als països desenvolupats dels inhibidors de proteases que han fet disminuir molt la letalitat de la malaltia.

Actualment, des d'un punt de vista de salut pública, la sida es pot considerar una malaltia infecciosa crònica als països desenvolupats, que es transmet per via sexual o hemàtica, que presenta una elevada morbiditat i mortalitat, sobretot al Tercer Món i a les bosses de pobresa de les grans ciutats, i que requereix una bona adherència a un tractament que, malauradament, té un elevat cost econòmic.

La sida a la ciutat de Barcelona

A Barcelona el primer cas de sida va ser un home homosexual de trenta-cinc anys que viatjava freqüentment als Estats Units. Va debutar a l'Hospital de la Vall d'Hebron amb sarcoma de Kaposi, toxoplasmosi i infecció per citomegalovirus. Va ser diagnosticat el mateix mes en què va morir, el desembre de 1981. El que va començar amb un cas puntual ha esdevingut una epidèmia que ha originat, tan sols a la ciutat de Barcelona, set mil afectats, una mica més de la meitat dels quals han mort.

Les dades de l'evolució de l'epidèmia de la sida a Barcelona mostren que l'any 1987, quan només n'hi havia cent vint-i-sis casos, els homosexuals representaven el percentatge més alt d'infectats per HIV, amb una mitjana d'edat de trenta-nou anys, seguit dels toxicòmans, amb una mitjana d'edat de vint-i-set anys, i alguns casos d'hemofílics o fills de mare toxicòmana. Per districtes, hi havia diferències importants en el nombre de malalts i en els mecanismes de transmissió o grups de risc. Ciutat Vella tenia més casos que la resta de la ciutat i hi predominaven els toxicòmans, mentre que en altres districtes com Sarrià-Sant Gervasi la proporció d'homosexuals era més elevada.

La malaltia diagnòstica de sida també variava segons el grup de transmissió. Amb dades del període 1994-1997, quan ja hi havia més de mil casos d'infectats addictes a drogues, la tuberculosi era molt més freqüent en toxicòmans que entre els altres grups de transmissió. Una dada preocupant del període 1988-1990 va ser un increment general dels casos de sida a Barcelona, especialment en el grup dels toxicòmans. Com a dada positiva, a partir de l'any 1994 van anar disminuint els casos nous de sida, i a partir del 1997 augmentà molt l'esperança de vida dels afectats gràcies a l'aplicació dels nous tractaments antiretrovirals que comentava anteriorment.

La sida a l'Estat espanyol

A nivell de l'Estat espanyol, Catalunya ha estat sempre una de les comunitats autònomes amb una incidència més elevada, juntament amb Madrid. Dins d'Europa, l'Estat espanyol té la incidència més alta i moltes vegades amb una gran diferència respecte als altres països. Per exemple, l'any 1998 tenia vuitanta-tres casos nous per a cada milió d'habitants, mentre que Itàlia en tenia només quaranta-un, França, trenta i Holanda, deu. Segons el grup de risc, Espanya concentra el nombre més alt d'usuaris de drogues parenterals i d'homosexuals amb sida seguida de Portugal.

La sida a nivell mundial

Als EUA, l'any 1987, quan ja tenien registrats més de 50.000 casos en homosexuals, van fer unes prediccions bastant catastrofistes sobre l'evolució del nombre de malalts. Les projeccions deien que l'any 1992 tindrien 365.000 casos de sida, que haurien mort 263.000 persones fins aquell any, que hi hauria 66.000 morts tan sols el 1992 i que el cost econòmic anual estaria situat entre els 5.000 i els 13.000 milions de dòlars. Afortunadament no va ser així, però sí que és cert que el cost econòmic, a part de sanitari i social, ha anat evolucionant en xifres molt importants.

A nivell mundial hi ha grans diferències entre els països desenvolupats i els països en vies de desenvolupament. L'OMS estima que a finals de l'any 1998 hi havia trenta-tres milions d'adults infectats per VIH i un total de catorze milions de morts, la majoria localitzats a l'Àfrica subsahariana, a Tailàndia i algun país de l'Amèrica Llatina. Espanya, com els EUA, té unes xifres intermèdies, i els països amb

menys incidència són alguns de l'Europa nòrdica o el Canadà. Les noves infeccions per VIH de l'any 1998 serien gairebé sis milions de casos amb un balanç de dos milions i mig de morts. Això comença a ser una xifra molt preocupant, perquè actualment només hi ha dues malalties infeccioses més letals que aquesta, la tuberculosi i la malària, però si continua aquesta tendència, les arribarà a sobrepassar.

Una altra dada preocupant és que, a nivell mundial, hi hauria 16.000 nous infectats per VIH diàriament, un 10% dels quals serien nens menors de quinze anys i un 40% dels adults serien dones. El nombre estimat de nens orfes a causa de la sida l'any 1997 a nivell mundial arribaria als vuit milions, el 90% dels quals procedirien dels països més pobres de la Terra, la majoria a l'Àfrica subsahariana.

L'impacte de la sida als països en vies de desenvolupament està hipotecant el futur de milions de persones. Es calcula que un 25% dels adults de Botswana estarien infectats per VIH, un 12% a Kenya, un 19% a Zàmbia, etc., mentre que, en comparació, la incidència als països desenvolupats seria extremament menor (un 0,18% als EUA, un 0,50% a Espanya o un 0,30% a França). L'esperança de vida en països com Botswana, Kenya, Malawi, Moçambic o Zàmbia era molt bona fins als anys 1990-1995, però l'aparició de la sida l'ha fet disminuir uns deu anys de mitjana, i això es pot explicar en bona part pels diners de què disposen per tractar els malalts. Alguns d'aquests països l'any 1996 disposaven de dos dòlars per malalt, una quantitat ridícula si es compara amb la inversió de l'Estat espanyol, on el tractament anual per a cada malalt costa uns dos milions de pesetes. Quant a mortalitat, l'any 1999 els països de l'Àfrica subsahariana haurien sofert fins gairebé 14 milions de morts, 210.000 morts a l'est d'Europa i 450.000 als EUA. S'ha parlat molt de la sida als EUA, però l'impacte social i econòmic a l'Àfrica és extremament més elevat.

Sida i tuberculosi

Una preocupació important és quan el VIH i la tuberculosi s'associen. L'OMS estima que en la dècada 1990-1999 hi haurà hagut noranta milions de casos nous de tuberculosi i trenta milions de morts. A la dècada dels vuitanta molts països van veure com la tuberculosi sofria un increment de casos de manera important. A moltes persones que fins aquell moment només estaven afectades per *Mycobacterium tuberculosis* o bacil de Kock sense haver desenvolupat encara la malaltia, una infecció pel VIH els produïa un estat d'immunodepressió que afavoria que el *Mycobacterium tuberculosis* es multipliqués i produís patologia.

Quan el bacil de Kock afecta una persona immunitàriament sana, aquesta esdevé tuberculinopositiva al cap de tres o set setmanes. D'aquests tuberculinconvertors, entre l'1 i el 2% desenvoluparan la tuberculosi durant l'any següent i tan sols un 10% presentaran malaltia al llarg de la seva vida. En canvi, quan un bacil de Kock afecta una persona infectada per VIH, la situació es complica d'una manera alarmant: la malaltia es desenvolupa en un 10% dels tuberculinconvertors el primer any i en un 50% al cap de cinc anys. La tuberculosi es converteix, per tant, en una malaltia molt més probable quan hi ha infecció per VIH.

El mapa mundial del nombre d'afectats per tuberculosi és bastant semblant al mapa d'afectats per la sida. Els països més afectats sempre són aquells amb un nivell socioeconòmic més baix: els països de l'Àfrica subsahariana, l'Índia i altres països de l'Àsia i l'Amèrica Llatina. L'augment de casos de tuberculosi registrats a nivell mundial també es podria explicar per la millora en els sistemes de detecció de la malaltia, i pel fet que les mesures de control de la tuberculosi a nivell mundial al llarg dels darrers anys havien baixat molt, ja que molts països pensaven que aquesta malaltia pràcticament no existia. Però el VIH s'ha encarregat de demostrar que no era així.

Prevenició de les conductes de risc

A Barcelona s'han posat en marxa mesures de prevenició que han estat molt útils, com per exemple els programes de metadona, que aconsegueixen que els malalts deixin d'injectar-se heroïna amb tanta freqüència com abans i sigui més fàcil convèncer-los que no comparteixin xeringues. Aquests programes van molt bé per poder donar missatges preventius en relació amb la sida, per incentivar que els malalts de tuberculosi compleixin els tractaments de medicació durant molts mesos, i alhora han fet disminuir l'índex de criminalitat. Un bon exemple del funcionament d'aquests programes el trobem a Holanda, on l'any 1990 hi participaven un 70% dels toxicòmans i l'any 1994 ja van detectar una disminució dels casos de sida en aquest grup de risc. Els programes de manteniment amb metadona a Espanya van arribar molt tard, tan sols un 10% dels toxicòmans hi participaven l'any 1990, i el retard en la seva aplicació explica, en gran mesura, que Espanya sigui el país d'Europa més afectat per la sida, especialment pel que fa a toxicòmans. Hem de recordar que estem davant d'un problema econòmicament molt important i és necessari que la gent entengui les mesures de prevenició. Espanya ja gasta 36.000 milions de pessetes en tractaments retrovirals, i ens ha de quedar molt clar que amb la sida és molt millor prevenir que curar.

Previsions sobre l'impacte de la sida en el període 2000-2010

Actualment els tractaments antiretrovirals s'estan aplicant a gent que encara no té sida, i això és bo perquè fan que la immunodeficiència no progressi i d'aquesta manera molts d'aquests infectats com a mínim retardaran l'inici de la malaltia. Malgrat això, és molt difícil predir el futur. L'impacte serà donat per l'elevat cost econòmic dels tractaments, que només el podran assumir els països amb rendes altes com Espanya. Per tant, aquesta malaltia continuarà presentant una elevada morbiditat i mortalitat, sobretot als països en vies de desenvolupament. L'aparició d'una vacuna no és previsible en un termini de cinc o deu anys, i es veu a venir que una vacuna eficaç contra la sida serà probablement econòmicament molt costosa. Si aquesta vacuna no es pogués aplicar sistemàticament als països més afectats, el seu interès a nivell mundial quedaria molt limitat.

Ocupació del litoral i implicacions sobre el territori

Jordi Serra Raventós

Introducció

L'ocupació del litoral, al nostre país i arreu del món al llarg de la història recent, ha comportat canvis importants i generalment negatius, tant en la seva evolució com en l'estructura i la dinàmica de les costes i del medi físic. Al llarg d'aquesta conferència es farà una breu introducció teòrica sobre la diversitat dels tipus de costa i els factors que controlen el seu modelatge per, a continuació, incidir sobre alguns dels problemes resultants de l'ocupació del litoral català, que possiblement es podrien haver evitat amb una gestió millor, o amb el que ara anomenem «gestió integral del litoral».

Alguns conceptes teòrics

La línia de costa, des del punt de vista físic, és la frontera entre els sistemes continental i marí en un moment del temps, formada pels processos dels dos dominis. A escala de temps curta és una situació que podem considerar estable, però a escala de temps llarga, o fins i tot geològica, és un element totalment canviant. Uns quants milers d'anys enrere (18.000) la línia de costa es trobava aproximadament cent metres per sota de la línia actual, pràcticament al límit de la plataforma continental, i no va assolir el nivell actual fins fa uns cinc mil anys. Aquests canvis s'han realitzat en repetides ocasions al llarg de la història de la Terra, produïts ja sigui per canvis en el volum de l'aigua de les conques marines o en l'evolució estructural de l'escorça de la Terra. Si en la situació actual es produís la fusió de tota la massa de gel, aquest nivell encara s'elevaria uns seixanta metres més. La tendència actual atorgada a l'escalfament o canvi climàtic és de l'ordre de 2 mm any, segons les previsions més moderades.

La línia de costa integra les formacions litorals, aquelles estructures que s'han construït a expenses de processos sedimentaris, biològics o d'altra mena, com per exemple les platges, les formacions deltaïques, els estuaris o els esculls bioconstruïts. Considerarem, doncs, que la línia de costa i totes les formacions que hi estan associades són un sistema dinàmic. Moltes vegades la política de conservació de les formacions litorals, com els aiguamolls o els sistemes del-

taics, intenta rigidificar el sistema i per tant dona a aquests elements un caràcter estàtic impropï o no compatible amb la seva evolució natural.

El perfil de costa pot modificar-se per l'efecte dels factors climàtics, geològics o antròpics. Els efectes climàtics inclouen, en un sentit molt ampli, els agents dinàmics marins, la climatologia marina, el règim de l'onatge, els corrents, les mareas, etc., així com els canvis climàtics atmosfèrics. Sabem, per exemple, que l'escalfament global actual de la Terra fa incrementar el nivell del mar, malgrat això, el sistema reacciona de manera natural adaptant-se a un nou perfil, sempre que existeixin l'espai i el material necessaris. Els canvis geològics comprenen la dinàmica cortical i la dinàmica sedimentària. Són processos a escales de temps molt diferents. Per exemple, a una escala de temps curta tindríem els canvis produïts per un terratrèmol o per fenòmens volcànics; a una escala de temps de centenars d'anys tindríem la formació d'un delta. Finalment, intervé l'acció de l'home, que, com a introductor d'elements estranys en el litoral o a l'interior del país, dona lloc a una ràpida modificació de les condicions d'equilibri dels processos litorals. Entre les intervencions a la pròpia línia de costa, destaquen les construccions de ports, esportives, esculleres, espigons de protecció, o les més recents intervencions d'alimentacions artificials de les platges, i a l'interior del continent trobem la construcció d'embassaments que poden afectar les conques hidrogràfiques i tenir una repercussió directa sobre el litoral quan retenen el material detrític que transporta el riu i aquest no s'allibera al mar.

La *geodiversitat* costanera defineix els diferents tipus de morfologies litorals existents. El coneixement de la geodiversitat és important en la gestió del litoral, ja que la tecnologia aplicable variarà segons la morfologia predominant, perquè els processos dominants no són sempre els mateixos en funció d'aquesta variabilitat. Algunes actuacions que s'han realitzat copiant els models d'altres països per aplicar-los al litoral català han estat un gran fracàs. Per exemple, a Segur de Calafell i Coma-ruga s'hi han construït ports dels anomenats «ports illa», uns ports fets mar endins i units a terra per un pont que permet, en principi, el pas de les ones i del sediment que transporten formant l'anomenat «corrent de deriva litoral». Malgrat que es tracta d'una bona tecnologia a nivell tècnic, la climatologia no és l'adequada per a aquestes construccions i el resultat ha estat que aquests ports produeixen un efecte pantalla en el moviment de sediments i han de ser dragats de manera contínua.

Qualsevol gestió al litoral ha d'anar acompanyada, en primer lloc, d'un coneixement molt precís dels factors que intervenen en la modulació de la costa. Aquests factors els classifiquem en cinc categories:

1. El tipus de substrat que dona lloc a la morfologia del litoral. Aquest és un factor dominant, per exemple, a la badia de Cadaqués i Portlligat.
2. La dinàmica sedimentària i el balanç sedimentari, dels quals parlarem a continuació.
3. Els processos biològics. Tenen gran importància en les costes de tipus escull, on domina la bioconstrucció, i en zones on la presència d'un substrat per-

- manent, com en el cas del cap de Creus, ha facilitat l'establiment d'unes comunitats amb un temps de residència llarg.
4. L'entrada energètica a què és sotmesa la costa, per exemple les marees, que malgrat que al mar Mediterrani són mínimes, també tenen una certa interacció, així com d'altres tipus d'ones de llarg període.
 5. El factor humà, que amb les seves actuacions pot fer capgirar qualsevol dels altres elements.

El balanç sedimentari

El balanç sedimentari litoral no és res més que la relació entre les entrades i les sortides del material detrític (continental o marí) del sistema. En el cas que sigui positiu (hi dominen les entrades al sistema) es produirà la progradació de la costa, mentre que en el cas contrari dominaran els processos erosius. Les entrades poden ser de diversos tipus, però en el cas del Mediterrani dominen les aportacions continentals transportades a través de la xarxa fluvial. Els sediments arriben a la línia de costa portats per un corrent unidireccional, i el canvi energètic brusc en entrar en contacte amb el sistema dinàmic marí provoca una selecció dels materials. Els sediments més fins i els elements en dissolució són progressivament decantats més enllà de la línia de costa o passen a formar part del sistema o de la solució marina, mentre que els elements detrítics grossers es queden a la desembocadura i es distribueixen al llarg de la costa a favor de la deriva litoral. També hi pot haver entrades de sediments des de mar cap a terra, o entrades procedents de la productivitat d'organismes marins que deixen esquelets carbonàtics. La importància relativa de les aportacions detrítiques d'origen continental, marina o biològica, donarà lloc a un tipus de facies sedimentària característica. Per exemple, el sediment que forma la costa continental mediterrània són materials de tipus siliciclàstics originats al continent i retreballades per l'acció de les ones. En les zones insulars, en canvi, dominarà l'element biogènic, amb la presència de sorres bioclàstiques carbonatades compostes per restes d'organismes animals (com el «marés» de Mallorca).

Els sediments que arriben o formen part del sistema costaner poden ser retransportats de dues maneres: pel transport longitudinal, que transcorre paral·lelament a la costa, i pel transport transversal, durant el qual els sediments guanyen fondària fins on pot arribar l'energia de transport (fondària límit). Aquesta dualitat depèn bàsicament del tipus d'energia incident que tinguem en cada tram de costa. Una tercera sortida, produïda per l'ésser humà fins fa poc, era l'explotació d'àrids del litoral i de les conques fluvials que alimenten el litoral. Ara aquestes actuacions estan rigorosament prohibides.

El comptament d'un sector de costa no podrà ser conegut amb certesa fins que no es coneguin tots els paràmetres que intervenen en el balanç sedimentari. Això és força complex i comporta períodes de mesura i bases de dades prou llargues com per ser vàlides. De vegades l'experiència o el record històric (vegi's també el registre geològic) poden suplir o ser més fiables que un mal càlcul, no obstant això un període mínim de mesures és imprescindible. La

resposta dinàmica a la introducció de modificacions en un sistema litoral solament podrà ser coneguda a través de models numèrics o de proves en model reduït, eines cada cop més utilitzades i fiables.

La diversitat del nostre litoral fa necessari l'establiment d'un inventari en el qual es tinguin en compte els compartiments o les cel·les caracteritzades per trets dinàmics, sedimentaris i amb comportaments similars, això facilitaria en gran manera els treballs o les actuacions en el sentit ampli de la seva gestió. A continuació n'exposarem dos exemples en què es posa en evidència aquesta necessitat, que són els del Maresme i els del delta de l'Ebre.

La gestió litoral al Maresme

La Tordera és el punt principal d'aportació sedimentària en l'àrea fisiogràfica del Maresme, una costa estructural però amb una formació d'una plana litoral més o menys extensa. El balanç sedimentari d'aquesta àrea pot calcular-se a partir de les característiques del clima marítim, coneixent les entrades de sediment al sistema (bàsicament del riu Tordera i les rieres que es troben al llarg de tota aquesta província), coneixent els paràmetres físics i morfològics de la zona i coneixent l'energia dominant incident (principalment de les llevantades). Segons els resultats emprírics, el transport per deriva potencial en aquest tram de costa és de l'ordre del 80.000 m³ anuals. Les entrades que podem avaluar del riu Tordera, encara que no hi ha estudis gaire precisos, són de l'ordre de 200.000 m³ anuals. Evidentment, aquest sistema ha funcionat fins que ha entrat en joc el paper modificador de l'ésser humà, que ha intervingut en els rius i en les construccions de la costa, i actualment aquest esquema està trencat pràcticament des de la seva desembocadura.

La Tordera ha patit recentment (a finals dels anys vuitanta) una petita modificació en la seva desembocadura que està causant un gran impacte en el sistema costaner. Fa deu anys els propietaris d'un càmping van construir una escollera al marge dret del riu per evitar la formació d'un canal d'aigües estancades que dificultava el pas cap a la platja dels seus estadants. Ara, quan el riu baixa de manera torrencial, el sediment que aporta es veu obligat a sortir frontalment cap a mar. El delta del Tordera té un front molt abrupte i la particularitat d'estar format per una sorra gruixuda, i pràcticament tot el material que arriba al mar es perd en fondària i no alimenta les platges aigües avall del corrent de deriva (cap a ponent). Això comporta un problema greu, perquè, tot i ser el primer punt del Maresme en l'aportació de sediments, les platges situades al sud de la Tordera estan en procés d'erosió i han hagut de ser regenerades artificialment. Una petita intervenció en aquesta desembocadura podria evitar els mals que tenen les platges sotacorrent, però malgrat que això ha estat comunicat a les autoritats competents, aquestes no n'han fet gaire cas (competències de diferents departaments).

Les conseqüències de la manca de sediment són visibles pocs quilòmetres més avall del delta de la Tordera, com és el cas del petit delta de la riera de Santa Susanna, on teòricament hi hauria d'arribar una quantitat de material

suficient per mantenir estable aquesta zona. Actualment està protegit per uns espigons perquè el procés d'erosió era tan important que afectava alguns càmpings i altres propietats d'aquesta zona. Encara més al sud, a la població d'Arenys, trobem la primera obra important en la província sedimentària del Maresme, que produeix una barrera total al transport de sediment: el port. La platja situada aigües amunt d'Arenys encara manté una certa estabilitat, però la platja situada aigües avall pràcticament havia desaparegut i ja fa alguns anys s'hi va fer una intervenció considerable d'aportació de sorres artificials per restablir-la. La platja es va regenerar fins al port següent, Port Balís, i aigües avall d'aquest port ja no hi ha platja fins arribar a Mataró, on la riera de Sant Simó aporta sediments per formar una platja més o menys estable.

La característica general al llarg de tot el Maresme és la presència dels ports que modifiquen la dinàmica sedimentària i que forcen a realitzar intervencions de regeneració artificial per permetre la presència de platges. És per aquest motiu que en el Pla de Ports Esportius (G. de C. 1983) tot el tram superior del Maresme no afectat per cap intervenció va ser considerat com d'elevat índex de protecció, mentre que la revisió que es fa d'aquell pla, ja es pretén modificar a la baixa.

La gestió litoral al delta de l'Ebre

El delta de l'Ebre és el punt més emblemàtic a nivell de dinàmica sedimentària de la costa catalana, ja que és un dels exemples típics on, malgrat els problemes d'erosió, no s'hi fa cap tipus d'intervenció. El problema a nivell físic és que el riu només transporta el sediment procedent dels pocs barrancs que hi ha després dels embassaments i actualment no arriba al 5% del material sòlid que transportava fa cinquanta anys. La manca de sediment ha contribuït a establir una creixent taxa d'erosió de la costa externa, inclòs el punt de desembocadura.

S'han realitzat nombrosos estudis per veure quines podrien ser les solucions per preservar millor tot el sector, com per exemple veure què passaria si es tornés a obrir la gola original del riu, abandonada el 1939 quan l'Ebre es va desviar en direcció nord. Les anàlisis realitzades preveuen que si es recuperés aquella gola, el poc material que aquest transporta seria distribuït de manera uniforme a les dues bandes del delta. Malgrat que el procés d'erosió continuaria, aquesta seria equilibrada als dos costats del delta. La gola actual seria erosionada ràpidament i el material resultant podria mantenir l'estabilitat de la costa exterior, tant de la zona de la Marquesa com la platja dels Eucaliptus i del Trabucador, almenys per un període de temps similar des que es produí el desviament natural del riu. Aquesta petita intervenció no requeriria cap mena d'obra important i podria recuperar l'estabilitat de la costa externa. Les actuacions amb una inversió mínima de recursos com les que hem proposat pel delta de la Tordera o el delta de l'Ebre són accions que permetrien la sostenibilitat del sistema litoral.

S'han proposat moltes altres intervencions, però les poques realitzades a la costa (duna artificial del Trabucador, regeneració experimental a la Marquesa,

escollera a la zona del canal vell, etc.) han estat un fracàs absolut. Això, més la incertesa en què es treballa en aquest medi tan canviant ha portat a prendre la decisió més encertada: no fer-hi res o solució zero. Al sector fluvial, també hi ha hagut intervencions prou conegudes i amb resultats tan negatius com a la costa, com el pla de navegabilitat esportiva.

Comentari final

L'ocupació intensiva del nostre litoral ens ha portat a una situació en la qual aquest ja no pot reaccionar lliurement davant dels episodis o temporals altament erosius, com ho feia abans o com ho fan encara alguns sectors per motius diversos, i en què es demostra que la millor solució és no fer-hi res i deixar que la natura actuï. Això no obstant, avui és l'excepció.

Cada cop és més necessària una coordinació d'esforços, que passa des del coneixement en profunditat de les característiques morfoodinàmiques dels diferents compartiments del litoral, fins a les diferents possibilitats d'actuació i seguiment d'aquest, o el que s'integra en el que coneixem per la *Gestió Integral del Litoral*.

Catàstrofes i societat

Joan Manuel Vilaplana

Agost del 1999: Terratrèmol a Turquia; 20.000 morts.

Desembre del 1999: A la costa atlàntica de Veneçuela, molt a la vora de Caracas, s'esllavissen els vessants i s'inunden les desembocadures d'unes petites rieres ocupades per habitatges; 50.000 víctimes entre morts i desapareguts.

Febrer del 2000: Inundacions a Moçambic a la zona compresa entre el mar i els països de Sud-àfrica i Zimbabwe. Queden afectades les àrees amb més població humana. Almenys 150 persones mortes i més de 500.000 desplaçades.

Abril del 2000: Un volcà entra en erupció al Japó. En un context social i econòmic absolutament diferent de Turquia, Veneçuela i Moçambic, els serveis d'emergència d'aquell país prediuen l'erupció amb dos dies d'antelació, evacuen la població i cap persona pateix danys.

Els danys mundials deguts als desastres naturals l'any 1998 van ser estimats per una reasseguradora alemanya en 50.000 morts i 1,2 bilions de pessetes en pèrdues. Fent memòria, aquell va ser l'any de les inundacions del Iang-Tsé a la Xina (3.700 morts), de l'huracà Mitch (gairebé 20.000 persones entre morts i desapareguts) i del terratrèmol a l'Afganistan (9.000 morts), entre altres desastres.

Des dels anys seixanta hi ha hagut un augment alarmant de pèrdues econòmiques i de vides humanes degut als desastres naturals. Enfront d'aquest panorama, l'any 1987 l'ONU va declarar la dècada dels noranta *Decenni Internacional per la Reducció dels Desastres Naturals* (IDRND) i va proposar a tots els governs del món que comencessin una sèrie d'estratègies per tal de mitigar els efectes dels fenòmens naturals catastròfics i disminuir les pèrdues humanes i econòmiques.

Ara que ja entrem al segle XXI, cal que ens plantegem algunes qüestions importants que interessin no només als científics i als tècnics, sinó també a la societat en general. Són els fenòmens naturals cada cop més severos? Han augmentat la seva freqüència? La societat, ha esdevingut més vulnerable? L'ésser humà, que n'és la víctima, n'és també el culpable? De quina manera està canviant en la relació entre l'ésser humà i els fenòmens naturals? Per respondre aquestes qüestions, en primer lloc analitzaré els conceptes que els especialistes utilitzem per a l'avaluació de les catàstrofes naturals. En segon lloc, revisarem

tres exemples amb els quals he tingut una relació professional com a geòleg: la catàstrofe de Biescas al Pirineu aragonès, l'esllavissament de Randa a Suïssa i els efectes devastadors de l'huracà Mitch a Nicaragua.

Conceptes bàsics

Classifiquem els desastres naturals en funció de l'origen del fenomen. Els d'origen geològic o processos geodinàmics interns agrupen fenòmens generats a l'interior de la Terra: els terratrèmols, les erupcions volcàniques i els tsunamis (les onades gegants generades a partir de sismes subaquàtics).

El conjunt més important de fenòmens físics que desencadenen desastres naturals (per la seva freqüència i la seva distribució geogràfica i arreu del Planeta) són els geodinàmics externs, els quals provoquen erosió, transport o sedimentació i són condicionats per la climatologia. Aquests fenòmens, anomenats «hidrometereològics», inclouen les inundacions, les esllavissades i caigudes de pedra, les allaus de neu, els temporals marítims, les calamarsades i fins i tot les tempestes de llamps. En alguns fenòmens de tipus meteorològic, malgrat que l'ésser humà pot intervenir-hi, la natura continua sent-ne el principal agent generador.

Hi ha també els desastres anomenats de tipus mixt, d'origen natural i antròpic, on les persones hi tenen un paper molt important. És el cas, sobretot, dels incendis forestals i de la desertització.

Per avaluar l'impacte, o sigui les conseqüències d'una catàstrofe o desastre natural, fem servir el mateix concepte que utilitzen les asseguradores per estimar el risc d'accidentalitat, per exemple, d'un model de cotxe en un àmbit social determinat. El risc natural s'estima segons la probabilitat que, a causa d'un perill natural determinat, ja sigui un terratrèmol, una erupció volcànica, una allau o una inundació, es produeixin unes pèrdues socioeconòmiques en un moment determinat i en una àrea de territori determinada. El terme «risc natural» és, doncs, el producte de dos factors:

$$\text{Risc natural} = \text{Perillositat natural} \times \text{Vulnerabilitat del elements territorials exposats}$$

La perillositat representa la intensitat o magnitud d'un fenomen físic natural destructiu. En el cas d'una allau, per exemple, la perillositat s'avalua en base a l'energia que genera el desplaçament del mantell nival quan aquest s'esllavissa i, per tant, es pot estimar en base a la massa de la neu esllavissada i a la velocitat de desplaçament. Els elements del territori que poden ser vulnerables enfront del fenomen natural depenen de l'ésser humà. Entre ells podem considerar les persones mateixes, les edificacions, les infraestructures viàries, la massa forestal, els cultius, etc. En l'avaluació del risc, el factor vulnerabilitat l'estimem segons la intensitat del dany en cada element exposat, i és màxima la vulnerabilitat quan la destrucció és total. Així doncs, només parlem de risc en catàstrofes quan coexisteixen els dos factors: perillositat i vulnerabilitat.

La prevenció: el millor remei

Hi ha molts tipus d'estratègies preventives. Cal combinar diferents estratègies i adaptar les decisions a la realitat socioeconòmica de cada context. La cartografia o zonificació del perill hauria de ser sempre el primer pas. Així doncs, des d'un punt de vista preventiu, la cartografia de les zones amb perillositat és un document bàsic per poder fer un bon ús del territori enfront de les amenaces naturals. Malgrat que es tracta d'una eina que avui en dia s'està abordant amb força èxit en molts països del primer món, continua essent una assignatura pendent a casa nostra. Podem mitigar el risc determinant quines zones són freqüentment amenaçades per un perill natural i, en conseqüència, decidint un canvi en l'ús o en l'ocupació del territori, o bé dissenyant algun tipus d'obra de defensa sobre la zona exposada. A l'hora d'establir estratègies per a la reducció del risc natural, en alguns casos, com en les allaus, esclavissades o inundacions, haurem de ser capaços de fer disminuir l'energia implicada en el fenomen per fer més petit el risc. També podem lluitar contra els desastres naturals actuant sobre la vulnerabilitat mateixa, fent més resistents els nostres elements vulnerables a l'impacte d'aquests fenòmens físics. Aquesta és l'estratègia en enginyeria sísmica. Com que avui en dia no és possible, encara, actuar sobre la perillositat dels terratrèmols ni sobre la reducció de l'àrea exposada, s'opta per construir edificacions sismoresistents. Per una bona i efectiva prevenció, l'educació és una eina fonamental, ja que la millor manera d'afrontar un perill és conèixer-lo. El Japó és un exemple paradigmàtic en la formació, des de l'escola, dels nois i noies que han d'aprendre a conviure amb una problemàtica inherent al territori en el qual viuen.

Tres casos reals

*Càmping «Las Nieves» (Biescas, Pirineu d'Osca),
7 d'agost del 1996. Inundació. 87 morts en mitja hora.*

A Biescas va ploure més de 160 mm en mitja hora i el torrent d'Arás va respondre mobilitzant tots els materials que hi havia als sòls morrènics. A més, un element d'origen antròpic va magnificar la perillositat de la torrentada. Entre els anys vint i quaranta, els enginyers forestals van construir una sèrie de preses de retenció de terres per evitar l'erosió dels sòls de la conca. Aquestes preses estaven plenes de sediments des de feia temps i no se'n realitzava cap mena de manteniment. La resposta hidrològica de la conca va ser suficient per mobilitzar el material de dins les preses. L'aigua va trencar lateralment un dels primers dics de la trentena que hi havia. En buidar-se va incrementar-se el poder energètic del corrent, trencant els altres dics (vegeu Foto 1). Encara que no s'haguessin trencat els dics, la quantitat d'aigua que baixava pel torrent —un cabal estimat de l'ordre de 500 m³/s— hagués estat suficient per destruir el càmping. La casa on hi havia l'administració i els serveis del càmping i la gent que en aquell moment l'ocupava no van patir danys. La seva situació damunt



Foto 1. Imatge dels dics de contenció del barranc d'Arás a Biescas trencats per la torrençada del 7 d'agost de 1996. J. M. Vilaplana.

del con i la seva resistència la van fer poc o gens vulnerable a la inundació. Per contra, tots els elements fràgils, com les tendes, els vehicles i les caravanes, van resultar destruïts i els seus ocupants, morts o ferits.

Recordo molt bé les declaracions dels polítics dient que el càmping va ser objecte d'una força desorbitada de la natura absolutament incontrolable i imprevisible. Vejam si és veritat, si a mitjan anys noranta no érem capaços de predir aquests tipus de torrençades i els seus efectes. En geologia, com en ciència experimental, que utilitza l'anàlisi històrica, aprenem molt dels esdeveniments passats, els quals ens ajuden a entendre el comportament futur dels sistemes naturals, per tant, l'anàlisi d'esdeveniments precedents és una bona eina de predicció. Retrocedirem fins a l'any 1982. El 6 i 7 de novembre d'aquell any hi va haver fortes precipitacions al Pirineu, especialment al de Catalunya, es va arribar a uns màxims pluviomètrics de 600 mm en tan sols dos dies a la Cerdanya, i més de 300 mm a Esterrí d'Àneu. Tots els rius pirinencs van tenir importants crescudes i, en conseqüència, es van produir algunes víctimes mortals i nombrosos danys materials.

En una petita conca torrencial al costat d'Esterrí d'Àneu (Pallars Sobirà), la del torrent de Jou, al terme municipal de la Guingueta d'Àneu, una torrençada va produir erosió a la conca i sedimentació al con de dejecció. La major part del con estava ocupada per prats i només a la part més distal, a uns quants centenars de metres de la sortida del torrent, hi havia les cases del poble i la carretera alineades perpendicularment al flux. A conseqüència de la resposta hidrològica del torrent, el con de dejecció del torrent va quedar cobert de sediments aportats per la crescuda: grans blocs de roca granítica barrejats amb còdols

més petits amb sorres i fang. Tot el con va ser escombrat per l'avinguda, però les acumulacions de sediments es disposaven tal com correspon a aquests ambients sedimentaris ben coneguts pels geòlegs: els sediments de granulometria més gran es concentraven a la part alta del con, la zona més propera a la desembocadura del torrent. A mesura que ens allunyàvem d'aquest punt, la mida de gra del sediment disminuïa, de tal manera que a la part baixa del con, a la zona ocupada per les cases i la carretera, només una capa de fang recobria el sòl.

La conca del torrent de Jou té 15 km², una mida i un context molt similar a la conca del torrent d'Arás, a Biescas, de 20 km². Són conques amb un bosc relativament dens sobre sòls morrènics, un material detrític format per argiles, còdols i grans blocs de granit, molt susceptibles de mobilitzar-se en determinades condicions hidrològiques (com ara per pluges especialment intenses). Alguns punts de capçalera i els marges del torrent de Jou es van erosionar i el material resultant (blocs de granit, còdols, graves, fangs i sorres) va ser transportat corrent avall fins a la confluència amb la Noguera Pallaresa (així es construeixen els cons de dejecció, també el d'Arás). La carretera va quedar recoberta de fang i les cases, inundades a la part baixa, però cap no va patir danys estructurals, excepte una que estava en construcció a la zona alta del con. No hi va haver cap mort, ni tan sols cap ferit (vegeu Foto 2).

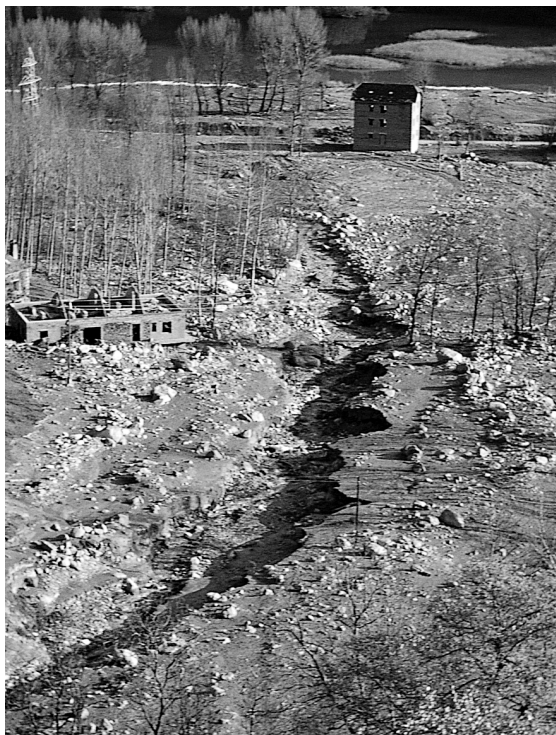


Foto 2. Efectes de la sedimentació i de l'erosió de la torrentada dels dies 7 i 8 de novembre de 1982, damunt el con de dejecció de la Guingueta d'Àneu. J. M. Vilaplana.

Així doncs, per què aquesta gran diferència en l'impacte socioeconòmic de les dues torrentades? Malgrat que el factor perillositat (severitat de la torrentada) era comparable, el factor vulnerabilitat era molt superior en el cas de Biescas.

Una reflexió sobre aquest cas. Podem respondre els interrogants següents: som capaços de dir *quan, com i on* es produirà una torrentada?

Sabem que aquestes torrentades es generen en base a determinades situacions pluviomètriques. Sabem quins fenòmens geomorfològics destructius acompanyen una torrentada. És clar que en zones tan petites com les conques torrencials pirenenques, davant d'una situació de tempestes, resulta molt difícil predir amb exactitud quina o quines conques tindran una crescuda. En canvi, els serveis meteorològics sí que han de ser capaços de donar una alerta meteorològica regional que activi els plans d'emergència de Protecció Civil. Un cop donada l'alerta, hom sap que, com a estratègia preventiva, totes les conques torrencials de la regió, comarca, massís, etc. s'han de considerar zones exposades a una avinguda torrencial, i sabem també que en tota conca torrencial el con de dejecció és la zona inundable, en conseqüència podem conèixer perfectament quins són els indrets amenaçats. I si tot això no funciona, la qual cosa és força criticable en un país del primer món, el que és del tot inacceptable és el fet de deixar ubicar instal·lacions altament vulnerables (com ara càmpings) en zones clarament inundables. I a Biescas existia un estudi anterior a la catàstrofe que alertava de la perillositat del con de dejecció del barranc d'Arás.

Randa (Cantó del Valais, Suïssa), 9 de maig del 1991

Mig quilòmetre aigües avall de Randa, a la vall de Zermat, des del vessant esquerre s'acaben de desprendre trenta milions de metres cúbics de roca al fons de la vall. L'esllavissament dura uns quants minuts. No hi ha cap víctima ni cap habitatge destruït, només unes bordes situades al peu de la paret queden soterrades; a més, la carretera queda col·lapsada, el ferrocarril, interromput i el drenatge del riu, obstruït. La conseqüència immediata és la inundació de la part baixa de Randa i la incomunicació de la vall de Zermat (vegeu Foto 3).

Hom podria dir que, amb la precisió horària que caracteritza els suïssos, l'equip de geòlegs cantonals va arribar a predir el fet, l'hora aproximada de la gran trencada i fins i tot ho van fotografiar.

Suïssa és un país amb una organització social, una educació i una conscienciació enfront de les catàstrofes naturals que no té res a veure amb l'exemple anterior. S'hi porta a terme una política de vigilància en aquelles zones del territori susceptibles de patir fenòmens naturals catastròfics, i precisament el sector que es va esllavissar al poble de Randa estava marcat als mapes de zonificació de perill natural com un sector potencialment perillós. I periòdicament es vigilava. Un mes i mig abans del fenomen, en un vol de reconeixement amb helicòpter, s'hi van detectar unes esquerdes que s'obrien d'una manera sospitosa. Amb uns instruments controlats remotament es va fer un



Foto 3. El gran esllavissament de Randa a Suïssa, el 9 de maig de 1991. CREALP.

seguiment de l'obertura de les esquerdes i es va poder aplicar un model de predicció temporal per saber quin dia s'esllavissaria. Els serveis d'emergència i protecció civil ja havien evacuat tot el poble el dia previst i les carreteres i el ferrocarril es van tallar al trànsit. Les conseqüències de l'esllavissada van ser menors. El riu va inundar la carretera i el ferrocarril, els quals es van haver de reconstruir, i evidentment hi va haver uns costos econòmics. Però els mitjans de prevenció van reduir al mínim el risc natural, tenint en compte l'elevada perillositat del fenomen, sobre el qual no es podia actuar directament. Aquest és un cas paradigmàtic d'una bona gestió en cas de desastres naturals.

*Nicaragua, octubre de 1998. Huracà Mitch.
20.000 víctimes entre morts i desapareguts a tot Amèrica Central.*

L'huracà Mitch va afectar, entre d'altres, un país que ja havia estat castigat per dues catàstrofes: el terratrèmol de Managua de l'any 1971, que va destruir tota la ciutat (que mai més no ha estat reconstruïda), i la guerra civil, durant la dècada dels vuitanta. La pobresa era total, la vulnerabilitat del país estava sota mínims. El Mitch va ser un huracà d'elevada intensitat, amb vents superiors a 250 km/h quan es trobava davant de la costa atlàntica. Va entrar a l'istme centreamericà i va resseguir la franja fronterera entre Hondures i Nicaragua. Les precipitacions van ser especialment intenses i d'una durada de fins a vuit dies, atès que una borrasca provinent del Pacífic va coincidir en aquell moment

amb els vents humits de l'huracà caribeny. La destrucció no va ser deguda directament als vents huracanats, sinó a les pluges que se'n van derivar, que van ocasionar les crescudes dels rius i els esllavissaments de gran quantitat de vessants. Quan ja s'havien acumulat 1.000 mm de pluja, el dia 30 d'octubre les precipitacions van tenir la màxima intensitat, amb valors de 500 mm en vint-i-quatre hores a la zona de Chinandega, prop del volcà Casitas. Va ser el dia que hi va haver la màxima crescuda dels rius i que van baixar aigües avall la majoria de vessants esllavissats de les zones de muntanya. A les regions del nord i del centre del país hi va haver destrucció de carreteres, ponts i cases per les inundacions i els esllavissaments. En alguns llocs, per iniciativa de les alcaldies o per pròpia reacció d'autoprotecció dels habitants, es van evacuar algunes poblacions i això va fer disminuir el nombre de víctimes, que encara hagués estat molt superior. El sector amb un nombre més elevat de víctimes, va ser el del gran esllavissament del volcà Casitas, que va provocar 2.200 morts (vegeu Foto 4). Després d'una setmana de pluges contínues, el Casitas, un volcà apagat constituït de roca volcànica molt alterada, va deixar anar una colada de fang, roques i aigua que va anar erosionant tot el material alterat i es va acumular al peu del con volcànic, on el pendent esdevenia més suau. En ser abandonat tot el material rocós, l'aigua va seguir avall acompanyada de fang i pedres, produint una onada gegant de 8 metres d'alçada i 5 km d'amplada. En el seu recorregut de 20 km es va endur dues poblacions, Cesar Augusto Sandino i El Porvenir.



Foto 4. El gran esllavissament del volcà Casitas a Nicaragua, amb el resultat de més de dos mil morts. J. M. Vilaplana.

Consideracions finals

Els tres casos exposats anteriorment ens permeten afirmar que l'impacte socioeconòmic de les catàstrofes naturals no depèn només de la perillositat del fenomen natural, sinó sobretot de la vulnerabilitat social d'un territori. I en la consideració de la vulnerabilitat són bàsics dos factors: el grau de desenvolupament i la riquesa d'un país i l'organització social. En països rics, com el cas de Japó, Suïssa o els EUA, la vulnerabilitat dels elements territorials és més baixa i, quan no és així, el potencial econòmic del país permet una ràpida recuperació. Un huracà a la Florida no provoca ni de bon tros el mateix nombre de morts que un huracà amb la mateixa energia a Hondures, El Salvador o Nicaragua. O un terratrèmol a Turquia origina uns resultats radicalment diferents a un terratrèmol de la mateixa magnitud a San Francisco. La vulnerabilitat també depèn del grau d'organització social d'un país, i l'organització social és educació, educació i educació. Educació en el sentit de formació integral de la població, on sempre hi ha d'haver un lloc per al coneixement del risc amb el qual s'ha de conviure. Educació en el sentit d'informació sobre el comportament adequat davant de situacions d'emergència en cas de catàstrofe. I educació en el sentit de capacitat de reivindicació, ja que una societat civil organitzada és capaç d'exigir als seus dirigents que actuïn per tal de reduir al màxim l'exposició a aquestes catàstrofes naturals.

I acabo responent algunes qüestions que ens havíem plantejat al principi. Hi ha cada vegada més desastres? La comunitat científica diu que des del punt de vista de la severitat, de l'energia i de la freqüència dels fenòmens no hi ha diferències notables des de principis de segle en l'ocurrència d'esdeveniments catastròfics. Però en els últims quinze anys ha variat la percepció que en tenim a través dels mitjans de comunicació i subjectivament pensem que hi ha més catàstrofes que mai. Sí que és cert que els seus efectes són cada cop més devastadors, i això és una de les conseqüències dels desequilibris socials i econòmics entre països desenvolupats i subdesenvolupats. Els països rics són cada cop més rics, i els països pobres són cada cop més pobres i per tant més vulnerables. Així doncs, podem afirmar sense cap mena de dubte que la vulnerabilitat de les zones exposades sí que ha augmentat. Les catàstrofes naturals continuaran tenint efectes devastadors, sobretot al Tercer Món, si no actuem sobre la vulnerabilitat social, i per actuar en aquesta línia cal, sobretot, voluntat política.

Causes i conseqüències de les invasions biològiques

Montserrat Vilà

Sovint, quan viatgem, en el nostre afany de voler trobar un paisatge diferent, quedem admirats per una vegetació que no és característica de la zona. Les postals turístiques de Sardenya, per exemple, mostren com a paisatges típics uns matollars extensos on trobem *Carpobrotus acinacifolius*, una espècie d'origen sud-africà que no pertany de cap manera a un paisatge mediterrani. També estan integrades al paisatge les famoses atzavares (*Agave americana*) del cap de Gata (Almeria), fins al punt que a ningú no se li ocorreria eliminar aquesta espècie del parc natural pel fet de ser exòtica. El mateix passa amb les figueres de moro (*Opuntia sp.*) que actualment abunden al cap de Creus però que són originàries de l'Amèrica Central. Tots aquests exemples ens revelen l'homogeneïtzació de la vegetació que s'està produint arreu del món a causa de les invasions biològiques.

Les invasions biològiques s'esdevenen quan una espècie d'una regió d'origen es dispersa cap a una regió receptora. Amb la migració, produïda o no produïda deliberadament per l'ésser humà, s'introdueixen unes espècies exòtiques que amb el temps es poden naturalitzar, com les atzavares del cap de Gata que ja no necessiten l'acció de les persones per establir-se. Fins i tot poden integrar-se a la comunitat receptora i esdevenir espècies invasores. El terme *invasió* s'utilitza normalment quan l'espècie introduïda té un impacte ecològic o econòmic negatiu en la regió receptora. Tradicionalment es deia que el 10% de les espècies introduïdes es naturalitzaven i el 10% de les espècies naturalitzades envaïen, però actualment sabem que aquests processos depenen de molts factors, inclòs el tipus de tàxons introduïts. Dos exemples extrems els trobem en les espècies exòtiques utilitzades als conreus, les quals han tingut un percentatge de naturalització molt baix, i en les espècies d'ocells introduïts en illes, per les que es calcula que més d'un 50% han esdevingut espècies invasores. Les dades de les espècies naturalitzades a nivell peninsular s'exposen a la taula 1.

Les preguntes principals que els ecòlegs intenten respondre en referència a les invasions biològiques són les següents: quins són els motors o els factors socioeconòmics que determinen la invasió d'una espècie? Quin és el potencial d'invasió d'una espècie introduïda, és a dir, quina és la probabilitat que una espècie introduïda passi a ser invasora? Quines característiques fan d'una

Taula 1. Nombre d'espècies naturalitzades a la península Ibèrica i percentatge que aquestes espècies representen del total d'espècies del mateix grup taxonòmic (Vilà i altres, 2001)

Grups taxonòmics	Nre. espècies naturalitzades	% respecte al total d'esp
Flora	102	12%
Peixos d'aigua dolça	20	39%
Amfibis	3	12%
Rèptils	9	18%
Ocells	8	3%
Mamífers	11	15%

espècie una bona invasora? Quins són els ecosistemes més envaïts i que intrínsecament poden acceptar més espècies exòtiques? Quin impacte tenen les invasions a nivell econòmic i ecològic? Quina és la gestió més apropiada enfront de les invasions biològiques? I finalment, és possible predir-les? A continuació exposaré algunes dades sobre invasions vegetals que ens ajudaran a saber l'estat de la qüestió per a cada una d'aquestes preguntes.

Quins són els factors socioeconòmics que determinen la invasió?

Els factors principals que han promogut la introducció d'espècies exòtiques i la posterior invasió han estat els moviments humans, especialment els comercials, i el desenvolupament de la societat en general. Ja hi va haver introducció d'espècies a l'època dels grecs i dels romans, però en comencem a tenir constància a partir del descobriment d'Amèrica, i el procés s'ha anat accelerant a mesura que les rutes comercials s'han estès. Un exemple de l'impacte dels factors econòmics el trobem a l'illa de Còrsega entre els anys 1812-1964. Durant aquest període la naturalització de tàxons vegetals es va veure accelerada en dos moments: a principis del segle XIX, amb la millora de les vies de comunicacions a l'illa i la promoció de l'agricultura per part del govern francès, i durant els anys seixanta, amb el desenvolupament de l'agricultura a la zona oriental de l'illa, i especialment el desenvolupament del turisme d'estiu, que va introduir espècies exòtiques a través dels jardins particulars.

Les introduccions deliberades tenen l'objectiu de promoure el comerç d'aquestes espècies, com el cas de la tortuga de Florida, que la gent abandona als rierols i llacs i actualment ja és una espècie naturalitzada a Catalunya, i dues espècies de cotorres també naturalitzades introduïdes als anys setanta, la cotorra de pit gris (*Myopsitta monachus*) i la cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*), que podem observar al Parc de la Ciutadella. Un altre focus d'introducció deliberada són les plantacions forestals, com per exemple les plantacions d'eucaliptus o *Pinus radiata*, que poden esdevenir espècies molt invasives en alguns països, o les restauracions d'hàbitats degradats on normalment s'utilitzen espècies exòtiques.

Quins són les característiques d'una espècie vegetal invasora?

Als anys setanta, Herbert Baker, de la Univesitat de Califòrnia (EUA), va establir que les espècies vegetals amb més probabilitats de ser invasores tenien característiques de males herbes. Serien espècies amb un elevat èxit reproductiu, un creixement molt ràpid, amb un sistema de pol·linització generalista (que no requereixen un pol·linitzador específic), autocompatibles (que poden autopol·linitzar-se), amb reproducció vegetativa, i una plasticitat fenotípica elevada (amb capacitat de viure a diferents ambients). Un estudi recent ha comparat espècies invasores i no invasores de pins i eucaliptus d'arreu del món, i ha establert una nova llista de característiques que fan d'una espècie una bona invasora: un genoma petit, unes llavors petites, un període juvenil curt i una dispersió de les llavors per part d'animals.

Quins són els ecosistemes més envaiats?

El nombre d'espècies exòtiques d'un ecosistema, o sigui el grau d'invasió que ha sofert aquell ecosistema, depèn de dues variables: el nombre d'espècies introduïdes i la taxa de supervivència d'aquestes espècies un cop han estat introduïdes, o sigui de la invasiabilitat d'un ecosistema. Un ecosistema pot tenir moltes espècies exòtiques, no per les seves característiques intrínseques que el fan més propens a tenir invasions, sinó perquè ha sofert una entrada més gran de propàguls. Dins dels factors ecològics que determinen la invasiabilitat d'un ecosistema trobem factors limitants, com la competència per part de les espècies natives, l'herbivorisme o la presència de patògens. Les perturbacions de l'hàbitat, les relacions mutualístiques com per exemple la dispersió de les llavors, la pol·linització, i les relacions simbiòtiques amb les micorrizes són els principals factors facilitadors.

Nosaltres estem estudiant les relacions entre planta i animal per veure quin és el paper que tenen en el control de les invasions. Un dels estudis pretén determinar el patró i els processos d'invasió de dues figueres de moro (*Opuntia maxima* i *Opuntia stricta*) a diferents ecosistemes del Parc Natural del Cap de Creus, i com els rosegadors poden controlar aquesta invasió. Hem observat que el grau de predació de les llavors coincideix amb el grau d'invasibilitat de la comunitat. També hem estudiat els patrons d'invasió de l'espècie sud-africana *Carpobrotus edulis* enfront de l'espècie nativa de Califòrnia *Carpobrotus chilensis* i d'un tàxon híbrid resultant. L'espècie exòtica i l'híbrid tenen una capacitat d'invasió molt més alta que l'espècie nativa, i hem volgut esbrinar si aquestes diferències són determinades per l'acció dels frugívors, conills i cérvols, que es mengen els fruits i dispersen les llavors amb els excrements. Els resultats mostren que la germinació de les llavors en els fruits intactes és més gran en l'espècie nativa que en les altres dues, però que quan aquestes llavors passen pel tracte intestinal dels conills i cérvols la germinació de l'espècie nativa disminueix i augmenta la de les espècies invasores. Per tant, les diferències que hi pugui haver en la presència de frugívors tant a les zones estudiades del cap

de Creus com de Califòrnia podrien determinar, almenys parcialment, la invasió dels ecosistemes.

A l'Espanya peninsular els ecosistemes més envaïts són els ecosistemes ruderals, amb un 25% d'espècies naturalitzades, perquè són habitats oberts on el nombre de propàguls que hi arriba és molt elevat, on hi ha poca competència vegetal i on hi ha més nutrients. Altres tipus d'ecosistemes força envaïts són els conreus extensius de regadiu, amb un 23%; els sistemes litorals, amb un 12%, sobretot perquè són ecosistemes molt pertorbats i amb una elevada entrada de propàguls; les vores de camins, amb un 14%, també perquè són ecosistemes força pertorbats i on moltes vegades s'han desenvolupat restauracions utilitzant espècies exòtiques, i per últim els boscos de ribera, les zones de maresmes i els aiguamolls, amb un 4%.

Les illes també són hàbitats amb moltes espècies introduïdes. En general, les illes tenen una relació entre perímetre i àrea molt elevada que facilita l'entrada de propàguls, són hàbitats més pertorbats que altres zones d'iguals característiques en el continent, i la presència de molts endemismes però poca riquesa d'espècies podria facilitar l'ocupació dels nínxols ecològics buits per part de les espècies exòtiques. A Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera hi ha setanta tàxons endèmics, un 6% del total de la flora. En canvi, només a Mallorca ja hi ha més de cent tàxons exòtics, més de setanta a Menorca i seixanta-cinc a les Pitiüses.

Quin impacte tenen les invasions a nivell ecològic?

L'impacte depèn de tres factors principals: 1) de l'àrea de distribució de l'espècie, on una àrea de distribució més àmplia implicarà un impacte més gran, 2) de l'abundància d'aquesta espècie i 3) de l'efecte de cada individu en si. L'impacte d'una espècie exòtica pot donar-se a diferents nivells d'organització: a nivell genètic, d'individu, de població, de comunitat o d'ecosistema. Existeix impacte a nivell genètic si l'espècie introduïda s'hibrida amb una espècie nativa i dilueix el seu *pool* genètic. A nivell d'individu una espècie invasora pot fer disminuir la reproducció o el creixement de les espècies natives. L'impacte a nivell de població es dona quan les poblacions natives de l'ecosistema receptor disminueixen la seva taxa de creixement. La competència que pot fer una espècie vegetal introduïda, o l'impacte d'un depredador introduït en un nivell tròfic inferior, serien efectes a nivell de comunitat.

Finalment, existeix un impacte molt important a nivell d'ecosistema. Les invasions biològiques poden modificar els cicles dels nutrients (per exemple si s'hi introdueixen espècies fixadores de nitrogen, com les mimoses i les acàcies (*Acacia spp*), i augmenta el nitrogen disponible del sòl), poden modificar els règims de pertorbació de l'ecosistema (per exemple amb la introducció d'una espècie molt més inflamable que les espècies natives, amb la qual cosa s'augmenta el risc d'incendi), o bé poden modificar les relacions tròfiques (per exemple l'espècie sud-africana *Senecio inaequideus* conté substàncies tòxiques per als herbívors).

Quina és la gestió més apropiada de les espècies exòtiques?

La protecció dels espais naturals no comporta menys problemes d'invasió per espècies exòtiques, ben al contrari, el percentatge d'espais protegits i la densitat d'espècies exòtiques i naturalitzades es relacionen positivament. El principal control que es porta a terme per eliminar les espècies exòtiques és el control mecànic i el control químic. Des dels anys vuitanta s'ha començat a aplicar el control biològic, que en el cas de l'eliminació de plantes consisteix a introduir un fitòfag específic de l'àrea d'origen de l'espècie invasora. Un exemple d'èxit en el control biològic es va donar a Austràlia amb l'eliminació d'*Onopordon sp.* dels camps de pastura a través de la introducció d'un curculiònid que consumeix les llavors. El control biològic semblava la panacea, però moltes vegades aquest sistema falla, ja que, tot i que es fan proves prèvies, no és tan específic com es podria esperar, i fins i tot s'han donat casos on l'herbívor ha preferit consumir una espècie nativa en lloc de l'espècie exòtica. Recentment es recomana utilitzar el control integrat de les invasions biològiques, que consisteix a utilitzar diferents mètodes alhora. Quan es planifica la gestió s'hauria de tenir en compte que la invasió és un procés exponencial en el temps i per tant l'eficàcia del control és màxima a les primeres etapes d'invasió. També caldria tenir en compte que el procés d'eliminació de l'espècie invasora pot comportar una pertorbació en l'ecosistema més dràstica que la pròpia invasió. Qualsevol mena de control, però, serà ineficaç si l'activitat humana comporta contínues entrades de propàguls.

És possible predir les invasions biològiques?

Podem comparar els trets vitals de l'espècie invasora i veure si té característiques de mala herba, podem comparar el patró d'invasió en altres països o podem fer experiments per veure quines són les espècies més invasores, però els ecòlegs més experimentats diuen que es tracta d'un problema de canvi global que possiblement no es pot resoldre, encara que puntualment tinguem èxit eliminant alguna espècie. Per aquest motiu, el tema de les invasions biològiques és comparable al problema de la sismologia, ja que malgrat que és impossible predir quan hi haurà un terratrèmol, sí que es poden fer accions preventives. És en el camp de la prevenció que hi hauríem d'esmerçar més esforços que fins ara.

Clonatge humà: tècnica i ètica

Josep Egozcue

Els primers intents de clonació d'éssers vius es van portar a terme en amfibis i es van basar en el trasplantament de nuclis de cèl·lules queratinitzades procedents de granotes adultes a ovòcits secundaris. Amb aquest mètode es van obtenir capgrossos, que no van aconseguir completar la metamorfosi ni arribar a la fase adulta. Durant la dècada següent aquests estudis van ser quasi abandonats; malgrat això, en els últims anys, un dels objectius prioritaris, tant per la millora animal com per la indústria farmacèutica, ha estat la producció d'animals idèntics, ja sigui utilitzant tècniques clàssiques, com la divisió d'embrions per produir bessons, com aplicant noves tecnologies per obtenir éssers clònics.

De totes maneres, la notícia apareguda als mitjans de comunicació el febrer de 1997, en què es va donar a conèixer que per primera vegada s'havia clonat un individu adult (en aquest cas l'ovella Dolly, de raça Finn Dorset) va commocionar el món científic, ja que l'opinió més generalitzada havia relegat a un futur incert la possibilitat que aquest fantasma genètic es convertís en realitat. Així doncs, per primera vegada a la història s'havia aconseguit produir una còpia, teòricament idèntica, d'un remugant adult. La gesta va disparar la imaginació del públic, però la realitat és molt més complexa i l'anàlisi de les dificultats trobades en el procés posa de manifest que la clonació no només està lluny de generalitzar-se, sinó que és possible que tardi molt temps a cobrir les inversions realitzades en el seu desenvolupament.

Definicions i puntualitzacions

Els diccionaris de genètica defineixen un clon com una població de cèl·lules o organismes derivats d'una única cèl·lula o d'un avantpassat comú per mitosis, és a dir, per reproducció asexual. I, s'afanyen a afegir, un clon no és necessàriament homogeni, on les paraules *clon* i *clonació* no han d'utilitzar-se per indicar homogeneïtat en una població. Quan es parla d'un clon cel·lular, produït de manera espontània o induïda, es refereix a un conjunt de cèl·lules derivades d'una cèl·lula única. Com a exemple podem citar des dels clons que es troben en les dones normals, i que es diferencien per la inactivació d'un cro-

mosoma X o un altre, fins a les metàstasis d'una neoplàsia. S'ha de recordar també que, al laboratori, s'utilitzen tècniques de clonació per generar poblacions homogènies per alguns caràcters. Però, dins d'un clon, es produeixen inevitablement diferències, tant genètiques (mutació somàtica, intercanvis de cromàtide) com resultants de factors epigenètics (com diferent resposta als medis de cultiu o a la situació en la placa de creixement, per exemple).

Els clons organístics naturals són els bessons idèntics o monozigòtics. Aquests bessons es produeixen per la divisió en dues parts, no necessàriament iguals, en la massa cel·lular interna del blastòcit en el moment de l'eclosió, és a dir, quan l'embrió abandona la zona pel·lúdica per implantar-se. Els bessons monozigòtics no són idèntics, ja que presenten diferències genètiques (mutacions somàtiques, intercanvis de cromàtide; de fet, es coneixen com a *twin spots* o taques bessones els clons cel·lulars, genotípica i a vegades fenotípicament diferents, que es troben en un mateix individu com a resultat d'un intercanvi —*crossing over*— mitòtic), fenotípiques (empremtes dactilars —que poden ser diferents—, taques melàniques) i epigenètiques (com la diferent resposta a les condicions ambientals).

Finalment, existeixen individus clònics produïts artificialment. Els éssers clònics poden produir-se per divisió d'un embrió en dues parts o més, tècnica simple que indueix una bessonalitat artificial i que no mereix més comentaris, ja que el seu ús en millora animal és ja sistemàtic, per trasplantament de nuclis de cèl·lules embrionàries a un ovòcit anucleat, per fusió d'una cèl·lula mare embrionària mantinguda en cultiu (*embryonic stem cell*, ESC) i un ovòcit anucleat, o per fusió d'una cèl·lula somàtica mantinguda en cultiu i un ovòcit anucleat.

Les diferències bàsiques entre els diferents enfocaments citats són diverses: la divisió embrionària tan sols permet obtenir un nombre limitat de còpies del mateix individu, i es desconeixen les característiques de l'ésser que es clona; la fusió de cèl·lules mare embrionàries té una eficiència més gran, però se segueix desconeixent, almenys en part, què és el que es clona; i finalment la fusió de cèl·lules somàtiques en cultiu, amb una eficiència limitada, reproduïx un model ja conegut que es pretén multiplicar. Fins ara, emprant tècniques de trasplantament nuclear o fusió s'han obtingut individus clònics a partir de porcs, ovelles, bestiar boví i conills, encara que només en el cas de les ovelles s'hagi aconseguit clonar un individu adult.

Aspectes tècnics

La cèl·lula receptora

Encara que en els treballs inicials de Gurdon i col·laboradors el trasplantament nuclear es va realitzar amb ovòcits secundaris, durant un temps es va creure que els zigots en fase d'una cèl·lula serien més adequats per permetre el desenvolupament embrionari. No obstant això, aviat es va demostrar que era una idea errònia, i es va tornar al plantejament inicial.

Les característiques que han de reunir els ovòcits receptors també han sigut motiu de discussió. Inicialment es va postular la necessitat d'emprar ovòcits recentment activats, on l'activitat del Factor Promotor de la Mitosi (MPF) hagués desaparegut. Tanmateix, estudis més recents han demostrat l'efectivitat dels ovòcits en metafase II, amb una elevada quantitat de MPF, capaços d'induir el desenvolupament embrionari, la qual cosa dona lloc a la desaparició de la membrana nuclear de la cèl·lula donant i a la condensació dels seus cromosomes, per completar la primera divisió embrionària.

La capacitat dels factors citoplasmàtics de l'ovòcit per reprogramar una cèl·lula embrionària o una cèl·lula adulta no s'exerceix immediatament, sinó progressivament, de manera que la cromatina de la cèl·lula donadora es capacita gradualment per la transició del control matern al control del desenvolupament per part del genoma embrionari. Se suposa que, per aquesta raó, és més fàcil clonar espècies amb una transició maternoembrionària tardana (vuit cèl·lules en l'ovella) que espècies amb una transició primerenca, com el ratolí (dues cèl·lules) o eventualment els humans (quatre cèl·lules, encara que alguns gens ja s'expressen en el zigot). De fet, per aconseguir aquesta capacitat gradual s'havia arribat a utilitzar trasplantaments nuclears successius.

Per descomptat, per poder utilitzar ovòcits secundaris en programes de clonació és necessari enuclear-los prèviament, ja que en cas contrari es produirien individus triploides. La enucleació, que ha de ser immediata, es porta a terme per micromanipulació, amb una pipeta, aspirant el citoplasma adjacent al primer corpuscle polar, ja que és allà on habitualment es troba situat el fus acromàtic de la segona divisió meiótica. Per confirmar que la enucleació és completa, s'utilitza un fluorocrom vital, com el Hoechst 33342, i la cèl·lula s'observa als raigs ultraviolats. Encara que la radiació ultraviolada és mutàgena, l'eliminació prèvia dels cromosomes de l'ovòcit fa que la seva utilització sigui innòcua.

En l'actualitat, els ovòcits secundaris emprats per a la fusió s'obtenen per superovulació, seguint una pauta semblant a la utilitzada per a la fecundació *in vitro*. No obstant això, en el futur la viabilitat comercial de la clonació animal augmentarà si s'utilitzen ovòcits procedents d'escorxadors, i és necessari madurar ovòcits *in vitro* fins que assoleixin la metafase II.

La cèl·lula donadora

Inicialment, les cèl·lules donadores eren cèl·lules de l'embrió, prèvies a la transició maternoembrionària, però aviat es va observar que les cèl·lules de fases més tardanes també podien reprogramar-se i donar lloc a un desenvolupament embrionari totalment normal. A partir d'aquest moment es van utilitzar cèl·lules de mòrules o de blastocists, per la senzilla raó que en aquestes fases és possible obtenir un nombre més elevat de cèl·lules.

Tanmateix, aviat es va veure que la dificultat per separar les cèl·lules d'aquestes fases compactes podia causar lesions cel·lulars i també es va observar que la petita mida de les cèl·lules embrionàries feia més difícil la seva fusió amb els ovòcits. Per aquests motius, aviat es va recórrer a la utilització de

cèl·lules embrionàries en cultiu. En el cas de les ovelles, les cèl·lules s'obtenen del disc embrionari o de fetus. També s'han utilitzat cultius de cèl·lules mamàries d'ovella prenyada en l'últim trimestre de gestació.

Les cèl·lules es cultiven sobre un suport de fibroblasts inactivats de ratolí i es comprova que el seu número diploide sigui correcte abans de procedir a la fusió amb els ovòcits. Prèviament, es procedeix a una privació metabòlica, disminuint la proporció de sèrum al medi de cultiu del 10 al 0,5% durant cinc dies. Aquest tractament es porta a terme per aconseguir que les cèl·lules surtin del cicle de creixement (continua en les cèl·lules en cultiu) i entrin en G_0 , fase en què l'estructura de la cromatina i la disposició de la maquinària de regulació genètica faciliten la seva reprogramació.

S'ha de remarcar que la tecnologia utilitzada en aquest moment és un pèl empírica. De fet, en el cas del cultiu de la glàndula mamària utilitzat per a la clonació de l'ovella Finn Dorset, els autors admeten desconèixer si la fusió es va portar a terme amb cèl·lules epitelials, amb fibroblasts o amb cèl·lules mioepitelials, ja que el cultiu era mixt.

Fusió cel·lular

A continuació, es porta a terme la fusió de l'ovòcit enucleat amb la cèl·lula donadora en cultiu. Aquesta fusió s'aconsegueix mitjançant impulsos elèctrics variables, que produeixen una electroporació de la cèl·lula. Una vegada aconseguida la fusió, els doblats resultants es cultiven en presència d'un inhibidor del citoesquelet, com la citocalasina, que és un inhibidor d'actina, per evitar que l'ovòcit expulsi el nucli fusionat com si fos un corpuscle polar. En no poder formar-se l'anell de citoquinesi, el nucli de la cèl·lula donadora es manté a l'ovòcit i l'acció de l'MPF dona lloc a la desaparició de la membrana nuclear i a l'entrada del nucli en mitosi.

Els doblats aconseguits d'aquesta manera es cultiven, en general, als oviductes lligats de les femelles receptores, encara que en alguns casos s'han cultivat en medis definits, sobre un suport de fibroblasts, fins a set dies després de la fusió.

A continuació, els embrions són transferits a les femelles receptores sincronitzades. En general, es transfereixen d'un a tres embrions per femella. El reciclatge dels embrions clònics per produir-ne un nombre més elevat sembla una estratègia lògica, però sembla també que la capacitat de desenvolupament disminueix progressivament. Per aquesta raó, és preferible utilitzar la primera generació d'embrions, almenys en el cas d'organismes de transició materno-embrionària tardana.

Aplicacions

La clonació d'embrions o d'embrions adults té aplicacions importants, tant en ciència bàsica com aplicada. En primer lloc, la clonació d'individus adults ha posat de manifest que les cèl·lules diferenciades són reprogramables, la qual

cosa indica que la determinació i la diferenciació cel·lular no són incompatibles amb la pluripotència ni amb la totipotència. Aquestes noves nocions obren camps d'investigació insospitats sobre els processos del desenvolupament. En segon lloc, les tècniques de clonació poden permetre la producció d'un nombre limitat d'animals d'especial interès comercial. El nombre d'animals idèntics produït ha de controlar-se per evitar un excés d'uniformitat, que limitaria la variabilitat genètica. En tercer lloc, la tècnica permet la clonació d'animals transgènics, utilitzats com a fàbriques per la indústria farmacèutica. Si els animals clònics segueixen expressant els transgens, cosa no fàcil, el seu ús abarcaria molt considerablement les tècniques de la transgènia.

La possibilitat d'obtenir animals de característiques uniformes milloraria també els mètodes d'experimentació animal, en reduir el nombre de variables per analitzar. Finalment, la clonació permetria reproduir amb facilitat models animals de malalties humanes.

Inconvenients

Els principals inconvenients de la clonació es basen en la seva inherent dificultat (evident segons el que s'ha exposat fins ara), en el seu baix rendiment (l'ovella clònica va néixer a partir de 277 doblats), en l'alt percentatge de mortalitat i en l'elevat nombre de malformacions detectades.

A més, la fusió d'un ovòcit amb una cèl·lula adulta podria donar lloc a l'aparició primerenca de malalties senils i a un possible envelliment primerenc dels animals clònics, ja que és conegut que les cèl·lules tenen un període de vida limitat.

Aspectes ètics

La clonació animal sembla èticament acceptable, si els beneficis obtinguts superen les dificultats. Per descomptat, l'aplicació d'aquestes tècniques a la conservació d'espècies en perill d'extinció no té sentit, ja que en cap cas soluciona el problema.

En l'espècie humana, la clonació és èticament reprobable, ja que no respecta el dret a la unitat i converteix l'individu en un mitjà (p. ex. com a donant d'òrgans) i no en una finalitat, tant si s'utilitza per a objectius comprensibles, com la clonació d'un fill de curta edat mort prematurament a causa d'una malaltia (i, en aquest cas, s'ha de tenir en compte els factors de predisposició, que poden donar lloc al fet que la situació que es pretenia solucionar es repetixi), com si es pretén clonar un model adult. La asincronia entre el naixement de la còpia del suposat model i el del seu antecessor sempre donaria lloc que la repetició de les circumstàncies ambientals fos impossible, i en conseqüència la semblança seria anecdòtica, i en tot cas més física que no pas d'una altra índole.

Finalment, les situacions de ficció científica que sempre s'addueixen en aquests casos no es corresponen amb la realitat, ja que, si es produïssin, només

podrien donar-se en situacions de dictadura absoluta. En aquell cas, el material humà preexistent és sempre més econòmic, dúctil i dòcil, i permet escollir el sexe i l'edat. Els éssers clònics, en canvi, són una incògnita de futur, massa llunyà per a qui desitgi resultats immediats.

La reflexió serena i objectiva sobre la clonació d'éssers humans posa de manifest la seva inutilitat. Moltes organitzacions nacionals i internacionals l'han condemnat. Però, sens dubte, la clonació humana serà un fet, perquè, malgrat el necessari respecte a la dignitat humana, quan alguna cosa és possible i hi ha interessos econòmics en joc, acaba sent realitzada sense que la moral o l'ètica pesin gaire en la decisió.

Contaminación fotoquímica en la cuenca mediterránea: revisión de los resultados de proyectos de investigación europeos

Millán M. Millán

Los resultados de los primeros proyectos de la Unión Europea en el sur de Europa han mostrado que el comportamiento de los contaminantes atmosféricos en la cuenca mediterránea es muy diferente de lo que ocurre en otras regiones europeas, y que su dinámica está dominada por procesos (meso) meteorológicos regionales con período diurno. La caracterización de estos ciclos y procesos se inició con el proyecto MECAPIP sobre la península Ibérica y, en los proyectos siguientes, se ha extendido de forma progresiva desde Portugal hasta Italia y, finalmente, a Grecia, Turquía e Israel.

Uno de los factores clave en los procesos atmosféricos en esta región es la existencia de un mar rodeado por montañas costeras que alcanzan los 1.500 a 2.000 m de altura. En particular, las cadenas orientadas al este y sur facilitan que las brisas de mar se combinen con las de ladera, y actúan como chimeneas orográficas para inyectar en altura las masas de aire transportadas por las brisas a lo largo de la superficie.

Así, se ha documentado que durante el día se producen recirculaciones atmosféricas a lo largo de las costas. Las brisas conjuntas de mar y ladera penetran hasta 80 o 100 km tierra adentro; a su vez, sus flujos de retorno, en altura, se dirigen hacia el mar y llegan fácilmente a más de 200 km de la costa. La profundidad de estas circulaciones puede ser de 2 a 3 km de altura, y el hundimiento compensatorio produce «estratos de reserva» apilados sobre el mar como un pastel de milhojas, los cuales contienen contaminantes ya envejecidos (secundarios). El día siguiente los estratos más cercanos a la superficie del mar (hasta \pm 700 o 1.000 m de altura) vuelven a entrar con la brisa de mar, mientras que los flujos de retorno reponen otro tanto en altura. Experimentos con trazadores han demostrado que cada día se consumen de 1/2 a 1/3 de los estratos y, por tanto, que el tiempo necesario para que un contaminante emitido en la costa complete uno de estos ciclos es de dos a tres días.

Bajo la intensa insolación de verano, estas celdas recirculatorias se convierten en «reactores fotoquímicos naturales» en los que las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros precursores se transforman en oxidantes (O_3 , PAN), compuestos ácidos (NO_3^-) y aerosoles. En el caso del ozono, en la costa mediterránea española se llegan a alcanzar, y se mantienen, concentraciones

que superan de dos a tres veces las directivas europeas para daños a vegetación durante, al menos, cinco meses del año.

En este mismo período se produce una deposición de nitratos sobre las zonas afectadas por las recirculaciones que, en el caso de la cuenca balear, llega a superar el aporte de los ríos en factores de 3 a 4. De forma simultánea tienen lugar procesos de retroalimentación que pueden afectar el clima a escala regional. Por ejemplo, se potencia la afloración de algas con producción de DMS (Sulfuro de dimetilo) y su posterior oxidación a sulfatos que perturban el equilibrio radiactivo atmosférico y actúan como núcleos de condensación. También se produce un calentamiento fotoquímico de los estratos atmosféricos, hasta unos 3.000 m de altura, sin aumentar la humedad absoluta. Este último proceso eleva el nivel de condensación de nubes por ascendencia orográfica y puede, asimismo, perturbar los procesos de disparo y formación de tormentas de verano, disminuyendo su frecuencia sobre las cadenas montañosas que rodean la cuenca mediterránea occidental.

Finalmente, el análisis de los datos más recientes, desde la costa atlántica ibérica hasta Israel, indica que existe una relación directa y organizada entre las circulaciones y los procesos atmosféricos a todas sus escalas, desde las regionales hasta la continental. En esta situación, los contaminantes emitidos en la cuenca mediterránea y regiones periféricas del centro de Europa pueden ser envejecidos en las recirculaciones costeras y transportados hacia la zona de convergencia intertropical (ITCZ), situada sobre el Atlas argelino y al sur de la costa de Libia en esta época del año. Una vez allí, la intensa actividad convectiva puede inyectarlos en la base de la estratosfera, desde donde pueden ser transportados hacia el Ártico con los vientos en altura. De confirmarse estas hipótesis, la cuenca mediterránea sería la primera región del mundo en la que se puede establecer una conexión directa entre las emisiones contaminantes y las transformaciones químicas en la baja atmósfera, y su impacto a escala global.

Mapa ecològic de Barcelona

Jaume Terradas i José Ángel Burriel

Introducció

El mapa ecològic de Barcelona que presentem avui és la culminació d'una llarga trajectòria de col·laboració entre la Universitat Autònoma de Barcelona i l'Ajuntament de Barcelona que es va iniciar l'any 1977, i que al llarg d'aquests anys ha aportat molta informació sobre la ciutat vista com un ecosistema, inclosos els fluxos de matèria i energia i les modificacions en els seus elements territorials. Des dels anys vuitanta la visió del tema d'ecologia urbana i del medi ambient ha canviat molt, tant per part del públic en general com dels responsables tècnics i polítics. L'aparició de la 2a Estratègia per la Conservació Mundial l'any 1991, que va donar arguments científics i morals per relacionar la conservació i el desenvolupament sostenible, i la Convenció per la Biodiversitat a Rio de Janeiro l'any 1992, que va incidir sobretot en els recursos per a l'ésser humà i les funcions de sosteniment ecològic de la biodiversitat, fan que les institucions prenguin cada cop més compromisos en el tema del medi ambient. Últimament també s'ha parlat molt de desenvolupament sostenible, malgrat que és un concepte que no deixa de ser força ambigu. Podríem dir que el desenvolupament sostenible depèn de tres eixos d'igual importància: la sostenibilitat, la igualtat i la solidaritat, ja que sens dubte no tindrem sostenibilitat si no hi ha una actuació de tipus solidari a nivell mundial i si no hi ha més igualtat en la distribució de recursos. La sostenibilitat no és un terme que es pugui quantificar fàcilment ni al qual puguem aspirar de manera immediata, però igual que parlem de més necessitat d'igualtat o de solidaritat, també podem parlar de més necessitat de sostenibilitat. Avui en dia, el desenvolupament sostenible constitueix la utopia que les nostres societats s'han de plantejar. I hi ha motius més que suficients per fer-ho. L'increment de la població previst pels propers anys posa de manifest que s'espera una disminució per càpita de tots els recursos de la biosfera, incloent les captures de peixos, els cultius, les pastures i els boscos. Malgrat els científics no es posen d'acord en quina és la població òptima que pot sustentar el planeta Terra, aquesta qüestió és prou preocupant perquè comencem a reflexionar seriosament sobre sostenibilitat.

Una de les idees crucials desenvolupades en els últims anys en relació amb la sostenibilitat és l'anomenada «petjada ecològica», que es refereix a la quantitat de superfície necessària per mantenir una determinada població. El terme *petjada ecològica* ens situa la ciutat en context territorial, formant un mosaic de diferents elements naturals, agrícoles, urbans, etc. que es relacionen entre ells a través d'uns fluxos de matèria i energia. La petjada ecològica s'ha calculat sobre diferents situacions. Segons l'estudi d'Anna Prat i Ferran Relea (*La petjada ecològica de Barcelona*, Ajuntament de Barcelona, 1999), a Barcelona necessitem una superfície vuit vegades més gran que el terme municipal de Barcelona els anys secs per obtenir l'aigua que gastem i 3,5 vegades els anys humits, i 75 vegades més superfície per a l'absorció de diòxid de carboni. Un ciutadà dels EUA necessita 5 hectàrees de territori per mantenir-se, un canadenc 4,3, la majoria dels europeus 3,5 i per portar el món al nivell de desenvolupament del Canadà es necessitarien 2 planetes Terra. Això demostra que no anem per gaire bon camí en el desenvolupament sostenible.

El mapa ecològic que presentem a continuació restringeix el seu estudi al municipi de Barcelona i per tant constitueix una visió artificial del funcionament de la ciutat, però tot i reconeixent aquesta limitació intentarem entendre com Barcelona està estructurada territorialment i quins canvis ha experimentat en els darrers anys. Aquest mapa constitueix un marc de referència dels processos funcionals i també conté indicadors adequats per analitzar algunes relacions bàsiques entre estructura i funció de l'ecosistema urbà.

Els canvis en les zones ecològiques de Barcelona

El primer mapa ecològic de Barcelona va ser elaborat per Garza i Martín l'any 1977 sota la direcció de Jaume Terradas. Els objectius principals eren constituir una base per caracteritzar les diferents zones ecològiques que componen el sistema urbà i així poder estudiar les repercussions que podien tenir en el metabolisme urbà de la ciutat. El mapa, d'escala 1:10.000, es va elaborar a partir de fotografies aèries i treball de camp, i s'hi van diferenciar fins a trenta-vuit categories que incloïen zones naturals i zones construïdes.

L'any 1998 es va elaborar un nou mapa ecològic a partir de les imatges en color més noves que hi havia en aquell moment a nivell de Catalunya, corresponents a l'any 1993. Aquestes imatges es van interpretar segons la descripció de categories que hi havia al mapa ecològic de 1977 utilitzant el material de suport següent: el mapa topogràfic de Barcelona a escala 1:500, fotografies i ortofotomapes en blanc i negre de l'any 1986 —especialment en aquelles zones on les cobertes del sòl no havien variat gaire, per exemple la zona de Collserola o el pla de Barcelona—, i el mapa de cobertes del sòl de Catalunya confeccionat pel CREA, que va ser especialment útil en les zones amb vegetació natural. En la versió de l'any 1993 es van fusionar les categories ecològiques del mapa original en les categories bàsiques següents: zones de bosc i de matoll, verd urbà (parcs i jardins), zones de conreus, terrenys erms o solar abandonats, urbanitzat lax (habitatges unifamiliars amb jardí), urbanitzat dens i d'ús intens

Taula 1. Variació de les agrupacions de zones ecològiques els anys 1977 i 1993. El valor corresponent al TOTAL de la variació en hectàrees representa les superfícies que han experimentat transformació en altres tipus de zones ecològiques. El valor corresponent al TOTAL de la variació en percentatge indica quina fracció de la superfície de Barcelona ha experimentat els canvis de tipus de zona ecològica.

	Superfície 1977 (ha)	Superfície 1993 (ha)	Variació (ha)	Variació (%)
Verd natural (bosc)	1.112,1	1.155,6	+43,5	3,9
Verd natural (matollar)	885,0	802,4	-82,6	-9,3
Verd urbà	503,4	575,0	+71,6	14,2
Conreu	225,3	44,4	-180,9	-80,3
Erm	593,9	374,1	-219,8	-37,0
Conreu d'arbres abandonat	31,9	1,4	-30,5	-95,6
Urbanitzat dens o d'ús intens	6.027,7	6.478,9	+451,2	7,5
Urbanitzat lax	537,3	546,4	+9,1	1,7
Zona natural sense vegetació	193,8	132,2	-61,6	-31,8
TOTAL (ha)	10.110,4	10.110,4	1.610,9	15,9

La versió electrònica del mapa ecològic de Barcelona es pot trobar a [http://www.bcn.es/mediambient/cat/mapa\)/MEB/Index.htm](http://www.bcn.es/mediambient/cat/mapa)/MEB/Index.htm)

(zones d'edificis densament construïts, indústries, magatzems, zona portuària, etc.) i zona natural sense vegetació (platges, rius o la zona marítima municipal). Els dos mapes ecològics es van elaborar utilitzant el sistema d'informació geogràfica MiraMon, que permet localitzar la informació geogràfica, i emmagatzemar, analitzar i representar aquesta informació.

Els resultats mostren, en primer lloc, que a la ciutat dels anys 1977 i 1993 hi ha una bona extensió de bosc i matoll, tot i que en els dos casos domina l'urbanitzat dens o d'ús intens. Quan comparem els resultats dels dos mapes veiem que en el període considerat gairebé 1/6 part de la ciutat ha canviat de zona ecològica. Ha disminuït la superfície ocupada pel verd natural a causa d'una baixada d'un 10% de matollars que no s'ha compensat amb l'augment d'un 4% dels boscos, mentre que el verd urbà ha crescut a la vora del 14%. Els conreus i els erms constitueixen la major transformació de la ciutat en percentatge, reduint a la meitat la seva representació conjunta. El tipus de zona ecològica que ha augmentat més en superfície és l'urbanitzat dens, augment que prové dels solars de dins de la ciutat que no estaven edificats o de conreus que s'han transformat en zones urbanes. Les zones naturals sense vegetació han perdut gairebé un terç de la seva superfície, principalment perquè l'ampliació del port ha permès guanyar terreny al mar.

Per zones geogràfiques, veiem que la majoria de canvis s'han produït a Collserola, sobretot a partir de la colonització per part d'edificacions i altres infraestructures, com els túnels de Vallvidrera, en terrenys erms i conreus abandonats; a la Zona Franca, on s'ha incrementat la presència d'indústries

i magatzems a costa dels conreus i els erms; a Sant Andreu i Sant Martí, on s'han substituït part de les àrees industrialitzades cap a altres usos, com ara parcs i jardins i on també s'ha incrementat la urbanització de la zona; a Montjuïc, arran dels jocs olímpics, on s'han transformat els erms i els conreus en edificis públics, i a la zona universitària de Pedralbes, on s'ha completat la seva urbanització.