

# AULA D'ECOLOGIA

CICLES DE CONFERÈNCIES  
1997 i 1998



# AULA D'ECOLOGIA

CIÈNCIA I TÈCNICA 18

Ecologia

MARC ESTIARTE, EVA CASTELLS (EDS.)

# AULA D'ECOLOGIA

CICLES DE CONFERÈNCIES  
1997 i 1998

Universitat Autònoma de Barcelona  
Servei de Publicacions  
Bellaterra, 2000

---

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

Aula d'Ecologia : cicles de conferències 1997 i 1998 ; Marc Estiarte, Eva Castells, eds. — Bellaterra :  
Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2000. — (Ciència i Tècnica ; 18. Ecologia)

ISBN 84-490-2092-1

I. Universitat Autònoma de Barcelona

II. Col·lecció

III. Estiarte i Garrofé, Marc

IV. Castells, Eva

1. Ecologia urbana — Congressos

2. Medi Ambient — Protecció — 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 municipal de l'Aula d'Ecologia (1996-1999)**

Lluís Boada i Domènech

**Preparació dels textos (resums de les ponències)**

Marc Estiarte (CREAF)

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 84-490-2092-1

Dipòsit legal: B. 44.210-2000

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

- 9-11 **Pròleg, per Lluís Boada i Jaume Terradas**  
 13-14 **Ponents i programes de l'Aula d'Ecologia dels anys 1996, 1997 i 1998.**

## **Segon cicle de conferències, 1997**

- 17-20 **Joan Baltà**  
 Grans projectes d'infraestructura de Barcelona.
- 21-29 **Pere Riera**  
 Economia i medi ambient.
- 31-37 **Jordi Sunyer**  
 Salut pública i medi ambient.
- 39-44 **Josep Peñuelas**  
 Canvis atmosfèrics i resposta dels ecosistemes.
- 45-51 **Jordi Bigues**  
 Estils de vida i consum.
- 53-60 **Oriol de Bolòs**  
 Els boscos periurbans de Barcelona.
- 61-81 **Manuel Puigcerver**  
 Efecto de invernadero y agujero de ozono.
- 83-87 **Joan Rieradevall**  
 Disseny d'ecoproductes: una nova eina de gestió ambiental.
- 89-95 **Manuel Ribas Piera**  
 Urbanisme i disseny urbà.
- 97-102 **Sebastià Serrano**  
 La ciutat com a nucli de comunicació i cultura.  
 Pensada des de l'home, oblida el medi ambient?.

- 103-112 **Isabel Pont**  
Aspectes jurídics del medi ambient.
- 113-119 **Xavier Bellés**  
Biodiversitat i entorn urbà.
- 121-123 **Vladimir de Semir**  
Medi ambient i comunicació: profusió i confusió.
- 125-138 **Ramon Folch**  
El sistema urbà des de la perspectiva socioecològica.

### **Tercer cicle de conferències, 1998**

- 141-143 **Jordi Sabaté**  
Estructura social dels primats en funció dels biòtops.
- 145-147 **Lucila Candela**  
L'aigua subterrània i els seus problemes a l'entorn de Barcelona.
- 149-152 **Joan Roure**  
Catalunya després de les glaciacions: un paisatge de canvi.
- 153-155 **Pedro Alonso**  
La globalització de les malalties.
- 157-159 **Pere Orti**  
El medi ambient a Barcelona a l'edat mitjana.
- 161-164 **Jordi Bertran**  
Bases d'una modelització sostenible del territori.
- 165-168 **Eudald Carbonell**  
Els primers éssers humans i el seu entorn al nostre país.
- 169-172 **Ferran Rodà**  
La regió mediterrània i el canvi global.
- 173-176 **Anna Àvila**  
Pluges àcides-pluges de fang.
- 177-180 **Gemma Rauret**  
Txernòbil dotze anys després.
- 181-184 **Jeroni Lorente**  
Eines per a la predicció d'aiguats a Catalunya.
- 185-187 **Oriol Nel·lo**  
Dinàmiques urbanes a la regió metropolitana de Barcelona.
- 189-192 **Miquel Sodupe**  
Complexitat i territori.
- 193-195 **Pere Duran Farell**  
Estratègies ambientals per a Catalunya.

# Pròleg

Lluís Boada i Domènech

Director tècnic de Projectes de Medi Ambient  
de l'Ajuntament de Barcelona

Jaume Terradas i Serra

Catedràtic d'Ecologia de la UAB  
i director de l'Aula d'Ecologia

Des de 1980, l'Ajuntament de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona han desenvolupat activitats conjuntes en el camp de l'ecologia urbana. La cooperació entre ambdues institucions ha comprès els tres grans àmbits de l'activitat universitària, formació, recerca i extensió, i podem esmentar el Programa MAB 11 de la UNESCO i diverses publicacions de llibres i articles sobre ecologia urbana, així com l'exposició «Barcelona funciona: ecologia d'una ciutat (1986-87)». A partir de 1996, la major part de la col·laboració es canalitza mitjançant un conveni que comprenia, entre altres coses, la posada en funcionament de l'Aula Permanent d'Ecologia de la Ciutat, actuació inclosa en els Programes d'Actuació per una Política Mediambiental a Barcelona, aprovats pel govern municipal l'any 1994. La seu escollida fou l'Hivernacle del parc de la Ciutadella, que amb aquest motiu es rehabilità, i va recuperar parcialment la funció original d'hivernacle.

L'Aula d'Ecologia té els seus orígens en el propòsit de consolidar un nucli de debat i reflexió ciutadans sobre la qüestió ambiental. Per aquest motiu, es decidí impulsar d'una forma potser més modesta, però més decidida, un cicle anual de conferències-debat sobre un ventall molt ampli de temes que posesin sobre la taula els reptes més importants de Barcelona, de les ciutats i de la societat humana en general. Inicialment, no es pensà que fos indispensable cap publicació, atesos l'esforç que representava per als ponents i el volum de material generat. Tanmateix, i després de l'interès manifestat pels assistents ja des del primer cicle, a partir del segon s'encarregà cada any a un expert (el 1997 fou el Dr. Marc Estiarte, el 1998, Eva Castells) la confecció de resums de les ponències que servissin, si més no, de recordatori de les línies argumentals bàsiques. El que presentem ara és un primer volum, que recull els resums dels dos primers cicles, volum que serà seguit ben aviat d'un segon amb els cicles de 1999 i 2000.

L'interès de l'Aula creiem que es justifica fàcilment per la transcendència dels temes tractats i per la qualitat dels ponents. El lector ens permetrà, però, que fem alguna reflexió complementària. Tot i que l'Aula no ha pretès mai seguir un fil unitari, perquè justament s'ha volgut evitar que prenguéssim l'aspecte d'un curs, sí que hi ha una «filosofia» que presideix la selecció dels temes i dels

ponents i el desenvolupament de les sessions. Les característiques de l'Aula d'Ecologia són: 1) una temàtica ambiental variada, 2) tractada des d'òptiques disciplinàries també molt diverses, 3) presentada per personalitats molt rellevants, de disciplines no sempre de l'àmbit de l'ecologia com, per exemple, la història o la filosofia, 4) amb participació del públic i amb voluntat d'afavorir la lliure expressió de les idees per part de tothom. Repassem breument aquests punts.

La diversitat dels temes ambientals és, naturalment, molt gran, i encara més si, com vam decidir de fer, no es posen fronteres gaire estretes a la denominació «ambiental». Pràcticament totes les activitats humanes tenen conseqüències ambientals, des de les emissions de contaminants a l'atmosfera fins a les formes d'organització econòmica, l'evolució demogràfica humana o la manipulació genètica dels sistemes naturals. En el centre de tota qüestió ambiental hi ha sempre l'home i la societat, i la resposta als reptes ambientals està en el coneixement i en l'organització de la nostra activitat. Per això mateix, no hi ha cap especialista ni cap plantejament temàtic que pugui donar solucions de forma unilateral, i ens cal adonar-nos de la necessitat de les aproximacions plurals, del diàleg i de la recerca de llenguatges comuns. Diversitat temàtica i diversitat de punts de vista, doncs. D'altra banda, en molts casos el debat ambiental ha estat molt carregat de «soroll», molts arguments han partit més de posicions ideològiques *a priori* que de dades verificables i conceptes ben establerts. Clarificar i desmuntar tòpics de vegades ben arrelats no és senzill. Per això cal que els temes siguin inicialment presentats per persones amb gran experiència i coneixement. Alhora, sovint la percepció del públic pot ser diferent de la dels experts, o diferents experts poden tenir punts de vista diferents. Tal com s'ha pensat, l'Aula no és un mitjà de transmissió unidireccional del coneixement, ans un espai per al debat, un debat des del respecte i la llibertat en què el moderador es limita a moderar i la veu la tenen, essencialment, ponent i assistents. Aquest és el to que creiem que s'adiu amb l'esperit inicial, i que esperem haver mantingut al llarg dels ja cinc cicles realitzats en el moment d'escriure aquestes línies.

Tant la realització dels cicles com aquesta publicació haurien estat impossibles sense la participació de moltes persones: en primer lloc, és clar, ponents i participants a les sessions; les doctores Pilar Andrés i Anna Àvila, investigadores del CREAF, que han portat el pes de l'organització concreta de les sessions; els ja esmentats Marc Estiarte i Èva Castells, en la confecció dels resums; Rosa Viadiu en les tasques de secretaria des de l'Ajuntament de Barcelona, Marta Barceló en les del CREAF, i Teresa Feliu en les de la UAB; Parcs i Jardins, en els aspectes logístics a l'Hivernacle del parc de la Ciutadella, que ha estat la seu de l'Aula; el Servei de Publicacions de la UAB, en la confecció del present volum. I la voluntat institucional tant de l'Ajuntament, representada pels regidors responsables dels temes mediambientals, inicialment el Sr. Lluís Armet i, durant els quatre primers cicles de l'Aula, el Sr. Josep Maria Vegara, com de la Universitat Autònoma de Barcelona, des del Deganat de la Facultat de Ciències.



Ara, amb l'edició d'aquests materials i els que seguiran (part dels quals són consultables ja per Internet), esperem satisfer les demandes que se'ns han fet i oferir algunes referències que creiem útils per a l'encaix de temes essencials en l'univers cultural d'aquest temps i d'aquest país. Encaix, d'altra banda, que encara sembla massa llunyà i que és, cada dia, més urgent d'assolir.

Barcelona, juliol de 2000

## Ponents i programes de l'Aula d'Ecologia dels anys 1996, 1997 i 1998

### 1996

- Ramon Margalef** L'home com a creador d'ecosistemes: (25 de gener).
- Jordi Nadal** Evolució històrica dels assentaments humans. Etapes a Barcelona: (30 de gener).
- Juli Esteban** L'urbanisme barceloní: de l'eixample de Cerdà als projectes d'avui: (6 de febrer).
- Josep Maria Carreras** El repartiment de l'espai. Classificació del sòl: (13 de febrer).
- Jaume Terradas** El sistema ecològic urbà i les seves interaccions amb l'entorn: (20 de febrer).
- Albert Serratosa** Xarxes metropolitanes de transport i defensa ecològica: (27 de febrer).
- Juli García Ramón** Les comunicacions internes: sistemes de transport: (5 de març).
- Rafael Serra Florensa** Optimització de l'eficiència energètica en arquitectura: (12 de març).
- Albert de Pablo** L'arbre i la ciutat: de no necessari a imprescindible: (21 de març).
- Andreu Galofré** Aigua subterrània sota la ciutat: sort o desgràcia: (26 de març).
- Santiago Gassó** La gestió dels residus sòlids urbans. Situació actual i alternatives: (9 d'abril).
- Horacio Capel** Jardins, parcs i disseny urbà: (18 d'abril).
- Vicenç Navarro** Qualitat de vida i ciutat: (23 d'abril).
- Joaquim Corominas** La demanda d'energia a la ciutat: qualitat de vida versus estalvi energètic: (30 d'abril).
- Joan Martínez Alier** Economia ecològica: (7 de maig).
- Javier Martín-Vide** El clima urbà: l'illa de calor a Barcelona: (14 de maig).
- José M. Baldasano** La qualitat de l'aire a la ciutat: (21 de maig).
- Gonzalo Monzón** Els altres habitants de la ciutat: (28 de maig).
- Narcís Prat** Els rius de Barcelona i el seu estat ecològic: (4 de juny).
- Joandomènec Ros** El mar i la ciutat: (11 de juny).

## 1997

- Joan Baltà Grans** projectes d'infraestructura de Barcelona: (25 de febrer).  
**Pere Riera** Economia i medi ambient: (4 de març).  
**Jordi Camp** La costa i aigües litorals de Barcelona: (11 de març).  
**Jordi Sunyer** Salut pública i medi ambient: (20 de març).  
**Josep Peñuelas** Canvis atmosfèrics i resposta dels ecosistemes: (1 d'abril).  
**Jordi Bigas** Estils de vida i consum: (8 d'abril).  
**Oriol de Bolòs** Boscos periurbans: (15 d'abril).  
**Manuel Puigcerver** Estat de la qüestió sobre els gasos hivernacle i l'ozó estratosfèric: (22 d'abril).  
**Joan Rieradevall** Disseny d'ecoproductes: nova eina de gestió ambiental: (29 d'abril).  
**Manuel Ribas Piera** Urbanisme i disseny urbà: (6 de maig).  
**Sebastià Serrano** La ciutat com a nucli de comunicació i cultura. Pensada des de l'home, oblidada el medi ambient?: (13 de maig).  
**Isabel Pont** Aspectes jurídics del medi ambient: (20 de maig).  
**Vladimir de Semir** Medis de comunicació i aspectes ambientals: (3 de juny).  
**Ramon Floch** El sistema urbà des de la perspectiva socio-ecològica: (10 de juny).

## 1998

- Jordi Sabaté Pi** Estructura social dels primats en funció dels biotops: (24 de febrer).  
**Lucila Candela** L'aigua subterrània i els seus problemes a l'entorn de Barcelona: (3 de març).  
**Joan Roure** Catalunya després de les glaciacions: un paisatge en canvi: (10 de març).  
**Pedro Alonso** Globalització de les malalties: (24 de març).  
**Pere Ortí** El medi ambient a Barcelona a l'edat mitjana: (24 de març).  
**Jordi Beltran** Bases d'una modelització sostenible del territori: (31 de març).  
**Eudald Carbonell** Els primers homes i el seu entorn al nostre país: (14 de abril).  
**Ferran Rodà** La regió mediterrània i el canvi global: (21 d'abril).  
**Anna Àvila** Plugues àcides-plugues de fang: (28 d'abril).  
**Gemma Rauret** Txernòbil onze anys després: (5 de maig).  
**Geroni Llorente** Eines per a la predicció d'aiguats a Barcelona: (12 de maig).  
**Oriol Nel·lo** Dinàmiques urbanes a la regió metropolitana de Barcelona: (19 de maig).  
**Miquel Sodupe** Complexitat i territori: (26 de maig).  
**Pere Duran Farell** Estratègies ambientals per a Catalunya: (2 de juny).

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 1997 i 1998, amb la voluntat de posar a l'abast de les persones interessades en els aspectes mediambientals les línies argumentals bàsiques dels temes tractats, que abracen un amplíssim ventall que va des de qüestions relacionades amb les infraestructures, fins a les relacionades amb la història o les propostes estratègiques de futur, sense oblidar la reflexió sobre els temes de més actualitat: el clima, la gestió de residus, la biodiversitat o el transport. Com fàcilment podrà comprovar el lector amb una ràpida ullada a l'índex del llibre, els encarregats de desenvolupar els diferents temes són especialistes d'un ben merescut prestigi en els seus respectius àmbits. En totes les seves edicions, l'Aula ha estat dirigida pel professor Jaume Terradas, del Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia de la UAB i investigador del Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF).

ISBN 84-490-2092-1



9 788449 020926

# Grans projectes d'infraestructura de Barcelona

Joan Baltà

Aula d'ecologia, 1997- 1998 17-000

Les infraestructures són imprescindibles per al desenvolupament econòmic d'un territori. A més de fer possible l'aprofitament dels recursos, també incideixen en la productivitat global del sistema econòmic. L'any 1985 Catalunya tenia un nivell infraestructural equivalent al 88% de la mitjana europea i que representava una tercera part del de les regions amb el nivell més elevat, com Hamburg. Més recentment s'ha calculat que l'accessibilitat aèria, ferroviària o per carreteres de Barcelona és entre la meitat i les tres quartes parts de les de Londres o París. Així doncs, malgrat l'esforç d'inversió per part de les Administracions municipals, catalanes i estatals, i tot i l'impuls dels Jocs Olímpics, encara persisteixen importants necessitats d'infraestructures.

Els projectes de noves infraestructures per al municipi de Barcelona i per a tot l'àmbit metropolità inclouen, entre d'altres, l'ampliació del port, de l'aeroport, i de les xarxes ferroviària i de carreteres. Aquests projectes, sobreposats damunt del perfil sectorial i territorial actual, poden convertir Barcelona en el centre de l'àrea logística del sud d'Europa.

## Xarxa viària

Es calcula que en els propers deu anys es doblarà la demanda de serveis de transport de passatgers i la demanda de mercaderies augmentarà en la meitat de l'actual. La planificació de noves infraestructures de transport ha de tenir en compte, primer, que en pocs anys poden saturar-se, com ha ocorregut a les rondes, els principals accessos a Barcelona, ja que la demanda potencial supera les possibilitats d'oferta viària, i, segon, que els peatges condicionen molt l'ús que es fa de la xarxa viària. És urgent completar les obres en curs (autovia del Baix Llobregat, Pota Sud, autopista Sitges-Vendrell) i iniciar les obres planificades (Quart Cinturó, marge esquerre del Besòs) que completaran la xarxa viària metropolitana actual.

L'augment de l'oferta viària ha de complementar-se amb accions sobre la demanda fomentant l'ús del transport públic, modificant el model de peatges de manera que s'optimitzi l'ús de les vies i potenciant la mobilitat sostenible a l'interior de les ciutats.

## Xarxa ferroviària

En el futur els sistemes ferroviaris configuraran els serveis de rodalies, d'alta velocitat i de mercaderies. Com que cada un dels tres serveis requereix infraestructures específiques, acabaran segregant-se. De cara a aquest futur caldrà resoldre les qüestions de la unificació de l'ample de via amb l'ample europeu, la localització de l'estació central de l'alta velocitat i l'accés d'aquest servei a Barcelona, la localització de l'estació de l'aeroport i la seva connexió amb la Sagrera. En un radi de vint quilòmetres des de Barcelona les infraestructures actuals es reservaran per a rodalies i caldrà construir-ne de noves per a les mercaderies i l'alta velocitat.

El desenvolupament del port i de l'aeroport dependran de la seva connexió a la xarxa ferroviària, de manera que cal parar especial atenció als punts on s'intercanvia un sistema de transport amb un altre. Cal aconseguir que el transport públic, principalment el ferroviari, realitzi la meitat dels viatges a l'aeroport, mentre que actualment només en fa un deu per cent. La idoneïtat del ferrocarril per transportar contenidors justifica la previsió de construir una nova terminal ferroviària de contenidors al port.

La futura estació de la Sagrera acollirà el transport de viatgers per als serveis d'alta velocitat, rodalies i llarg recorregut. Es calcula que l'utilitzaran 30 milions de viatgers a l'any. Aquesta estació explotada com a estació passant, no com a estació terminal, garantirà l'arribada del tren al centre i la connexió del viatge amb el transport del metro, autobús o vehicle privat.

La prioritat del traçat Sagrera-Aeroport de l'Alta Velocitat respecte al traçat per darrere de Collserola es justifica per la necessitat de donar la màxima centralitat a Barcelona en el recorregut Madrid-Barcelona-França.

## Xarxa de Telecomunicacions

Actualment la política de la Unió Europea està destinada a suprimir les situacions de monopoli típiques de molts països europeus. Per acord entre la Generalitat i els municipis catalans, i atenent als requisits de nombre d'habitants que regula la llei, s'ha dividit Catalunya en tres demarcacions per a la prestació de servei de telecomunicacions per cable, tenint també en compte criteris econòmics i d'equipaments. De les tres àrees, la de Barcelona-Besòs (Barcelona, Sant Adrià, Santa Coloma i Badalona) és la que té més avantatges per les inversions ja realitzades en comunicacions i per l'àmplia xarxa d'infraestructures subterrànies de què disposa. L'Ajuntament de Barcelona ha proposat la utilització generalitzada de les infraestructures subterrànies municipals com la millor solució per evitar l'impacte d'obrir rases per instal·lar les xarxes de comunicació.

## Xarxa elèctrica d'alta tensió

La xarxa elèctrica manté grans infraestructures aèries com a elements de transport. A l'àrea metropolitana són necessàries algunes remodelacions per adap-

tar la xarxa actual a la demanda futura i per reduir l'impacte mediambiental de les línies tant en zones urbanes com en zones d'interès natural. Concretament, l'actuació principal ha de ser en l'eix que formen les tèrmiques de Sant Adrià-Besòs-Badalona i les línies que en surten i recorren la llera baixa del riu Besòs.

## Infraestructures al delta del Llobregat

El port i l'aeroport són infraestructures que donen suport i, alhora, indueixen l'activitat econòmica d'un *hinterland*, bé perquè les activitats estan directament relacionades amb el transport i la logística, o bé perquè són activitats que, d'una manera indirecta, treuen profit de la proximitat.

El Pla del delta del Llobregat preveu la reordenació d'aquesta regió i actuar en infraestructures del transport i del medi ambient. El pla incorpora l'ampliació del port i el desviament del riu Llobregat, la zona d'activitats logístiques, l'ampliació de l'aeroport, les infraestructures viàries i terrestres que el connectin amb la resta del territori, i la construcció de la incineradora i la depuradora.

### El port

Tot i que és el primer port del Mediterrani en transport de vehicles i el tercer en el transport de contenidors, el de Barcelona és un port modest si el comparem amb els del mar del Nord. En el futur, l'ampliació de la Zona d'Activitats Logístiques, que respon a l'activitat industrial i comercial de l'*hinterland* del port, a l'evolució del tràfic internacional de mercaderies, i a la situació de Barcelona en el context geogràfic europeu, pot fer del port el centre principal de distribució del sud d'Europa.

### L'aeroport

Actualment l'aeroport de Barcelona és el dissetè d'Europa en trànsit de passatgers. Després de les renovacions de 1992 encara calen un seguit d'actuacions per fer front a la perspectiva d'arribar l'any 2016 als quaranta milions de passatgers, quatre vegades més que actualment, i adquirir una dimensió que permeti fer les funcions d'eix de trànsit internacional, anomenada *funció hub*, i no quedar-se com un aeroport perifèric. Per assolir aquests objectius cal construir una tercera pista, millorar i augmentar el nombre de punts de recepció d'avions, construir una nova terminal, desenvolupar un sistema de transport interior, destinar al costat terra una superfície per a zona de càrrega i al costat aire una zona modular, crear un parc tecnològic i una ciutat aeroportuària per a serveis i activitats complementàries, i tot això mantenint la qualitat arquitectònica i ambiental.

## **Infraestructures urbanes i mediambientals. L'estació de Sagrera-Sant Andreu, Front Litoral i Congost del Besòs**

Aquest projecte incorpora la remodelació del flux de comunicacions ferroviàries que transiten per la pota nord de la ciutat de Barcelona. Encara que estigui íntegrament ubicat a Barcelona, tindrà una enorme transcendència per als municipis del nord de l'àrea metropolitana, perquè inclou el que pot ser l'estació terminal del tren d'alta velocitat.

També es preveu en la mateixa zona l'obertura de la Diagonal al mar, una actuació que proporcionarà sòl per a la construcció d'habitatges i vertebrarà el districte de Sant Andreu.

El creixement de la població i les indústries instal·lades als seus marges en les darreres èpoques han comportat una gran degradació del riu Besòs. Entre els ajuntaments riberencs del tram final del riu s'ha acordat un projecte unitari que contempla el tractament de la llera i del front litoral, l'actuació sobre infraestructures energètiques (tèrmiques i xarxes elèctriques d'alta tensió) i l'actuació sobre infraestructures mediambientals (depuradores i incineradores).



# Economia i medi ambient

Pere Riera

El tema d'economia i medi ambient és molt ampli. En aquesta exposició només em centraré en les relacions entre l'economia ambiental —un àmbit dins la ciència econòmica— i l'anàlisi de l'entorn. Veurem, primer, com l'economia enfoca l'anàlisi del medi ambient, atenent als recursos que agafa per fer l'activitat econòmica i, segon, pel que fa a la relació posterior de tornada cap al medi amb els residus o altres formes d'afectació. Veurem el que és més fonamental de l'anàlisi econòmica ambiental: les externalitats i els béns públics. A continuació, explicaré quins són des de l'economia els instruments teòrics de correcció ambiental i repassarem quins d'aquests instruments es troben en la legislació central espanyola i quines són les perversions que es poden donar en aquests instruments. I finalment, faré un breu repàs del panorama de l'empresa catalana respecte al medi ambient.

## Anàlisi econòmica ambiental

Una activitat econòmica, entesa en un sentit molt ampli, és una activitat humana que sempre té una relació amb el medi, amb l'entorn. En aquesta relació es poden distingir, com a mínim, dues fases. Una primera en què, per fer l'activitat econòmica, s'agafen recursos de l'entorn. Encara que sigui per fer una cosa tan senzilla com un llapis, calen uns *inputs* que provenen d'uns recursos naturals, com la fusta i el carbó. Aquesta relació entre els recursos i l'economia l'estudia una part de la ciència econòmica que s'anomena economia dels recursos naturals.

En la segona fase, tota activitat econòmica, ja sigui de producció o de consum, retorna alguna cosa a l'entorn en forma de residus, que són des de les emissions a l'atmosfera dels vehicles que utilitzem, fins al bolígraf gastat que s'ha de llançar a algun lloc. Els residus són una altra interrelació de l'activitat econòmica amb l'entorn. La part de l'economia que estudia la relació de sortida cap al medi és el que pròpiament s'anomena economia ambiental.

## Economia dels recursos naturals

Es diferencien dos tipus de recursos: els renovables i els no renovables, que l'economia contempla de manera diferent. Sovint, els renovables s'estudien amb la idea de trobar el punt d'explotació d'aquests recursos que doni el màxim rendiment sostenible —*maximum sustainable yield*—, com pot ésser el procés òptim de l'explotació d'un banc de peixos o d'un bosc que no malmeti el recurs però, alhora, que tampoc no es perdin possibilitats d'explotació econòmica. És possible que l'explotació òptima d'un banc de peixos des d'un punt de vista biològic sigui diferent que des de l'òptica econòmica. L'economia tracta de trobar aquell punt d'explotació en què el benefici sigui el màxim de sostenible al llarg del temps.

Per altra banda, l'aproximació de l'economia als recursos no renovables té sovint l'objectiu de trobar el ritme ideal d'explotació dels recursos sabent que en el futur s'exhauriran. Aquest és el cas del petroli, un recurs renovable tan a llarg termini que, econòmicament i amb una perspectiva de temps a escala humana, s'ha de considerar no renovable. L'explotació dels recursos no renovables es pot veure com una qüestió de ritme d'explotació que ve condicionada pel seu preu. En aquest cas, es busca el preu òptim al llarg del temps que fa que el recurs no s'extingeixi massa ràpid i duri de forma més eficient per al conjunt de la societat. Des d'aquesta perspectiva, els recursos no renovables mai no s'acaben extingint, a la pràctica, ja que, a mesura que s'exhaureixen, el preu puja i la quantitat que se'n demana baixa, i comença a ésser més interessant explorar alternatives o noves tecnologies. Això ha ocorregut amb el plom i el coure, per exemple, que s'han anat substituint per d'altres materials en anar-se tornant més escassos.

## Economia ambiental

L'economia ambiental es divideix en una part positiva i una part normativa. La part positiva és pròpiament l'anàlisi freda amb l'única intenció de comprendre allò que ocorre. La part normativa tracta de la intervenció per corregir allò que, tal com és, no ens agrada. En l'àmbit de l'economia ambiental, l'economia positiva es coneix com a anàlisi econòmica ambiental, i l'economia normativa com a política econòmica ambiental. L'economia ambiental fa l'anàlisi i proposa instruments econòmics per corregir la política econòmica i corregir una realitat ambiental que considerem desviada de la idònia.

Des de l'anàlisi econòmica ambiental el primer que s'estudia és el que es coneix com a externalitats. Externalitat és, en l'argot econòmic, aquell cost per a terceres persones que qui genera l'activitat no té en compte. Habitualment, la persona o entitat que pol·luciona el medi no computa el cost que representa per a la seva activitat no produir perjudicis a terceres persones. Aquests danys o costos que genera, però que no computa, són el que en diem costos externs o externalitats. Jo no sóc responsable de la contaminació d'un riu on vaig a banyar-me, però a mi em causa un perjudici perquè el meu benestar disminueix.

L'empresa que ha estat contaminant no ha tingut en compte que jo, i molts d'altres, en patim les conseqüències. Si poguéssim fer recaure aquest cost extern sobre qui el genera, aleshores tindríem menys dany ambiental perquè seria un cost intern més de qui produeix la pol·lució. La part més estesa d'anàlisi econòmica és estudiar per què el mercat és imperfecte. Molt sovint ho és perquè qui fa l'activitat econòmica no té en compte tots els costos, la qual cosa és la causa més habitual d'ineficiències en els mercats en relació amb el medi ambient.

Un altre concepte, potser una mica més difícil d'entendre, és el que en diem «béns públics», que en l'argot econòmic té un significat diferent de l'usual. En l'argot econòmic el terme «bé públic» no implica que el bé sigui propietat del sector públic, ni, és clar, del privat. Un bé públic és aquell del qual molta gent en pot gaudir alhora (no és rival en el consum) i no podem evitar que algú ho faci (no hi ha exclusió). Per exemple, a l'Estat espanyol, per a alguns aspectes el bosc és un bé públic, ja que tots podem anar-hi a buscar bolets o a passejar, i ningú no pot excloure'ns-en, ni pel fet d'haver-hi una persona gaudir del bosc impedeix que una altra en pugui gaudir també. En canvi, a Anglaterra el bosc, independentment de la propietat, no és un bé públic, ja que no puc anar a buscar-hi bolets si no és amb autorització expressa, i si hi passejo no puc sortir del camí. Des del punt de vista de l'anàlisi econòmica, els béns públics tenen el problema que ningú té cap incentiu per assumir-ne els costos perquè, com que ningú no en pot ser exclòs, ho pagui qui ho pagui igualment tots en podem gaudir. Els propietaris forestals es queixen que fan un servei a la societat i no reben res a canvi, i per això dediquen menys esforç al manteniment del bosc. Des del punt de vista de l'anàlisi econòmica sembla lògic que els beneficis externs d'un bé públic repercuteixin en qui genera el bé ambiental, perquè si no en tindrem menys del que seria desitjable per al conjunt de la societat. Els costos i els beneficis externs, així com els béns públics, són característiques típiques de l'anàlisi econòmica ambiental. Quan es donen, es diu que el mercat, tal com el coneixem habitualment, «falla». És a dir, que es produeix excessiva quantitat d'aquell producte que genera l'efecte negatiu, o massa poca del que té una incidència positiva sobre les terceres persones.

Una altra idea potser sorprenent és que en economia no considerem desitjable la contaminació zero si això implica, amb la tecnologia actual, una producció zero. No podríem menjar, beure, moure'ns, vestir-nos, tenir educació o sanitat, ni fer res. Econòmicament parlant, i amb les limitacions tecnològiques actuals, ha d'haver-hi algun grau de contaminació. Però el problema és que actualment n'hi ha massa. Cal corregir aquest excés però, és clar, sense sobre-correr-lo perquè, aleshores, acabariem reduint massa l'activitat econòmica i el nostre propi benestar. Es tracta de trobar el punt òptim per al conjunt de la societat, que no és l'absència de contaminació, ara com ara, però que no és tampoc l'actual excés de producció que ens porta l'excés de contaminació. De totes maneres, no hi ha massa casos on la intervenció en política ambiental ens fassi pensar que s'ha corregit en excés el dany ambiental; més aviat tot al contrari.

L'altra part de l'economia ambiental és la part normativa, que es proposa la correcció d'allò que amb l'anàlisi ambiental hem detectat que no era el més

idoni per a l'interès general. En el cas de la contaminació podem, des del conjunt de la societat, intentar imposar a les fàbriques aquest cost que no tenen en compte perquè no les afecta, però que sí que ens afecta a la resta.

Una primera família d'instruments que sovint proposa l'economia són els impostos, si es tracta de corregir una activitat negativa per al medi ambient, i les subvencions, si és una activitat econòmica amb impacte positiu. Amb molt, són els instruments més estudiats, més ben coneguts i més habituals en la pràctica. El problema sol consistir a trobar l'impost o la subvenció òptima, ni massa alta ni massa baixa atenent els interessos del conjunt de la societat.

Una altra manera, una mica més sorprenent, de perseguir el mateix objectiu és amb l'ampliació d'aquest mercat. És una mica més sorprenent perquè abans comentàvem que el mercat «fallava». Però en realitat no és contradictori, perquè si aconseguíssim que els que patim la contaminació i no la generem forméssim d'alguna manera part d'aquest mercat, aleshores podríem carregar aquests costos al contaminador i per tant no li sortiria tant a compte contaminar. Per exemple, si l'Administració organitza un mercat on els ciutadans —potser a través de donacions a organitzacions ecologistes, o de col·lectes dissenyades a aquest efecte— poguéssim adquirir uns «drets negociables de contaminació», en competència amb l'activitat que genera les externalitats negatives, disminuiria la quantitat de contaminació d'acord amb les decisions del conjunt dels ciutadans, tenint en compte que aquests mateixos ciutadans són els beneficiaris de l'activitat productiva.

El mercat de drets de contaminació que existeix en alguns països consisteix en el fet que l'Administració, com a representant de la societat, fixa el volum de contaminació que es pot generar en una regió. Aquest volum se suposa inferior al que hi ha i, per tant, se n'ha de fer una reducció. En termes econòmics, a algunes empreses els costa més, o menys, que a d'altres reduir el seu nivell de contaminació perquè la tecnologia disponible en el seu sector industrial és més cara, o més barata, que en altres sectors. L'objectiu és que entre totes les indústries han de reduir una determinada quantitat de contaminació de la regió sense que importi com s'ho reparteixin entre elles. El sector industrial al qual li surt més barat disminuir la contaminació ho farà més i contaminarà menys i, a canvi d'això, «vindrà» el seu excés de reducció respecte al que li tocava si tothom hagués de reduir el mateix a l'empresa que la reducció li surt més cara. La conseqüència és que, en el conjunt, la contaminació és la mateixa, per tant el benefici per a la societat és el mateix. Però l'interessant és que, a tots plegats, ens ha costat menys recursos perquè hi hem hagut de dedicar menys diners per tenir la mateixa reducció de contaminació. En el conjunt, per la fórmula tradicional hi haguéssim hagut de dedicar més diners dels necessaris, i això vol dir que en el conjunt de la societat haguéssim tingut menys recursos per a d'altres coses.

L'economia ambiental, com a part que és de l'economia general, tracta no només de com podem corregir les contaminacions o augmentar els beneficis dels béns ambientals, sinó també de com aconseguir millores ambientals dedicant-hi els mínims recursos possibles per tal que n'hi hagi més per gaudir del con-

junt del nostre consum. D'aquest aspecte se'n diu criteri d'*eficiència*. Si a més tenim en compte que els beneficiaris són capes socials de diferent renda, i pretenem que disminueixi en lloc d'augmentar la diferència econòmica entre les persones, estarem introduint criteris d'*equitat*; també entra dins d'aquest criteri el principi de «qui contamina paga». La política econòmica es pot dissenyar amb un o altre criteri, o amb la barreja de tots dos.

### **Instrumentes econòmics per millorar el medi ambient**

Confio que aquesta apologia del que l'economia pot aportar per a la millora ambiental us hagi convençut que, a banda de la primera impressió que se'n té que és que causa problemes, l'economia també pot aportar eines útils. Ara concretarem quins són els instruments que, com a mecanismes econòmics, serveixen per millorar l'entorn. Hi ha diverses formes de classificar els instruments econòmics ambientals. Es proposa aquí una classificació en vuit categories diferents: 1) els impostos; 2) les subvencions; 3) el sistema de dipòsit, devolució i retorn; 4) la creació de mercats; 5) l'assignació de drets de propietat; 6) les multes i les penalitzacions; 7) la millora de la informació, i 8) la imposició d'altres costos.

Seguidament comentarem en què es tradueixen en la nostra realitat aquests mecanismes, repassant els resultat d'una anàlisi que hem fet (Riera i Saiz, 1997) sobre la presència d'aquests instruments en la legislació central, que en gran part ve imposada per directrius de la Unió Europea. Insisteixo que només és legislació central i no hem analitzat la catalana ni la local.

#### *Impostos*

Hem trobat vuit casos en els quals es contempen impostos o càrregues. Cinc d'aquests estan relacionats amb les aigües i són impostos sobre emissions d'aigües a aigües continentals, sobre emissions d'aigües al mar, sobre sanejament d'aigua, d'ocupació costanera i d'utilització de recursos hidràulics. Més endavant veurem que la contaminació de l'aigua és la que més preocupa a les empreses catalanes. El següent també té a veure amb l'aigua, ja que és un impost sobre abocaments d'oli, que molt sovint es fan a l'aigua i quan es fan sobre sòl poden acabar fent cap a l'aigua. Els dos últims són un impost sobre alguns mòduls de transport i un impost sobre la benzina o hidrocarburs en general. Voldria cridar l'atenció que l'impost pot ésser l'instrument més lògic per complir amb el principi de qui contamina paga. En aquests vuit casos la legislació espanyola segueix aquest principi, que sembla força raonable.

#### *Subvencions*

Una subvenció o subsidi ve a ser com un impost al revés, perquè ajuda allò que considerem positiu. De l'anàlisi de la legislació es conclou que a l'Estat espanyol l'ús de l'eina subsidi és bastant perversa, perquè la instrumentació

que se'n fa sovint tendeix a ajudar qui contamina en comptes de penalitzar-lo. Hi ha tretze casos de subvencions i la majoria d'elles són de violació del principi de qui contamina paga. Aquests casos són els següents: subsidis a plantes de tractament d'olis usats, subsidis a la gestió i l'estalvi energètic, subsidis a la recerca per a la reducció de la pol·lució atmosfèrica (l'únic instrument de subsidi que hi ha per a recerca), subsidis per regularitzar els abocaments a aigües continentals i uns altres subsidis per controlar-lo, subsidis per la cria d'animals en perill d'extinció i per l'agricultura ecològica, uns subsidis específics per l'agricultura ecològica a les àrees d'influència de parcs nacionals, subsidis per l'agricultura extensiva, subsidis per tecnologies netes, crèdit tous per reduir la pol·lució atmosfèrica, i crèdits tous per a la reducció d'emissions contaminants en aigües. Com es veu, molts d'aquests instruments subvencionen conductes lesives per al medi, de manera que se subvenciona qui contamina perquè deixi de fer-ho. En definitiva, es viola el principi de qui contamina paga.

### *Sistema de dipòsit, devolució i retorn*

Aquest és un sistema que aquí no aprofitem prou. Un exemple ben clar és quan en comprar un producte, com ara begudes, paguem uns diners de més —el dipòsit— que ens seran retornats quan tornem l'envàs. Així s'aconsegueix que els envasos no vagin a les escombraries i que es tractin de manera adient. Viatjant pels EUA se sap si l'Estat en què un es troba segueix una política de dipòsit, devolució i retorn per la quantitat de llaunes que es veuen llençades a terra. La llei d'envasos dona aquest sistema com a prioritari, però a la pràctica el que s'utilitza es el sistema integrat de gestió, que la llei contempla només com a excepcional. Hi ha un parell de casos més de dipòsits que serveixen de fiança per respondre enfront de multes o responsabilitats civils per assumptes de gestió de residus perillosos.

### *Creació de mercats*

Hem hagut de fer un esforç d'imaginació per trobar alguna cosa que, a la legislació central, s'assembla a la creació de mercats. Una possibilitat gens òbvia seria veure les comunitats de regants que hi ha per tot l'Estat com una possibilitat o potencial que efectivament hi hagi un mercat d'aquesta aigua. Si tinguéssim un mercat en aquest sentit, i és possible tenir-lo, podríem racionalitzar aquest cost, això sí, eliminant abans el mercat negre i el consum il·legal.

### *Assignació de drets de propietat*

Ja hem comentat que els boscos, com a béns públics que són, estan una mica desvalguts perquè, en no treure'n profit, els propietaris no en tenen la cura que seria desitjable. Contràriament al cas dels bolets, els drets de propietat de les tòfo-nes sí que són assignades al propietari del terreny. És pràcticament l'única excepció als boscos de l'Estat espanyol en què el que hi ha al sòl, no al vol, no

és de domini públic, sinó del particular. Com que les tòfones tenen un valor econòmic es va aconseguir un canvi en l'assignació de drets de propietat i van passar de ser domini públic a ser domini del propietari del bosc, tant se val si és públic com privat. Els recursos hidràulics no entren ben bé en aquesta categoria perquè l'Administració central se'n va autoassignar els drets de propietat i, per tant, el mercat passa necessàriament per la concessió o per l'intercanvi de la mateixa Administració central, o en alguns casos de l'autonòmica. Un segon exemple ben clar d'assignació de drets de propietat són les àrees de reserva de caça en què el propietari pot excloure de gaudir-ne qui no pagui una certa quota. La política de cacera també es pot regular via preus mitjançant els permisos o la venda de la participació en la reserva. El mateix passa amb les reserves de pesca. I, finalment, la llei de costes va declarar de domini públic els cent metres cap endins a partir de la línia de frontera del mar.

### *Multes i penalitzacions*

Hem trobat en la legislació central sis instruments econòmics d'aquest tipus que van en conjunció amb provisions legals, o sigui que es tracta d'instruments mixtos. La legislació fixa un estàndard i qui el passi és multat. Això ocorre en els casos d'ús il·legal d'aigües continentals o de recursos costaners, per dany a àrees naturals protegides, per mala gestió de residus, per emissions de contaminants atmosfèrics (el cas més típic) i per abocament il·legal de residus (el segon cas més típic). De manera que els abocaments incontrolats de residus estan penalitzats amb multes. Ara bé, si calculem el valor econòmic de la multa en funció de la quantitat de la multa i de la probabilitat de ser enxampat, solen sortir quantitats realment ridícules. Les penalitzacions estan molt per sota del que seria un incentiu econòmic per no saltar-se la legalitat, i en alguns casos escandalosament per sota. A més, no sol augmentar la quantitat de la multa en cas de reincidència. Tot plegat fa que aquest instrument econòmic de penalització, quan està mal calculat, no sigui un incentiu per deixar de contaminar. Això alerta del fet que en dissenyar els instruments econòmics s'ha de parcar compte no només amb la forma, sinó també amb la quantitat.

### *Millores d'informació*

Es basa en que el fet la informació de, per exemple, la composició d'un producte permet que el consumidor triï, o rebutgi, consumir-lo. Per tant, la millora d'aquesta informació acaba també influint en el mercat i, en última instància, essent un instrument econòmic. Hem trobat set mesures positives d'aquest tipus que, en gran part, són degudes a la legislació europea. Són les següents: provisió d'etiquetes que qualifiquen un producte d'ecològic o informen que és ambientalment no agressiu, l'etiquetatge de productes d'agricultura ecològica, etiquetes de nivell de soroll (sobretot en aparells que fem servir a la llar), etiquetes sobre la composició de pintures (obligatòries dintre del sector), etiquetes obligatòries per a productes perillosos, etiquetes per a detergents i sabons

i, finalment, etiquetes per a olis. Aquesta informació permet que els consumidors modifiquem el nostre comportament per penalitzar els productes que alteren la qualitat del medi en el qual vivim i, per tant, són més negatius per al nostre benestar.

### *Imposició d'altres costos*

En aquest apartat hem inclòs aquells instruments que no sabem exactament com classificar però que tenen a veure amb augmentar els costos a les empreses. Són els següents casos: l'obligació d'etiquetar i envasar els residus perillosos que generen les diferents activitats econòmiques, l'obligació de devolució dels olis de cotxe usats (que el mecànic ha de guardar i està obligat a entregar a una concessionària que fa aquest servei) i l'obligació dels generadors d'olis usats d'envasar aquests olis (no nosaltres com a petits consumidors, sinó les empreses que n'utilitzen en quantitat i per a fins industrials).

Amb la imposició d'altres costos acabem el repàs dels instruments econòmics que proporciona la legislació estatal. En aquests moments estem analitzant la legislació autonòmica amb la intenció de comparar-les. Caldria continuar amb una anàlisi de la legislació local. De tota manera, d'aquesta primera anàlisi ja se'n treuen un parell de conclusions. Una, que la contaminació de l'aigua és el sector amb més regulació i amb més instruments, tant legals com econòmics. L'altra, que hi ha una certa perversió de l'ús del subsidi, ja que en comptes de seguir el principi de qui contamina paga, sovint afavoreix qui contamina. En el disseny i futura extensió d'instruments econòmics de política ambiental hi ha encara molt camí per córrer. Si els legisladors es poguessin adonar dels recursos que estalvia aquesta mena de regulació, tots nosaltres hi sortiríem guanyant, econòmicament i ambientalment.

### **Situació del medi ambient de l'empresa catalana**

Actualment estem realitzant, amb quatre països europeus més, una anàlisi de la percepció que les empreses tenen d'aquest tipus de legislacions (Riera i Queralt, 1997). En aquests moments us puc avançar què en pensen, de les trenta-cinc empreses a les quals vam enviar un qüestionari, les deu que ja han contestat. La mitjana de treballadors d'aquestes empreses és de quatre-cents, per tant són empreses de mitjanes a grans. La nostra pretensió és veure quina és la situació de l'empresa catalana de sectors potencialment contaminadors.

Totes les empreses asseguren que fan control de contaminació de l'aigua, poques ho fan de l'aire i gairebé cap ho fa del sòl. Això concorda amb el fet que la legislació és especialment abundant en la regulació de l'aigua, que és on, segurament, es detecta més el problema. Totes les empreses declaren que compleixen més o menys bé la legislació sobre sòl i aire i la gestió de residus; en canvi algunes consideren que no compleixen massa bé ni la d'aigües ni la de soroll. Gairebé totes han fet una anàlisi ambiental de l'empresa, però poques la fan pública. Estan més a l'aguait de les provisions legals que els afecten i de



les innovacions tecnològiques que no pas de les implicacions econòmiques fora dels seus costos directes o de la política ambiental de l'Administració. Gairebé totes tenen entre un i tres treballadors dedicats a la secció de medi ambient de l'empresa, i la majoria només un. La majoria dels responsables de medi ambient són enginyers industrials. Gairebé totes tenen un departament formal de medi ambient, però sovint està format per una única persona. Totes declaren que fan despesa en formació de personal en medi ambient, i hi dediquen, de mitjana, un xic menys del cinc per cent del seu pressupost. Es gasten en consultoria externa dos milions de pessetes a l'any de mitjana; per tant, s'ho fan pràcticament tot ells. De mitjana gasten en medi ambient uns cent milions de pessetes a l'any per complir la legislació o per introduir millores ambientals a l'empresa. Les despeses més importants en medi ambient de l'empresa són, en aquest ordre, depuradors d'aigua, residus i sous del personal del departament de medi ambient. La resposta a quines de les mesures que els afecten veien més positivament i quines més negativament ha estat molt variada i cada empresa ha respost coses diferents, de manera que no hi ha uniformitat.

Tot i que són conclusions preliminars, perquè l'estudi encara està en marxa, aquest és el panorama que estem observant de la situació del medi ambient en l'empresa catalana.

## Referències

- RIERA, Pere i Arnau QUERALT. 1997. *The environmental performance of firms in Spain and some Eastern European transition economies*. Quaderns de Treball 24/97, Institut Universitari d'Estudis Europeus, Universitat Autònoma de Barcelona.
- RIERA, Pere i Albert SAIZ. 1997. *Environmental economic policy in Spain: environmental policy at micro-level*. Quaderns de Treball 25/97, Institut Universitari d'Estudis Europeus, Universitat Autònoma de Barcelona.

# Salut pública i medi ambient

Jordi Sunyer

Tant el medi ambient com la salut són camps molt complexos, i la combinació de tots dos és un tema gairebé inabastable. La salut s'ha d'entendre no com una qüestió dicotòmica que es té o no, sinó com un continu on hi ha implicat l'equilibri amb un mateix i amb l'entorn. Això és un procés dinàmic que depèn, entre d'altres coses, del moment que estem vivint. Vull dir que els temes dels quals parlaré tenen un context molt viu en els anys 90, però que en els anys 70 els percebriem d'una altra manera. D'altra banda, la part del medi ambient tampoc no es pot veure d'una manera simple. Pensar que la natura és allò ideal i que hem d'escapar de tot el que ha produït l'home perquè és tòxic no és més que absolutisme. Els professionals de la salut ho veiem molt més en termes de riscos als quals ens hem d'adaptar per mantenir un equilibri, i els quals hem de conèixer per poder avaluar si estem, o no, disposats a acceptar-los.

El tema té una segona introducció. Pel que fa al procés d'emmalaltir, les circumstàncies en el món occidental fan que els riscos siguin per ells mateixos petits. Imaginem-nos que una persona menja un bolet verinós. Si és una amanita, té un risc altíssim de patir una insuficiència hepàtica, i pot acabar morint-se. És un tòxic que té un risc altíssim sobre la salut. Ara bé, els bolets verinosos tenen un impacte baixíssim sobre la comunitat perquè al cap de l'any només s'intoxiquen dues o tres persones. Contràriament, amb els temes ambientals passa que els riscos són molt petits, però el seu impacte pot ser molt important, sobretot quan la majoria de la població hi està exposada. En aquest cas hi ha uns subgrups de població que són molt més susceptibles que altres, que no s'adapten a l'entorn i pels quals els riscos ambientals, encara que siguin petits, poden arribar a ser de dimensions importants en el conjunt de la societat.

## Contaminació

Alguns d'aquests riscos són deguts a la contaminació atmosfèrica. L'interès de la societat científica americana per controlar la contaminació atmosfèrica i per esbrinar quins efectes tenia sobre la salut va ser provocat per l'*smog* fotoquímic que hi havia als anys 50 a la ciutat de Los Angeles. A la conurbació de Los

Angeles hi havia una gran quantitat d'emissions de gasos a l'atmosfera degudes a la presència de moltes refineries i de milions de cotxes consumint benzina. L'*smog* fotoquímic era una boira que es formava per la combinació d'aquestes emissions amb la irradiació i l'estancament de l'aire, i que generava productes irritants i oxidants que provocaven coïssor d'ulls i de les vies aèries altes. Encara més dramàtica era la contaminació atmosfèrica a la ciutat de Londres on, des de la revolució industrial, a l'hivern s'hi instal·lava la boira espessa que es descriu als relats de Sherlock Holmes. Al desembre de l'any 1952, un episodi d'estancament aeri a Londres va provocar que s'acumulessin les partícules i els diòxids de sofre generats en la combustió del carbó, i va produir un pic de contaminació molt dramàtic en què es va arribar a valors de grams per metre cúbic mil vegades superiors als actuals a la ciutat de Barcelona. Aquell episodi va coincidir amb un augment molt important de la mortalitat i del nombre d'admissions als hospitals. Uns pneumòlegs de l'hospital de Sant Tomàs de Londres van quantificar la mort de 4.000 persones més del que era d'esperar, bàsicament gent gran que patia una malaltia respiratòria crònica o tenia una insuficiència cardíaca i que van morir de sobte aquests dies, però també va augmentar la mortalitat infantil. Aquest ha estat l'episodi ambiental més important que hi ha hagut mai en termes de salut, més greu que Bophal i la síndrome de l'oli tòxic. És un trist rècord que segurament fins ara no ha estat batut ni per Txernòbil.

L'episodi de Londres va iniciar, en l'àmbit europeu, l'interès pels efectes ambientals sobre la salut. Fins aleshores aquest interès estava limitat als problemes dels treballadors i a la salut laboral, però a Londres es va constatar que tota la població està exposada a la contaminació atmosfèrica. Els estudis que l'episodi va generar en la comunitat mèdica anglesa van tenir com a conseqüència unes recomanacions de l'OMS sobre el control de la qualitat de l'aire. Arran de les recomanacions es van establir el que se'n diu estàndards de qualitat de l'aire. Les conseqüències van ser que totes les ciutats grans havien de controlar diàriament els fums negres i el diòxid de sofre, i prendre mesures si se superaven els llindars recomanats. Per això a Milà i a Atenes periòdicament es tanca el trànsit dels cotxes i a París els transports públics són gratuïts els dies que se superen els llindars.

Arran de l'esmentat l'episodi es van implementar unes mesures per netejar l'aire de la ciutat de Londres. Aquestes mesures van ser copiades per altres ciutats i gràcies a elles es va aconseguir que, per exemple, a la dècada dels anys 80 es reduís a la meitat la contaminació per òxids de sofre de l'aire de Barcelona. La reducció s'ha aconseguit perquè cada cop s'utilitzen combustibles amb menys contingut de sofre, s'han tret les fàbriques fora de les ciutats i s'ha substituït el carbó per gas natural. De la mateixa manera, també s'han reduït les concentracions d'altres contaminants en l'aire de les ciutats, com el plom que prové sobretot de la benzina. El plom és un neurotòxic important per als nens i és un dels pocs contaminants dels quals se'n coneixen bé la toxicologia, el metabolisme i els efectes. Allò que ens preocupa més del plom és que s'acumula en el cos en lloc d'eliminar-lo.

Encara que a les ciutats dels països més desenvolupats s'ha aconseguit reduir la contaminació, actualment hi ha moltes ciutats del món, com Mèxic, Bagdad, Santiago de Xile, El Caire o Nova Delhi, que tenen els problemes que tenien Londres o Los Angeles fa 40 anys.

### L'atmosfera actual i la salut a les ciutats occidentals

Ja que cada cop hi ha menys xemeneies, cada cop més el gran focus de contaminació de Barcelona són els cotxes. Per això, mentre han disminuït els fums negres i el diòxid de sofre, es mantenen els contaminants que generen aquests vehicles. Els cotxes generen òxids de nitrogen i, sobretot els dièlsels, també emeten una gran quantitat de partícules respirables de les quals no en coneixem l'efecte. La Unió Europea va estimular un estudi anomenat *Air pollution health effects* que es va fer durant els anys 1992-95 a un munt de ciutats (París, Londres, Amsterdam, Atenes i Barcelona entre d'altres) per estudiar els efectes sobre la salut d'un aire més net que el del passat, però amb uns contaminants diferents. Les dades d'aquest estudi indiquen que, sense comptar les ciutats de l'est, les ciutats del sud d'Europa tenen nivells de contaminació més alts que les del nord. Barcelona té, en comparació amb les altres ciutats, uns nivells de diòxids de nitrogen importants.

Entre l'any 1985 i el 1993 nosaltres vam fer la part de l'estudi de les variacions diàries de la mortalitat a Barcelona. Aquests tipus d'estudi s'anomenen ecològics perquè l'objectiu és observar si, després de treure variables estacionals com les epidèmies de grip, variacions en la temperatura i altres, una part de les variacions en el nombre diari de morts pot ser deguda als contaminants. Un resultat obrint és que a les ciutats occidentals es troba una associació entre les variacions diàries en la contaminació i la mortalitat diària. Ja siguin ciutats netes o més contaminades, en totes hi ha un augment del risc de morir en dies que hi ha més contaminació. D'això se'n conclou que, malgrat que hem reduït la contaminació, l'aire que respirem té un cert risc sobre un indicador de salut com és la mortalitat. Als EUA s'ha arribat a conclusions bastant similars amb unes ciutats molt més netes que les europees. Una dificultat d'aquests estudis, que nosaltres en diem ecològics, és que no arribem a saber si la persona que ha mort ha estat realment exposada a aquell aire. Ara bé, als EUA s'han fet estudis amb voluntaris de 150 ciutats dels quals es tenien dades d'altres variables que podrien estar explicant aquesta associació, com per exemple quant fumaven o la seva ocupació, i els resultats també indicaven que com més partícules hi havia a les ciutats, més gran era el risc de morir. Arran d'això, recentment l'*Environmental Protection Agency* ha estat revisant els criteris de qualitat ambiental de les partícules amb una tendència a la baixa, però encara no s'ha acabat de pronunciar. Malauradament, encara no sabem explicar els mecanismes biològics que hi estan implicats.

Una de les explicacions ve del tipus d'efecte, és a dir, del coneixement mèdic que tenim de les malalties. S'ha vist que l'augment més important, es dona en la mortalitat produïda per causes cardíaques i respiratòries. Al laboratori s'han

fet estudis sobre l'efecte de la contaminació amb voluntaris sans exposats dins de cambres experimentals i s'ha observat un dany a l'aparell respiratori. Desconeixem, però, perquè la contaminació augmenta el nombre d'infarts de miocardi, tot i que els resultats d'estudis de laboratori amb animals ens donen alguna idea de què està passant (inflamació del miocardi, arítmies).

En aquests moments tot el debat mèdic se centra en les partícules, de les quals es té la idea que són el tòxic més important dels que respirem diàriament. Una dificultat que tenim és que no sabem quines són les partícules que estan produint aquest efecte. En animals, el grau d'inflamació que generen les partícules és molt més gran que el que generen els gasos. Ocorre, però, que les partícules són com l'escombriaire de l'atmosfera, tots els gasos n'acaben formant part, i el reconeixement de la natura de les partícules és un debat que tot just comença. Molt recentment, un grup americà ha parlat de les partícules de làtex generades pel fregament dels pneumàtics dels cotxes. Els treballadors de laboratori que se sensibilitzen als guants de làtex poden arribar a tenir crisis d'anafilaxi i perdre el coneixement només pel contacte de les mans d'algué que abans s'ha posat un guant de làtex.

El coneixement científic encara és limitat per dir-nos què hem de fer i on hem de posar els límits per reduir el risc. Ara bé, els investigadors no poden acceptar com a net l'aire urbà amb la composició actual. Un debat molt interessant és fins a quin punt podem conviure amb aquest risc, tenint en compte que els costos de reduir-lo són extraordinaris, perquè caldria limitar el trànsit als camions i als dièsls i augmentar les zones restringides al trànsit. Jo tinc la sospita que anem cap al que està passant a París i a ciutats alemanyes, on s'han pres mesures per reduir el trànsit i afavorir el transport públic perquè es considera, per part de la gent, cada cop més un risc no acceptable.

## Els al·lèrgens

Els al·lèrgens són agents biològics que es poden trobar en l'aire que respirem a la ciutat. Amb els productes químics estem acostumats que hi ha una relació de dosi-resposta. A baixes concentracions el risc és molt petit i a concentracions altes és molt alt. Amb els al·lèrgens ens trobem que hi ha d'haver una condició prèvia perquè l'al·lèrgia es doni. Un cop es desenvolupa la susceptibilitat, el contacte amb l'al·lèrgen pot produir una reacció important a partir d'un llindar molt baix.

A Barcelona es van produir diversos episodis de contaminació per al·lèrgens a partir que, el desembre de 1979, es va començar a descarregar soja al port, que s'usa com a aliment per engreixar el bestiar. La soja es descarrega en gran quantitat a les sitges del port al mateix lloc on, fins llavors, s'havia descarregat blat de moro. Quan es descarrega la soja es genera un núvol de partícules que, com que les sitges no tenien cap barrera a la part superior, podia sortir a l'atmosfera exterior. Si les condicions meteorològiques eren idònies, el núvol viatjava cap a la ciutat. Com que Barcelona és una ciutat molt densa, la quantitat de gent susceptible pot ser molt important. Normalment a tots els

hospitals de Barcelona hi havia poca gent amb crisi d'asma, però hi havia dies que, de cop i volta, es concentraven fins a noranta persones adultes, no nens, amb atac d'asma. Les crisis no s'iniciaven a tot Barcelona, sinó només en alguns punts i a tots al mateix temps. Només alguna cosa transmesa per l'aire podia explicar que es desencadenessin aquest tipus de crisis. Vam trigar tres anys a descobrir la causa de les crisis d'asma i vam arribar a tenir vint-i-sis epidèmies entre l'any 1981 i el 1987. Això va provocar la mort de, com a mínim, vint-i-sis persones i va generar un total de 1.155 urgències per asma entre 687 persones. Per descobrir-ne la causa vam utilitzar mètodes immunològics i prèviament va caldre descartar la contaminació atmosfèrica.

Quan vam descobrir la causa, l'ajuntament va fer posar una barrera de filtres a les sitges, de manera que, quan es descarregava la soja, les partícules no arribessin a l'aire de la ciutat. En l'àmbit de Barcelona, un cop vam identificar aquest al·lèrgogen, nosaltres agafàvem pols de l'aire i sèrum dels pacients i mesuràvem quina quantitat de la pols que hi havia era al·lèrgogen. Quan els nivells de concentració d'al·lèrgogen a l'aire de la ciutat arribaven a 1.500 hi havia una epidèmia d'asma. Després de posar la barrera de filtres al capdamunt de les sitges, els nivells van baixar fins a un màxim de 100, i va coincidir amb la desaparició de les epidèmies d'asma. Nosaltres vam seguir aquests malalts i vam veure que, malgrat tot, no acabaven d'estar bé. A finals de l'any 1994 va tornar a haver-hi un augment de les urgències, molt menys dramàtic que als anys 80, però que va arribar a les divuit urgències en un dia, en comparació amb les cent de l'any 1980. Va coincidir que aquell dia hi havia una concentració de l'al·lèrgogen que va superar les 1.000 unitats, quan després de 1987 estàvem al voltant de 100. Malgrat que s'havien posat aquelles barreres hi havia altres focus, o bé aquelles barreres no funcionaven. Com sabeu l'any 1996 va haver-hi una altra petita epidèmia. Amb la col·laboració de les empreses de soja s'ha esbrinat que l'al·lèrgogen s'associa a partícules molt fines, i ara s'està treballant per evitar-ne la fugida.

El tema de la soja és un exemple de com els problemes són més complexos del que voldríem. Un parell d'economistes van quantificar que la intervenció a les sitges l'any 1987 havia estalviat, entre l'any 1987 i el 1995, al voltant de 1.500 urgències i 132 admissions a intensius per asma. És una quantitat molt important. En aquests moments hi ha una activitat de descàrrega molt diferent a la de l'any 1996. Fins que no es trobi el remei s'ha disminuït el ritme de descàrrega a la meitat i no es pot descarregar a les dues sitges alhora, entre d'altres precaucions.

## **D'altres contaminants**

En els episodis de contaminació hi ha gent que es posa malalta i va a l'hospital, d'altres que no hi van tot i que augmenta la seva tos, i d'altres que poden tenir un canvi funcional que ells no notin perquè no els augmenta la tos, però que els seus bronquis sí que noten. Poden arribar a haver-hi canvis a nivell cel·lular que nosaltres no arribem a mesurar. Quan fem estudis de l'impacte de l'entorn sobre

la salut hem d'utilitzar marcadors que puguem observar i que siguin prou robusts com perquè els puguem mesurar fiablement. Podria ser que la contaminació augmenti el nombre de refredats, però és molt difícil de mesurar. La dificultat de mesurar els efectes d'un contaminant sobre la salut es repeteix amb compostos oxidants com l'ozó.

L'ozó es forma a partir dels hidrocarburs i òxids de nitrogen que emeten els cotxes i amb l'ajut de la radiació ultraviolada. L'ozó és un contaminant molt interessant perquè, en no ser directament emès, passen unes hores abans que es formi. El núvol de contaminació que genera Barcelona es desplaça, entre d'altres coses per la brisa marina, cap a Granollers i Vic, per exemple. El temps que dura aquest desplaçament és el necessari perquè es formi l'ozó. Els nivells més alts d'ozó de Catalunya es troben a Vic i Granollers, no a Barcelona. Això reflecteix que els problemes ambientals no només es produeixen a les grans ciutats.

Un cas ocorregut als EUA va posar en evidència que l'ozó té efectes perjudicials per la salut. A cent quilòmetres de Chicago es van fer uns campaments per a que nens asmàtics respiressin aire net. Va resultar que els nivells d'ozó eren més alts als campaments que a Chicago i que els nens no es trobaven millor. L'ozó no produeix un augment de la mortalitat en gent que pateix malalties cròniques, però sabem que pot augmentar l'obstrucció bronquial en persones asmàtiques, tot i que desconeixem si per ell mateix pot arribar a desencadenar una crisi d'asma. S'han fet estudis amb esportistes i s'ha constatat que baixa el seu rendiment. Hi ha un debat, que sobrepassa la medicina, sobre si els nens asmàtics han de sortir, o no, de casa quan hi ha molt d'ozó.

El diòxid de nitrogen és un altre contaminant oxidant que es forma per les emissions dels cotxes. El diòxid de nitrogen es crea quan hi ha una combustió, per això es troba tant o més concentrat a l'interior que a fora de les cases. S'ha mesurat que en les cases totalment elèctriques les quantitats són menors que en les que tenen gas. El diòxid de nitrogen pot augmentar l'obstrucció bronquial i agreujar els problemes respiratoris a la gent que en pateix. No s'ha aconseguit demostrar que augmenti les infeccions respiratòries en nens. Tampoc no s'ha demostrat que empitjorin els asmàtics, tot i que hi ha evidències molt subtils, com el fet que per provocar una crisi en asmàtics n'hi ha prou amb una menor quantitat d'al·lèrgogen quan respira diòxid de nitrogen que quan es respira aire pur. Actualment en cercles mèdics hi ha un debat sobre com actuen els oxidants.

## El tabac passiu

El tabac és la font de contaminació de partícules respirables més important que hi ha a l'interior dels domicilis. És molt més important que d'altres contaminants dels quals es parla més. La nicotina, el principi actiu del tabac, es diposita en receptors del cervell i dona lloc a una situació de benestar. La nicotina per ella mateixa no és tòxica, però crea addicció, i el que podria ser un hàbit culturalment equilibrat explota en el moment en què es fabriquen cigarretes car-

golades. El consum de tabac ha augmentat enormement al llarg del segle. A partir del moment que les cases comercials pressionen perquè la gent fumi es dispara el consum de tabac i l'epidèmia. La quantitat de morts degudes al tabac és elevada. L'epidèmia de càncer de pulmó que tenim actualment, i que s'extén a edats bastant joves, és deguda al tabaquisme, que és responsable del vuitanta per cent de les morts per aquest càncer. A Catalunya actualment els homes cada vegada fumen menys i les dones cada vegada fumen més. A nivell ambiental això té una traducció molt important, i és que el tabaquisme passiu comença en l'edat fetal. Moltes dones, malgrat que ho intenten, no poden deixar de fumar durant l'embaràs, i no és només un problema de força de voluntat, sinó que és un problema farmacològic. El nadó s'exposa al tabac i neix més petit, té uns pulmons més petits, té un risc més alt de tenir malalties respiratòries i en la seva joventut els seus pulmons seran d'una mida inferior de la que haurien tingut si la seva mare no hagués fumat durant l'embaràs. També sabem que la variable més important que explica les infeccions respiratòries durant la infantesa és que la mare fumi.

Per acabar amb la qüestió del tabac i amb la conferència, vull dir que els temes ambientals no són només responsabilitat de les institucions que ens administren. Els temes de la contaminació atmosfèrica són molt més complexos i també depenen de la responsabilitat de cada individu. Jo no vull desresponsabilitzar l'Administració, però crec que en aquest moment, en què la salut té un valor més important del que tenia als anys 60-70, i s'ha generalitzat el concepte de prevenció, aquest és un problema que no només s'ha de resoldre d'una manera impositiva i legalista. La cultura i l'estat d'opinió sobre les actituds que la gent ha de tenir, com utilitzar menys el cotxe, també són molt importants.



# Canvis atmosfèrics i resposta dels ecosistemes

Josep Peñuelas

L'activitat humana està provocant tot un seguit de canvis a l'atmosfera. Alguns d'aquests canvis es manifesten a tot el globus perquè són variacions en la concentració de gasos de vida mitjana llarga, com el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ), el metà, l'òxid de nitrogen o els halocarburs (CFC). D'altres canvis són d'abast regional per variacions en les concentracions de diòxid de sofre, òxids de nitrogen, ozó ( $\text{O}_3$ ) i hidrocarburs, uns gasos que es destrueixen abans de dispersar-se en àrees més extenses perquè, al ser força reactius, tenen una vida mitjana curta.

Tant els canvis a escala global com els canvis a escala regional afecten directament els ecosistemes. Els canvis globals, a més, tenen efectes indirectes perquè també promouen el canvi climàtic. Tant en un cas com en l'altre els augments en la concentració dels gasos canvien l'ecofisiologia, és a dir, la manera de funcionar de les plantes, i n'afecten la producció, la fenologia i la composició química. Aquest punt és el que més destacaré en la meua xerrada, ja que és el meu àmbit de treball. Els canvis en la composició química consisteixen en variacions en la concentració de compostos primaris i secundaris. Entre els primaris hi ha les proteïnes, els carbohidrats i els elements, mentre que entre els secundaris hi ha els compostos fenòlics, els terpens i els alcaloides. Els compostos secundaris tenen funcions importants en les relacions biòtiques o relacions entre organismes: entre plantes (al·lelopatia i comunicació), entre plantes i animals (comunicació i herbivorisme), i entre plantes i microorganismes (descomposició del material vegetal).

## L'augment de $\text{CO}_2$

L'atmosfera de la Terra rica en nitrogen i oxigen és especial entre la de la resta de planetes com a conseqüència de la interacció amb la vida, sobretot amb la vegetació. La concentració d'alguns gasos d'aquesta atmosfera ha canviat des que es va iniciar la revolució industrial. En l'àmbit global han augmentat el  $\text{CO}_2$  i el metà i han aparegut els derivats halogenats. L'increment ha anat en paral·lel a l'increment de la població i dels canvis en l'ús d'energia i recursos d'aquesta població. L'energia que un organisme necessita per subsistir, energia d'ali-

mentació o endosomàtica, continua sent similar a la de l'home primitiu, però l'energia que necessitem per a les nostres activitats no biològiques, l'energia exosomàtica per al transport o per a la indústria, per exemple, està augmentant de manera exponencial. De fet hi ha una clara asimetria entre el Primer Món i el Tercer Món. Al Primer Món creix més l'ús d'energia, mentre que al Tercer Món creix més la població. El resultat és el canvi més important dels que estem produint a l'atmosfera, l'augment en la concentració de CO<sub>2</sub> conseqüència, sobretot, de la crema de combustibles fòssils i dels usos del sòl. L'evolució d'aquest augment és ben coneguda perquè ha estat registrada des dels anys cinquanta amb mesures directes de diversos observatoris distribuïts arreu del planeta.

### CO<sub>2</sub> i vegetació. Sistemes experimentals d'estudi

El carboni és la base de la vida i és l'element que les plantes agafen de l'aire en forma de CO<sub>2</sub> per construir els seus esquelets. És d'esperar que si augmenta la font de carboni hi hagi canvis en la vegetació. Les plantes absorbeixen CO<sub>2</sub> de l'atmosfera i per tant condicionen directament les concentracions atmosfèriques d'aquest CO<sub>2</sub>. La imbricació de la vegetació en el cicle global del carboni és un tema candent que mereix les portades de les revistes científiques de primera fila. En les darreres dues dècades s'han ideat diversos dispositius per estudiar aquesta imbricació.

Hi ha diversos sistemes experimentals per estudiar els efectes de l'augment de CO<sub>2</sub> sobre la vegetació. El més senzill són les cambres de condicions controlades que, encara que simplifiquen en excés les complexes condicions de camp, permeten conèixer les reaccions al CO<sub>2</sub> a curt termini de plantes en condicions similars a les hortícoles, plantes joves en abundor d'aigua i nutrients i sense competència. Aquestes cambres tenen el problema, doncs, que no ens expliquen del tot el que passa a la natura. Els hivernacles són un sistema similar però amb un menor grau de control de les condicions ambientals. El tema del CO<sub>2</sub> i els hivernacles és especialment interessant per als agricultors perquè afegint CO<sub>2</sub> s'augmenta la producció. Uns sistemes experimentals millors són les cambres a cel obert, on les plantes es fumiguen amb aire enriquit en CO<sub>2</sub> o el gas que s'estudiï. Les cambres a cel obert permeten l'estudi de comunitats naturals amb plantes creixent directament al sòl, enlloc de fer-ho en testos, però, tot i que les condicions són més semblants a les naturals, encara es treballa amb superfícies massa petites. Un sistema més adient en l'acostament a les condicions naturals consisteix a fumigar les plantes a l'aire lliure, és a dir, sense cap tipus de cambra que modifiqui la temperatura, la humitat relativa o la radiació. Amb la fumigació s'aconsegueix mantenir una alta concentració de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera que envolta les plantes, però té el problema que és un sistema molt car. Una darrera manera és treballar amb fonts naturals de CO<sub>2</sub> al voltant de les quals hi ha un gradient de concentració de CO<sub>2</sub>. Les fonts són una bona solució, ja que permeten fer estudis a llarg termini, en condicions naturals sense distorsions experimentals de cap tipus i, cosa que també és molt

important, a baix cost. Això sí, s'han de triar fonts sense contaminació per altres gasos, com ara l'H<sub>2</sub>S.

### CO<sub>2</sub> i vegetació. Efectes directes

En augmentar la concentració de CO<sub>2</sub>, augmenta la fotosíntesi i el creixement de les plantes, com era d'esperar ja que hi ha més «aliment» de carboni. Per altra banda augmenta l'eficiència en l'ús de l'aigua, quelcom ben important pels possibles efectes sobre els ecosistemes. Els estomes són orificis a l'epidermis de les fulles a través dels quals entra CO<sub>2</sub> i surt aigua. Si a l'aire hi ha més CO<sub>2</sub>, les plantes no necessiten tenir els estomes tan oberts per captar-lo i perden menys aigua. Això es tradueix en el fet que amb la mateixa aigua aconsegueixen més biomassa o que amb menys aigua aconsegueixen la mateixa biomassa. Les implicacions per a tot l'ecosistema rau en la modificació del balanç hídric i de l'energètic perquè, per una banda, i sense tenir en compte d'altres supòsits, menys despesa d'aigua podria significar més escorrentia, i per una altra banda, estomes més tancats signifiquen menys transpiració i, per tant, les plantes estan més calentes, cosa que afecta l'intercanvi d'energia entre l'atmosfera i l'ecosistema. L'augment de la temperatura de les fulles en un o dos graus canvia, a més, la fenologia i avança una mica la floració i la fructificació.

El CO<sub>2</sub>, igual com ho fa la llum, augmenta més la fotosíntesi que no pas el creixement, i com a conseqüència s'acumulen carbohidrats en les fulles. Això fa que hi hagi més proporció de carboni respecte al nitrogen. A l'haver-hi més carbohidrats també se sintetitzen més metabolits secundaris de base carbònica. Per tant les plantes tindran menys concentració de proteïnes i això d'una manera o altra afectarà els animals que s'ho mengin que, posem per cas, hauran de menjar més per ingerir la mateixa quantitat de proteïna. Els organismes que descomponen aquest material vegetal també tindran menys nitrogen a l'abast i, per tant, el material podria ser més recalcitrant. Si fos així, el material vegetal esdevindria un embornal per l'excés de carboni atmosfèric i hi hauria una retroalimentació negativa de l'augment de CO<sub>2</sub>. Els metabolits secundaris són fonamentals en les relacions planta-planta, planta-animat i planta-microorganisme, la qual cosa, en darrer terme, explica perquè poden veure's afectats la biogeoquímica i el funcionament dels ecosistemes.

Alguns compostos secundaris tenen una importància cabdal en les relacions planta-planta. Per exemple, hem comprovat que la presència d'alguns terpens i alguns compostos fenòlics afecten la respiració de les plantes augmentant la proporció de la via alternativa de la respiració respecte a la via citocròmica. La via alternativa no genera ATP, i per tant és metabòlicament menys eficient que la citocròmica. Això significa que la planta està utilitzant els carbohidrats de manera menys eficient i que, relativament, perd possibilitats de creixement.

Els canvis en la composició també poden alterar les relacions planta-animat. En estudis amb pomeres hem estudiat un tipus de relació planta-animat en la qual quan les pomeres són atacades per aranya roja emeten gasos (metabolits secundaris) que atreuen l'atenció dels depredadors. Si la quantitat

d'emissió es veïés afectada pel  $\text{CO}_2$  atmosfèric també ho estarien les relacions amb l'animal. Això només és una hipòtesi, però el que sí que sabem és que amb més  $\text{CO}_2$  hi ha menys concentració de nitrogen i més productes deterrents en els teixits vegetals. Aquestes plantes seran menys nutritives i de més difícil digestió per als animals que se les mengin que si haguessin crescut a concentracions de  $\text{CO}_2$  menors.

L'última de les relacions que poden ser alterades és la relació planta-microorganisme. El material pobre en nitrogen i ric en compostos secundaris es descompon menys o més lentament. D'altra banda les plantes crescudes amb més  $\text{CO}_2$  podrien exudar més carbohidrats per les arrels, cosa que pot tenir, a priori, dues lectures ben diferents. Una, que com que els microorganismes tindrien més aliment activarien els processos del sòl i això implicaria una major disponibilitat de nitrogen i, en general, més activitat biològica. L'altra, que els microorganismes, al créixer més, immobilitzarien el nitrogen en lloc de fer-lo circular, i disminuiria l'activitat biològica.

A banda de la biogeoquímica estricta i de balanços d'energia, un tema que té molt d'interès en l'àmbit del canvi global és l'efecte sobre l'estructura de les comunitats, sobre la biodiversitat. Al planeta hi ha centenars de milers d'espècies i és molt difícil que totes responguin igual a aquests canvis atmosfèrics. S'ha de tenir molt present que per fer extrapolacions a la natura cal ampliar els estudis d'efectes del  $\text{CO}_2$  a plantes limitades pels recursos —nitrogen, fòsfor, aigua—, en competència amb altres espècies i amb altres plantes de la mateixa espècie. Molts dels efectes que hem descrit han estat estudiats amb plantes que han crescut en condicions no naturals.

La llarga tradició botànica de Catalunya ha generat el magnífic herbari de l'Institut Botànic que ens ha permès estudiar els efectes dels canvis ambientals (incloent-hi l'atmosfèric del  $\text{CO}_2$ ) sobre les plantes crescudes en condicions naturals. En aquest herbari es conserva material des del segle XVIII fins ara, el període durant el qual ha augmentat el  $\text{CO}_2$ . Comparant les plantes del passat amb les actuals es pot contrastar si realment s'han produït els canvis que trobem experimentalment. En efecte, hem comprovat que des del segle XVIII fins ara les plantes presenten una tendència a disminuir el nombre d'estomes, que l'eficiència en l'ús de l'aigua ha augmentat (segons els isòtops del  $^{13}\text{C}$ ) i que hi ha hagut canvis en la composició química. Des del 1750 fins ara la concentració de N ha anat disminuint. També hem comprovat que al llarg d'aquest segle ha disminuït el contingut de  $^{15}\text{N}$ , la qual cosa indicaria que els processos del cicle del nitrogen estan sent afavorits i que les plantes estan emprant al màxim el nitrogen disponible.

## **$\text{CO}_2$ i vegetació. Efectes indirectes**

El  $\text{CO}_2$ , el metà i altres gasos absorbeixen en la zona de l'infraroig i retenen una part de la radiació que la terra emet cap a l'espai, de manera que la temperatura de l'atmosfera augmenta i se situa en un nou equilibri en un món més calent, en allò que és coneix com a efecte hivernacle. Pràcticament tots els models pre-

veuen que el clima tendirà, en major o menor grau, cap a més calent i més sec, i per tant que l'evapotranspiració augmentarà substancialment. La predicció és, però, extremadament complexa a causa de la gran quantitat de factors que actuen sobre el clima, i és especialment complexa a nivell local i regional.

L'observatori de Roquetes té el registre de dades meteorològiques més complet de tot Catalunya des de principis de segle fins ara. Estudiant aquestes dades s'ha vist que cada dècada les temperatures mitjanes han augmentat una dècima de grau, especialment evident en les temperatures màximes però no en les mínimes, i que l'evapotranspiració potencial s'ha incrementat 13 mm per dècada, en la línia del que prediuen els models que treballen amb tot el planeta. En aquest treball dels doctors Piñol, Terradas i Lloret s'ha vist també que la menor humitat i la major temperatura han augmentat el risc i la freqüència d'incendis.

Els models climàtics preveuen més sequera per al futur. L'estiu sec i calent, i ple d'incendis, de l'any 1994 va ser un exemple de les conseqüències que a les nostres terres podria tenir el canvi climàtic predit. Vam estudiar els efectes que l'assecada va tenir en els alzinars del parc de Sant Llorenç de Munt segons la disponibilitat d'aigua que tenien en compte a si estaven orientats al nord o al sud i al tipus del sòl on creixien. L'alzina és un arbre adaptat al clima mediterrani sub-humit. Per això les que menys van patir aquell estiu van ser les orientades al nord, però, tot i així, en els llocs orientats al nord on el sòl no permetia a les arrels arribar gaire endins se'n van assecar força (cap a la quarta part). En el cas extrem d'indrets orientats al sud i amb un sòl amb molt poca disponibilitat d'aigua hi va haver un percentatge elevadíssim d'alzines seques (més de la meitat). Estudiant el comportament dels isòtops estables de les fulles d'alzina en anys posteriors hem pogut comprovar com els efectes negatius de la sequera pel que fa a menor ús d'aigua i de nutrients s'extenen, almenys, un parell d'anys, sobretot en els arbres que més van patir. A llarg termini la sequera pot afectar l'estructura de la comunitat i la competència entre espècies. Un exemple de cap on poden anar les coses el tenim en el mateix estudi, en el qual vam comprovar com el fals aladern, una espècie que conviu amb l'alzina, no ho va passar tan malament aquell estiu. El fals aladern podria arribar a desplaçar l'alzina en un clima més sec i calent perquè és més resistent a la sequera, com ho demostra el fet que en avançar l'estiu tant l'alzina com el fals aladern disminueixen la fotosíntesi i la conductància estomàtica, però la conductància disminueix més en el fals aladern, de manera que quan hi ha més dèficit hídric aquesta espècie és més eficient en l'ús aigua.

### **Efectes dels canvis regionals sobre la vegetació. L'ozó**

Entre els gasos de vida mitjana curta destaca l'ozó, un gas que preocupa a les regions costaneres del mediterrani com ara la nostra, puix la seva capacitat oxidativa esdevé tòxica per a les plantes i per als animals (inclòs l'humà) quan la seva concentració augmenta per sobre dels llindars habituals. L'ozó es genera a partir d'uns precursors que aquí abunden: els òxids de nitrogen (es formen en les combustions com les que mouen els cotxes), els hidrocarburs (d'origen

industrial i automobilístic, però també vegetal, puix són emesos especialment per la vegetació mediterrània) i les elevades irradiació i temperatura pròpies del final de la primavera i de l'estiu. Hem estudiat els efectes de l'ozó usant plantes bioindicadores. Vam cultivar diverses varietats de tabaquera amb diferent sensibilitat a l'ozó al costat d'estacions de la xarxa de vigilància atmosfèrica del Departament de Medi Ambient on es mesura la concentració d'ozó, juntament amb d'altres gasos i les condicions meteorològiques. L'ozó produeix unes taques a les fulles baixes de la coberta de les tabaqueres que ens indiquen el dany que l'ozó esta fent a la vegetació o als conreus. En última instància aquest dany depèn també de la sensibilitat de les diverses espècies i les diverses varietats, una sensibilitat que és molt variable. Visualment es poden establir índexs del dany que generalment es correlacionen amb les concentracions d'ozó. La fitotoxicitat no depèn, però, només de l'ozó, sinó que també ve modulada per l'ambient i la meteorologia. Per exemple, una mateixa concentració d'ozó fa més mal a la costa que a l'interior perquè a la costa, al haver-hi més humitat a l'aire, els estomes de les fulles estan més oberts que a l'interior sec i l'ozó penetra més fàcilment i en més quantitat fins als teixits de la fulla.

### **Noves eines per a l'estudi del canvi global. La teledetecció**

Els estudis sobre el canvi global requereixen anar ascendint successivament en l'escala i passar del petit al gran, de la fulla a l'ecosistema. Per esbrinar que ocorre a escala planetària o regional s'empren tècniques de teledetecció. La teledetecció es basa en què després d'incidir sobre un material, com els vegetals, la llum reflectida presenta diferents característiques pròpies tant del tipus de material com del seu estat. Hi ha aparells de mesura de la radiació reflectida instal·lats en satèl·lits amb els quals es pot mesurar, per exemple, la biomassa verda comparant la proporció de llum roja respecte a l'infraroja. Així s'estudia l'evolució de les masses vegetals any rere any. De tota manera l'estricta estimació de la biomassa, tot i el seu gran interès, no satisfà totalment les necessitats dels ecòlegs. Interessa mesurar no només la biomassa, sinó també el funcionament de les plantes. Ara disposem d'espectroradiòmetres més sensibles capaços de mesurar cada nanòmetre de l'espectre i aportar informació sobre el contingut hídric i la fisiologia de la vegetació. Tot això és especialment interessant, per exemple, per a l'estudi dels nostres sistemes mediterranis d'alzinar i pinedes, que tenen biomassa verda tot l'any de manera que als ulls dels satèl·lits actuals sembla que gairebé no varien estacionalment. Les noves eines ens han de permetre veure que, per exemple, l'alzinar o les pinedes són pràcticament inactives a l'estiu i molt actives a la primavera quan hi ha aigua.

Per concloure, i en síntesi, hem vist com els canvis atmosfèrics producte de l'activitat humana afecten el funcionament dels ecosistemes. Per saber de manera més acurada en quin grau calen nous estudis, les condicions experimentals dels quals s'apropin al màxim a les naturals, cal aprofitar les noves eines d'estudi proporcionades pels avenços tecnològics. Entre aquestes eines destaca la teledetecció.

# Estils de vida i consum

Jordi Bigues

En paraules d'Enzio Manzini, *des de fa 50 anys la humanitat és conscient que té la capacitat de destruir-se*. Certament, des del perill de la guerra nuclear i de la crisi ambiental que patim, hi ha consciència que continuar en la mateixa direcció implica un important risc per a la supervivència de la humanitat. Jo no voldria analitzar aquest risc des d'una visió catastrofista, sinó des del repte que significa per a la humanitat. Estem a punt de deixar un segle que ha estat el de l'economia per entrar en el segle de l'ecologia. Al final de mil·lenni els éssers humans reconeixem que tenim drets i deures, i existeix la declaració universal dels drets humans. Reconeixem que la infància i la gent gran també en tenen. Fins i tot l'emergència de noves ètiques i consciències planetàries reconeix que també els éssers vius, el planeta i l'entorn tenen els seus drets. Això ens imposa una responsabilitat en l'esdevenidor. Vol dir, a més, que a finals de mil·lenni les expressions més absurdes i tenebroses de la humanitat són presents, però que també ho són les solucions i les alternatives.

Fa cinc anys es va celebrar la Cimera de la Terra a Rio de Janeiro. L'impacte mediàtic va ser impressionant i va suposar un gran èxit que tots els caps d'estat parlessin d'un tema que fins aleshores s'havia considerat col·lateral. Per primera vegada s'assentava la idea que la solució als problemes de la humanitat no serà tècnica, sinó socioecològica. Un article de la declaració final sobre medi ambient i desenvolupament de la Cimera de la Terra diu que els estats han de fomentar la sensibilització i la formació de la gent posant la informació a disposició de tothom. Aquest reconeixement significa que la societat no ha de ser una receptora passiva, sinó que ha d'interactuar per aconseguir una resposta als problemes i dilemes que, ara per ara, la humanitat té en tots els àmbits.

## El canvi d'hàbits

Hi ha conceptes que fins ara han format part dels valors establerts però que han entrat en crisi. Hi ha gent que, per exemple, fa estalvi d'energia a casa seva perquè comprèn que la generació d'electricitat comporta emissions contaminants, i que ell és l'última baula de la cadena. Una cadena que és l'eix central de la meua xerrada. També hi ha gent que s'arrisca a agafar la bicicleta i que

busca alternatives i solucions al transport a la nostra ciutat. De fet, en el terreny del consum ja hi ha gent que rebutja les ampolles de PVC, i d'altres que prefereixen un producte etiquetat ecològicament, malgrat la susceptibilitat que l'etiqueta realment correspongui a un menor impacte en el medi ambient. S'està iniciant un moviment de consumidors crítics que, a més de valorar la qualitat, les prestacions i els preus, introdueix preguntes tan importants com d'on venen els productes que estan consumint i en quines condicions s'han fabricat. Les enquestes ja avaluen que una gran part dels ciutadans europeus han adoptat en la seva vida quotidiana hàbits ambientals. D'alguna manera aquestes persones s'han qüestionat si són una part del problema o de la seva solució. L'adopció de compromisos personals concrets significa un impuls de la revolució ambiental. Aquesta revolució és una força innovadora que pretén afrontar la complexitat, no com un problema, sinó com una oportunitat per resoldre el conjunt de problemes als quals ens enfrontem. Aquests fenòmens convergents formen part del que jo anomeno la nebulosa ecologista.

Inicialment es pensava que el moviment ecologista, format per experts crítics i per associacions d'afectats, tindria una capacitat d'incidència directa sobre la societat. Després d'anys d'actuacions ens hem adonat que no era una història de bons i dolents, sinó que tot era bastant més complicat. Era, però, una complexitat positiva que ens obligava a plantejar-nos quin paper podia tenir la gent normal. Els hàbits ambientals adoptats per una gran part dels moviments europeus han estat conseqüència de bombardeig de consells pràctics sobre què calia canviar en la vida quotidiana. En forma de manuals, entre ells l'exitós *Cinquanta coses senzilles que tu pots fer per salvar la Terra*, es van donar un conjunt d'indicacions del que cadascú podia fer hipotèticament per millorar el medi ambient. Aquests tipus de manual han proliferat fins a uns 40 títols, però tots comparteixen un petit defecte: cap d'ells permet interactuar, són consells pràctics que es donen a la gent del que haurien de fer.

Vivim en una societat de consum. L'anàlisi del paper que el consum té en la nostra societat encara es bastant desconegut. Cada ciutadà passeja un carro per una gran superfície de mitjana unes tres setmanes a l'any. Això vol dir que vivim en una societat amb dos miratges, un de dia i un de nit. Al matí algú s'encarrega de tornar a abastar els prestatges dels supermercats, i a la nit de recollir un milió de bosses d'escombraries a l'àrea metropolitana. Ningú no es pregunta, però, d'on venen els productes ni on fan cap els residus que generem. El problema de la complexa societat de consum és la pregunta *amb quant n'hi ha prou?* Aquesta pregunta ens situa lògicament davant d'una realitat socioecològica, perquè ja no estem parlant de l'entorn natural, sinó de quines són les necessitats humanes i com s'han de cobrir.

El llibre *La teoria de las necesidades humanas* és un dels que va permetre al programa per al desenvolupament de l'ONU establir criteris per parlar del desenvolupament més enllà del producte interior brut. Quan parlem de necessitats humanes estem parlant d'aigua i d'aliments, de treball, d'habitatge, d'un entorn físic segur, de la sanitat, de les necessitats de la infància, de la seguretat física, de la seguretat econòmica, de l'educació i del control del naixement



i de la criança. Per intentar resoldre el problema del canvi d'hàbits les necessitats humanes han de ser analitzades des d'una perspectiva ecològica. Les necessitats humanes estan sotmeses a percepcions molt subjectives i molt diferents, fins i tot dins de la pròpia comunitat. Per un costat la teoria de les necessitats humanes, i per un altre la percepció d'aquestes necessitats, fan la sensació que els límits del planeta terra fan difícil preveure que aquestes necessitats es puguin cobrir d'una manera creixent sense problemes en l'entorn, o sense la continuïtat d'uns problemes que ja existeixen però que evitem de conèixer.

### La democràcia ambiental

El moviment ecològic està desenvolupant el nou concepte de la democràcia ambiental. Aquest concepte es basa en el fet que els problemes ambientals han de ser encarats per tots els afectats i afectades, i no únicament pels governants i els empresaris. La idea de coresponsabilitat fa que es desdibuixi una mica qui són els responsables del deteriorament ambiental, o fa que, en definitiva, ens adonem que encara que poguéssim assenyalar alguns culpables això no implicaria trobar-hi la solució. Això fa entendre que la democràcia ambiental està basada en la idea de la complexitat per un costat, i en la idea de l'aprofundiment democràtic per un altre. En el passat, per la presència de les ideologies autoritàries i fonamentalistes també dins del moviment ecològic, es plantejava que sols es podia assolir una societat més ecològica mitjançant la coerció i la prohibició.

L'observació dels grans problemes ambientals de les diferents societats demostren que l'accés a la informació és consubstancial a la democràcia ambiental. Els ciutadans i ciutadanes han de poder esdevenir actius participants en la tasca d'identificar i de resoldre els problemes en els àmbits local, nacional o internacional. Així com els consumidors volen saber la composició dels aliments que compren, també volen saber d'on venen i com han estat cultivats, envasats i produïts. La revista de DEPANA va publicar la història d'un paquet de cafè on explicava com per posar damunt la taula una tasetta de zero calories, cal posar en funcionament tots els recursos planetaris: boscos escandinaus, alumini dels Estats Units, cafè de Colòmbia i transport arreu. En definitiva una magnífica lliçó d'ecologia. La democràcia ambiental demanda saber què hi ha en l'aire que respirem, en l'aigua en què ens banyem, però no només les dades fixes, sinó sobretot les tendències que s'observen. Aquesta és una cultura naitent anomenada *la cultura dels indicadors*.

### La cultura dels indicadors

Voldria posar un exemple de la importància que té la cultura dels indicadors. Cada dos anys, científics de l'Administració i ecologistes entren en discussió sobre la salut del mar Mediterrani. Recordo que com a teló de fons d'un d'aquests debats estèrils, l'atorgament d'una bandera blava va coincidir amb un xàfec que va omplir la platja de rates mortes. Les banderes blaves són un indicador, un reconeixement d'unes inversions i millores, però sembla evident que

no reuneixen ni les condicions ni els sectors socials que les haurien de reconèixer com un indicador fiable. Els que observen el mar els darrers vint anys veuen que el litoral cada vegada està més deteriorat. Malgrat les grans actuacions per depurar l'aigua que va al mar, la percepció de la gent és que el mar empitjora. Aquesta percepció és, òbviament, subjectiva, perquè no ens hem posat d'acord en quins són els indicadors que diguin com evoluciona el mar. Els ecologistes estem molt interessats en la cultura dels indicadors perquè és una cultura de la transparència i la participació. Estem parlant del dret a saber. Una cultura ambiental necessita acabar amb la idea del secretisme. La tecnologia ha permès, per exemple, que qualsevol persona pugui comprar un programa informàtic i un aparell de mesura de radioactivitat i saber què passaria en l'aire en cas que es produís un desgraciat accident nuclear. És a dir, la tecnologia també és un instrument que pot ajudar potencialment a acabar amb el secretisme. El dret a saber és essencial si no volem que la gent es cansi d'aquest bombardeig de canvis d'hàbits al qual se la sotmet. La cultura dels indicadors i el seu seguiment permetrà saber quines són les prioritats, quines mesures s'han d'adoptar i en quina direcció. La coresponsabilitat exigeix aquesta participació i la informació ponderada.

A Barcelona un grup d'experts i persones interessades han estat posant a punt un conjunt d'indicadors per mesurar la tendència de l'impacte que la ciutat exerceix sobre el territori. Cal consensuar amb tota la societat quins problemes cal seguir, i quins indicadors informen de les tendències que segueixen els problemes. Aquests indicadors no poden ser estàtics, sinó que han d'anar canviant en la mesura que la societat vagi marcant altres prioritats o altres inquietuds. El Fòrum Cívic per una Barcelona Sostenible ha establert deu punts que detallen què vol dir anar cap a una societat més ecològica i quin paper hi pot tenir la participació cívica. Citar-los tots deu seria massa feixuc, però vull destacar el que diu que els recursos naturals s'han d'usar d'una manera eficient, sense superar el ritme de renovació dels recursos renovables i substituint progressivament els no renovables. És a dir, un principi sobre el qual hi ha uns indicadors consensuats com els consums d'energia, d'aigua i la producció de residus. Aquest decàleg inclou no únicament una visió ambiental en el sentit estricte de l'entorn urbà, sinó també els elements dinàmics d'aquest espai, com per exemple l'activitat humana. Raoul Hausmann, dadaïsta berlinès, afirma que la naturalesa no és a l'Antàrtida, és allà d'on tu estàs llegint aquest text, perquè tu formes part de la naturalesa. Participar en la presa de decisions és fonamental per aconseguir que les millores i les innovacions puguin ser implementades amb èxit. Per garantir la participació hem de decidir quines són les parts implicades, com es dedueix dels exemples següents.

El primer exemple és la indústria Hilados y Tejidos del senyor Josep Puigneró, el primer cas en què un empresari va a la presó per contaminar. La sentència judicial deixa la regeneració de la riera no en mans de l'Administració, sinó en mans del Grup de Defensa del Ter, un grup ecologista legitimat per anys de treball. El Departament de Medi Ambient, que perd protagonisme, està intentant arribar a un acord perquè l'Administració també estigui impli-

cada en la regeneració, i això ha permès al Grup de Defensa del Ter obligar a implicar els sindicats. La idea de la complexitat que jo volia transmetre és aquesta, fer participar el conjunt dels agents socials en la transformació socioecològica, ja que els problemes ambientals no se solucionen portant empresaris o polítics a la presó, sinó que necessiten la complicitat del conjunt de la comunitat. De la mateixa manera, el problema dels residus a Barcelona no se solucionarà amb incineradores, sinó implicant totes les parts que intervenen en el procés de la seva generació, incloent-hi botigues i usuaris, per concertar una política de residus que sigui executada naturalment per les autoritats. Un altre exemple és l'impuls per la producció neta. La idea que s'han de resoldre els problemes a final de canonada ha quedat obsoleta, però no podem deixar l'impuls de la producció neta en mans dels projectistes o dissenyadors, entre d'altres coses perquè viuen emmirallats amb la modernitat i no donen respostes als problemes que tenim. Un exemple final és l'agenda XXI a Barcelona, que està retardada. L'excusa que a les altres ciutats encara està més endarrerida no ens hauria de satisfer. És veritat que s'han fet una sèrie de passos decisius, perquè aquesta agenda es pugui executar amb èxit, com ara aquest cicle de conferències. És evident que les inèrcies i els interessos creats són, en una gran part els responsables que els bons propòsits quedin en no res.

### Ecologia, ciència i tecnologia

Una de les conclusions unànimes de la Cimera de la Terra fou la identificació de les malalties a què cal fer front. No hi va haver, però, unanimitat en quines eren les medicines per guarir el malalt. Al meu parer, una de les malalties més exteses és el mètode de pensament i de percepció dels problemes ambientals. Nosaltres tenim unes ulleres que distorsionen la percepció del que és el nostre entorn, pel que jo anomeno, d'una manera provocativa, el fonamentalisme tecnològic o l'integrisme científic, que creu que les solucions rau en la tecnologia i que els experts s'han convertit en els mags en qui cal confiar cegament. Entre comunitats de professionals és molt normal trobar gent que, respecte al problema del canvi climàtic, digui que primer cal veure quin serà el seu abast i després quines seran les seves conseqüències positives i negatives. És la idea fanàtica que la natura és una mena de laboratori on s'hi poden fer exercicis sense pagar una elevada factura. El moviment ecològic va néixer de la interacció dels experts i científics crítics amb els col·lectius afectats pels problemes ambientals. En el seu moment l'esquerra va definir el moviment ecològic com un moviment de jardins ben intencionats d'unes societats opulentes preocupades per la qualitat de vida un cop estava garantida la seguretat alimentària, la capacitat de consum i els drets més bàsics. És veritat que una gran part d'aquest moviment ecològic va néixer de l'observació i la protecció dels espais equívocament batejats com a naturals, perquè no hi ha espais naturals i no naturals. També va néixer de la protecció de les espècies de vertebrats amb les quals podíem establir el que jo anomeno un «sex appeal». Hem defensat les espècies que tenien «sex appeal», o que consideràvem que teníem el dret d'existir més

que altres espècies que ens estem carregant cada dia, a les quals no els reconeixem aquest dret perquè són invertebrats bastant allunyats de nosaltres, o els sentim així. El moviment ecològic també va néixer del coneixement dels impactes negatius que la indústria i el procés d'urbanització infringien en els espais i en les espècies en perill d'extinció.

No debades en el llibre de Rachel Carson *La primavera silenciosa*, malgrat tenir una idea naturalista, el títol es refereix al drama ambiental que suposaria que l'ús dels plaguicides acabés amb el cant dels ocells. Tenia una idea evocadora d'un sentit de transcendència de la vida dels éssers humans en el planeta. És a dir, evocava el component espiritual del moviment ecològic. La ideologia fonamentalista i integrista es basava en el concepte màgic de l'ordenació del territori, un dels conceptes que per mi retraten aquesta ideologia. Venia a dir que l'home ha d'ordenar la terra com la seva casa amb el seu menjador, l'hort, els espais de producció, els espais d'esbarjo, els serveis, el racó del pati ordenat, el rebost... Aquesta ideologia etnocentrista ha permès afirmar que els humans hem posat en perill la vida de la terra, la nostra nau. I evidentment la terra no és la nostra nau. Aquesta visió utilitària és castradora a l'hora de plantejar un canvi en els nostres hàbits perquè la naturalesa no és només el Montseny o Collserola, sinó que és aquí en aquesta sala, ens agradi o no, nosaltres som natura. En aquest sentit, els ecologistes, que van ser acusats primer de jardiners d'una Europa benestant, després van ser acusats de ser lampistes que oferien solucions de final de claveguera.

El fonamentalisme tecnològic va difondre la idea de confinar permanentment les dioxines, la radioactivitat o els residus químics, una idea que va en contra de les lleis bàsiques de la natura. El fonamentalisme tecnològic s'autoafirma dient que els residus es poden eliminar, o bé que es poden confinar fins al seu decaïment. Aquesta és una idea que forma part d'un cec impuls tecnològic. Al mateix temps s'afirma que la gent demandem energia, paper, fustes, proteïnes i productes per al consum, i això es un tema que també cal discutir. La gent no vol centrals nuclears ni tèrmiques de carbó, sinó aigua calenta a cinquanta graus i il·luminació, la gent no vol fusta sinó cadires i llenya. En síntesi, el que tots volem són els productes finals i no les matèries primeres.

Un altre aspecte xocant és que la indústria mediambiental s'ha convertit en un negoci que és l'altra cara de la mateixa moneda, ja que necessita la contaminació per créixer. En aquest terreny la ideologia fonamentalista té un binomi, al meu entendre quasi religiós, que està representat per I+D (Investigació més Desenvolupament). Es tracta de créixer més i fer créixer més les desigualtats planetàries. En realitat es tracta d'incloure una variable ambiental com un aspecte més del procés de creixement. Aquest és l'origen del que anomenem desenvolupament sostenible. No pretenc dir que sigui un concepte irrelevant o rebutjable, sinó que hem de ser conscients que en la gènesi d'aquest concepte l'única pretensió era introduir la variable ambiental en un procés de creixement espectacular. Les solucions tecnològiques d'emergència estan bé, però les solucions reals no es poden basar en la idea de qui contamina paga,

ni en la inclusió del que s'anomena mesures correctores, sinó en la revisió global del procés de producció. Cal introduir el concepte de producció neta i parlar de tecnologies apropiades que les definirem com les que parteixen dels usos finals i de la recerca de solucions, no a partir d'una oferta, sinó de les demandes finals en el lloc on es produeix la demanda. Per tant, si el que volem és aigua escalfada a cinquanta graus a Barcelona, no té gaire sentit escalfar aigua a milers de graus a la Central Nuclear de Vandellòs, a més de cent quilòmetres de distància. Per acabar aquest apartat voldria oferir com a alternativa a aquest fetixista I+D, un nou binomi, el d'Innovació més Sensatesa, una resposta contemporània a la modernitat.

Abans de concloure aquesta part permeteu que m'expliqui en format de conte. Resumim els humans com si fóssim deu germans i germanes al voltant d'una taula. A hores d'ara tot el que consumim és als plats. Dels deu germans, dos, en aquest cas nosaltres els del Nord, ens mengem vuit dels deu plats. Hi ha dues o tres alternatives per fer front a aquest tema. La primera seria repartir el que hi ha a parts iguals o similars. Nosaltres no estariem d'acord a compartir-ho i la força política o cultural que proclamés la igualtat es veuria abocada al fracàs. La segona alternativa seria posar més plats a taula. Podríem inventar dos o tres planetes terra per universalitzar el nostre model de consum, però, malgrat les promeses del fonamentalisme tecnològic de colonitzar Mart i d'altres planetes, aquesta solució no és cap consol pels damnats de la terra. La cursa espacial es converteix en un cant espiritual dels tecnofonamentalistes que aconsegueixen ingents recursos per a aquest objectiu.

La qüestió és: hi ha una altra solució? Aquesta solució ha d'incloure un canvi tecnològic i un canvi d'hàbit. Això no pot quedar en mans dels que manen, ni de la bona voluntat de la gent, que és imprescindible però no és suficient. Aquest canvi és, de fet, el repte del pròxim mil·lenni, i no és necessàriament una hipòtesi abstracta, sinó que forma part de les plausibles. En el llibre *Tecnologia, desenvolupament sostenible i desequilibris*, resultat d'un simposi organitzat per la Universitat Politècnica de Catalunya, hi ha una frase d'Ernst U. von Weizsäcker amb la qual vull acabar. El president de l'Institut Wuppertal per al Clima, el Medi Ambient i l'Energia, i autor del famós llibre anomenat *Factor quatre*, diu:

un llibre no pot canviar la direcció del progrés, ho ha de fer la gent, els consumidors i els votants, els directors i els enginyers, els comunicadors i els polítics, la gent no canvia les seves demandes sinó té una bones raons per fer-ho, i han de ser raons de pes, sinó no hi haurà impuls suficient per canviar el curs de la nostra civilització.

# Els boscos periurbans de Barcelona

Oriol de Bolòs

## Un paisatge ric i variat

Per a una ciutat la vegetació i el paisatge són un patrimoni tan important com els monuments arquitectònics. Els paisatges naturals que envolten Barcelona són dels més valuosos entre els de les grans ciutats europees. En primer lloc ho és la zona forestal que, amb centre a Collserola, s'estén entre els rius Besòs i Llobregat i continua cap al nord amb la serra litoral del Maresme i, pel sud, amb el paisatge lacustre del delta del Llobregat i amb el massís calcari de Garraf.

El nord-est de Catalunya és un país de clima mediterrani relativament humit, que permet la vida d'una vegetació força exuberant amb notables infiltracions de vegetals de l'Europa mitjana, extramediterrània. Els voltants de Barcelona són l'extrem sud d'aquesta àrea humida i s'hi fa la seva vegetació esponerosa, encara que una mica empobrida. El clima de Barcelona és moderat pel que fa a la temperatura. La mitjana de gener hi sol ésser de 9-10 °C i les glaçades hi són rares. Les precipitacions, normalment entre 550 i 600 mm anuals, són moderadament elevades. Bé que hi hagi una secada estival intensa i prolongada, l'ariditat hi és molt per sota de la sequedat de les terres del sud i de l'interior. La proximitat de la mar determina una considerable humitat de l'aire. Aquest aspecte del clima de Barcelona, que sovint no tenim en compte, és important per a la vegetació ja que en depèn la transpiració i pèrdua d'aigua de les plantes. Sobre el terreny es manifesta en una tendror especial dels vegetals que minva terra endins a mesura que es perd la influència del mar i disminueix la humitat de l'aire.

En tota l'àrea barcelonina, des del nord del Besòs fins a Garraf, les diferències de clima són petites. Contràriament, els tipus de sòl i de substrat canvien molt i això n'explica les diferències molt importants de paisatge i de vegetació. El segment al nord del Besòs és en una gran part de granit, roca silícica que es descompon superficialment en el material arenós conegut com a sauló. Els esquistos, material també silícic, predominen a Collserola, mentre les muntanyes de Garraf són formades per materials calcaris que donen un relleu de tipus càrstic. Els sòls que formen els granits i els esquistos retenen més la humitat que les roques càrstiques, en les quals l'aigua s'infiltra fins a gran profunditat per les fissures,

molt nombroses. Com a conseqüència, a Collserola i encara a Gavà i a Cervelló, on la roca és semblant, les plantes disposen de molta més aigua que les de les costes de Garraf, i això fa que els paisatges hi siguin ben diferents. A la part central, d'esquists, s'hi desenvolupa un bosc relativament exuberant i a la part del sud, calcària i molt més seca, s'hi fa una vegetació de caràcter meridional. Aquestes diferències de la vegetació ja les reflecteix el pol·len fòssil de milers d'anys abans que comencés l'impacte de la civilització humana.

## L'alzinar

L'alzina (*Quercus ilex*) ja era considerada un dels arbres més significatius de la regió mediterrània pels botànics de principis de segle. L'aparició de l'alzina i la disminució de la importància dels arbres que perden el fullatge a l'hivern anuncien les terres mediterrànies quan hi entrem venint del nord. Les fulles de l'alzina persisteixen tot l'any, són petites, coriàcies, més o menys lluent, i estan adaptades a resistir la sequedat de l'estiu típica del clima mediterrani. De tota manera hi ha algunes limitacions que no ens permeten de considerar l'alzina l'arbre típic del conjunt de la regió mediterrània. Com a màxim ho és de la part nord-oest, però no de les terres meridionals, massa àrides, on no pot viure, ni de la mediterrània oriental, on és absent o fa un paper secundari, substituïda per *Quercus calliprinos*, un arbre semblant al nostre garric.

En estat natural l'alzina seria l'arbre dominant a Barcelona, almenys fins al Llobregat. Els botànics han insistit molt en aquesta afirmació que sorprèn la gent que a hores d'ara hi veu pocs alzinars i moltes pinedes. Segons sembla, si l'home deixava d'interferir durant 200 o 300 anys, moltes de les pinedes es transformarien en alzinars, perquè el pi necessita claror i no es pot regenerar a l'ombra de l'alzina. Podem suposar que una gran part de les pinedes ocupen el lloc d'antics alzinars destruïts per l'home. Aquesta hipòtesi és sostinguda pel fet que fins fa pocs anys els vestigis d'alzinar eren nombrosos en situacions molt diverses; sap greu haver de dir que bastants han desaparegut, sobretot els del pla de Barcelona.

Sembla, de tota manera, que el clima òptim per al predomini dels alzinars no és pas ben bé el de Barcelona, sinó el de terres una mica més frescals. En muntanyes no gaire llunyanes com són Montserrat i Sant Llorenç del Munt podem veure clarament que hi ha, superposades, dues zones amb diferent idoneïtat per a l'alzina. Actualment a la part més baixa predominen les pinedes, que més amunt desapareixen i cedeixen la dominància als alzinars. També al Montseny i a les muntanyes de la vora de Banyoles podem observar una banda d'alzinars per damunt de la dels boscos de pi blanc. És evident que a més altitud l'alzina té més vigor. No estem segurs, però, de quines són les possibilitats d'aquest arbre a les parts més baixes ni de si hi podria dominar, tot i que en molts dels casos esmentats sembla probable, si exceptuem els indrets extremament secs. Als voltants de Barcelona els testimonis d'alzinar són més abundants als llocs ombrívols i no gaire secs. Desconeixem fins a quin punt això és conseqüència de segles d'explotació del bosc que han reduït l'extensió de l'alzina i han afavorit

el pi. Com a mínim, però, no hi ha cap dubte de la importància de l'alzina en els afores immediats de Barcelona, on actualment es fa sobretot a les obagues i a les fondalades poc assolellades.

L'alzinar és un bosc dens i ombrívol. En general el sotabosc hi és ric en espècies d'herbes i d'arbusts, com el marfull i l'arboç; això el separa dels boscos de l'Europa central, on sota els arbres gairebé només hi ha un estrat d'herbes. No sabem, però, com seria i com funcionaria un alzinar natural, amb molts arbres vells, perquè només coneixem boscos amb arbres i rebrots joves, explotats per l'home fins no fa gaire temps. No podem saber, doncs, com seria d'ombrívol un bosc verge, ni fins a quin punt duria associades les espècies llenyoses i herbàcies que veiem en els alzinars actuals. La intensitat de la llum que penetra dins de l'alzinar depèn de la densitat dels arbres i de com l'home els ha deixat créixer. Els vegetals que acompanyen l'alzina estan en funció de la claror que deixen entrar les capçades dels arbres. Actualment en els alzinars molt ombrosos solen ésser abundants l'heura o el marfull, en els més lluminosos hi ha altres arbusts, com l'arboç, els aladerns, etc. i, en casos extrems d'arbredes aclarides, hi pot arribar a haver brucs i altres arbusts amics de la llum.

## Els roures

Els roures són, en general, arbres típics de la vegetació mediterrània, però algunes de les nombroses espècies que hi ha arriben fins als boscos barcelonins i encara més cap al sud. Els més freqüents als voltants de Barcelona són arbres de fulla marcescent, o sigui que s'asseca en venir l'hivern però resta seca a l'arbre i no cau fins a la primavera. Aquests arbres es distingeixen molt bé, de lluny, a la tardor quan la fulla canvia de color, i al final de la primavera, quan el nou fullatge és d'un verd clar. Per trobar bones rouredes amb el conjunt de plantes que les caracteritzen cal anar una mica lluny, per exemple a la Plana de Vic o als contraforts del Pirineu. En indrets de clima mediterrani humit, com el pla de la Selva, els boscos de roures duen en molts dels casos una vegetació acompanyant en la qual predominen les plantes característiques dels alzinars. L'abundància de roures indica, però, un ambient més humit que el dels alzinars normals. Als voltants de Barcelona hi ha alzinars amb roures, però no autèntiques rouredes, tot i que hi ha alguns boscos amb més roures que alzines, com els que podem veure anant cap a la Font Groga, a Collserola.

Els estudis de pol·len fòssil indiquen que fins fa aproximadament 3.000 anys els roures eren molt més abundants que no ho són ara. És possible que aleshores hi hagués més rouredes que alzinars, però això no és pas ben clar. La disminució dels roures en aquelles dates pot ésser atribuïda a un canvi de clima, però també cal tenir en compte que l'home ha agafat per conrear les terres més bones i que aquesta pèrdua per a la vegetació natural de les terres més riques i humides podria explicar una disminució important dels roures. Si el pla del Llobregat no fos cultivat, probablement aquests arbres hi serien abundants. Però això és una qüestió que en aquest moment no podem pas aclarir.



El fet és que els roures continuen essent abundants a Collserola. N'hi ha diverses espècies, fins i tot hi ha hibridacions entre elles, que produeixen individus mixtos. Segons sembla, la hibridació del roure martinenc (*Quercus humilis*), força comú de Barcelona cap al nord, amb el roure valencià (*Quercus faginea*), que ve del sud i arriba fins a Garraf, pot haver originat l'anomenat roure cerrioide (*Quercus cerrioides*), de caràcters intermedis, ara molt comú a les muntanyes barcelonines. A Collserola també hi ha alguns individus isolats del roure africà (*Quercus canariensis*), que, per excepció, és mediterrani i té l'òptim a les contrades més plujoses de l'Àfrica del Nord.

## El paisatge meridional de Garraf

El paisatge mediterrani amb infiltració de vegetals centreeuropeus en els racons més frescals, que caracteritza Collserola, canvia radicalment en passar a les terres calcàries de Garraf, en les quals costa una mica de dir que som en un país de bosc. Encara que hi ha algunes pinedes, hi predominen els matollars i els arbusts, amb nombroses espècies de distribució geogràfica meridional, que hi troben el límit nord. El paisatge de Garraf està relacionat amb el sud i gairebé es manté igual en tota la costa oriental de la península Ibèrica des del Llobregat a Alacant. Per la seva banda, el de Collserola està relacionat més aviat amb el nord i s'assembla al de les terres baixes de Girona, de Montpeller o de Marsella. A la terra baixa de Garraf l'alzina fa un paper semblant al que fa a Barcelona el roure: viu en els llocs ombrosos i frescals, mentre la resta del terreny, de condicions normals, porta una altra vegetació, en una gran part arbustiva. No és probable que l'alzinar s'hi pogués estendre gaire, encara que l'home ho permetés.

Com ja hem dit, les diferències climàtiques entre Barcelona i Garraf són molt petites, el factor diferencial principal és la gran permeabilitat del terreny. Al mateix massís de Garraf hi ha canvis importants de la vegetació en relació amb l'altitud i la consegüent variació de la humitat. Ja a l'altiplà de Begues, entre 300 i 400 metres d'altitud, tot i que la roca té el mateix caràcter permeable, l'alzinar comença a tenir importància. En pujar disminueixen en la temperatura i l'evaporació i, per tant, l'alzina troba un ambient més favorable.

A la part baixa, més calenta i seca, l'alzina tendeix a desaparèixer, mentre esdevenen importants altres espècies resistents a l'eixut. Una d'aquestes espècies és l'ullastre, l'olivera silvestre (*Olea europaea*), típic de la part meridional de la regió mediterrània. L'ullastre comença a ésser una planta comuna des de Castelldefels, on creix com a arbust, però no forma bosc. Pot arribar a ésser un arbre, però necessita bona terra i temps per créixer. A les muntanyes de Garraf no sol trobar condicions adequades, però, per exemple, a Mallorca hi ha bosquets d'ullastre que, vistos de lluny, semblen alzinars. Una altra espècie meridional és el garrofer. Hi ha el dubte sobre si el garrofer és una planta pròpia del país o si, com és més probable, ha estat introduït per l'home i s'ha difós per mitjà de llavors procedents dels camps de conreu. Una espècie peculiar de Garraf és el margalló (*Chamaerops humilis*), l'única palmera que viu espontà-

niament a les terres continentals d'Europa. A Garraf el margalló no se sol fer gaire alt, però, protegit contra l'acció de l'home, pot arribar fàcilment a 5 o 6 metres d'alçària. Altres arbusts típicament mediterranis, molt abundants a Garraf, però també més cap al nord, són, per exemple el garric (*Quercus coccifera*) i el llentiscle (*Pistacia lentiscus*), els quals, amb temps suficient, sense intervenció de l'home, també podrien arribar a una alçària semblant a la del margalló.

Llevat d'algunes pinedes, a hores d'ara a Garraf no hi ha bosc, sinó una vegetació llenyosa del tipus de la garriga o de la màquia, amb arbusts, molts dels quals, de natural, podrien arribar a ésser petits arbres. Màquia és un terme d'origen italià que designa la vegetació densa mediterrània de fullatge dur i d'un parell de metres d'alçària o més, la qual permet que un home s'hi amagui. D'aquest nom procedeix el francès *maquis*. La garriga és una vegetació semblant a la màquia però molt més baixa. Els límits entre un bosc d'arbres, una màquia i una garriga són convencionals. L'alçària de les espècies dominants pot dependre de l'ambient, més o menys favorable, o de l'edat que l'home permet que assoleixin.

Desconexim quins cicles de creixença i desenvolupament i quins processos d'envelliment i de regeneració tindria l'alzinar en estat natural. I encara coneixem més poc com serien els de la vegetació natural de Garraf, en la qual manquen les espècies capaces de créixer a l'ombra.

És molt possible que les muntanyes calcàries d'aquesta contrada tinguin ara molta menys terra que la que les devia cobrir abans que l'home les alterés. L'aclarida de la vegetació fa que les pluges fortes s'enduguin la terra cap avall i que, amb el temps, el país es torni un roquisser improductiu. La pèrdua de terra per erosió del sòl és una de les grans amenaces a una bona part del món i, molt particularment, a les terres mediterrànies.

## La pineda

El pi blanc (*Pinus halepensis*) és un dels arbres més importants a la regió mediterrània. Actualment és l'arbre que ocupa una extensió més gran en una àrea que va de la base dels Pirineus a Alacant i a Saragossa. Algú ha dit que els botànics li tenen antipatia perquè parlen de terres d'alzinar allà on només hi podem veure pinedes. És molt estesa la idea que en estat natural l'alzina seria l'arbre dominant i que les pinedes són resultat de l'acció humana. Realment, allà on totes dues espècies competeixen amb bona vitalitat, a la llarga l'alzina s'imposa sobre el pi, perquè l'alzina pot viure i créixer a l'ombra del pi, mentre el pi no ho pot pas fer a l'ombra de l'alzina. Però pi i alzina tenen exigències ecològiques diferents: el pi blanc és un arbre mediterrani més resistent a la sequedat i no tan resistent al fred.

Fa anys, botànics francesos havien arribat a dubtar del caràcter indígena del pi blanc, dubte que per a nosaltres és impensable. També hem sentit dir moltes vegades que les pinedes són arbredes artificials, resultat de plantacions. Això pot ésser veritat en alguns casos, com ho pot ésser l'expansió natu-

ral del pi a conseqüència de l'aclarida artificial de l'alzinar, però cal pensar que de pinedes naturals, no influïdes per l'home, també n'hi deu haver. Sobretot deu ésser així a les terres de tendència àrida, cap al sud de Barcelona i cap a l'interior del país. En aquestes terres, de clima més sec, hi ha grans extensions de pineda i és molt difícil d'imaginar que poguessin haver estat alzinars, que necessitarien molta més aigua. Als voltants de Barcelona l'assumpte és més discutible. Podria ésser que, en estat natural, a Collserola predominés l'alzina, però que als llocs més rocosos amb poc gruix de terra, com les carenes de petits turons i de serrats, hi hagués pins intercalats dins un bosc esclarissat d'alzina. No podem precisar quin seria el límit de l'alzinar i de la pineda en el paisatge natural, bé que els indicis de que disposem afavoreixen l'opinió segons la qual les pinedes es trobarien limitades als llocs molt secs o amb poca terra.

Com que el pi blanc és un arbre que fa poca ombra, sota seu poden créixer vegetals que necessiten claror. Mentre el sotabosc de l'alzinar és constituït sobretot per plantes especialitzades, més o menys característiques de l'ambient ombrívol, les plantes del sotabosc de la pineda en general poden viure igualment sense el pi. Pertanyen a la mateixa vegetació de matollar o de prat que hi ha a fora de la pineda, exposada a les solellades. En qüestió de terrenys el pi blanc és poc exigent, tant creix damunt els sòls calcaris com allà on el sòl no conté carbonat càlcic. Els terrenys silícics dels voltants de Barcelona són en bona part coberts per pinedes magnífiques. Només els sòls sorrencs, com el sauló, no són gaire bons per a aquest arbre. Per això al Maresme és substituït pel pi pinyer o per la surera i només es troba en petits claps, allà on s'ha conservat la terra argilosa que en altres llocs ha desaparegut per erosió.

## El bosc de ribera

Per acabar la descripció dels boscos barcelonins cal que ens referim al bosc de ribera, que és el bosc dels llocs humits per on corre l'aigua o bé on la terra es manté amarada d'una manera més o menys permanent durant tot l'any perquè hi ha una capa frètica a no gaire profunditat. En aquests llocs els arbres no depenen directament de la pluja. Això permet una profunda penetració de vegetals de l'Europa mitjana, humida, dins la regió mediterrània. En general rep el nom de riberal la terra de la vora dels rius exposada a les inundacions o en què, almenys, hi ha aigua frètica utilitzable per la vegetació. El paisatge dels riberals s'assembla al dels boscos de l'Europa humida. Mentre l'alzina, el pi blanc i les altres espècies mediterrànies de les terres seques desapareixen, una gran part de les espècies del bosc de ribera també es troben a l'Europa central i algunes fins i tot arriben a Escandinàvia.

Els riberals solen presentar una notable riquesa de formes de bosc perquè les condicions d'humitat hi són molt variables. Hi pot haver tota una gradació entre els llocs on la mullena és realment permanent i aquells on almenys les capes superiors del sòl s'assequen més o menys completament en algun moment de l'any. Segons el grau d'humitat hi ha diferents tipus de bosc.

Als voltants de Barcelona només resten alguns testimonis, ben poca cosa, dels boscos de ribera a les planes, a la vora dels rius Llobregat i Besòs. El vern (*Alnus glutinosa*), que exigeix una forta humitat permanent, hi és pràcticament inexistent. Podríem pensar que probablement l'albereda, el bosc d'alber (*Populus alba*), seria el bosc principal a les riberes de la terra mediterrània amb forta assecada estival, com és la que considerem. Més allunyada de l'aigua, en terres no tan humides, hi hauria hagut l'omeda. L'om (*Ulmus minor*) deu haver tingut una gran importància, però ha estat molt perseguit per l'home, perquè moltes de les terres que li van bé ja són cultivables. I, a més, actualment una malaltia fúngica vinguda de lluny afecta els oms a tot Europa. De tota manera, hem de reconèixer que realment sabem ben poca cosa sobre com seria la vegetació natural dels riberals barcelonins.

Al fons de les valls de les muntanyes també hi sol haver bandes estretes d'arbres o d'arbusts que perden la fulla a l'hivern, i que, en molts dels casos, són més propis de les terres medioeuropees que de la regió mediterrània. A Collserola hi ha testimonis d'aquesta vegetació d'una riquesa considerable. Al fons de les valls on no sol córrer aigua permanent, però la terra es manté sempre humida, hi creix el gatell (*Salix cinerea* ssp. *oleifolia* = *S. atrocinerea*), que vol molta humitat i sovint és acompanyat per altres espècies de l'Europa atlàntica. Una mica més lluny de l'aigua hi pot haver el freixe de fulla petita (*Fraxinus angustifolia*), propi de l'Europa meridional però no estrictament mediterrani. Més amunt, en terres encara més seques, predominaria també l'om, que segurament en estat natural formaria galeries al fons de moltes de les petites valls del massís de Collserola.

La bardissa, constituïda per masses compactes d'esbarzers i d'altres plantes espinoses que perden la fulla a l'hivern, substitueix el bosc de fons de vall quan aquest ha estat destruït per l'home. Fa una funció als llocs humits anàloga a la que fan les garrigues i les brolles als llocs secs, però, com el bosc de ribera, té una certa afinitat amb la vegetació medioeuropea. En estat natural deuria ocupar una extensió petita, però ara és freqüent i vigorosa en moltes raconades de les nostres muntanyes.

### Passat, present i futur

Per acabar voldríem cridar l'atenció sobre les conseqüències que ha tingut i que pot tenir l'acció humana sobre els paisatges que hem intentat de descriure, un dels tresors principals de Barcelona.

Durant segles i segles pagesos i boscaters han viscut del bosc i de la terra i això ha provocat alteracions i pèrdues de productivitat que ara seria difícil d'avaluar.

Darrerament el progrés de la tecnologia ha fet que les accions destructives puguin adquirir una magnitud molt més greu. Les pedreres han malmès grans extensions de les muntanyes calcàries i granítics, una vall de Garraf ha estat convertida en abocador d'escombraries, el magnífic paisatge lacustre del delta del Llobregat, la conservació del qual fins fa poc temps creïem garantida, sembla que sucumbirà sota la pressió de poderoses forces econòmiques.

Malgrat tantes calamitats no hem, però, de perdre l'esperança en el futur de l'aurèola de muntanyes i de boscos que envolta Barcelona. Cal pensar que l'aprofitament del bosc pels propietaris particulars se sotmetrà a les normes de la silvicultura sostenible, de manera que s'eviti la pèrdua del caràcter propi dels boscos i, sobretot, l'erosió del sòl, i que la gestió de les terres de propietat pública tindrà en compte que un parc natural no és un jardí i que cal que s'hi accentui el caràcter natural de la vegetació, compatible amb un ús respectuós i ordenat per part del poble.

# Efecto de invernadero y agujero de ozono

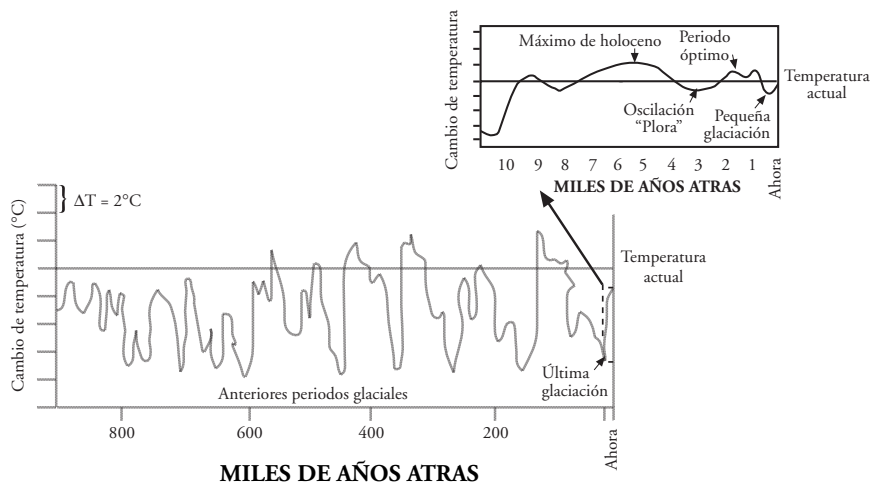
Manuel Puigcerver

## El clima

El esnobismo aliado con la ignorancia han impuesto la moda de decir *clima* cuando se debería decir *tiempo* («espantoso clima» de los Dolomitas en la Vuelta ciclista a Italia; «las condiciones climatológicas» que deslucieron un partido de fútbol, etc.). Pero clima es otra cosa: la respuesta del sistema Tierra-atmósfera al estímulo de la radiación solar y a la manera en que ésta es aprovechada por cada elemento de dicho sistema. Se manifiesta como el estado medio de la atmósfera en un lugar dado, caracterizado por las propiedades estadísticas (valores medios, extremos y desviaciones típicas, frecuencia de fluctuaciones entre límites preestablecidos y frecuencia de situaciones meteorológicas junto con los valores ligados a ellas) de las variables meteorológicas —presión, temperatura, precipitación, dirección y velocidad del viento, nubosidad, insolación, etc.— durante un intervalo de tiempo suficientemente largo, del orden de cuarenta años.

Ahora bien, tan erróneo como hablar de clima para referirse a variaciones de algunas horas de duración sería pensar que el clima es rigurosamente invariable. No lo es, ni lo ha sido nunca, si bien en el pasado las variaciones habían sido lentas. La figura 1 muestra esquemáticamente la variación de la temperatura media global durante los pasados 900.000 años (la media actual es de 15 °C). Se pueden apreciar diversas glaciaciones de duraciones varias, en las que la temperatura media disminuía de 5 a 10 °C respecto a las medias del último milenio con periodos interglaciales templados cuya temperatura era de dos a dos y medio grados por encima de la actual. La máxima intensidad de la última glaciación se dio probablemente entre 25.000 y 18.000 años atrás, con un enfriamiento de unos 10 a 11 °C; el nivel del mar pudo descender unos 100 metros. Ocho mil años atrás (Fig. 1) había prácticamente acabado la última gran glaciación, de la que quedan como recuerdos los casquetes de hielo de Groenlandia y la Antártida.

Se inicia después el calentamiento típico del actual Holoceno, dentro del cual, sin embargo, se pueden hallar pequeñas glaciaciones intercaladas con periodos templados: así, durante el «óptimo climático», entre 1000 y 4000



**Figura 1**

años a.C., la temperatura media global oscilaba entre 16 y 18 °C, pero durante la llamada «oscilación Piora», entre 1500 y 1300 años a.C., bajó hasta 12-13 °C. El hecho de que Aníbal pudiese atravesar los Pirineos y los Alpes con elefantes indica un clima benigno en el Sur de Europa, donde entre 400 y 500 años a.C. debían crecer las altas hierbas, propias de clima tropical, de las que se alimentan. Entre los siglos XI y XIII de la era cristiana tuvo lugar el «pequeño óptimo climático», nuevo periodo excepcionalmente templado (en el que los vikingos establecieron colonias en Groenlandia y en Canadá), mientras que la «pequeña edad glacial», con inviernos extremadamente duros comparados con los actuales, afectó al hemisferio Norte entre los siglos XV y XVIII o XIX según la latitud.

### El efecto de invernadero

Ahora bien, cuando se piensa hoy en cambio climático, la gente suele asociarlo al llamado «efecto de invernadero». Para entender qué es, examinemos el espectro de la radiación que nos llega del Sol, «radiación solar». Abarca longitudes de onda entre 0,15 y 5,0  $\mu\text{m}$  y en él se distinguen diversas zonas: la ultravioleta desde 0,15 hasta 0,4  $\mu\text{m}$ ; la región visible, entre 0,4 y 0,74  $\mu\text{m}$  (el máximo de la curva de radiación solar se da a 0,5  $\mu\text{m}$  en el verde, donde la sensibilidad del ojo humano es máxima); y de 0,74 hasta 5  $\mu\text{m}$  se entra en el infrarrojo. La radiación solar, pues, tiene una porción substancial en el infrarrojo próximo.

Ninguno de los gases que constituyen la atmósfera limpia tiene bandas de absorción apreciables en dominio de la radiación solar, así que ésta atraviesa la atmósfera prácticamente sin sufrir absorción. Sí hay, en cambio difusión

molecular (de Rayleigh), así como absorción, reflexión y dispersión en las nubes y también hay reflexión en la superficie de la Tierra. En resumen, aproximadamente el 47% de la radiación solar que incide sobre la hipotética cima de la atmósfera llega al suelo y es absorbida por éste.

Importa ahora puntualizar el proceso siguiente, que muchos confunden erróneamente con una reflexión. Ésta es un cambio de la dirección de propagación de un haz radiante cuando incide sobre una superficie lisa, sin que varíe la longitud de onda. Pero en nuestro caso ocurre que, al absorber la radiación solar, el suelo se calienta y, de acuerdo con la ley de Stefan-Boltzmann

$$M = \sigma T^4 \quad (1)$$

(M = emitancia, o energía emitida por unidad de superficie y de tiempo;  $\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann =  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ; T = temperatura absoluta del cuerpo emisor), emite energía radiante proporcionalmente a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. Como la temperatura media global de la Tierra es de unos 15 °C (en contraste con los aproximadamente 6.000 °C del Sol), la emisión tiene lugar en el infrarrojo, en la banda llamada de radiación terrestre o nocturna desde unos 4  $\mu\text{m}$  (en el límite superior de la radiación solar) hasta aproximadamente 80  $\mu\text{m}$  (Fig. 2). La curva de radiación terrestre es esencialmente una curva de emisión de Planck y conforme a la ley de Wien

$$\lambda_m T = \text{const.} \quad (2)$$

según la cual, la longitud de onda  $\lambda_m$  del máximo de emisión es inversamente proporcional a la temperatura absoluta del cuerpo emisor, tiene el máximo hacia los 10  $\mu\text{m}$ .

El punto crucial de la cuestión es que, *mientras en el dominio de la radiación solar ningún gas atmosférico absorbía, en el infrarrojo sí hay gases que lo hacen*, si bien entre los menos abundantes: el ozono ( $\text{O}_3$ ), el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Prescindiremos de momento del  $\text{O}_3$  porque su concentración máxima (< 1 ppm) se da en la estratosfera y apenas contribuye al efecto de invernadero.

El vapor de agua tiene tres bandas de absorción, todas con una cierta anchura, de las cuales la más importante está centrada hacia los 25  $\mu\text{m}$ . El dióxido de carbono tiene también tres bandas de las que la más importante, llamada «de 15»  $\mu\text{m}$ , va desde 13,5  $\mu\text{m}$  hasta más de 18  $\mu\text{m}$ . Ambos son componentes naturales de la atmósfera si bien sus concentraciones son muy bajas frente a las del  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$ ; la del  $\text{CO}_2$  es en la actualidad del orden de 0,035%, es decir, 350 partes por millón. La concentración del vapor de agua es variable pero siempre pequeña: aproximadamente el 3,5% correspondería a atmósfera saturada, lo que sólo ocurre localmente y durante cortos periodos de tiempo.



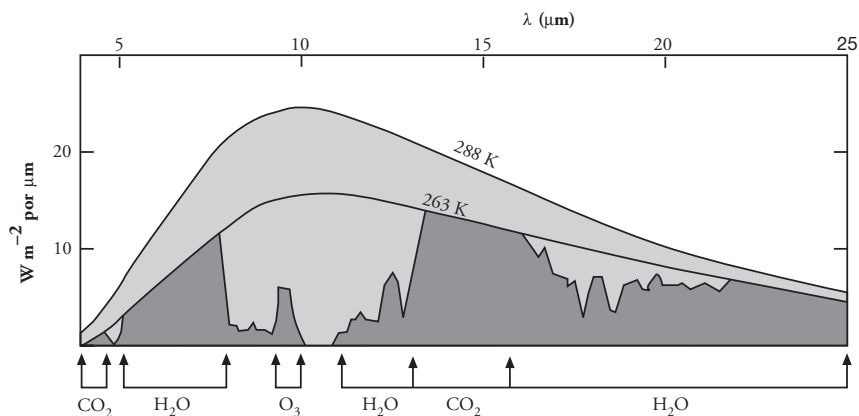


Figura 2

La figura 2 ilustra el efecto de la absorción de radiación infrarroja por estos gases. La curva superior es la de emisión del planeta Tierra, considerado como cuerpo negro (es decir, según la ecuación (1)) a su temperatura media de 288 K (15 °C). El área comprendida entre esta curva y el eje de abscisas representa la energía emitida por el planeta, que se perdería en el espacio si no tuviera atmósfera. La curva inferior es emisión de la atmósfera a una temperatura media de 263 K (-10 °C), que a efectos de balance radiativo es muy próxima a la real. Gran parte de la energía radiante emitida por la Tierra es absorbida por los gases atmosféricos antes mencionados (señalados en la figura 2), los cuales reemiten en el infrarrojo y la parte que va hacia abajo es absorbida por la Tierra, reemitida hacia arriba, nuevamente absorbida por los gases y reemitida, reabsorbida por el suelo y así sucesivamente; se llega a establecer un equilibrio de radiación en virtud del cual la energía correspondiente al sombreado más oscuro queda aprisionada entre la atmósfera y la Tierra en lugar de perderse en el espacio. Esto es parecido (aunque no idéntico) a lo que hacen los invernaderos y de aquí el nombre del efecto. Observemos, no obstante, que en la región entre 8,5 y 11 μm (llamada *ventana del infrarrojo*), prácticamente toda la energía emitida se pierde en el espacio.

El efecto de invernadero es, pues, la retención parcial de la radiación infrarroja emitida por la Tierra y la atmósfera a causa de la presencia en ésta de ciertos gases, lo que hace al planeta más cálido de lo que sería si aquellos no existiesen. Estableciendo el balance entre la energía radiante procedente del Sol absorbida por el planeta y la infrarroja emitida por éste, se puede mostrar que la temperatura media de la Tierra debería ser de unos -18 °C. En realidad es de +15 °C: el efecto de invernadero, pues, importa aproximadamente 33 °C y hace al planeta mucho más agradable de habitar de lo que sería sin atmósfera.

Hay que señalar —y casi nunca se hace con la debida claridad— que la principal contribución al efecto, que algunos autores estiman en un 80%, es la debida al vapor de agua. Pero la concentración de éste no aumenta y por eso casi ni se le menciona.

## Un problema moderno: la acumulación de gases de invernadero

Hasta ahora, nada nuevo se ha dicho. El efecto de invernadero se conoce razonablemente bien desde comienzos de siglo (Fourier inició el tema en 1827 y en 1898 Arrhenius relacionó posibles cambios de clima con el contenido de  $\text{CO}_2$ ); es completamente natural, es debido a gases que ya formaban parte de la composición de la atmósfera limpia, ha estado actuando durante millones de años y nos ha proporcionado un planeta de clima confortable. ¿Por qué, entonces, la actual preocupación, a veces casi histórica en torno a él?

La respuesta es que se está confundiendo el efecto de invernadero con su posible incremento artificial; y para sospechar éste hay buenas razones. La primera es el patente aumento del contenido atmosférico de algunos gases de invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y otros; no el vapor de agua, sin embargo, y sobre ello se insistirá después). La segunda es que lo hace por culpa del hombre: entre esos «otros» gases los hay que ya no son naturales, sino consecuencia de la actividad humana, como son los halocarburos de los que se hablará más adelante.

En efecto, desde que, durante el Año Geofísico Internacional (AGI: junio 1957 - diciembre 1958, de hecho año y medio), se inició la vigilancia del contenido de gases traza en la atmósfera (se instaló un equipo en Mauna Loa [islas Hawai, en medio del Pacífico] y otro en la estación antártica Amundsen-Scott, situada precisamente en el Polo Sur, y ambas siguen funcionando), la concentración del  $\text{CO}_2$  en Mauna Loa (Fig. 3) ha pasado de 315 ppm en 1958 a 360

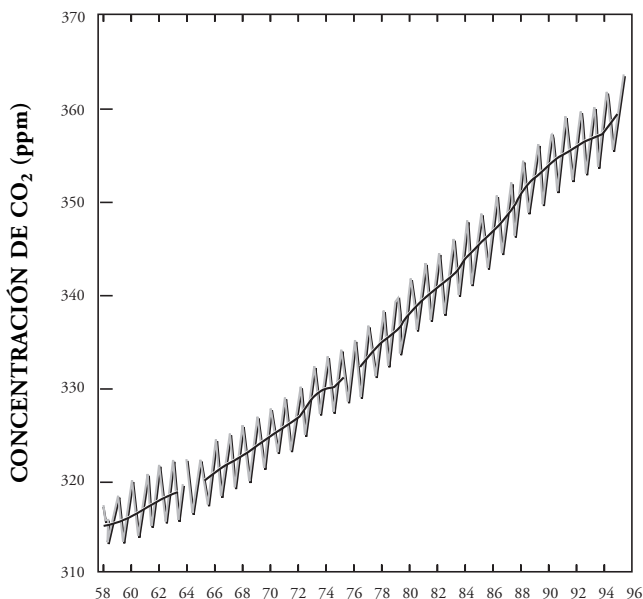


Figura 3

ppm ahora, aparte de los dientes de sierra consecuencia de las variaciones estacionales de la función fotosintética de las plantas. (Muy recientemente se ha descubierto un descenso de la concentración de  $\text{CO}_2$  todavía no bien explicado, ya que las emisiones han continuado aumentando). Así pues, aunque el  $\text{CO}_2$  sea un componente natural de la atmósfera, su concentración ha subido 45 partes por millón en 38 años. Pero, además, analizando las burbujas de aire aprisionadas en testigos de hielo extraídos del casquete de Groenlandia, de Siberia, de la Antártida y de otros lugares, se ha estimado el contenido de  $\text{CO}_2$  al comienzo de la revolución industrial, hacia 1850-1860, en unas 280 partes por millón. Ha aumentado, pues, en un 28% desde entonces. También está aumentando rápidamente el contenido atmosférico de metano y de otros gases mencionados más adelante.

### Posibles efectos y sus estimas

Ya en el año 1938 el profesor H. L. Callendar, de Cambridge, razonó que, puesto que el dióxido de carbono contribuye apreciablemente al efecto de invernadero, si su concentración aumenta se podría esperar una intensificación de dicho efecto con el consiguiente aumento de la temperatura media del planeta, que estimó en  $0,03\text{ }^\circ\text{C}$  por decenio. Si, además, lo mismo ocurre con otros gases de invernadero, este aumento debería ser aún mayor.

Para evaluar la cuantía de este aumento, casi el único instrumento a nuestro alcance es la simulación mediante modelos teóricos del comportamiento de la atmósfera. Éstos usan aproximaciones razonables de las leyes físicas que rigen los diversos procesos atmosféricos de interés, que se expresan mediante ecuaciones diferenciales cuyo primer miembro es función del tiempo. Dado el conjunto de valores iniciales en el centro de las celdas de una malla tridimensional (típicamente de  $5^\circ$  de latitud en las dimensiones horizontales y 10 capas en la vertical), la solución de las ecuaciones da el ritmo de variación con el tiempo, que permite calcular los valores de las variables al cabo de, por ejemplo, 10 minutos. El cálculo se repite a partir de los nuevos valores, y así sucesivamente hasta completar el periodo deseado: en el caso que nos ocupa varios años (30, 50?) para simular el clima. Si ahora se altera alguna condición (por ejemplo, se supone que la concentración de vapor de agua permanece constante, pero se duplica la de  $\text{CO}_2$ ), y se repite el proceso anterior, se puede obtener el «nuevo» clima y, comparando con el anterior, estimar la respuesta a la duplicación del contenido de  $\text{CO}_2$  —o bien a un contenido de  $\text{CO}_2$  y los otros gases de invernadero que produjera el mismo efecto que la llamada *duplicación equivalente*—, cosa que parece puede suceder, según las estimas, entre los años 2030 y 2070-2100. Los modelos difieren en el tamaño de la malla y especialmente en las *parametrizaciones*, es decir, la manera de representar fenómenos de escala inferior a aquélla tales como la convección y las nubes; algunos modelos actuales son muy complicados y bastante fiables. Sus respuestas, si no enteramente concordantes, son aceptables: los pronósticos del aumento de temperatura media global varían de  $1,5$  hasta  $4,5\text{ }^\circ\text{C}$ . Las mejores estimas cal-

culan 2,5 °C para doble contenido de CO<sub>2</sub> y 3 °C hacia el año 2086. No parece alarmante. Pero hay que tener en cuenta que entre el último periodo glacial y el presente, la temperatura media global ha aumentado sólo en unos 5 a 7 K es decir, una variación de 2 a 4 °C no es en absoluto despreciable.

El calculo de la duplicación equivalente es necesario porque, prescindiendo del vapor de agua (cuya proporción no aumenta), hay otros gases que hacen el mismo papel y que, aparte del metano CH<sub>4</sub> (del que siempre ha habido una pequeña proporción, pero está aumentando muy rápidamente y no se sabe bien por qué), son artificiales, es decir, no existían originalmente en la atmósfera. Entre estos gases están los ya mencionados halocarburos (frecuentemente llamados, traduciendo mal del inglés, *clorofluorcarbonos o clorofluorcarbonados*), cuya inactividad química y su carácter incombustible y no explosivo ni tóxico les ha procurado un amplio uso industrial (refrigeración, limpieza de circuitos en microelectrónica, extintores de incendios, fabricación de espumas poliexpandidas, impulsores de pulverizadores, etc.). Su principal propiedad, la falta de reactividad que tan útiles los hacia, es precisamente lo que los ha convertido ahora en peligrosos porque, en virtud de ella, se van acumulando en la atmósfera y producen efectos inesperados, como el llamado *agujero de ozono* del que se habla después. Pero lo que interesa ahora es que las concentraciones, tanto del metano como de los halocarburos como de los óxidos de nitrógeno, están aumentando y todos ellos tienen bandas de absorción pequeñas pero precisamente situadas en la ventana del infrarrojo (Fig. 2). Cualquier gas que absorba aquí contribuye desproporcionadamente al calentamiento.

## Incertidumbres

Ya se indicó el margen de aumento de temperatura que predicen los modelos. Éste, sin embargo, no es uniforme: prácticamente todos ellos coinciden en que el aumento será mayor a latitudes altas (en algunos modelos tres veces el aumento medio) que en los trópicos, donde el calentamiento sería mínimo o nulo. En lo que ya no concuerdan los modelos es en cómo se distribuyen las variaciones de temperatura media regionales, continentales, marítimas, de un continente al otro, etc., y tampoco en la redistribución de las lluvias que sería una consecuencia del diferente aumento de temperatura en unos y otros lugares y de la variación o la redistribución de temperaturas medias entre mar y tierra, etc.

Ahora bien, tanto los modelos como sus resultados presentan cierto numero de puntos débiles:

1. Los océanos, que sin duda juegan un papel substancial en el balance de energía del sistema tierra-atmósfera, están representados en los modelos de una manera elemental: en alguno, como si el océano fuese un estanque de unos 50 metros de profundidad, sin circulación. Hay otros que ya intentan introducir la circulación y el intercambio de calor entre el mar u océano y la tierra y el aire, pero éste es claramente un punto a refinar.

2. En los cálculos llamados «de equilibrio» se supone que la concentración equivalente de  $\text{CO}_2$  se duplica, y se pide la temperatura del sistema cuando se haya alcanzado el equilibrio. En cambio, lo que ocurre en la atmósfera es que hay una acumulación gradual y, por tanto, es de esperar que la temperatura vaya subiendo lenta y quizás continuamente. La respuesta transitoria de los modelos, que ahora se comienza a estudiar, es no obstante crucial, porque ni los océanos responden inmediatamente, ni la respuesta será la misma en todas partes dependiendo de la profundidad y de la intensidad de la mezcla vertical.
3. Como lo que se quiere obtener es el clima, que es el tiempo a largo plazo, hay que hacer correr el modelo muchas veces y esto, para los modelos complicados (únicos fiables dentro de ciertos límites), requiere muchas horas de superordenador. Si bien hay ahora unos 200 grupos de investigación en el mundo que pueden permitirse pagarlas, los distintos modelos tal vez se pueden reducir a ocho o diez fundamentales, y los demás difieren sólo en detalles. Así, aún cuando haya una cierta concordancia es poco significativa: si hubiese 25 modelos distintos y se mantuviera el acuerdo, quedaríamos mucho más tranquilos.
4. Son igualmente inciertos aspectos como el papel de las aguas profundas, la nubosidad y las erupciones volcánicas.

El margen de aumento de temperatura parece, pues, bastante bien delimitado, pero de manera un tanto precaria.

### Comparación con los datos

Ahora bien, si el invernadero intensificado comenzó hacia la mitad del siglo pasado, ha estado actuando ya casi siglo y medio y sus efectos deberían ser observables. Para dilucidarlo, la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de Anglia Oriental, Reino Unido, encabezada por T. M. L. Wigley y P. D. Jones, emprendió una importante investigación que ha durado 10 años y en la cual se ha hecho una criba de todas las observaciones disponibles y fidedignas de temperatura en el planeta durante el pasado siglo. El resultado, publicado en 1989, es que de 1861 a 1984, el aumento de la temperatura media global a duras penas alcanza  $0,5\text{ }^\circ\text{C}$ . Para comparar este resultado con los de los modelos teóricos, se puede hacer correr el modelo con un contenido de  $\text{CO}_2$  de 280 partes por millón (las que había en los años 1840-1850), después volver a hacerlo con la concentración actual (352 ppm) y obtener la diferencia entre una temperatura y la otra. Haciendo esto con diferentes modelos, el resultado es que el planeta se debería haber calentado entre  $0,5$  y  $1,3\text{ }^\circ\text{C}$ . La concordancia con el resultado del grupo inglés es, pues, sólo marginal y, por tanto, insatisfactoria.

Por otra parte, el incremento del efecto de invernadero sugiere un aumento gradual, lento y continuo de la temperatura. Lo que ha descubierto el grupo de Anglia Oriental es que el calentamiento fue rápido entre 1920 y 1940, hubo

un pequeño enfriamiento entre 1940 y 1970 y ahora vuelve el calentamiento. Por otra parte, J. C. Rogers ha hecho lo mismo que el grupo inglés pero sólo para el Ártico (Canadá, Groenlandia, Escandinavia y la parte norte de la antigua Unión Soviética) y desde el comienzo del siglo. El resultado es que en lugar de calentamiento, que es lo que correspondía al Ártico según todos los modelos, se ha enfriado del orden de 0,3 °C en los últimos 30 años. Tampoco estas comparaciones son muy alentadoras.

He aquí un último punto. En el hemisferio Sur, que tiene una proporción de océanos y mares mucho mayor que el hemisferio Norte, el calentamiento habría de ser más lento porque el mar tiene una inercia térmica mucho mayor: tarda en enfriarse y tarda en calentarse. Contrariamente, resulta que el hemisferio Sur se está calentando algo más rápidamente que el hemisferio Norte.

Hay que decir, no obstante, que la comparación de las predicciones de los modelos con el aumento de temperatura observado es hasta cierto punto engañosa. En efecto, tal enfoque supone implícitamente que se trata aquí de un experimento controlado: los cálculos se hacen como si el aumento de temperatura se debiera sólo al incremento de concentración del CO<sub>2</sub> y ésta se duplicase de golpe. Pero la realidad no es así: la variación de temperatura observada, en cambio, es el resultado de múltiples procesos que actúan simultáneamente y en algunos casos, compensándose. Ha habido aumento del contenido del CO<sub>2</sub> y de otros gases de invernadero, pero también ha habido erupciones volcánicas (emisiones de gases y cenizas) e incremento del aerosol antropogénico, particularmente de sulfatos, que actúan en sentido contrario al efecto de invernadero. La incertidumbre, por tanto, subsiste hasta el punto de que algunos investigadores prestigiosos (Ellsaesser, Lindzen y otros) han puesto en duda si el aumento de concentración de un gas traza como el CO<sub>2</sub> puede realmente producir efectos discernibles.

### Posibles riesgos y medidas a adoptar

Hay, pues, dudas sobre si los modelos son suficientemente fidedignos para dar cuenta de la realidad y predecir su evolución. Si sólo se tratase de una cuestión de interés académico, sería prudente esperar un par de decenios para dilucidarla. Pero no es así y es preciso, por tanto, establecer una hipótesis de trabajo: parece razonable suponer que habrá un calentamiento lento, aunque no sabemos de qué cuantía ni cuando comenzará ni siquiera si ha comenzado ya.

Esta incertidumbre ha dado lugar a toda clase de disparates catastrofistas respecto a las consecuencias, desde la asfixia por exceso de CO<sub>2</sub> hasta las inundaciones generalizadas que sumergirían un tercio de las tierras habitables. Del primero no vale la pena hablar.

El segundo tiene más sentido. En efecto, un calentamiento global de 5 °C conduciría a una subida del nivel del mar de 1,5 metros sólo por efecto de la dilatación. Se habla también de la fusión de los hielos, que sí merece atención pues gran parte de las tierras bajas puedan quedar inundadas. El riesgo, no obstante, no es inmediato. Por una parte, debido a la inercia térmica del mar,

el efecto de la dilatación tardaría años en ser observable. Respecto a la fusión de los hielos, conviene recordar que, con la excepción del casquete de Groenlandia, todos los hielos importantes del hemisferio Norte son marinos, y su fusión no comportaría aumento del nivel del mar (sí, contrariamente, una ligera disminución). Además, la fusión sería gradual y duraría quizá entre algunos decenios y un siglo. Finalmente, la fusión de las enormes capas de hielo groenlandesa y antártica, si se llegase a producir, podría tardar siglos. Pero todo ello debe tenerse en cuenta.

Hay, no obstante, un problema quizá más grave y del que apenas se ha hablado. Con todas las reservas señaladas, varios modelos, entre ellos el muy citado de Manabe y Wetherald, predicen un clima más seco en las grandes llanuras de EUA y Sur de Canadá, regiones que son los graneros del mundo. Una disminución de sólo un 10% de las cosechas podría acabar con el superávit disponible para los pueblos que ahora viven al borde de la inanición en todo el planeta. Y esto sí que sería una catástrofe de proporciones globales.

Ante esta situación, habría que pensar qué se puede y debe hacer. Casi simultánea pero independientemente, R. M. White y S. H. Schneider han hecho una propuesta llena de sentido común: adoptar desde ahora medidas que no supongan un dispendio insoportable y sean beneficiosas tanto si hay cambio climático como si no lo hay. Algunas de ellas serán seguramente impopulares, pero es inevitable comenzar desde ahora:

Primero, hay que acabar con el actual despilfarro energético: mal aislamiento térmico de los edificios, bajo rendimiento de los centros de producción, transformación y transporte de la energía y de las instalaciones industriales, transporte ineficaz, etc.

Segundo, hay que reducir todo lo que se pueda las emisiones de gases de invernadero:

- i) En cuanto a los halocarburos, habrían de proscribirse por completo: ya hay un acuerdo internacional, aunque por otra razón y con una cierta timidez; el problema aquí es hallar otros gases que, haciendo el mismo trabajo, no perjudiquen a la atmósfera.
- ii) Mejorar el rendimiento energético, lo que comportaría reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducción de la contaminación atmosférica, disminución de la acidez de la lluvia y, además, mejoraría la balanza de pagos de los países importadores, tanto con cambio climático como sin él. Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> supone quemar menos combustibles y sustituir cada vez más el carbón y el petróleo por el gas natural, que, no obstante, planteará al cabo de algunos años el problema del exceso de óxidos de nitrógeno.
- iii) Estimular la investigación y el uso, hasta donde sea posible, de energías renovables: solar, eólica, geotérmica, etc. Como se trata de energías dispersas, es difícil que estas fuentes puedan suministrar más allá del 15% de la demanda energética.

iv) Y un punto que en nuestro país es tabú pero debe mencionarse: es posible que nuestros métodos no tengan más remedio que reconsiderar la moratoria nuclear, pues la aversión popular no basta para resolver los problemas. Se debería estimular la investigación en este campo para lograr que la energía nuclear llegue a ser aceptable además de económicamente factible. Téngase en cuenta, no obstante, que no existe una tecnología absolutamente segura y debe aceptarse un porcentaje de riesgo como se acepta, por ejemplo, en los viajes en avión, en automóvil o incluso en ferrocarril (recuérdense los dos recientes accidentes).

Tercero, habría que detener la deforestación, pese a la dificultad de lograrlo; habría que mejorar los cultivos, empleando las variedades más resistentes a las variaciones de temperatura a la sequía o al exceso de lluvia; y habría que abordar frontalmente problemas tales como una gestión razonable y realista de las aguas, incluso invirtiendo grandes cantidades en las obras necesarias. Nada se perdería con ello aunque no hubiera cambio climático, pues sí habrá, como hasta ahora, años excepcionalmente lluviosos y periodos de pertinaz sequía

Cuarto, evidentemente, hay que continuar vigilando el curso de la temperatura media global y se ha de proseguir y estimular la investigación sobre modelos climáticos para tratar de eliminar las actuales incertidumbres. Ahora que el efecto de invernadero ha pasado a primer plano, esto parece asegurado, pero la realidad es que continúa siendo difícil conseguir los medios económicos y materiales necesarios para llevar a cabo estas investigaciones.

Y finalmente, creo muy importante no hacerse demasiadas ilusiones. Bueno será que se puedan poner en marcha estas y otras medidas, pero es prácticamente imposible resolver por completo el problema. La población mundial crece y con ella la demanda energética, es improbable que se pueda lograr ni siquiera mantener el contenido de CO<sub>2</sub> al nivel actual. Y es posible que la atmósfera nos sorprenda una vez más demostrando que, por el contrario, es urgente lograrlo. Por otra parte, la cuestión de las medidas a adoptar ya no es científica sino política y social, y no hay que esperar demasiada cooperación, porque a nadie le hace gracia prescindir de cosas a las que estamos acostumbrados y vivir peor que ahora. Pese a todo, es obligado tratar de mantener un cierto equilibrio entre un descenso no demasiado grande del nivel de vida y un mayor cuidado en la preservación de las condiciones de habitabilidad del planeta.

### ¿Hay que hablar ahora del agujero de ozono?

En rigor, no. El incremento del efecto de invernadero y el agujero de ozono son dos fenómenos cuya causa última es la contaminación atmosférica debida a la actividad humana, pero aquí se acaba la similitud. Sin embargo, la gente suele asociar ambos fenómenos y ello tal vez justifique tratarlo.



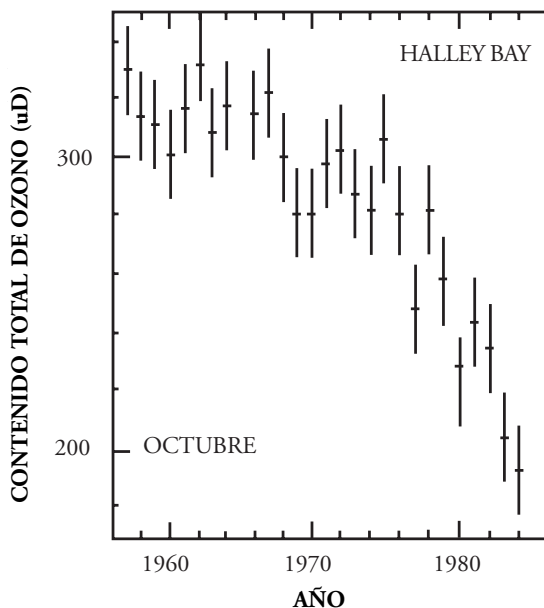


Figura 4

De hecho el descubrimiento del «agujero» de ozono puso en evidencia de forma dramática lo poquísimos que sabemos acerca de la atmósfera. A comienzos del decenio de 1970 se había especulado (Crutzen, 1970; Johnston, 1971) sobre el riesgo de que los aviones supersónicos de transporte, que producen, como todo motor de reacción, grandes cantidades de óxidos de nitrógeno, pudiesen deteriorar la capa de ozono de la estratosfera (al primero le valió el premio Nobel de 1995). También preocupaban los ya mencionados halocarburos: Molina y Rowland (1974) llamaron la atención sobre el riesgo de que los iones flúor y cloro de estos compuestos reaccionasen con el ozono y lo destruyeran de paso. Compartieron el Nobel con Crutzen.

Pero a nadie se le había ocurrido que ello pudiera suceder en el lugar más remoto del mundo, donde prácticamente no vive nadie (unas 4.000 personas en verano y quizá menos de 1.000 en invierno para 13,6 millones de km<sup>2</sup>) y donde no hay actividad industrial alguna: la Antártida. En lo que sigue se trata de explicar la lógica de este sorprendente comportamiento.

### La capa de ozono

El ozono estratosférico es de importancia primordial en el balance ecológico del planeta Tierra porque, merced a sus procesos de formación y destrucción, actúa como pantalla impidiendo la llegada de la radiación ultravioleta de corta longitud de onda extremadamente destructora para los tejidos vivos. Se acostumbra a distinguir tres regiones en esta parte del espectro: la ultravioleta A

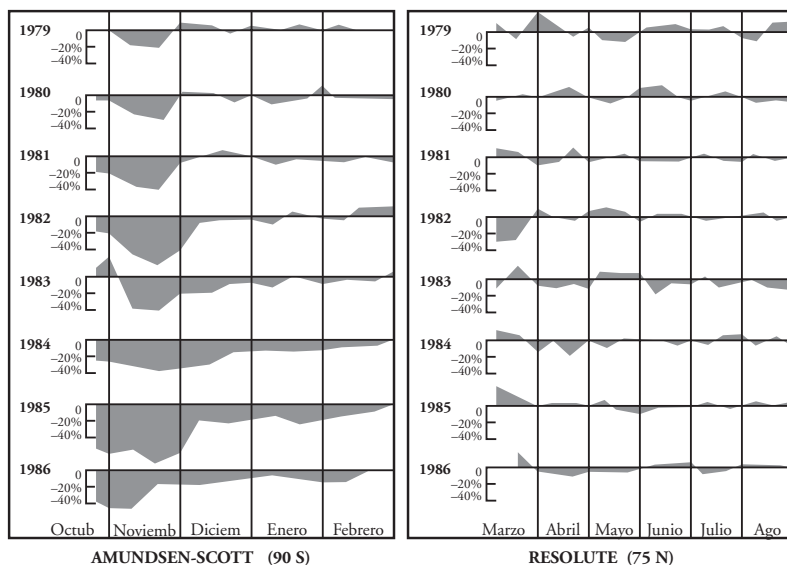


Figura 5

(UV-A) entre 320 y 380 nanómetros (nm,  $10^{-9}$  metros o millonésimas de milímetro), que es la más próxima al visible; la UV-B, entre 290 y 320 nm, y la UV-C, de longitud de onda 200 a 290 nm. De ellas, el ozono prácticamente no absorbe la UV-A; su formación y disociación absorben totalmente la UV-C impidiéndole llegar a tierra; en cuanto a la absorción de UV-B, depende marcadamente de la concentración de  $O_3$ .

Ésta se puede medir desde tierra gracias al espectrofotómetro Dobson, ideado y construido hacia 1924. Los equipos actuales, básicamente análogos pero aprovechando la electrónica y la miniaturización, permiten incluso hacer observaciones de noche con luz de luna (Dobson, 1957). Y mediante una complicada técnica operatoria y matemática, llamada efecto Umkehr (o de inversión), se puede deducir no sólo la concentración total del ozono, sino su distribución vertical. En el AGI se instalaron dos equipos Dobson en las bases antárticas británicas de Halley Bay ( $76^\circ$  S,  $27^\circ$  W) y Argentine Islands ( $65^\circ$  S,  $64^\circ$  W, actualmente Faraday, en la Península Antártica): en 1961 se montó otro en la base norteamericana Amundsen-Scott (Polo Sur) y en 1967 otro en la base japonesa de Syowa ( $69^\circ$  S,  $40^\circ$  W). Desde el decenio de 1960, la distribución vertical del  $O_3$  se puede obtener directamente mediante *ozonosondas*, complemento del radiosonda dotado de un sensor de concentración de ozono y la correspondiente telemetría. A partir de 1964, con el programa Nimbus, se inició la medida mediante satélites: el *Nimbus 4* llevaba un instrumento llamado BUV (de Backscattered Ultra Violet, o fotómetro de ultravioleta retrodifundido), que operó de 1970 a 1977, y hasta 1988 lo

hizo el *Nimbus 7*, portador del TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer* o espectrómetro de cartografiado del contenido total de ozono), y el SBUV (*Solar Backscattered Ultra-Violet*), versión mejorada del BUV. En la actualidad en los satélites *NOAA-11* (hasta 1994), *NOAA-9* y *Meteor-3* están funcionando versiones perfeccionadas del SBUV, que permiten mantener una vigilancia continua.

## Una sorpresa

Se comenzaba ya a conocer la climatología del ozono en la Antártida, es decir, se sabía cuál era el valor medio en cada estación del año, se sabía que la concentración bajaba en primavera y se recuperaba en verano, etc. Pero los investigadores británicos habían observado que desde mediados del decenio de 1970 algo extraño le ocurría al ozono antártico: cada primavera su concentración descendía de modo anómalo (Fig. 4). Comprobado que no se trataba de errores personales ni instrumentales, sólo quedaba aceptar la realidad del fenómeno: así lo comunicaron en un artículo ahora famoso (Farman, Gardiner y Shanklin, 1985) donde se proponía también una explicación en parte química y en parte dinámica. Chubachi (1984) había notado lo mismo en Syowa y había sido el primero en dar la voz de alarma, que pasó desapercibida.

El trabajo británico, además de sensación, produjo inquietud entre los científicos americanos a cargo de los TOMS y SBUV del *Nimbus-7*: ¿por qué el satélite no lo había detectado? Una búsqueda metódica de las posibles causas reveló la casi cómica razón: en el programa del ordenador que procesaba los datos en tierra había una condición imponiendo que si el contenido de ozono caía por debajo de un cierto umbral (establecido según la climatología entonces conocida del  $O_3$ ), la observación debía rechazarse. Comprobado que el umbral era demasiado alto, se corrigió el programa, se recuperaron los datos almacenados que no se habían usado, y no solamente se halló el empobrecimiento vernal de la estratosfera antártica en ozono —gráfica aunque incorrectamente llamado *agujero de ozono*<sup>1</sup>— sino que resultó abarcar gran parte de la Antártida y no se trataba, por tanto, de un fenómeno local de Syowa —la base japonesa— o Halley Bay.

## Las características del «agujero»

He aquí las que parecen bien establecidas:

1. La concentración de  $O_3$  disminuye bastante bruscamente hacia la primavera austral y se va recuperando durante el verano (parte izquierda de la figura 6. Amundsen-Scott, Polo Sur).
1. En realidad se trata de un empobrecimiento de la estratosfera en ozono, pero la expresión agujero de ozono es tan gráfica que resulta ocioso pretender cambiarla. Técnicamente, la expresión se reserva en la actualidad para concentraciones inferiores a 220 unidades Dobson.

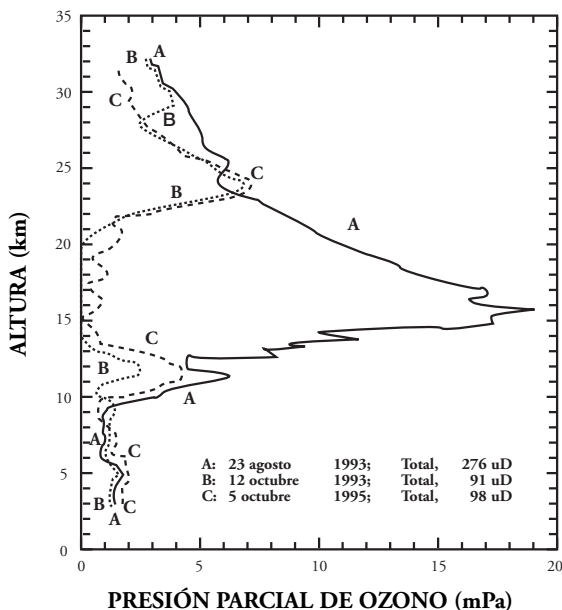


Figura 6

- Desde su descubrimiento la profundidad y extensión del agujero ha ido aumentando, si bien con fluctuaciones: el retorno a los valores normales se retrasa más cada año, es decir, la duración del agujero va aumentando.
- Los valores de otoño e invierno son normales. En ocasiones la disminución vernal es espectacular: la columna total de  $O_3$  puede reducirse en más del 50% y localmente la destrucción del ozono puede ser casi total (Hales, 1996; Fig. 6, curvas del 12 de octubre de 1993 y del 5 de octubre de 1995).
- Sólo se observa en la baja estratosfera de la Antártida. La parte derecha de la figura 5 que corresponde a Resolute, Canadá, no muestra agujero pese a su latitud comparable a la de Halley Bay.
- Se empezó a observar hacia 1968 (Figs. 4 y 5).
- Suele haber una región rica en ozono en el segundo cuadrante.
- La intensidad del agujero varía de unos años a otros. El más profundo conocido se dio en 1993, seguido de los de 1985, 1987 y 1995. La profundidad del agujero parece estar relacionada con la actividad de las ondas planetarias en el vórtice polar, del que se trata después. Algunos autores han sugerido prematuramente una hipotética periodicidad bienal, en que las profundidades mayores del agujero corresponderían a los años impares.

### Formación y destrucción del ozono del «agujero»

Chapman (1930) había propuesto una teoría según la cual a cada nivel entre los 10 y los 40 km actuarían simultáneamente un mecanismo de formación y

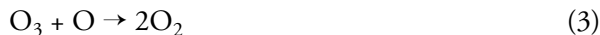
otro de destrucción del ozono hasta alcanzar un régimen estacionario, en el que producción y destrucción se compensarían. La producción se debería a absorción de radiación ultravioleta de longitud de onda  $\lambda < 242$  nm, que rompe la molécula de oxígeno



y el átomo de oxígeno, en presencia de una molécula M que absorbe la energía liberada en la reacción y se combina con una molécula de oxígeno normal



La destrucción se produciría por descomposición (recuperación de la forma estable) o por fotodisociación (absorción de radiación, también ultravioleta de longitud de onda  $200 \text{ nm} < \lambda < 340 \text{ nm}$ ) según



Las reacciones de formación (1) y (2) predominarían en la parte baja de la capa de ozono y las de destrucción (3) y (4) lo harían en la parte alta, lo que justificaría la forma del perfil vertical de la concentración de ozono (Fig. 4, curva del 23 de agosto de 1993). El calentamiento producido por la absorción de radiación es responsable del aumento de temperatura en la baja mesosfera, en contraste con la cuasi-isotermia de la estratosfera.

Al mejorar el conocimiento de las constantes de las reacciones (3) y (4), se ha visto que éstas son insuficientes para explicar la destrucción del ozono: el ritmo de producción sería unas cuatro veces mayor que el de destrucción. El principal mecanismo de destrucción es en realidad una serie de ciclos catalíticos de la forma

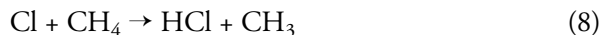


con el resultado neto



donde las especies químicas X son, por orden de importancia, los monóxidos de nitrógeno NO y de cloro ClO, mientras que en la alta estratosfera y mesosfera el más importante es el radical hidroxilo OH. Estas reacciones, no obstante, sólo explican el proceso natural de formación y destrucción del ozono, pero no el «agujero», porque la concentración de oxígeno atómico O es tan baja que hace la reacción (6) insuficiente.

Diversas campañas de medidas llevadas a cabo en 1986 y 1987 en la Antártida y en 1989 y 1991-1992 en el Ártico establecieron una relación entre el empobrecimiento en ozono y los halocarburos, como Molina y Rowland habían sospechado. Ellos postulaban las reacciones (5) y (6) con  $X = Cl$ , pero la presencia de dióxido de nitrógeno  $NO_2$  y metano  $CH_4$ , ambos relativamente abundantes, detiene el ciclo catalítico al transformar el  $Cl$  en cloruro de hidrogeno  $HCl$

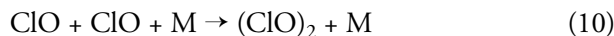


y el monóxido de cloro  $ClO$  de (6) en nitrato de cloro  $ClONO_2$



compuestos que hacen el cloro inactivo respecto al ozono y actúan por tanto como depósitos de cloro.

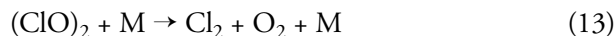
En cambio, como Luisa y Mario Molina (1978) han mostrado, para la destrucción del ozono resulta ser crucial la formación de un dímero del monóxido de cloro, procedente de la reacción (6) (con  $X = Cl$ ) seguida de



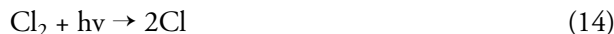
y la fotólisis directa



o bien la disociación del dímero en primer lugar



y del cloro después

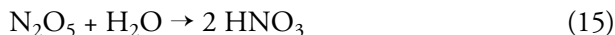


y el  $Cl$  liberado en (12) y (14) vuelve a reaccionar según (5) (que no requiere presencia de oxígeno monoatómico), destruyendo el ozono.

Durante la mayor parte del año, no obstante, este ciclo de reacciones no actúa porque los átomos de cloro permanecen «secuestrados» en los *compuestos depósito*. La destrucción en gran escala del ozono requiere un mecanismo que libere el cloro de sus depósitos y una eficaz desnitrificación que garantice muy baja concentración tanto de  $NO_2$  como de  $CH_4$  a fin de hacer las (8) y (9) inoperantes.

Las medidas mostraron que esta segunda condición se cumple en la estratosfera antártica primaveral gracias a la formación durante el invierno de unas

nubes especiales, las *nubes estratosféricas polares* (NEP) (Hamill y Toon, 1991), que requieren muy bajas temperaturas y parecen pertenecer a dos tipos: el I sería de ácidos nítrico y sulfúrico y agua; el II sería de cristales de hielo. Estas nubes son sede de reacciones en fases heterogéneas (gas-sólido) de extraordinario rendimiento, que liberan el cloro  $\text{Cl}_2$  de los compuestos depósito al mismo tiempo que secuestran los óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  almacenándolos en forma de ácido nítrico, por ejemplo



El proceso que opera durante la larga noche polar se conoce como *desnitrificación* (eliminación de  $\text{NO}_2$ ) de la estratosfera. Las partículas de ácido nítrico de las NEP, por su parte, sedimentan con el tiempo, desnitrificando efectivamente la estratosfera polar.

Al retorno del Sol a la estratosfera antártica, fotoliza el  $\text{Cl}_2$  en dos átomos de Cl y las reacciones (5) a (14) prosiguen en gran escala sin el obstáculo de las (8) y (8) pues las NEP ya han denoxificado y desnitrificado la estratosfera. Esto explica la destrucción brusca y masiva del ozono en primavera: el *agujero de ozono*.

Más adelante, cuando la radiación alcanza valores suficientemente altos, desaparecen las condiciones necesarias para dicha destrucción, la intensa circulación ciclónica asociada al vórtice polar queda sustituida por una débil circulación anticiclónica, y se produce una fuerte subida de temperatura que disipa los NEP. Los óxidos de nitrógeno, ya no retenido en ellas, vuelven a frenar el ciclo catalítico de destrucción de ozono hasta detenerlo a mediados o finales de primavera y éste recupera poco a poco su concentración normal. Algunas veces, los cambios de circulación y temperatura son tan insólitos que se habla de *derrumbamiento* del vórtice y *calentamiento explosivo* de la estratosfera (Palmer y Taylor, 1960).

### El vórtice polar antártico: diferencias con el ártico

Lo dicho no explica por qué el agujero de ozono es un fenómeno exclusivamente antártico; hay para ello razones geográficas y meteorológicas.

Debido a que la Antártida es un continente casi circular, a que en el hemisferio Sur los restantes continentes no se extienden hasta latitudes altas y al predominio de los mares sobre las tierras, la circulación atmosférica es allí mucho más zonal —es decir, según los paralelos— que en el hemisferio Norte. Ello crea un déficit de transporte meridiano de calor y consiguientemente una fuerte diferencia de temperatura entre las bajas y las altas latitudes australes, o gradiente meridiano de temperatura que a su vez refuerza la circulación. El fenómeno alcanza caracteres extremos durante el invierno. Al comienzo de la noche polar cesa el calentamiento de la estratosfera por absorción de radiación ultravioleta, mientras que la emisión de radiación infrarroja prosigue imperturbada. Este aire extraordinariamente frío se contrae y desciende, creando un

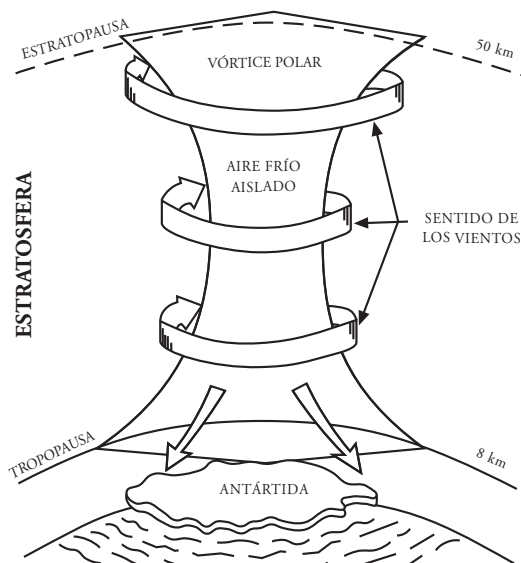


Figura 7

fuerte gradiente meridiano de presión que impulsa el aire de latitudes medias hacia el Polo Sur; pero la fuerza de Coriolis desvía su trayectoria convirtiendo la corriente inicialmente meridiana en una corriente zonal o chorro entre las latitudes 50° y 70° S en que el viento alcanza velocidades de casi 400 km/h: el vórtice polar (Palmer, 1959: Fig. 7).

El aire en el interior del vórtice queda todo el invierno prácticamente aislado del resto del hemisferio mientras prosigue el enfriamiento radiactivo. La consecuencia es un enfriamiento extremo de la estratosfera antártica que alcanza temperaturas inferiores a  $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$  sin paralelo en el Ártico, donde son por término medio 10 a 15  $^{\circ}\text{C}$  más altas. Entre los sondeos de la figura 8, realizados por el autor (1967) y colaboradores en una estación antártica durante el año 1961, el n° 4, correspondiente al 17 de julio, muestra una estratosfera tan extraordinariamente fría que desaparece la inversión tropopáusica. Se usaba un radiosonda cuyo límite inferior de temperatura era del orden de  $-88\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se nos salió de escala tres veces durante el invierno.

Como las NEP —esenciales, como se ha visto, para la destrucción del ozono— sólo se forman a temperaturas vecinas a  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ , son mucho más abundantes y persistentes en la Antártida que en el Ártico, donde su escasez y limitada duración les impide realizar una desnitrificación efectiva de la estratosfera.

### Más incertidumbres

Tras lo expuesto, surge espontáneamente cierto número de preguntas. Sin entender agotar la cuestión, he aquí algunas:



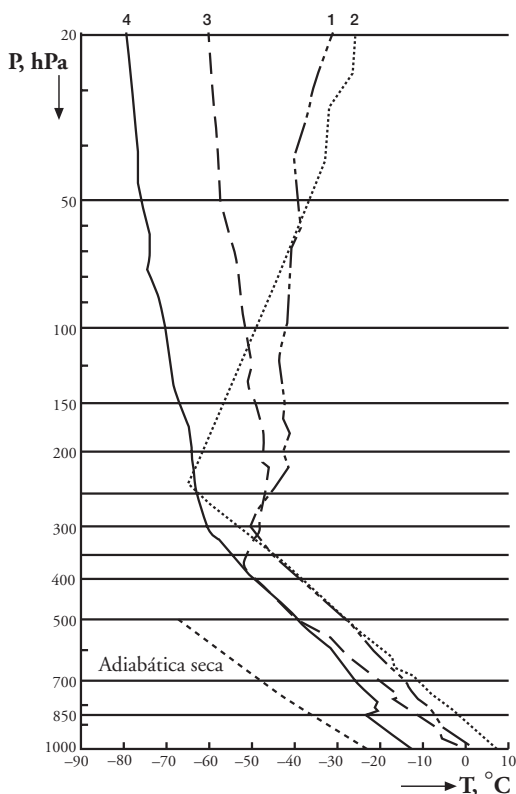


Figura 8

1. ¿Por qué apareció el agujero hacia el decenio de 1970?
2. ¿Puede algo semejante ocurrir en el hemisferio Norte?
3. ¿Podría el agujero extenderse a latitudes medias?
4. ¿Si fuese así ¿comportaría algún riesgo para los seres vivos?
5. ¿En caso afirmativo ¿hasta qué punto sería peligroso?

La respuesta a la primera parece sencilla. El uso industrial de los halocarburos data aproximadamente de 1950; hicieron falta alrededor de veinte años para que esos gases, descuidadamente lanzados a la atmósfera, llegasen hasta la estratosfera y fuesen arrastrados por la circulación hasta la Antártida.

Si la explicación del agujero que se ha expuesto es correcta, la respuesta a las dos preguntas siguientes ha de ser negativa, pues en ningún otro lugar de la Tierra se dan las extremas condiciones antárticas: un vórtice extraordinariamente intenso y aislado que impide el intercambio no sólo de calor, sino de materia con el resto del hemisferio: las temperaturas excepcionalmente bajas consecuencia de ello y de la noche polar, y la formación y persistencia de nubes estratosféricas polares que desnitrifican la estratosfera. Nada de ello sucede en

el Ártico donde el vórtice, mucho más débil y menos zonal, se destruye al menos una vez durante el invierno como consecuencia de la advección de aire más cálido. Ya se ha indicado el dominio de temperaturas árticas; las NEP son pues escasas y esporádicas. En consecuencia, aunque en algunos puntos se destruye el ozono —*miniagujeros*—, éstos son transitorios, de extensión limitada y comparativamente poco profundos.

Pese a ello, parece inquietantemente claro que en las latitudes medias del hemisferio Norte el contenido total de ozono ha estado disminuyendo a razón de entre 1 a 6% por decenio, dependiendo de la estación del año y la latitud, y la mayor parte de la disminución tiene lugar en la baja estratosfera. Esto contradice la explicación anterior, según la cual la máxima destrucción debería tener lugar donde es máxima la irradiancia ultravioleta, es decir, a grandes alturas. Parece, pues, que la explicación no es del todo completa y se deberá revisar. Se ha sugerido que el mecanismo del dímero  $(\text{ClO})_2$  puede no ser el único medio de destrucción del ozono y se ha considerado la posibilidad de que el aerosol estratosférico de sulfatos, siempre presente en la baja estratosfera del hemisferio Norte, desempeñe un papel similar al de las NEP favoreciendo las reacciones en fases heterogéneas. Aunque no sea de esperar una destrucción masiva del ozono como en el agujero antártico, hay poca duda de que en nuestro hemisferio se está produciendo un empobrecimiento, por ahora lento y leve.

El efecto de este empobrecimiento de ozono sobre los seres vivos estriba en el aumento de la dosis de radiación UV-B que recibirían. No es fácil cuantificar el aumento de UV-B en función de la disminución de  $\text{O}_3$ , porque tanto el vapor de agua como las nubes y las partículas de aerosol actúan en sentido contrario y de manera complicada. Hay que contar, también, con la atenuación de la radiación UV por parte del  $\text{O}_3$  troposférico. Tampoco es sencillo el problema de la dosis, porque la irradiancia UV-B recibida depende de la concentración de  $\text{O}_3$ , pero también de la inclinación del haz solar, a su vez en función de la latitud y la época del año. Por estas razones, gran parte de la información que sigue debe considerarse con suma reserva. Se suele mencionar el incremento de lesiones oculares y cutáneas e incluso alteraciones de los ADN portadores del código genético como consecuencia del aumento de la dosis de UV-B; algunos investigadores médicos (Scott, 1984) han estimado que un aumento de  $n\%$  de la irradiancia UV-B recibida llevaría consigo un aumento de  $2n\%$  de los casos de cáncer de piel. Se ha hablado también de extrañas enfermedades oculares en el ganado en el Sur de Chile, reducción de cosechas, reducción del fitoplancton con las consiguientes alteraciones ecológicas, etc. Todo ello está pendiente de un estudio riguroso, difícil de realizar dada la inexistencia de una red mundial de observaciones de irradiancia solar espectral.

# Disseny d'ecoproductes: una nova eina de gestió ambiental

Joan Rieradevall

## Antecedents

La problemàtica ambiental va centrar-se, en un principi, en els projectes per acabar derivant, en un temps relativament recent, en els productes. Per millorar les actuacions en el camp ambiental, en els anys 70 i principis dels 80 es va desenvolupar l'estratègia de l'impacte ambiental. Més endavant, en els anys 80, es va desenvolupar l'estratègia de les auditories ambientals i ara es comença a parlar d'auditories municipals. A principis dels anys 90 es pren consciència de la necessitat de focalitzar el plantejament ambiental en els productes. Hem passat de ser, fa dos-cents anys, una societat principalment agrícola, en la qual es perceben els recursos com a il·limitats, a ser, en el segle XIX, una societat industrial que intenta dominar els recursos i l'entorn. Ja al segle XX es produeix un fort augment del consum, que juntament amb l'augment de la població, comporten una gran sobreexplotació i un creixement incontrolat.

Les gràfiques de l'evolució durant aquest període d'alguns indicadors mostren que la situació de creixement no és estàtica, sinó dinàmica. La població, la producció industrial i la contaminació atmosfèrica creixen d'una manera exponencial. S'observa que els tres elements, població, producció i contaminació, estan interrelacionats. A finals dels anys 80 i principis dels 90 les reflexions sobre aquest model de desenvolupament i les seves alternatives es concretaren en el que s'anomenà *desenvolupament sostenible*, entès com el model de *desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre les necessitats de les generacions futures per satisfer les pròpies*.

## Estratègies del sector industrial

La proposta del desenvolupament sostenible provoca que una part del sector industrial es replantegi la validesa de l'estratègia d'explotació il·limitada dels recursos, de consum il·limitat d'energia i d'emissions contaminants no controlades. Hi ha alguns elements positius que indiquen que les empreses generadores de productes i serveis comencen a tenir consciència que l'actual situació d'impacte i d'ús il·limitat de recursos és insostenible. Des d'una perspectiva

ambiental el sector productiu està rebent una pluja d'idees com ara noves tecnologies, màrqueting ambiental, ecoetiquetatge, qualitat de producte o estalvi d'energia. Igualment, el sector industrial està sent bombardejat, des dels anys 80, amb conceptes com impacte ambiental, minimització, participació ciutadana, reutilització i benestar. Així doncs, la tendència de reflexió cap a un nou model s'està infiltrant en l'àmbit de la producció.

Com a resposta, el sector industrial es posiciona amb diferents estratègies. L'actitud predominant fins ara ha estat la *no integració* dels aspectes ambientals en la política d'empresa i en el disseny de productes. Els cotxes, per exemple, abans de la crisi energètica no tenien cap element d'integració ambiental: gran consum de recursos i de matèries primeres per a la fabricació, reciclatge inexistent i absència d'elements per reduir l'impacte atmosfèric i acústic en l'entorn.

Responent a l'esmentada pluja d'idees algunes empreses practiquen el *maquillatge ambiental* de la seva imatge i els seus productes. Continuant amb l'exemple, en aquests moments els cotxes es troben en fase de maquillatge: incorporen catalitzadors, hi ha hagut reducció de contaminació acústica, reducció de CFC en l'aire condicionat i s'han incorporat alguns components fets amb materials reciclats. En definitiva comencen a introduir-se alguns elements de redisseny de producte, tot i que molts cops condicionats per l'entorn del mercat que ho sol·licita. Finalment, ja existeixen alguns productes que han integrat els aspectes ambientals, i d'altres que fins i tot han integrat aspectes socials. Són els *ecoproductes* i els *ecoproductes socials*. El sector de l'automòbil s'aproxima als ecoproductes amb cotxes construïts al 100% amb material reciclat i amb el plantejament dels cotxes elèctrics.

## El present dels ecoproductes

La magnitud del canvi i el percentatge d'ecoproductes amb unes característiques o altres depèn molt del grau de sensibilització ambiental, de les pressions legals, i d'altres elements de pressió al país productor. En països com Àustria, amb un percentatge elevat d'ecoconsumidors, el consum ja està desplaçat cap a productes amb maquillatge ambiental o ecoproductes. En canvi, al nostre país, on els ecoconsumidors sols representen un 10% de la població, els ecoproductes es troben fora del circuit comercial i cal anar a fires de productes ecològics per trobar-los.

A més de l'increment del mercat de productes verds degut a la demanda social d'alguns col·lectius respectuosos amb el medi ambient, d'altres elements afavoreixen els canvis cap a la producció d'ecoproductes. El progrés científicotècnic posa a l'abast de la indústria tecnologies netes, unes eines imprescindibles en l'etapa de producció. En la mateixa etapa del producte, les noves tecnologies, juntament amb els plans de minimització de residus i de reducció del consum de materials, permeten reduir els costos ambientals, fent palès que no tota mesura de correcció ambiental té repercussions econòmiques negatives. Paral·lelament hi ha una millora en la seguretat en les empreses que reper-

cuteix en una reducció dels costos laborals i de contractes d'assegurances. S'està desenvolupant un màrqueting ambiental que va molt lligat a la millora de la imatge de les empreses. A més s'hi afegeix que l'alt valor de diferenciació dels ecoproductes els permet un millor posicionament en el mercat. Tots aquests elements es van concretant en la mesura que hi ha una major disponibilitat de tècniques d'anàlisi ambiental.

Hi ha, però, tot un seguit de factors que encara obstaculitzen el desenvolupament dels ecoproductes. Per una banda, la reglamentació existent és insuficient per al foment d'ecoproductes. Les ecoetiquetes pretenen promoure el disseny, la producció i la comercialització de productes que tinguin repercussions reduïdes en el medi ambient en tot el seu cicle de vida, i a la vegada proporcionen als consumidors informació ambiental sobre el producte. L'ecoetiqueta europea és una bona aportació, però encara molt recent, de l'any 1993. Actualment a Espanya només la té un producte (pintura) i la llista dels productes europeus amb ecoetiqueta no arriba al centenar (amb productes com rentadores, pintures i paper higiènic).

Una altra dificultat són les mancances en els programes de R+D (recerca més desenvolupament). Fins ara s'han focalitzat molt al final del procés, és a dir en el tractament, en l'eliminació i en el reciclatge. Actualment la recerca és insuficient en el redisseny de productes, que és l'origen dels problemes. De tota manera, en la darrera reunió de *Recicla* celebrada a Ginebra ja es van detectar indicis de canvi. De les propostes presentades enguany (1997) en aquesta reunió on es discuteix l'estratègia europea del reciclatge, el 50% anaven en la línia de redisseny de producte, el 15-20% en reciclatge i la resta en tractament. Comença detectar-se, doncs, un canvi en la visió de procés.

La lentitud de l'Administració en la presa de decisions i la insuficiència d'ajudes econòmiques no fomenten els ecoproductes. Tot i que comença a moure un sector important de l'economia mundial, el sector ecoindustrial es troba actualment en fase de desenvolupament. Aquest desenvolupament es veu dificultat pel tractat de lliure comerç que, en no contemplar aspectes ambientals i socials, permet el *dumping* ambiental i social.

Es poden esmentar altres esculls a l'aparició d'ecoproductes. Un és la difícil accessibilitat, i per tant l'alt preu, de la informació ambiental de qualitat. Un altre és la lentitud en els canvis d'hàbit de consum, que fa que l'actitud favorable al medi ambient que es detecta en les enquestes no es tradueixi en el comportament quotidià dels usuaris. Això va molt lligat al fet que els ecoproductes estan fora dels circuits de comercialització i s'han d'anar a buscar a fires específiques per a aquests productes.

### **Les etapes d'un producte: El cicle de vida**

Les successives etapes d'un producte són avantprojecte, projecte, desenvolupament, producció, servei i consum. Si bé l'impacte ambiental es detecta a partir de la producció, és en les primeres etapes de disseny i desenvolupament quan es genera.

Es poden seguir dues estratègies per dissenyar productes amb atributs més ecològics. L'estratègia més prudent, que podem anomenar de *l'evolució del canvi de disseny*, actua sobre un únic vector del producte, com per exemple reduir els residus. La nova llei d'envasos segueix aquesta estratègia relativament fàcil d'aplicar.

L'altra estratègia, molt més completa, és *l'anàlisi del cicle de vida del producte*. És una estratègia multivectorial que consisteix a actuar sobre totes les etapes de la vida del producte, no només en la de producció, sinó també en les de distribució, consum i reutilització. En certa forma pretén canviar la visió dels productes.

Les dues estratègies es poden exemplificar amb tres tipus de productes ben diferents: envasos, rentadores i habitatge. Com a primer exemple aprofitarem l'actualitat de la llei d'envasos i embalatges. Aquesta llei s'ha estat discutint durant tres anys i se n'han fet 15 esborranys. Però els envasos només representen l'1% del total de residus, la qual cosa fa evident la visió parcial de l'àmbit legal i en la presa de decisions. Amb els envasos s'ha seguit una estratègia monovectorial concentrada en la minimització de residus per reducció de pes i volum. En canvi, l'anàlisi del cicle de vida del producte en dóna una visió molt diferent, com es pot veure en el següent exemple dels gots de les màquines de cafè. Si comparem l'energia i recursos utilitzats i les emissions contaminants involucrats en la producció de gots de paper i de poliestirè expandit en resulta que el poliestirè utilitza més recursos no renovables, com el petroli, però el paper utilitza 15 vegades més productes químics, consumeix 13 vegades més energia i 1,3 vegades més aigua calenta, 170 vegades més aigua i 7 vegades més vapor.

L'exemple de les rentadores ja seria el d'un producte per ell mateix i no d'envasos. Els esforços de les empreses productores que es prenen seriosament el medi ambient es van centrar en la dècada anterior a reduir l'impacte ambiental de la fàbrica. En els anys 90, l'anàlisi del cicle de vida del producte revela que l'impacte més important ocorre en l'etapa d'utilització, que és quan s'utilitza més energia, quan es generen més residus i contaminació atmosfèrica i aquàtica.

L'habitatge també es pot plantejar com un producte més. Durant els anys 80 les estratègies de millora ambiental estaven focalitzades en l'ús, com en l'energia solar, l'aprofitament d'aigua de pluja, la reducció del consum energètic, l'arquitectura bioclimàtica. Analitzant un edifici, i tenint en compte que té un cicle de vida de 100 anys, s'observa que el pes de l'ús és important, un 50%, però que l'altra meitat de l'impacte està associat als materials de construcció.

La utilitat d'avançar cap a una anàlisi del cicle global del producte i deixar enrere l'estratègia senzilla monovectorial queda patent en aquests exemples.

## El paper del consumidor

La majoria dels que som aquí som consumidors o usuaris. El desenvolupament d'ecoproductes pot ser fomentat per l'ecoconsumidor si consumim seguint

estratègies que els afavoreixen. La més senzilla és consumir productes amb eco-etiqueta, tot i que moltes de les senyalitzacions actuals són parcials. En el cas que hi hagi productes alternatius, no comprar productes d'elevat impacte ambiental, i per realitzar una mateixa funció consumir productes de baixa toxicitat. Consumir productes de reduït volum, concentrats i en orri. Consumir productes amb més eficiència energètica. Consumir productes amb més d'una funció, ja que la fabricació de multiproductes consumeix menys energia i recursos. Consumir productes que continguin material reciclat i que siguin de cicle de vida llarg.

A més de consumidors, som usuaris, i ja hem parlat que l'impacte ambiental d'un producte pot donar-se d'una manera significativa en l'etapa d'ús. Actituds com no reemplaçar productes per modes sinó per l'ús; mantenir els productes, reparar-los i reutilitzar-los; augmentar-ne l'eficiència d'ús i compartir, i llogar, productes i serveis poden ajudar a reduir-ne l'impacte ambiental.

En definitiva, ens trobem en un moment de canvi en què hi ha una pluja d'idees per al disseny d'ecoproductes. Entre els dissenyadors i projectistes n'hi ha que encara no han integrat cap element ambiental i d'altres que fan maqui-llatge ambiental. Els més avançats, però, comencen a dissenyar ecoproductes o ecoproductes socials amb més contundència. Hi ha unes eines senzilles (monovectorials) per al disseny de productes més respectuosos amb el medi, com per exemple la reducció d'envasos. L'anàlisi dels cicles de vida dels productes és una eina més completa que treballa en multietapes, en lloc de només en una etapa del procés, i té en compte aspectes energètics, de recursos i ambientals.

# Urbanisme i disseny urbà

Manuel Ribas Piera

A les costes de l'Àsia Menor hi havia fa 2500 anys la colònia jònica de Milet que tenia un aspecte quadriculat amb blocs a l'estil de les illes de l'Eixample barceloní. Milet és un cas d'anticipació del que sembla la manera més normal de muntar una ciutat. Tant de bo al llarg dels segles sempre hagués anat així, perquè el fet és que la urbanització, tal com la nostra generació l'ha viscuda, és una trista història de degradació progressiva del paisatge, tant urbà com natural. El meu objectiu és avui donar una visió des de l'angle de l'urbanisme i del disseny urbà del que avui en dia se'n diu ecologia urbana, però malgrat que podia donar-ho a entendre la frase anterior, no ho faré de manera pessimista.

Per començar paga la pena fer una mica de distincions. Utilitzem el terme urbanisme per explicar el fer, vull dir l'acció, però pròpiament, i a la manera italiana, hauríem de parlar d'Urbanística com a Ciència, Enginyeria i Art del planejament de les ciutats. L'urbanista és el partidari que la ciutat es faci de la millor manera possible. Però per damunt hi ha la Urbanística, mitjançant la qual es pot expressar aquesta cosa que se'n diu bellesa.

## Apunts històrics

L'urbanisme neix al segle XIX, però no és batejat fins a l'any 1910, al primer congrés d'urbanisme celebrat a Berlín. Es pot considerar que el seu pare va ser la revolució industrial i que la seva mare va ser la revolució demogràfica que va seguir a la revolució higiènica. Una genealogia que es pot resseguir a partir del descobriment de la febre puerperal, una de les fites que va revolucionar la natalitat. Avui en dia els metges la deuen considerar poca cosa, però el descobriment de la malaltia va salvar infinitat de dones, i com a conseqüència, infinitat de nens. Les pràctiques natalistes, fins aleshores calia tenir molts fills perquè en visquessin un parell o tres, combinades amb la reducció de la mortalitat per estatges de la piràmide de població, van impulsar la revolució demogràfica. L'extraordinari creixement de la població va empènyer la mà d'obra sobrant al camp a anar cap a la ciutat, on la revolució industrial els proporcionava un lloc a les fàbriques. En aquest procés l'instrument ciutat es va fer



*ab norme*, que vol dir fora de tota norma, o, en altres paraules, d'una magnitud que abans mai ningú no s'havia imaginat que pogués prendre.

Les condicions de les ciutats al segle XIX van provocar una reacció humanitària. Calia salvar, no només de la febre puerperal, sinó també del tifus, del còlera i tantes altres malalties, aquelles poblacions massificades que, per primera vegada, s'anomenaven proletàries. En el camp de l'Urbanisme això es va traduir en un fort pensament de tipus higienista que va anar en paral·lel amb un fort pensament de tipus presocialista o protosocialista en l'àmbit polític.

El corrent de caire polític va ser utòpic, i alhora anarquista, ja que s'enfrontava a l'estat que generava aquella situació. Va donar una generació d'estudiosos, com Fourier a França amb el seu falansteri, o com el paternalista Owen a Escòcia, amb la seva Ciutat de la Bona Harmonia. Van deixar com a llegat teories i llibres publicats que, més endavant, al final del segle, d'altres autors van reprendre. El corrent higienista es reflecteix en l'expressió *l'urbanisme de tout-à-l'égout* —tot per a la claveguera— amb la qual un llibre francès d'urbanisme identifica aquesta època. Efectivament, en els tractats de la segona meitat del segle passat la importància de la claveguera és total. Recordeu aquelles imatges del Londres de finals del segle XIX que estan il·lustrades a les novel·les de Dickens, on pel mig del carrer hi va un curs d'aigua bruta a l'aire lliure.

Passada la primera meitat de segle van sorgir els tractadistes, el primer dels quals va ser Ildefons Cerdà. El llibre de Cerdà *La Teoria General de la Urbanització* consta d'un exhaustiu volum estadístic, extraordinari atenent als mitjans d'una època en què moltes coses es feien encara sense rigor. Hi ha un altre volum que explica el Pla i, fa poc, s'han trobat a la Biblioteca Nacional de Madrid els manuscrits de la Memòria on hi ha la teoria de la Ciutat, el veritable tractat que ell sempre esmentava. El llibre de Cerdà és el primer tractat d'Urbanisme que surt al món; i si bé no és de lectura amena, és on per primera vegada es diuen moltes de les coses que després repetiran tots els urbanistes. Amb posterioritat a Cerdà, els autors alemanys van anar traient més tractats i llibres d'urbanisme que justifiquen que jo anomeni aquest període l'època dels tractats, i que omple les dècades de 1850-1870. Els tractats queden publicats, però jo crec que ningú no en fa massa cas.

A finals del segle XIX apareixen uns moviments que enllaçarien amb els utòpics; però, mentre els utòpics eren de signe sociogràfic, sociològic o sociopolític, aquests eren de signe naturalista. Els utopistes de finals de segle no surten amb la castrada vocació de ser utopistes i prou, sinó que volen construir la Ciutat. Un anglès, Ebenezer Howard, va escriure l'any 1898 un llibre titulat *Ciutats-jardins pel demà, un real camí per a la solució dels problemes* on fa tota una filosofia basada en la seva teoria dels tres imants. La imatge d'aquesta teoria és la de tres imants, en un dels quals hi diu ciutat, en l'altre camp i en l'altre ciutat-jardí, que envolten un rètol central que representa la gent. Al costat de cada imant hi posa els desavantatges de cada lloc, excepte al de la ciutat-jardí, on tot són avantatges. Claríssimament, la ciutat-jardí ha d'atraure la gent que està en el centre de l'enfrontament entre la ciutat i el camp. Aquesta idea de ciutat-jardí, passant per la caseta i l'hortet de l'avi Macià, ha fet furor a Catalunya,

tot i que de forma adulterada, en forma de segon habitatge al mig d'una parcel·la separada de la casa del veí només per un parell de metres.

Abans que ell, i en la mateixa línia, el madrileny Soria y Mata es planteja, amb fórmula ciutat-jardí, és a dir amb casa envoltada d'espai lliure, el que ell anomena la *Ciutat lineal*. En els seus llibres proposa una ciutat lineal que aniria des de Gibraltar fins a Sant Petersburg. D'aquesta ciutat lineal se'n construeix un tram en un lloc entre Barajas i Madrid, del qual ara només en resta l'avinguda Soria y Mata. La Ciutat lineal de Soria y Mata és de 1870, vint anys anterior a Howard, i a mi em sembla que s'ha de fer honor, com ja ho va fer Le Corbusier, a la seva idea. La idea de la ciutat lineal es va introduir a Rússia i s'hi va conrear gràcies a un deixeble de Soria y Mata que va emigrar a l'imperi rus. La ciutat russa de Volgograd, abans Stalingrad, va ser construïda complint tots els sacraments de la ciutat lineal.

Mentre la ciutat lineal és una flor que, fora de Rússia, no fa estiu, la ciutat-jardí marca un corrent força important a casa nostra. Les conseqüències espúries d'aquest corrent són que de tot en diem ciutat-jardí. Recordo que en temps de la preguerra civil es cantava a la ràdio una cançoneta per anunciar la *Ciudad Jardin Florida*, que encara existeix amb estació de ferrocarril inclosa, i que va ser un primer episodi del que ha vingut després. En dic conseqüències espúries de la ciutat-jardí, però probablement des del punt de vista intencional de la gent no té res d'espuri, sinó que, realment, aquella gent sentien el pes de la ciutat *municipal y espesa*, com deia Rubén Darío, i volien anar-se'n a un altre territori bescanviant tot allò pel que després Le Corbusier en va dir les *condicions de natura*. Le Corbusier és molt insistent en el fet que les condicions de natura *sont perdues* —es van perdre.

A començaments del segle XX, quan ja s'havia batejat l'urbanisme, van coexistir dues tendències paral·leles. Una que jo anomeno bucòlica, sense cap intenció foteta sinó amb molt de respecte, però que també se'n podria dir romàntica. És una línia molt barcelonina i molt autèntica entroncada en el moviment de la ciutat-jardí. Va ser encarnada per la Societat Cívica de la Ciutat-Jardí i per Cebrià de Montoliu, un aristòcrata que va anar a morir a Amèrica perquè aquí no era comprès, i que fou continuat el 1917 per l'aleshores jove arquitecte Nicolau Maria Rubió i Tudurí. Els Güell, que d'això no hi entenien gaire però que n'havien sentit a parlar, van encarregar a Gaudí l'any 1902, tres anys després del llibre de Howard, una ciutat-jardí a can Muntaner de Dalt, on avui hi ha el parc Güell. Naturalment, Gaudí no podia saber gaire què era la idea de la ciutat-jardí i se la fa a la seva manera, que avui en dia seria molt dura, és a dir, molt arquitectònica i molt estructurada. La iniciativa no va prosperar gaire perquè d'aquella ciutat-jardí només se'n van construir dues cases, una d'elles l'actual museu Gaudí.

Aquesta tendència bucòlica, que deriva de Howard i dels exemples britànics, va córrer en paral·lel amb una altra que estava mes interessada en la racionalitat dels traçats. La tendència racionalista arrenca a l'Europa dels anys 1917-1918 a través de l'escola Bauhaus. Arriba a casa nostra a través del moviment del GATCPAC (Grup d'Arquitectes i Tècnics Catalans per l'Art

Contemporani) amb noms barcelonins com Josep Lluís Sert i Torres Clavé que, entre d'altres del grup, són importadors de les idees del grup de Le Corbusier. Aquesta racionalitat s'expressa en el pavelló alemany de Montjuïc o a la casa de la família Sert al carrer Muntaner; però no és únicament de caire arquitectònic, sinó que també s'expressa amb la ciutat de repòs de Castelldefels, una idea de ciutat-jardí amb petites unitats de cap de setmana de les quals encara en quedava alguna als anys seixanta. Jo m'he negat a considerar el corrent racionalista oposat al bucòlic, perquè presenta episodis com els esmentats, o com el pla Macià de sanejament del barri vell, realitzat durant el mandat d'aquest president.

Les dues tendències omplen la resta del segle XX d'una manera definida. Al meu parer, més endavant s'entra bastant en la cerimònia de la confusió, encara que aquesta visió no la comparteixen molts dels meus col·legues. Parlo de confusió actual en contrast amb el pes en la història de l'urbanisme de les èpoques que hem comentat fins ara. I parlo de confusió en el sentit que tot és permès, cosa que probablement és una característica del postmodernisme de la nostra època. Aquesta situació pròpia del final del segle que acabem de viure s'ha traslladat també al camp de l'urbanisme i del disseny formal, en els quals es fa difícil trobar línies conductores perquè totes són possibles i les expressions són multiformes.

## Plans d'urbanisme

És el meu deure explicar què és el que voldríem fer els urbanistes, que de vegades fem disbarats com tothom, i veure que el que pretenem amb els plans d'urbanisme no està pas tan allunyat dels afanys generals que mouen aquest cicle de conferències i la càtedra que l'organitza. En l'origen i en l'essència del pla d'urbanisme hi ha diferents aspectes. Hi ha un aspecte lògic d'investigació operativa. Un pla arrenca d'una situació que sempre és conflictiva, perquè si no ho és no paga la pena fer el pla, i per la via de la investigació operativa s'analitzen uns recursos, en consonància amb els quals es marquen uns objectius que han de ser compartits amb el destinatari del pla. El resultat d'aquest procés és una construcció racional, iterada i lògica que conforma el pla d'urbanisme. Vist des d'un altre angle el pla és una pràctica social, ja que, si no el fa ningú, el fa la gent ocupant o construint allò que necessita. Hi ha encara un altre aspecte de caràcter reglamentari. Com que la societat s'ha adonat que és bo que hi hagi plans, s'han institucionalitzat prenent la forma d'un document que a efectes pràctics és com una llei d'obligat compliment.

Els plans que ens ha tocat rebre són derivats de l'època arquitectònica i artística que he anomenat del racionalisme. Els racionalistes es van empescar la zonificació, o divisió de la ciutat en zones. A la carta d'Atenes de 1933 es va descriure que a la ciutat s'hi fan tres coses: residir, treballar i esbargir-se, més una quarta que és comunicar-ho tot. Aquesta perspectiva fa venir unes ganes esquizofrèniques de dividir la ciutat en trossos. L'any 1953, vint anys després d'Atenes, Josep Lluís Sert, un urbanista de tendència racionalista, va publi-

car un llibre titulat *El cor de la ciutat* on critica que la zonificació no contempla allò que havia sigut l'àgora de les ciutats gregues, el for de les romanes i la plaça major d'un qualsevol dels nostres pobles. Ell constata que aquests espais surten espontàniament, i aquesta constatació és el gran tomb del racionalisme estricte a una altra manera de pensar que, sense ser irracional, és molt més adequada a la realitat. Aquesta purificació porta a permetre altres expansions profundament arrelades al cor de l'home i que justifiquen absolutament totes les ciutats de la història, des de les mesopotàmiques fins arribar a la revolució maquinista de 1780.

Amb aquest bagatge es va arribar a la Barcelona de la transició amb una certa pressió del que se n'ha dit urbanisme quantitatiu, que identifica l'urbs que es regeix per números, alineacions, metres cúbics per metre quadrat, usos per zones, i tota aquesta faramalla numèrica que, en darrer terme, es tradueix en un altre número, en unitats de pessetes per metre quadrat, que posen preu a un terreny.

L'urbanisme quantitatiu fa crisi, precisament a Barcelona, com a conseqüència del repte dels Jocs Olímpics. En el pròleg d'Oriol Bohigas al llibre *Plans i Projectes* editat per l'ajuntament de Barcelona es carrega per primer cop contra l'urbanisme quantitatiu i s'aposta per l'urbanisme qualitatiu. La gent que ve a visitar Barcelona és obvi que no ho fa per veure els metres cúbics per metre quadrat, ni si l'ús d'indústria de tercera classe «C» està o no ben situat, sinó que venen per veure monuments, edificis públics, façanes, jardins i carrers. D'entre tots els aspectes del pla Cerdà, els que tenen més èxit entre els visitants no són els que entusiasmen els de l'ofici, sinó la placeta octogonal de vint metres per costat de les cruïlles de l'Eixample. El que se n'ha dit la dècada miraculosa, que van ser els anys vuitanta que van preparar l'eclosió del 1992, va venir del pas a la valoració formal i de descobrir que la ciutat la fa l'Arquitectura, no pas els números, ni els estàndards, ni les prohibicions i preocupacions del reglament urbanístic. Hi ha tota una sèrie de signes, insòlits a Europa, que marquen el moment. A Itàlia encara se sent admiració per com l'ajuntament va declarar el predomini del vianant, per l'atenció al barri i per la preferència per l'estètica. L'estètica urbana es fa per a tots els habitants i no és una frivolidat d'arquitecte. Substancialment, la feina dels arquitectes és fer una ciutat maca perquè la gent la pugui admirar i trobar-s'hi bé, i això és el que justifica els tractaments del centre. Es pot argumentar en contra que els diners s'han d'esmerçar a les barriades perifèriques. Ara bé, tenint en compte que a la plaça Catalunya els dissabtes hi va gent de tota la rodalia barcelonina, és ben evident que l'embelliment del centre no és una mena d'elitisme classista, ja que també en gaudeixen la gent dels voltants de Barcelona. És en aquest sentit que jo defenso que l'atenció primordial als aspectes de l'estètica urbana, —o, en dues paraules, l'urbanisme qualitatiu—, és un real servei als ciutadans millor que molts altres i no pas una preocupació elitista dels professionals arquitectes i d'alguns polítics il·lustrats. Perquè al triar aquesta professió, tots els urbanistes, uns i altres, ens comprometem a servir als nostres contemporanis unes ciutats tant de qualitat com siguem capaços de fer-les.

En l'època en que l'horitzó era l'any 92 la imaginació va estar al poder i es van fer coses que a pocs se'ls haguessin acudit. A qui se li podia acudir fer la Vila Olímpica on es va fer? Ara, que em sento fort, ho pregunto als quatre vents. Fa uns anys molt poca gent hi hagués posat la mà al foc. Al costat de la Vila Olímpica hi ha tot el conjunt de l'arquitecte Ferrater, mes enllà hi ha les obres de la continuació de la Diagonal i ja hi ha ara els projectes del zoològic, del port esportiu a Sant Adrià i també està prevista la total renovació del barri de la Mina. Tot plegat són cireres que han anat sortint de la panera des que es va estirar la primera amb l'acte utòpic de salvar l'antiga Ciutadella.

Entre Montjuïc i la Ciutadella els militars van tenir acuinada la ciutat de Barcelona. Però, a més, l'antiga Ciutadella va ser un tap per a Barcelona, ja que estava situada a la zona natural d'expansió urbanística i comercial. Comparant el padró de l'any 1515 amb el de 1715, els meus col·legues Garcia Espuche i Manel Guardia han constatat l'interès que la zona tenia per a la ciutat. Un interès que anava cap al carrer de l'Argenteria, amb la gent poderosa centrada en el Port i que van construir arran de la platja la segona catedral, Santa Maria de Mar. Una zona en expansió cap al Born i on es van situar els naviliers i comerciants, és a dir, la gent que fa bellugar els diners. Després de la conquesta borbònica de la ciutat, la construcció de la fortalesa militar que segueix és un traumatisme terrible. S'enderroca el convent gòtic de Santa Clara i el Born esdevé una zona sense sentit, o amb sentit purament limítrof, que els militars declaren no edificable després d'enderrocar-la i real·lotjar la gent de la Ribera a la Barceloneta. Urbanísticament les instal·lacions militars barren el pas al creixement de la ciutat cap a la costa. Jo crec que a Barcelona li tocava ser una ciutat estirada sobre les platges, com Niça, Gènova o Nàpols. Això no s'ha esdevingut fins ara, quan l'urbanisme qualitatiu està recuperant l'altra banda de la Ciutadella. Quan els militars van tornar l'espai a la ciutat s'hi van construir uns jardins que, no ens enganyem, han continuat fent de tap, i amb el zoològic encara més tap. Tots els barcelonins coneixíem estampes velles de Montjuïc vist des de la mar bella, però no havíem estat mai allí. Avui molta gent ho contempla ajeguda a la sorra de la platja. Aquesta recuperació s'ha fet, utòpicament, amb el pensament del 92. Perquè utopia no vol dir pas irrealitzable, utopia vol dir que de moment no té lloc, però que estem buscant alguna manera que allò es pugui produir. La Vila Olímpica va ser el començament d'aquest fet miraculós que està continuant i que culminarà amb la transformació del front del Poblenou cap a l'any 2025. N'estic segur.

Retornant a la cosa teòrica em plantejo perquè aquestes tendències urbanístiques s'aproximen a les d'aquells que assistiu a aquesta conferència i proveniu de disciplines com biologia o geologia, no gens relacionades amb l'amuntegar totxos. Quan Sert, fa més de 50 anys, va qüestionar *i el cor de la ciutat on el posarem?* estava plasmant urbanísticament que la funcionalitat no ho és tot. Les Rondes de Dalt van ser construïdes per fer ciutat i, a més a més, perquè els cotxes hi passessin ràpidament, però també era important fer façanes i, per això, les calçades laterals de la Ronda de Dalt tenen tanta importància com la que va pel Mig.

El fenomen de l'èxode del cap de setmana és extraordinari a Barcelona. Pensant amb la mentalitat del segle XIX, a Montjuïc no s'hi hauria de cabre un diumenge, i, en canvi, on no s'hi cap de vegades és a la Molina. Aquest èxode és el descobriment del territori periurbà i extraurbà que està aproximant les visions dels del gremi del totxo amb les dels de, per dir-ho d'alguna manera, gremi ecològic. Com a prova d'aquesta aproximació valgui el fet que, en la gestació del plans d'urbanisme, el sòl no urbanitzable és cada vegada més important, mentre que abans era de cinquena categoria i no s'abordava fins que l'urbanista no s'havia acabat de trencar la closca amb la resolució dels carrers i d'altres aspectes.

Jo crec que la visió de futur de l'urbanisme és avui parlar de l'harmònica construcció de l'Entorn, i no només de l'entorn en què ens trobem, sinó també de l'entorn que ens construïm. En aquesta construcció s'hi troben totes les ciutats que són signes dels temps, algunes de les qual encara m'he deixat de citar —com la teoria de les àrees metropolitanes com a ciutats difuses, com la cultura de l'oci, com el naturalisme creixent sensibilitzat per tothom.

En resum, estic dient que el nom nou de l'Urbanisme és Paisatgisme, i tant de bo ho arribi a veure.

# La ciutat com a nucli de comunicació i cultura. Pensada des de l'home, oblida el medi ambient?

Sebastià Serrano

Ara per ara estic molt interessat en els fonaments biològics de la comunicació després d'haver-ho estat en els fonaments matemàtics. El meu interès se centra a provar de discernir què devia representar en la naturalesa la irrupció del llenguatge, i com devia transformar-ho tot. En l'origen del treball hi ha, en part, unes lectures de l'obra de Ramon Margalef, sobretot de *La biosfera entre la termodinàmica i el joc*, un text que conté moltes idees interessants des de la perspectiva de la teoria de la informació. En aquesta línia, la conferència anirà des de la vinculació de la comunicació a la naturalesa fins al paper de la comunicació en la ciutat, i la relació d'aquesta comunicació amb el medi ambient.

## La comunicació i la biosfera

La informació només ha circulat una fracció limitada de tot el temps de la història de l'univers. Durant una bona part d'aquesta història es podria estudiar l'univers només tenint en compte un parell de categories, la matèria i l'energia, i unes quantes forces físiques, com les nuclears, l'electromagnètica, la gravitatòria, entre d'altres. Seguint totes aquestes lleis, l'univers es podria explicar de manera bastant senzilla i raonable, amb l'excepció del primer moment de la gran explosió calenta, que és un interrogant d'un gran nivell de complexitat. Quan emergeix la vida, cap als 3500 milions d'anys, apareixen entitats amb un parell de funcions noves, la funció metabòlica i la funció reproductora, que fins aleshores eren desconegudes. També irromp, per primer cop, aquesta nova categoria que anomenem informació. L'interès que té la vida des d'un punt de vista comunicatiu és una qüestió apassionant. La senyora Lynn Margulis ha estudiat que podien haver-hi contactes entre organismes on fins i tot s'intercanviés ADN. Aquesta aproximació em sembla força interessant, però deixarem un interrogant sobre el tema, ja que el nostre objectiu és la ciutat, i no la cèl·lula.

Passat molt de temps, milers de milions d'anys, l'emergència de la diferenciació sexual va ser un punt decisiu des del punt de vista comunicatiu. Aquest punt és força determinant perquè, a partir d'aleshores, una part de la continuïtat de la vida es posa en mans del contacte i de la comunicació, ja que només aquells éssers que comuniquin i contactin bé es perpetuaran en la seva

descendència. Tota una munió de signes van poblar la terra de comunicació. Primerament missatges químics, als quals després s'afegeixen diversitat de formes, de colors i de contactes. Sembla que l'esdeveniment de la diferenciació sexual es va produir fa al voltant de 1.000 milions d'anys. Fa 750 milions d'anys hi ha cervells a la terra, la qual cosa implica que ja hi ha necessitat de processar la informació, i que alguns éssers han especialitzat una part del seu cos en els processos de codificar-la i descodificar-la. Pensem que darrere de la descodificació de determinades olors hi ha centenars de milions d'anys, o que darrere de la descodificació d'una mirada o d'un somriure hi ha desenes de milions d'anys. Aquests són signes que han estat testats i passats per l'adreçador de la comunicació amb èxit, i aquells animals que l'han testat d'una manera correcta han tingut més èxit que altres.

La meva idea és que cada innovació biològica representa un guany en la comunicació, i qui sap si el comunicar-se no és una de les locomotores que condueixen l'evolució. Innovacions n'hi ha moltes i cadascuna té avantatges comunicatius. El fet que, com a mamífers que som, de petits haguem estat animals xucladors ha donat mobilitat als llavis, i el que tinguem la sang calenta ens dóna color a la cara. Ambdues coses representen molt des del punt de vista comunicatiu. Al ser animals carnissers, també estem acostumats a moure les barres, i aquesta mobilitat ha facilitat que puguem somriure. El fet que, a partir dels primats, els ulls puguin tenir visió estereoscòpica ens ha preparat per a la interacció cara a cara, una font de comunicació. Fa no massa temps, quan es va visualitzar per primer cop l'activitat cerebral, en una entrevista li van preguntar a l'investigador coordinador què era el que més els havia sorprès. Per damunt de tot, a més de la importància del lèxic, els va sorprendre la importància de la zona del cervell relacionada amb codificar i descodificar signes relacionats amb la cara, o, més planerament, la importància que la cara té en el processament de la informació.

En l'evolució cada vegada circula més informació, bé circuli en funció del metabolisme (detectar aliment), o bé de la reproducció (detectar mascle-femella). Els primers signes a codificar i descodificar pels éssers vius que es comuniquessin contindrien missatges relativament reduïts, com ara olors que són missatges químics de gran impacte però que només informen de presència-absència i difícilment estableixen una graduació. Aquest tipus de missatges que filen poc prim van dominar durant molt de temps. Avançant en l'evolució, la quantitat d'informació que circula en cada grup va augmentant. En els primats ja existeix un tipus d'informació dipositada en dipòsits no estrictament biològics, o més ben dit apresos, que probablement també es troba en d'altres mamífers i en aus. A partir dels mamífers, però sobretot dels primats, augmenta la informació del tipus d'ordre social, que podríem dir que facilita el contacte. Aquest tipus d'informació s'aprèn per resoldre problemes, o bé per establir contactes que exigiran determinats rituals que, al cap i a la fi, són comportaments comunicatius automatitzats. En l'àmbit dels primats hi ha força rituals que demanen ser apresos i, després, en l'àmbit dels homínids, s'incrementa el percentatge d'informació d'aquest tipus.



## El llenguatge

La societat, i per tant la informació, es fan més complexes en el moment en què irromp el llenguatge. Amb el llenguatge es pot passar la informació amb una gran facilitat. A més a més, la persona pot manipular aquesta informació, de manera que amb una gran facilitat es pot traslladar en l'espai i el temps. Nosaltres ho practiquem molt sovint sense adonar-nos-en, ara mateix ens hem traslladat fins a l'origen de la vida, un desplaçament bastant complicat sense un llenguatge ben bastit. Amb el llenguatge podem emmascarar la informació amb gran facilitat, podem enganyar i donar informacions falses sense que passi res des del punt vista del llenguatge. El llenguatge permet amb una certa facilitat fer inferències. És veritat que no les suficients per desenvolupar la ciència, i aleshores hem hagut de generar des del mateix llenguatge un altre llenguatge, com el de la lògica o el de la matemàtica, que s'han especialitzat a fer inferències. Les persones no necessitaven fer inferències per adaptar-se a alguna situació, encara que també en feien.

El llenguatge té dues limitacions, la permanència en el temps i la comunicació a distància. La comunicació es perd perquè les paraules s'esvaeixen ràpidament, i per això cal fer exercicis de memòria. La comunicació també està limitada per les lleis físiques que regulen la transmissió del so. Sembla que, des de fa pocs anys, ara a l'acabament del segle XX, ja hem resolt d'una manera completa tots dos problemes. La primera tecnologia que introdueix la humanitat per a la conservació de la informació és la poesia. L'origen de la poesia l'hem de veure sempre lligat a la necessitat de conservar la informació. La poesia no és més que una tecnologia artesanal, un artefacte que introdueix entropia negativa i permet conservar la informació. Quan vam ser capaços d'introduir una altra tecnologia, l'escriptura, la poesia s'abandona o es redirigeix, i aleshores passa a tenir una funció més aviat estètica per comptes de servir per conservar la informació. Jo penso que el llenguatge té com a mínim 500 mil anys i és possible que la poètica tingui 50 mil anys. Sabem que l'escriptura té 5 mil anys, que la impremta té cap als 500 anys, que els ordinadors tenen uns 50 anys i que la digitalització en té 5. La irrupció de totes aquestes tecnologies ha anat resolent cada cop millor els dos grans problemes: la conservació i la transmissió a distància de la informació.

## Les societats: pobles i ciutats

Al llarg de la història les societats humanes han anat guanyant en complexitat constituint petits grups en petits territoris que es poden considerar pobles. Una bona definició de poble és un conjunt de persones les quals, escollint-ne dues a l'atzar, sempre es coneixen. A partir del llenguatge aquestes comunitats guanyen en informació i comencen a bastir el que en diem universos simbòlics. Un univers simbòlic podria ser un parell ordenat en què el primer seria un sistema de creences i el segon un sistema de rituals. Amb el sistema de creences poseu-hi aquell tipus formulat amb enunciats que serien importants o pertinents

per a la continuïtat de la comunitat. La major part d'aquests enunciats estarien relacionats amb el coneixement de la naturalesa —alimentació i salut— i d'altres amb l'organització social. Probablement ben aviat en devien aparèixer alguns de relacionats amb el que podríem identificar com més enllà. Alguns primatòlegs discuteixen si ja en els primats existeixen universos simbòlics. Hi ha indicis que aquest tipus de sistemes deuen ser molt antics perquè els arqueòlegs ens han mostrat restes de comunitats que han practicat rituals funeraris que implicarien un sistema de creences, i molts d'aquests estarien lligats al coneixement de la naturalesa. Per exemple, fa poc es van trobar a França unes pedres de 40.000 anys d'antiguitat on cada dia durant tres mesos havia estat gravada una imatge de la lluna, la qual cosa informa que aquella comunitat vivia en sintonia amb els canvis de la lluna. Ha de ser obra de persones que haurien observat el cel molt precisament. Aquestes inscripcions comencen a caracteritzar un tipus de vida com de poble. La vida de poble, o de comunitat no gaire gran, s'adaptaria al pas del temps, de l'any i la vida de la persona. Seria un univers simbòlic on el sistema de creences i rituals aniria relacionat amb la naturalesa canviant, amb la qual estarien en harmonia els canvis en la vida de la persona i els canvis de la comunitat.

El que caracteritza la ciutat és el trencament radical, que nosaltres encara vivim, pel qual tots i totes estem desassistits d'aquest sistema de rituals. Jo crec que els ajuntaments i les institucions, o potser fins i tot la universitat, haurien de pensar a introduir un sistema de rituals nous que permeti viure d'una manera coherent. En principi els rituals poden servir per cohesionar, per identificar i per separar dels altres, però globalment també serveixen per donar sentit i per apaivagar l'ansietat. Així ocorre a les comunitats de navegants al Pacífic, de les quals parla el senyor Malinovski, que malgrat que estan immersos en una naturalesa difícil, viuen aquesta relació amb certa tranquil·litat. O bé com ocorre a les comunitats que viuen en harmonia amb la naturalesa en condicions *primitives*, si se'n pot dir així, que han estat estudiades pel company de l'Hospital Clínic, i que viuen en unes condicions que nosaltres consideraríem de pobresa però que, malgrat això, coneixen molt poc situacions depressives. L'univers simbòlic és una mena d'arquitectura cognitiva que dóna tranquil·litat a la persona perquè ho pot interpretar gairebé tot i li permet viure sense ansietat. Nosaltres, en canvi, podem interpretar molt poca cosa o gairebé no res, i això és un problema.

Les societats tradicionals van generar uns sistemes de creences i rituals que les societats modernes, i sobretot la ciutat des del desenvolupament de la ciència, no han acabat de donar. Amb el pas a la ciutat es guanya en complexitat, però la gent ja no es coneix. Aleshores es van introduint uns altres rituals. Són els rituals de la modernitat que els ajuntaments més inquietats procuren introduir, com poden ser itineraris per contactar amb la natura o els carrers per passejar badant als aparadors. Això també està relacionat amb el fet que hi hagi activitat de serveis, però es troba a faltar un ritual. Avui per avui no existeix un ritual d'identitat o de civilitat de la ciutat de Barcelona. Penso en les falles de la ciutat de València, on la cultura popular és el nervi que connecta la socie-

tat. Les comunitats o els pobles havien viscut aquest tipus de rituals d'una manera que en podríem dir religiosa, mentre que la ciutat representa la secularització lligada a la modernitat i a la ciència. La ciutat s'ha deslligat de la naturalesa. Les primeres grans ciutats són angleses i vinculades al procés d'industrialització. Els sociòlegs expliquen que a la gent de les ciutats angleses els va costar una generació acostumar-se a les sirenes de les fàbriques perquè ho estaven a les campanes. Jo sóc d'un poble bastant aïllat a la vora del Montsec, a les terres de Ponent, on tots ens coneixíem i del qual no vaig sortir fins que vaig venir a estudiar a la universitat de Barcelona. Recordo que vivíem de manera bastant harmoniosa, i els canvis que notàvem en la persona eren els mateixos canvis que es feien en l'any. Eren, a més a més, canvis molt lligats al món de la lluna i del sol, que també conjuminava el cristianisme entre el Nadal i la Pasqua. Alhora lligava el món de les oliveres, del panís, del blat, de la fruita, i, en aquest sentit, ho veies circular tot. També estàvem vinculats amb el món animal. La festa tradicional tenia també el sentit de fer contactes i presentar-se els uns als altres. Aquesta vida «harmoniosa» és un model de societat que, en molts llocs, arriba fins fa una generació.

La ciutat ha trencat el vincle amb el medi ambient i l'harmonia amb l'entorn. El fet és que jo no veig com refer-ho des de la ciutat estant. Podríem intentar-ho des de la postmodernitat i des d'un punt de vista racional. Al cap i a la fi cal pensar que, en el seu format actual, molts d'aquests rituals estan introduïts modernament, com les festes de moros i cristians introduïdes per la gent del tèxtil que va fer la industrialització. En canvi la gent del tèxtil de Sabadell i Terrassa va anar per una altra banda i la ciutat va conformar-se de manera diferent. Tot i que Alcoi i Terrassa comparteixen molts trets, com a ciutats són diferents, Alcoi és més articulada i amb més identitat per a un tipus de festa que s'ha sabut introduir. En aquest sentit, una mica la meua idea és que arriba un moment que ha d'haver-hi mecanismes que generin aquest tipus d'unitat entre les persones que constitueixen una determinada unitat. De fet les nacions-estat són això amb els seus símbols i els seus rituals. En l'àmbit de les ciutats també se n'hi estan afegint però qui està marcant la pauta són les grans empreses, que dediquen esforços a trobar rituals d'unitat entre la gent que constitueix l'empresa. Actualment hi ha congressos sobre retòrica, ritualística i simbologia que es mouen en l'àmbit de l'organització empresarial.

A la ciutat nosaltres ens hem despreocupat de moltes coses sense tenir en compte que una societat amb la màgia i amb la religió viu d'una manera més coherent. Curiosament, una societat més basada en la ciència i en la raó com la nostra està més desprotegida, en aquest sentit, que no pas una de més primitiva. Encara més curiosament, a la vora de centres culturals i científics punters, com ara la universitat de Berkeley, floreixen llocs on practicar rituals que es disfressen de pràctiques de relaxament. A l'acabar amb els rituals de l'església ens hem quedat una mica orfes i l'ansietat creix per tot arreu. Potser una manera de recuperar la serenitat seria intentar vincular el pas del temps, cosa ben fàcil en països com el nostre on les festes relacionades amb la primavera i la tardor podrien generar algun tipus de ritual. Jo crec que funcionaria, no és

per dir que hem d'utilitzar el model de la teoria de sistemes però tot i ser cert que tot és sistemàtic, no es pot introduir una cosa simplement perquè hi ha una casella buida. Cal que el que s'introdueixi estigui en funció de la resta de caselles, per una banda l'astronomia o, el que és el mateix, la naturalesa viva, per l'altra banda la naturalesa no viva, i, a la vegada, la naturalesa creada i la naturalesa simbòlica. Jo voldria animar a incloure sense por als estudis de medi ambient teoria del coneixement, sociologia del coneixement i teoria del ritual. Totes aquestes disciplines són les úniques que ho poden lligar tot i fer que tinguin sentit moltes d'aquestes practiques, perquè sinó tampoc no ho podrem aconseguir.

Necessitem un univers simbòlic i anem a la recerca d'aquest univers, amb un sistema de creences, que no cal que siguin religioses, i amb un sistema de rituals que ens permeti respondre tranquil·lament i ens permeti resoldre la major part de situacions comunicatives de la vida i, sobretot, estar amb harmonia amb el pas del temps i la naturalesa.

## Aspectes jurídics del medi ambient

Isabel Pont

No és una tasca fàcil resumir quins són els aspectes jurídics mediambientals més rellevants, en poc temps i de forma entenedora, i a un públic del tot multidisciplinar. La meva intenció en tot cas és simplement la de recordar avui que el dret és una eina, que és un instrument que serveix a la tutela de l'entorn i que com a tal és pròdig en registres útils per assolir aquesta finalitat. Dedicarem doncs uns instants a veure quins són els seus orígens, principis, i què aporten, o en què ajuden, al Dret Ambiental les altres branques jurídiques més consolidades, tot això de la forma més entenedora possible.

Cal començar recordant que el dret sempre neix com a reacció, a partir d'aspiracions i inquietuds sentides per la societat, inquietuds que arriben al legislador i acaben imantant l'agenda dels poders públics. També ens podem trobar davant d'uns determinats fets dels quals pensem que, si els poders públics els controlen i encotillen dins d'una norma jurídica, ens poden reconduir cap a una direcció més interessant o més convenient per a la societat i per a l'entorn. El dret ambiental neix quan es pren consciència de la crisi ambiental amb la idea que les normes jurídiques són una eina idònia per fer front a aquesta crisi. Hi ha gent que diu que, essent múltiples les normes que poden acabar incidint d'alguna manera en el medi, el dret ambiental té pròpiament els seus orígens en l'antic dret romà, grec o xinès. Sent més estrictes, el dret ambiental modern neix, a tot estirar, amb una normativa que limitava la combustió de carbó a l'Anglaterra dels segles XIII i XIV. Més rigorosament, tal com avui el coneixem, neix en puritat aquest segle els anys 1960-1970, quan es dicten normes que, de forma globalitzant, intenten incidir en tots els vectors ambientals. Hi ha normes molt sectorialitzades i concretes que tenen arrels més antigues, com la figura dels parcs nacionals als EUA, que és del segle XIX (Yellowstone, 1872). Una norma globalitzant, però, no va aparèixer fins al 1969 als mateixos EUA, i fou la NEPA (*National Environmental Policy Act*), la llei marc, o altrament anomenada «besàvia» de la política jurídica ambiental americana, fruit d'un interessant debat sociocientífic de base i de la repercussió de certes catàstrofes ambientals prèvies, així com del ressò obtingut per una certa literatura (com *Silent Spring*, de Rachel Carson). Avui en dia el dret ambiental és una disciplina quasi consolidada al ser múltiples les normes, generals o sectorials,

que, directament o indirecta, persegueixen reconduir les conductes relacionades amb l'entorn. A tall d'exemple, en l'àmbit espanyol, entre les Comunitats Autònomes i l'Estat, tota la nova normativa relacionada d'alguna manera amb el medi ambient del bienni 1995-96 representa un volum aproximat de tres-centes normes. Ho podeu comprovar ja sia via BOE i Diaris Oficials de les Comunitats Autònomes, bé, per exemple, via el resum que coordinat des de l'Àrea de Dret Administratiu de la UAB es coneix com a Informe Pi i Sunyer.

Malgrat que en fem esment amb molta assiduitat, el Dret ambiental no és, rigorosament parlant, una branca autònoma del dret. És un ordenament que va prenent dades, instruments i normes procedents d'altres branques jurídiques, com les clàssiques de dret civil, dret penal i dret administratiu. Com que involucra eines d'àrees de coneixement tan diverses, el dret ambiental és un repte fins i tot per a nosaltres, els juristes, que normalment estem més abocats en la investigació i pràctica d'una única o poques disciplines. L'estudi, doncs, del dret ambiental obliga a anar prenent aquells instruments de les diferents branques jurídiques útils per assolir l'objectiu únic de restaurar, com bé s'ha dit per algun autor, les relacions harmòniques entre l'home i l'entorn i, òbviament, per prevenir i sancionar conductes perjudicials per al medi. Tots ells formarien el que anomenem avui Dret ambiental, Dret del qual prediquem que s'acaba de reforçar amb l'existència i reconeixement de certs principis aglutinadors. Ja resulta del tot habitual incloure entre aquests els coneguts com a: «desenvolupament sostenible» (dissenyat des del famós Informe Brundtland); principi de preservació/conservació, restauració, millora i promoció del medi ambient; principi d'acció preventiva, de correcció en la mateixa font i de cautela; principi de qui contamina paga —*polluter pays principle*—; principi d'integració; principi de responsabilitat compartida; als quals es poden afegir els principis més generals de globalitat, participació, cooperació, solidaritat, subsidiarietat... Cal recordar que si bé alguns d'ells han estat objecte de disseny o elaboració doctrinal, la veritat és que en la seva majoria els localitzem com a eixos literalment admesos en l'interior de normes jurídiques, siguin tractats internacionals, siguin normes de rang jeràrquic inferior.

Però arribats aquí, cal reprendre la idea que prèviament esmentàvem i apuntar, doncs, quines són les diverses disciplines jurídiques i què aporta cadascuna d'elles al nostre objecte de protecció, el medi ambient.

La primera de les que cal referenciar és el «Dret internacional» i bàsicament el Dret Internacional Públic. Atès que diverses problemàtiques ambientals ultrapassen les fronteres de la sobirania estatal, la forma idònia per regular-les si es desitja fer-los-hi front o evitar-les és la via del conveni o el tractat internacional, text on es clarifiquen i especifiquen els deures o obligacions que els diversos Estats signataris —i després ratificants— han assolit en relació a una determinada qüestió. Els Convenis i també les Declaracions Internacionals avui en dia son ja nombrosos pel que fa a la matèria que ens ocupa. Podem destacar, a tall d'exemple, la coneguda Conferència d'Estocolm de l'any 1972 sobre el medi humà, en la qual Nacions Unides va convocar tota la comunitat internacional per establir una sèrie de principis d'actuació pública sobre el

medi ambient. Vint anys després, la conferència de Rio va constituir una reflexió similar, molt més avançada pel que fa a l'abast de la convocatòria i a la precisió dels objectius, i va abocar, entre d'altres, en els coneguts Convenis sobre la Diversitat Biològica i sobre el Canvi Climàtic. El dret internacional estudia i analitza convenis (ja siguin d'abast mundial, regional, bilateral) com el CITES (de Washington), que regula la comercialització d'espècies de la flora i fauna silvestres amenaçades d'extinció; el d'Espoo, en relació a les avaluacions d'impacte ambiental amb efectes transfronterers; el de Barcelona, relatiu a la protecció de la Mediterrània contra la contaminació; el de Basilea, sobre el control de moviments transnacionals de residus perillosos, i els de Ramsar, Berna i Bonn (aiguamolls, fauna i flora salvatges a Europa, i conservació d'espècies migratòries de la fauna silvestre) entre molts d'altres, sense oblidar també la naturalesa i les funcions encomanades a ens i organismes internacionals o regionals de variada índole que s'han anat creant o subespecialitzant per a la qüestió medioambiental. L'enfocament internacional en matèria ambiental és comprensiblement l'adequat perquè tant les causes com els remeis de problemàtiques, com ara la de la capa d'ozó, només poden tractar-se vàlidament des d'aquesta perspectiva (veiem en aquest sentit la Convocatòria de Kyoto, on es pretén arribar a un acord a gran escala per tal de reduir l'escalfament planetari). Si la projecció internacional de la matèria ambiental és innegable, tampoc podem desconèixer que els instruments tradicionals de què disposa el Dret Internacional són encara avui febles, mancats de les suficients i convinents eines coercitives per als supòsits d'incompliment.

Una altra disciplina, que ha tingut una gran transcendència pràctica per al desenvolupament i actualització del dret ambiental espanyol, és el «Dret comunitari». L'entrada a l'avui anomenada Unió Europea (UE) va implicar per al nostre Ordenament ambiental el passar de sobte d'una regulació esporàdica, sectorial, desconneca i poc avançada a trobar-se immens en una nova estructura amb tradició jurídica en matèria ambiental. El dret comunitari ha aportat eines importantíssimes per a la renovació del dret ambiental espanyol, dret que estava a les beceroles, i on s'aglutinaven normes i instruments nascuts en períodes històrics molt diferents i que desconeixien objectius ambientals consolidats arreu, i que calia que guessin l'actuació pública i privada.

Hom coneix que en la primera redacció dels Tractats que van donar lloc al naixement de la CEE —entre d'altres organitzacions d'abast europeu— no existia com a interès prioritari dels seus membres inicials el mediambiental, atès que la preocupació principal tenia molt sovint a veure amb l'assoliment d'objectius de caire econòmic. És per això que no hi havia esment frontal a la matèria ambiental en el Tractat de Roma ni tampoc competència explícita de la Comunitat en aquest sector. Després de la cimera d'Estocolm de l'any 1972, convocada per Nacions Unides, i a partir de la posterior cimera de París, la Comunitat —o més ben dit, els caps de govern dels diversos Estats Membres— prenen consciència que la posició de la Comunitat és especialment idònia i que això els permet evitar que diferències en les polítiques ambientals dels Estats Membres representin obstacles al comerç. Neixen així les primeres nor-

mes jurídiques mediambientals comunitàries, normes sectorials, concretes i en part febles perquè la política ambiental europea estava mancada d'una base jurídica que la recolzés expressament (s'utilitzaven sempre articles que donaven un cert joc, com el 100a) i perquè sempre, entre d'altres entrebancs, calia superar la trava de l'aquiescència de tots els Estats Membres per a qualsevol aprovació de norma ambiental. Aquesta política comunitària va començar amb uns instruments molt peculiars: els Programes d'Actuació Comunitaris (PAC). Els PAC eren, i són, unes eines marc. Els PAC no eren normes, sinó textos que fixaven o predeterminaven els principis i objectius que havia de perseguir la Comunitat durant el seu període de validesa (habitualment quatre anys). Els aspectes referenciats en el PAC calia, després, concretar-los amb directives i reglaments. La directiva és l'eina jurídica habitual harmonitzadora en matèria ambiental dins de la Comunitat i consisteix, molt simplificadament, a fixar objectius, i donar un temps prudencial perquè, autònomament, cada Estat Membre pensi i actuï en relació a quin és el camí més idoni per assolir-los. És a dir, que l'Estat disposa d'un determinat període per tal que es produeixi el que nosaltres anomenem «transposició» i posada en marxa de la norma comunitària. Per la seva banda, el reglament és una norma harmonitzadora més rígida que funciona de forma similar a les lleis i reglaments interns per a nosaltres, atès que s'aprova i es publica al diari oficial de la comunitat, no necessita transposició, i és de compliment obligatori en els seus termes per tots els destinataris dels Estats Membres. Doncs bé, la figura dels PACS i de les corresponents directives i reglaments que ja són pròpiament normes que els concreten, ha anat funcionant fins a l'actualitat, moment en què estem immersos en el Vè Programa, que abasta fins a l'any 2000 i que pretén, de forma ambiciosa, assolir un desenvolupament sostenible en tot el marc europeu i mostrar a la Comunitat Internacional que la Unió Europea és un model a seguir. L'actuació comunitària en matèria ambiental és avui quelcom consolidat, i més des de la coneguda Acta única i Tractat de Maastricht, perquè ja s'especifica expressament, a diferència de les etapes anteriors, que la Unió deté competències en matèria ambiental, que disposa d'una política pròpia en aquest sector, i es fixen tanmateix uns principis d'actuació i objectius en aquest àmbit. El més important és que per aprovar qualsevol norma ambiental a nivell comunitari ja no és requisit *sine qua non* el superar l'obstacle que suposava abans obtenir la unanimitat de tots els Estats Membres. Fins al Tractat de Maastricht un Estat podia bloquejar una directiva ambiental en la fase d'elaboració/negociació. Ara, per aprovar una norma ambiental comunitària, la regla general no és aquesta. No pot oblidar-se que encara subsisteixen algunes excepcions contingudes en l'article 130 S, on s'exigeix la unanimitat en temes per als quals els Estats demostren tenir més sensibilitat (disposicions de caire fiscal, mesures d'ordenació territorial i en relació a utilització del sòl, gestió de recursos hídrics i elecció de fonts energètiques). Finalitzem sols apuntant que l'actuació comunitària ambiental ha afectat de forma important la regulació de la contaminació atmosfèrica i acústica, aigües continentals i marines, residus, natura, avaluacions d'impacte ambiental, informació ambiental, eti-



quetatge ecològic, ecoauditories..., i de cara al futur ha apostat també per instruments econòmics i de mercat, per instruments no purament de regulació/coerció. El repte, en tot cas, que encara roman, és el de l'aplicació correcta del Dret comunitari ambiental per part de tots els Estats Membres destinataris, malgrat que existeixen ja algunes eines que poden posar-se en funcionament davant les anomalies detectades.

El «Dret constitucional» és, òbviament, un altre punt de referència obligat en matèria ambiental. La Constitució Espanyola i també els Estatuts d'Autonomia de les diverses Comunitats Autònomes al·ludeixen a aquesta qüestió de forma frontal a dos nivells, en la part dogmàtica, i, també, en relació al repartiment de competències entre Estat i Comunitats Autònomes. Pel que fa al primer dels aspectes, cal dir que la Constitució de 1978 es fa ressò de la problemàtica ambiental introduint un nou dret / deure en l'article 45, on diu, entre altres qüestions, que «tothom té dret a un medi ambient adequat per al desenvolupament de la seva personalitat i el deure de conservar-lo». Cal recordar, en tot cas, que la nostra Constitució no adjectiva l'article 45 com a dret fonamental, com sí que ho és, per exemple, la vida. L'article 45 està col·locat entre els que la Constitució anomena principis rectors de la política social i econòmica, i que indiquen, explicant-ho molt planerament, cap on volem anar com a societat, però que no gaudeixen de les fortes garanties que acompanyen d'altres drets constitucionals. Entre aquests principis rectors, juntament amb el medi ambient, s'hi troben el dret al treball i el dret a una vivenda digna. La Constitució atorga, doncs, un diferent grau de protecció segons on estiguin ubicats els drets en el seu text, i al dret al medi ambient adequat li dona una protecció en el sentit que informarà la legislació positiva, la pràctica judicial, i en general l'actuació de tots els poders públics. En síntesi, el dret està constitucionalitzat, però no amb la fortalesa que potser alguns desitjarien. En tot cas, cal tenir en compte que la virtualitat «limitada» d'aquest esment constitucional pot argumentar-se que ha estat relançada de la mà de la coneguda com a sentència López-Ostra, dictada pel Tribunal Europeu dels Drets Humans (TEDH). Malgrat que el Tribunal Constitucional, seguint la seva interpretació que el dret a un medi ambient adequat no és per al dret espanyol un dret fonamental, no va atorgar empara en aquest concret litigi, arribada la temàtica al TEDH i via Conveni Europeu dels drets humans, el tribunal va admetre que sí que s'havien violat altres drets fonamentals connexes, com el dret a una vivenda digna o el dret a no patir immissions excessives en el domicili, acceptant els arguments de la part que feien referència a la intimitat, a la privacitat i al domicili. L'article 45 de la nostra Constitució, que es podria pensar que servia de ben poc, mirat a la llum d'altres drets fonamentals, potser pot aconseguir que el Tribunal Constitucional espanyol variï d'opinió respecte a problemes bàsicament ambientals, enlairant-se en les seves possibilitats si se segueix la doctrina assentada a López-Ostra amb connexió amb altres drets fonamentals. És una postura potser optimista, però que encara no sabem com serà rebuda pel mateix Tribunal Constitucional si posteriorment li arribés un supòsit anàleg.

Però la Constitució espanyola també fa esment a la matèria ambiental pel que fa al repartiment competencial. En l'article 149.1.23, juntament amb d'altres de connexos, trobem que es reserva en exclusiva la legislació bàsica en matèria de medi ambient a l'Estat, sens perjudici que les Comunitats Autònomes puguin dictar normes addicionals de protecció. Pel que fa a Catalunya, cal interpretar de forma general —perquè el Tribunal Constitucional és qui en darrer terme duu a terme la tasca de decidir en els casos en què es produeixen recursos o conflictes Estat/Comunitat Autònoma, amb una doctrina que pel que fa al medi ambient no ha estat sempre uniforme— que l'Estat dicta normes mínimes, i que si són adjectivades expressament com de legislació bàsica, han de ser respectades per les Comunitats Autònomes. Estem en tot cas davant d'un mínim comú denominador, de manera que la Comunitat Autònoma pot perfectament procedir a desenvolupar o pormenoritzar aquest mínim i també a aprovar normes addicionals de protecció, és a dir, a fer un pas mes enllà, afegint plusos de severitat per exemple per a l'àmbit territorial català. De fet, aquesta és una relació similar a la que l'Estat té amb el dret comunitari europeu. També cal tenir en compte que, habitualment, en matèria ambiental les Comunitats Autònomes exerceixen funcions executives, de seguiment i aplicació de la vida quotidiana de les normes.

No hem d'oblidar tampoc l'existència de competències en mans dels Ens locals, tradicionalment els més intensament involucrats, per la seva proximitat, a la matèria ambiental. De tothom és conegut com les ordenances municipals constitueixen una eina que tradicionalment ha servit per regular subsectors ambientals clàssics, com ara la recollida i disposició de la brossa o bé el soroll, i tots sabem la quotidianitat en l'aplicació del *Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas* (Activitats anomenades classificades). Òbviament, les ordenances donen un joc important, però, per la seva posició jeràrquica ordenamental, cal que respectin i no contradiguin el contingut de normes autonòmiques i estatals. Les tasques a dur a terme pels Ens locals en matèria ambiental, o, més pròpiament, el que anomenem les seves competències, no es troben llistades ni al text constitucional ni a l'Estatut d'Autonomia de Catalunya. Es localitzen en la normativa general de caràcter local (*Ley de Bases de Régimen Local* i Llei Municipal i de Règim Local de Catalunya) i a la normativa sectorial que regula els diversos vectors ambientals (legislació que regula la contaminació atmosfèrica, de costes, de residus...). No pot oblidar-se tampoc que, en l'àmbit local, poden exercir funcions no únicament els municipis, sinó també les Diputacions, els Consells Comarcals, l'Entitat Metropolitana, sense oblidar que, com que aquesta matèria està especialment necessitada de relacions interadministratives fluides, és habitual que es constitueixin mancomunitats, consorcis o similars amb la finalitat de dur a terme de forma conjunta activitats d'aquesta índole.

El «Dret Administratiu» aporta el gruix més important d'eines jurídiques a l'actual Dret Ambiental espanyol, i això és així perquè els poders públics han atorgat un important, alguns dirien desmesurat, rol tutelar a l'Administració. Des d'ell s'expliquen i concreten els límits de les potestats de l'Administració

pública en aquesta matèria. Des d'ell s'estudia, no únicament la forma d'organització que va prenent l'Administració per a la tutela d'aquest sector (Conselleries, Agències, Ministeris, Organismes autònoms...), sinó també la tasca quotidiana normativa (elaboració de reglaments) que duen a terme les diverses administracions i, òbviament, les seves funcions d'execució. Des del Dret ambiental comença a observar-se una Administració més transparent, que atorga necessàriament informació ambiental, i on es trobem multitud de possibilitats que permeten la participació pública externa, sia en fase d'elaboració d'actes i disposicions, sia en fase d'aplicació. Serveix indubtablement al Dret ambiental analitzar la clàssica tasca administrativa anomenada de «policia», tan habitual en temes relacionats amb la protecció de l'entorn, i que es concreta en la regulació de conductes, l'establiment de prohibicions i de la necessitat d'autorització prèvia a l'exercici de determinades activitats, les inspeccions i l'aplicació del règim sancionador. Però, a més, l'administració també ha de dur a terme una tasca de foment i d'incentivació de conductes que serveixin, d'una forma menys punyent, per aconseguir els objectius ambientals que es consideren especialment idonis. Aquest cicle de conferències, per exemple, s'organitza per una Administració pública, l'Ajuntament, per incentivar el debat ambiental. Un altre exemple d'incentivació és l'ecoetiquetatge, un distintiu que garanteix que les empreses que fabriquen un producte es considera que han elevat considerablement el llistó del respecte al medi ambient en tota la vida d'aquest. Aquestes empreses poden obtenir i utilitzar un logotip, la qual cosa suposa que farà més atractius aquests productes en un mercat competitiu i sembla que conscienciat i predisposat a afavorir la causa ambiental. Aquesta incentivació constitueix així una altra via d'assoliment d'uns objectius per mitjans més suaus que les ordres i les inspeccions, i per suposat que les sancions. És potser la cara amable de l'Administració. Juntament amb aquestes tasques clàssiques de policia i de foment, no podem oblidar que en matèria ambiental cal tenir en compte que també l'Administració ha de garantir als ciutadans —perquè així s'ha establert per una norma— la prestació de certs serveis públics (recollida d'escombraries, tractament de residus, de les aigües...), i que al voltant de la matèria ambiental comença també a consolidar-se l'actuació empresarial de l'Administració i una altra activitat del tot transcendent per a aquest subsector, la que és coneguda com a activitat de planificació, tant freqüent en matèria d'espais naturals, de residus...

De la incidència del «Dret Penal» en matèria ambiental se'n fan ressò, habitualment, fins i tot el mitjans de comunicació. L'any 1978, en aprovar-se el text constitucional, ja s'advertia que existirien en el futur sancions d'índole penal que serien d'aplicació a determinades conductes ambientalment rebutjables. A l'article 45.3, que hem comentat abans, s'afirma expressament que per als que violin els paràgrafs anteriors existiran sancions administratives, penals, així com l'obligació de reparar el dany causat. D'aquesta forma va aparèixer l'anomenat delictes ecològic en l'antic article 347 bis del Codi penal que, en la nova redacció que va entrar en vigor l'any passat, s'ha estès a un articulat més precís i més extens que gira al voltant d'un tipus bàsic que es localitza

a l'article 325. El Codi penal és una eina que contempla la pena privativa de llibertat com a mesura dissuasiva de conductes que hem tipificat allí expressament com a ambientalment anòmales. El funcionament és senzill: si arriba a coneixement d'un fiscal actiu, o qualsevol de nosaltres denuncia uns fets que presumptament podrien constituir delictes ecològics, el litigi pot finalitzar amb una condemna penal per a aquell que sigui criminalment responsable. S'ha escrit molt ja sobre les dificultats que comporta l'aplicació pràctica d'aquestes tipificacions penals, i, fonamentalment, sobre la idoneïtat d'aquest instrument, sobre el sentit que té o pot tenir un delictes d'aquesta índole a finals del segle XX, sobre si ja són, o no, suficients les sancions administratives a més de l'obligació de reparar el dany, sobre les implicacions i pressions econòmiques, laborals o polítiques que de forma paral·lela conflueixen habitualment en aquests supòsits... L'únic de cert que cal recordar és que som davant de normes que s'han ubicat al Codi per voluntat del legislador estatal, i que tota norma o és aplicada o ha de ser variada per qui gaudeix de la competència per fer-ho.

En una altra disciplina, el «Dret civil», trobem també eines hàbils per fer front a problemàtiques concretes en matèria ambiental. Fora de figures molt concretes, com poden ser les relacions de veïnatge o l'acció negatòria i de la virtualitat que es pugui donar a certs interdictes, cal emfasitzar les possibilitats que ofereix la clàssica figura de la responsabilitat extracontractual. És un instrument que, en el seu naixement, no va estar pensat en absolut per resoldre problemàtiques ambientals, però que ha demostrat àmpliament la seva utilitat. Ens referim a l'article 1902 i connexos del Codi Civil, que venen a dir una cosa tan simple com que aquell que per acció o omissió causi dany a altri, estarà obligat a reparar el dany causat. Tal seria el cas de, per exemple, una finca que rep emissions que provenen d'una empresa ubicada en una finca propera i es pot provar que hi ha una relació de causa-efecte entre l'emissió i el perjudici que patim, com pot ser pèrdua de collita, greuge per a la salut, danys a la pintura de la façana, sorolls excessius, pèrdua de producció de llet de les vaques... o assimilats. Si davant d'un tribunal civil es pot provar qui o què va ser exactament que va provocar els perjudicis o molèsties que patim, i si es dona una relació causa/efecte, fins i tot en el supòsit que el causant provi la seva bona conducta a nivell de compliment de normativa ambiental i una correcta actuació juridicoadministrativa, pot obtenir-se via sentència rescabament i/o aturament de l'activitat i instar la reparació del dany causat. Malgrat que en matèria ambiental s'està avançant cap a una responsabilitat objectiva, de la mà de la jurisprudència o fins i tot de normes sectorials que així l'estableixen per aquest concret sector, no podem tampoc oblidar el fet que en el si d'aquests litigis es plantegen molts matisos a allò que tan planerament hem expressat com a problemàtiques concretes, com la manca de legitimació activa per litigar, enrenous diversos en qüestió de prova i de causa/efecte, distàncies geogràfiques o temporals entre dany/danyat, multicausalitat... poden complicar veritablement el procés per al litigant. No cal, de totes maneres, infravalorar aquesta eina, com es fa per algun autor en la doctrina iuspublicista argumentant que, globalment, el Codi Civil sembla preocupar-se més de la reparació del dany oca-

sonat que per l'evitació d'aquest. El mateix Llibre Verd comunitari (document de reflexió, no pròpiament norma jurídica) emfasitza, a més de puntualitzar que la responsabilitat civil hauria de ser més harmònica entre els Estats Membres, que el fet que el contaminador conegui que molt probablement haurà de reparar i rescabalar de tot dany que ocasioni al medi ambient, funciona ja com a instrument dissuasiu d'aquestes conductes. En aquesta mateixa línia, s'ha parlat darrerament —encara que sembla avui una idea una mica aturada— de la possibilitat que s'aprové a nivell estatal una llei de responsabilitat específica per a l'àmbit de la protecció de l'entorn, potenciant el que ja comença a ser una realitat: la figura de l'assegurança per a activitats individualitzades potencialment perjudicials, amb la intenció també de prevenir els casos d'insolvència, per tal que, com a individus, tinguem garantit el dret a rescabament.

Encara que potser ja hem destacat les mes rellevants, altres branques del dret tenen també quelcom a dir en aquesta matèria: el Dret Processal, el Dret Internacional Privat, el Dret Laboral, el Dret Mercantil, la Teoria del Dret i fins i tot el Dret Romà o la Història del Dret poden aportar interessants elements o punts de reflexió. Acabaré esmentant únicament el «Dret Tributari», atès que s'ha comprovat que, tant per a empreses com per a individus, l'existència per a una activitat de tributs que la gravin és en general dissuasiva de l'activitat contaminadora, ja siguin taxes, impostos o contribucions. Em refereixo en tot cas a aquells tributs que augmentin l'import a ingressar gradualment tenint en compte la càrrega contaminant que s'introdueix en el medi. És un instrument que avui intenta potenciar-se (vegeu la proposta de CO<sub>2</sub>/energia i els darrers objectius a nivell comunitari). Els tributs, com pot ser per exemple el cànon de sanejament, són idonis perquè, a més de ser dissuasius, són tributs parafiscals l'import dels quals no passa a augmentar el pressupost general, sinó que es destinen, precisament pel seu caràcter finalista, a actuacions de caràcter mediambiental.

El conjunt de totes aquestes eines procedents de les diferents branques del dret que hem comentat i sobre les quals hem passat a vol d'ocell, conformen l'ordenament que anomenem dret ambiental, en relació al qual cal tenir presents també els pronunciaments judicials emesos fins a aquesta data i la mateixa doctrina jurídica que cerca constantment vies noves d'interpretació. Estem davant d'un dret peculiar, on coexisteixen instruments públics i privats, d'un reptre per als juristes, on resulta que a més a més conflueixen assíduament aspectes tècnics i científics, i que es renova a una velocitat espectacular. Les normes poden tenir abast internacional, comunitari, estatal, autonòmic o regional, i ser de caire general o subcentrades en sectors específics: qualitat de les aigües, contaminació atmosfèrica i acústica, residus, protecció d'espais naturals i d'espècies, avaluacions d'impacte ambiental, activitats classificades, etiquetatge ecològic, auditories ambientals, informació ambiental, control integrat de la pol·lució i tantes altres... En definitiva, tot plegat és el dret ambiental.

Hi ha normes suficients? Doncs bé, crec que hem arribat a un punt en què hi ha prou normes i sovint les conductes estan molt nítidament regulades, mentre que l'aplicació de les normes jurídiques, el problema real, no està enca-

ra correctament solucionat. L'Administració s'ha de creure el dictat de la norma i l'ha d'implementar, el legislador ha d'evitar les normes aparador, de manera que amb menys normes, però ben aplicades, potser podríem funcionar fins i tot una mica millor. Com a individus, des del nostre humil paper de ciutadà, o potser des del més gran paper com a industrial, o com a membres actius de grups, podem també involucrar-nos en el dia a dia d'aquestes prescripcions. Hi ha diferents maneres d'involucrar-se, des de la pura manifestació i pressió directa, passant per la participació en el naixement de les normes i actes administratius, fins a la participació en l'aplicació del dret ambiental. No sols es pot participar quan una problemàtica afecta el meu poble o la meva vivenda (fenomen NIMBY). El dret ambiental, com he esmentat, aglutina molts registres participatius, i afavoreix la transparència de l'actuació pública en aquest sector. Pensem únicament en el cas de la llei de 1995 d'accés a la informació ambiental, que obliga una Administració Pública a donar aquesta informació a qualsevol ciutadà pel simple fet de ser-ho, sense demostrar un interès directe o legítim, encara que amb certes limitacions, com pot ser el cas que la demanda no sigui excessiva. No hem d'oblidar que existeix la possibilitat de participar si es té aquesta informació de base, i avui resulta que gaudim del dret d'obtenir-la. Posem sols un altre exemple: en el procediment anomenat avaluació d'impacte ambiental, quan el promotor del projecte presenta l'estudi d'impacte, hi ha un període d'informació pública en el qual un ciutadà qualsevol pot anar a veure, a analitzar aquest document o el seu resum, i fer les al·legacions que consideri adients, tot això abans que l'Administració realitzi o dicti la Declaració Impacte Ambiental. Hi ha, doncs, eines suficients per participar, fins i tot en fase posterior, accedint als tribunals. Tots aquests instruments fan de qualsevol ciutadà, com nosaltres, una mena de semi «fiscal», d'algú que vetlla, que vigila des de fora perquè la realitat s'aproximi al màxim possible al dret que s'ha creat per regular-la.

# Biodiversitat i entorn urbà

Xavier Bellés

Els problemes de la biodiversitat global són la millor introducció per parlar de la significació de la biodiversitat urbana. La comprensió del problema de l'extinció d'espècies a nivell global ajuda a valorar les peculiaritats de les espècies i la biodiversitat urbanes, i a analitzar quin interès tenen i, per tant, entendre que s'haurien de gestionar.

## La biodiversitat que perdem

La biodiversitat és un tema que està prou de moda per sortir amb relativa freqüència als mitjans de comunicació. Els mitjans reflecteixen l'alarma que causa en un segment de la població el fet que, actualment, s'estan extingint espècies a un ritme més ràpid del que s'esperaria si només actuessin les forces de la natura.

L'extinció d'espècies no és un fenomen que no pugui ocórrer de manera natural. En períodes concrets de la història de la vida a la Terra s'han donat extincions massives que es reconeixen per decrements bruscs del nombre de famílies, sobretot d'animals. Des del segle XVII fins ara, un període històric ben proper a nosaltres, s'ha pogut reconstruir el perfil d'espècies extingides a intervals de cinquanta anys. D'aquest perfil crida l'atenció l'increment sobtat que hi va haver a partir de 1850, coincidint amb l'expansió colonial. Aquest increment sí que ha estat un fenomen artificial del qual els humans en som responsables.

Es calcula que el ritme actual d'extinció d'espècies és d'unes 17.000 cada any, i es produeix sobretot en regions tropicals. La principal causa d'extinció és la destrucció d'hàbitats, però també ho són les invasions d'espècies alienes provocades per la importació d'espècies, la contaminació, la hibridació per creuament d'espècies i la sobreexplotació. Aquest nombre d'extincions anuals sembla un disbarat, però està calculat en base al nombre d'espècies per hectàrea que hi ha en regions tropicals, i en base a les extensions de selva tropical que es destrueixen, tot això ponderat amb altres paràmetres en joc, com el nivell d'endemisme, l'àrea de distribució de cada tipus d'espècies i d'altres. El problema de les selves tropicals a nosaltres ens queda molt lluny, però és el que influeix

més a l'hora de comptabilitzar l'enorme quantitat d'espècies que estan desapareixent avui en dia. S'ha de tenir en compte que entre la meitat i les tres quartes parts de les espècies del planeta estan concentrades en aquestes àrees tropicals. Això explica perquè la destrucció de la selva tropical comporta la desaparició de tantes espècies. I el cert és que se n'està destruint molta. Les dades més recents assenyalen que cada any se'n destrueixen entre 150.000 i 200.000 km quadrats, cosa que fa entendre que no sigui un disbarat parlar de 17.000 espècies cada any. A països com Costa d'Ivori, les Filipines i el Vietnam ja s'ha perdut fins al vuitanta per cent de la selva original.

El problema de la destrucció de les selves no és tan senzill com pot semblar a primer cop d'ull. De vegades és destruïda per explotacions salvatges de companyies multinacionals, però d'altres cops ho és per explotacions agrícoles familiars que treballen la terra durant dos o tres anys, i passat aquest període deforesten una altra àrea.

### La diversitat genètica

Un altre problema lligat a la biodiversitat és el de la pèrdua de diversitat genètica. Una parada de fruites de la Boqueria fa la impressió que la diversitat d'aliments que mengem és molt alta, però no és res comparat amb el que hi podria haver. Tot i la quantitat de plantes que hi ha per menjar, només ens concentrem en nou espècies: blat, blat de moro, arròs, ordi, mill, patates, moniatos, nous, canya de sucre i soja. Aquestes plantes representen un setanta per cent de la dietètica vegetal mundial. A més a més, d'aquestes espècies n'hem seleccionat, per millora genètica, les soques més rendibles, que són les econòmicament més interessants. Això ha fet que en els darrers deu anys la diversitat genètica agrícola hagi davallat en un setanta cinc per cent segons dades de la FAO, un percentatge massa elevat.

El problema de la pèrdua de diversitat genètica de les plantes agrícoles i dels animals de ramaderia és que correm el risc que es tornin molt vulnerables a les malalties. El risc de perdre grans extensions de cultiu és més gran com més uniforme genèticament és una espècie. I això no és cap especulació, perquè hi ha casos força il·lustratius en aquest sentit, com, per exemple, el que passà amb els conreus de patates a Irlanda. A mitjans del segle XIX, les patates conreades a Europa eren molt uniformes, ja que es van establir a partir d'unes poques que van ser portades d'Amèrica, i a Irlanda en particular eren molt homogènies. L'any 1840 es va estendre la plaga d'un fong que va tenir uns efectes tant devastadors que, com a conseqüència, un milió de persones van morir de fam i un altre milió va emigrar cap als Estats Units. Un veritable desastre, conseqüència de basar l'economia en un conreu genèticament molt uniforme.

### Molta feina a fer

Edward Wilson és la persona que més ha contribuït a difondre la problemàtica de la crisi de la biodiversitat, de l'extinció de les espècies i de la pèrdua de



diversitat genètica. En el seu llibre *The diversity of life*, publicat l'any 1992, analitza que hi ha al voltant d'un milió i mig d'espècies descrites. Alguns grups, com les plantes superiors i els vertebrats, es poden considerar ben coneguts mentre que altres, com els fongs, bacteris, virus o insectes encara ens donaran sorpreses. Els insectes destaquen amb unes 800.000 espècies, i són, segurament, el grup més divers de la natura, tret dels bacteris i arqueobacteris que ara s'estan començant a explorar eficaçment des d'un punt de vista taxonòmic. De bacteris n'hi ha 5.000 espècies descrites, però segur que en un futur el nombre augmentarà molt, ja que fins ara la descripció s'ha limitat a aquells que podien ser cultivats en laboratori. Es calcula que només entre un 0,1 i un 1 per cent de les espècies de bacteris es deixen cultivar al laboratori. Usant tècniques genètiques més modernes s'han detectat fins a 5.000 genomes diferents de bacteris —tants com n'hi ha descrits fins ara— només en un gram de sòl forestal. Això fa pensar que poden haver-hi entre deu i trenta milions d'espècies de bacteris encara per descriure, i que al ritme actual de descripció tardarem una eternitat a conèixer-les totes.

### Per què cal conèixer la biodiversitat?

Hi ha diversos arguments per justificar la necessitat de conèixer, i per tant de conservar, la biodiversitat. Sens dubte, l'esforç encaminat a inventariar la diversitat portarà a descobriments que faran canviar les nostres concepcions sobre què són i com funcionen la vida i l'evolució. Prova d'això la tenim en els descobriments de les darreres dècades en què s'han trobat peces clau per a la comprensió de l'esquema de la vida, com per exemple el peix celacant, el mol·lusc primitiu neopilina, el phylum dels pogonòfors, amb més de cent espècies, i l'ordre dels cefalocàrids, entre d'altres. També s'han trobat sorpreses no tan importants filogenèticament, però molt espectaculars i gratificants per als zòlegs, com són el nou gènere i les dues noves espècies de bous descrits, fa un parell o tres d'anys, del Vietnam.

Hi ha altres arguments que justifiquen l'esforç d'inventariar al màxim les espècies. Hi ha arguments utilitaristes, que a mi no m'agraden massa, però que són segurament els que podran convèncer els polítics de l'interès de fer aquest esforç. Dels animals i de les plantes en traiem, i encara en podem treure més, productes valuosos per a la nostra economia, per al nostre benestar i per a la nostra salut, com fàrmacs, insecticides i una munió de productes d'alt valor afegit. També hi ha els arguments ètics, els estètics i els emocionals que, vull confessar-ho, són els que m'agraden més. L'esmentat Wilson, en el seu llibre *Biofilia*, planteja la hipòtesi que els humans tenen una tendència innata a interessar-se per la vida i, d'alguna manera, solidaritzar-se amb la vida d'altres animals. Ell afirma que el coneixement de les altres espècies ens ajudarà a aprofundir en el coneixement de nosaltres mateixos. Wilson apunta més aviat cap als arguments emocionals, però, certament, com millor coneguem la vida i la seva evolució millor coneixerem els nostres orígens i, per tant, el que nosaltres som.

## Animals i símbols

De fet els animals han estat molt importants en la simbologia de l'occident cristià. Alguns dels nostres símbols vénen de molt lluny, ja de l'antiguitat clàssica i de l'univers medieval. El món animal ha estat molt present en el subconscient col·lectiu i en la nostra manera d'entendre la vida i, de fet, ens ha servit per internalitzar ensenyaments morals i ètics. En els bestiars medievals cada virtut i cada vici estan representats pel seu animal, ja sigui real o fantàstic, que es troben magníficament esculpits a les portalades romàniques. D'alguna manera l'animal és present en la psicologia col·lectiva, i en són una prova les múltiples representacions que hi ha a la ciutat de Barcelona, com Sant Jordi i el drac al Palau de la Generalitat, els lleons del monument a Colom, que representen la força, la bústia de Domènec i Muntaner de la casa de l'Ardiaca, on els ocells representen el correu que porta bones notícies i que volem que vagi de pressa, i les tortugues representen el correu que porta males notícies i millor que vagi a poc a poc; també a la casa de l'Ardiaca, a la font, hi ha l'abella, l'etern símbol d'organització i de vida comunitària i, naturalment, les gàrgoles del barri gòtic, amb tota la seva càrrega simbòlica i emblemàtica. A la meua manera d'entendre, tot plegat recolza, *mutatis mutandi*, els arguments de Wilson.

Tots aquests animals de Barcelona que hem comentat fins ara són urbans, però són de pedra. A les ciutats en general, i a Barcelona en particular, també hi ha animals vius. Els animals vius també tenen un interès emocional, a més de l'interès biològic, perquè jo també crec que és important que es tingui contacte amb d'altres espècies que no siguin la nostra. Com que hi ha gent que no es belluga mai de la ciutat, només pot tenir impressions dels animals que són urbans. Quan els nens de les ciutats dibuixen un pollastre el dibuixen plomat, cuit i a punt per menjar-se'l. Molta gent que viu a ciutat està molt allunyada de la realitat biològica. Jo crec que la fauna urbana pot ajudar que els urbanites empedreïts, aquells que no van al camp fins que no està quitranat, tinguin un saludable contacte quotidià amb d'altres espècies.

## La biodiversitat urbana

M'agradaria convèncer-vos que val la pena conèixer (i gestionar) la diversitat urbana. És una fauna heterogènia, a voltes precària i en alguns casos molt transitòria, la qual cosa dóna motius engrescadors per estudiar-la. Una part de l'interès biològic dels animals genuïnament urbans rau en el fet que l'adaptació a la vida urbana requereix una sèrie de passes evolutives que sovint són irreversibles.

Les dades de les espècies urbanes posen en aclaparadora evidència la importància d'aquesta flora i fauna. Al Londres metropolità hi són presents el seixanta per cent de les plantes, i el mateix percentatge dels mamífers terrestres, de la Gran Bretanya, de manera que sense sortir de Londres una persona pot conèixer més de la meitat de les espècies del país. Al mateix Londres hi ha

dos-cents ocells mentre que a Hamburg en nien cent cinquanta. A Catalunya s'han detectat més de cent espècies de vertebrats, sobretot ocells, en ambients urbans. Batllori i Oliva va censar als jardins de Barcelona més d'una trentena d'ocells diferents.

### Una adaptació molt estreta

Tanmateix, no es poden posar totes les espècies urbanes en el mateix sac. Algunes les podem considerar trivials, són les espècies domèstiques com els gats, els gossos o els hàsters, i d'altres juguen un paper més utilitari, com el cavall, o decoratiu, com les oques de la catedral. D'aquestes no en parlaré, només diré que en cas que es tinguin s'han de tenir bé, i si no, doncs millor no tenir-les. A part d'aquestes, hi ha les espècies purament antropòfiles, que són molt interessants sobretot per a mi, que sóc entomòleg. Hi ha, per exemple, les puces, que cada vegada costen més de trobar però encara n'hi ha, o els peixets de plata, que segur que us els heu trobat a totes les cases, sobretot on hi ha humitat i escalfor. Els peixets de plata mengen paper, sobretot paper bo (també bitllets de banc), un producte del qual és molt difícil alimentar-se, perquè digerir la cel·lulosa és força complicat ja que calen tres enzims diferents que ells han adquirit a través de simbiotes. També hi ha paneroles, molt conegudes per tothom i que sovint trobem sota les cafeteres dels bars, de tots els bars, fins i tot dels més cars. Uns altres insectes urbans són els corcs, alguns cosmopolites i que roseguen de tot, des de pebre vermell fins a plom. Fa la impressió que aquests insectes tan inofensius han arribat des d'algun lloc silvestre proper i que els trobem als nuclis urbans per casualitat. Doncs no és així, són insectes que s'han adaptat tan bé a l'habitat urbà i antropòfil que no poden tornar a la vida natural. Sembla que per a un insecte domèstic que ens dona tants de problemes ha de ser molt senzill viure dins d'una casa i aprofitar els nostres recursos. Normalment els insectes depenen molt de les estacions per regular els seus cicles biològics i reproductius, però les espècies antropòfiles han perdut aquesta regulació per conquerir el nostre ambient, que se'ns fa molt acollidor, però que per a ells devia ser, en un principi, ben hostil, ja que els representà renunciar, per exemple, al rellotge de les estacions. Els insectes antropòfils al camp serien espècies a extingir, ja que s'han adaptat d'una manera tan estreta i irreversible a viure amb nosaltres que ara no poden tornar enre. De manera que no són tan trivials i segurament ens acompanyen des de fa molts anys. Els paràsits de l'home es remunten a l'aparició de l'home, i l'adaptació dels paràsits a l'ambient urbà es remunta al principi del sedentariisme dels humans.

### Coloms i gavines

Parlant d'animals típicament urbans és ineludible parlar dels coloms, que estan establerts a moltes ciutats del món. Els coloms van ser posats a les ciutats de manera deliberada i no precisament amb finalitat decorativa. Ja a l'antiga

Mesopotàmia es criaven per menjar, i el tenir colomars era com tenir galliners. A la mateixa Catalunya s'han inventariat molts colomars romans. Actualment, a la ciutat de Barcelona la densitat de coloms és altíssima, amb 950 coloms per km quadrat, una xifra que només supera el centre històric de Brno, a Txèquia, que en té 1.000. Normalment la densitat de coloms és més gran al nucli antic de les ciutats, i disminueix al allunyar-nos-en. Barcelona és un aglomerat de municipis que havien estat pobles independents, cadascun d'ells amb el seu nucli antic, i que són centres en la distribució de coloms. Tot plegat dona una imatge complexa i que hi ha massa coloms, probablement més dels que seria desitjable. Els coloms fan bonic i tal vegada està bé que hi siguin, ja que la tradició és llarga, però s'han de gestionar. Una altra espècie urbana que sembla que esdevé lligada als coloms és la gavina. Les gavines han experimentat una evolució curiosa. S'han expandit a través dels abocadors d'escombraries i han canviat els seus hàbits, de manera que pràcticament han conquerit les ciutats. S'ha observat que arriben a predrar coloms, i podrien acabar controlant-ne les poblacions urbanes.

### Els infiltrats

A part d'aquestes espècies típicament urbanes, hi ha els infiltrats, tant els que ho han fet des de zones properes a la ciutat, com els provinents de països exòtics que s'han escapat de la captivitat. D'entre els infiltrats exòtics, el cas probablement més emblemàtic és el de les dues espècies de cotorretes que ja fa més de deu anys que viuen a Barcelona, i que continuen expandint-se. Estan provocant algun problema perquè s'alimenten de brots tendres, sobretot de xop i d'om, i de fruits de figuera i dàtils, i es comencen a veure en terrenys de conreu on entren en competència amb la merla. Caldria estudiar aquest tema, abans de deixar que evolucioni sense saber com es pot acabar. També hi ha insectes i d'altres animals que viuen en jardins situats a la perifèria o connectats a través de corredors verds amb la serra de Collserola. En aquest sentit la serra de Collserola és un privilegi per a Barcelona, ja que aporta espècies d'aquests tipus. Entre els infiltrats silvestres hi ha tota mena d'animals, incloent-hi una munió d'espècies d'invertebrats. Un exemple d'aquests és la processonària del pi, una espècie infiltrada que provoca problemes, ja que per defensar-se deixa anar uns pèls urticants que, si entren en contacte amb la pell, provoquen inflamacions i al·lèrgies. Atès que la processonària pot portar problemes (en particular en parcs i jardins on hi hagi pins i que siguin freqüentats per la mainada), hom hi esmerça sistemes de control i de gestió. Perquè no fer-ho, doncs, també amb altres espècies, encara que no provoquin problemes tan seriosos (o no en provoquin cap en absolut)?

### Epíleg

En resum, la diversitat urbana és molt gran, però està molt poc estudiada i pajor entesa. I això és dolent, perquè crec que aquesta diversitat, d'alguna mane-

ra, ens alegra la vida i ens ensenya coses. De la conferència d'avui sobre biodiversitat urbana, en podríem treure tres conclusions. Una, que existeix una flora i una fauna característica, genuïnament urbana i molt interessant, i que també n' existeix una altra que ha estat introduïda. També que aquesta flora i fauna ens proporciona beneficis emocionals i utilitaris, com deia suara. I finalment, una qüestió que deixaria en l'aire per a la reflexió a casa: si aquesta fauna ens dóna beneficis, per què no es plantegen, doncs, plans seriosos d'estudi i de gestió? És un error no saber més coses de la fauna que tenim a les nostres ciutats. De fet, aquest és el missatge que m'agradaria que arribés a qui tingui capacitat per fer-hi alguna cosa.

## Medi ambient i comunicació: profusió i confusió d'idees

Vladimir de Semir

El final d'aquest segle i el començament del segle que ve estarà marcat per una inquietud fonamental de l'ésser humà: el futur del planeta. Aquest debat es caracteritza per una dualitat difícil d'equilibrar: la profusió i la confusió de les idees.

Es poden buscar molts antecedents històrics i socials d'aquesta preocupació humana pel medi natural resultant d'aquell medi de cultiu en el qual precisament es va originar la vida, i l'evolució del qual va configurar la nostra existència. Amb tota seguretat, la curiositat i la immediata inquietud per conèixer l'entorn i aprofitar els recursos que la natura li oferia va ser inherent a la consciència que caracteritza l'espècie humana des d'aquella baula perduda que ens va convertir en éssers pensant i intel·ligents.

L'impacte de l'activitat humana sobre el medi ja va ser considerada a la Grècia clàssica i a l'Edat Mitjana. Al segle XVI l'alemany Georgius Agricola, en el seu famós tractat sobre les mines i la metal·lúrgia *De Re Metallica*, ja posava de manifest les implicacions de la desforestació, els efectes nocius de certs metalls per a la salut dels miners i, fins i tot, mencionava les conseqüències dels canvis en el paisatge i la degradació dels cursos fluvials. A finals del segle XVII, la Royal Society of London va examinar les formes de prevenir els efectes de les cendres i els fums del carbó que enfosquien el cel de Londres i feien l'aire gairebé irrespirable, una preocupació que va generalitzar la revolució industrial i va originar una abundant literatura que explora com assegurar la qualitat de l'aire a les ciutats. Al segle XIX comencen a generalitzar-se a tot Europa les societats conservacionistes i naturalistes, primer per a la protecció de les aus i per evitar la seva cacera sense mesura i la proliferació d'insectes nocius per a l'agricultura i que, gradualment, es van anar ampliant a tot el món animal i vegetal.

Això no obstant, no s'ha de perdre de vista un aspecte qualitatiu molt significatiu i determinant d'aquest interès de l'ésser humà pel medi natural que sempre ha existit. Totes aquestes qüestions que s'havien plantejat en el decurs de la història eren tractades d'una forma específica, sense estar articulades o relacionades les unes amb les altres, ni semblava que formessin part d'un mateix problema. Constatar aquest aspecte és el que dóna dimensió real al procés que podríem definir com a mediambientalització de la nostra societat.

La primera definició del concepte ecologia la va donar el 1906 Ernst Haeckel en la seva obra *Prinzipien der Generelle Morphologie der Organismen (Principis de la Morfologia General dels Organismes)*, és a dir la part de la biologia que estudia les interaccions dels organismes entre ells i amb el seu medi. No va ser fins a l'any 1935 que Tansley va introduir, en el seu treball *The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms (L'Ús i l'Abús dels Conceptes i Termes de la Vegetació)*, el concepte d'ecosistema per designar les unitats naturals bàsiques.

El segle XX ha comportat la consolidació de moltes ciències, però poques han tingut l'efecte catalitzador científic i social que ha produït l'ecologia, com assenyala el sociòleg David Tábara en la seva recent obra *La Percepció dels Problemes del Medi Ambient*. Les tendències i els processos socials relacionats amb l'entorn natural que havien caracteritzat les societats occidentals fins a l'aparició i el desenvolupament de l'ecologia van anar evolucionant fins que es va produir la ruptura i la convulsió de la II guerra mundial i la crisi intel·lectual que van comportar les devastacions nuclears d'Hiroshima i Nagasaki. A partir de la preocupació pública pel perill nuclear, d'altres problemes ambientals —indiscutiblement molt més subtils i difícils de comprendre— van sorgir a la nostra societat, primer en l'àmbit de la mateixa ciència i dels seus protagonistes, els científics, i després generalitzant-se a altres activitats fins a arribar a plantejar els problemes ètics que avui tenim. Sens dubte, la cursa per la conquesta de l'espai, des d'aquell mític primer satèl·lit Sputnik (1957) fins a l'arribada del primer home a la lluna (1969), va influir decisivament en el fet que el concepte de medi ambient s'assentés en el nostre món occidental. El medi ambient es convertia en l'emergència d'una nova necessitat que unia el conjunt de les condicions naturals (físiques, químiques i biològiques) amb les culturals —aquesta era la gran novetat—, i la seva influència en els organismes vius i en les activitats humanes.

L'ésser humà, primer amb les fotografies de les conseqüències de les bombes atòmiques, i després amb els seus ulls des dels satèl·lits i fins i tot des de la superfície lunar, va adquirir consciència de la fragilitat del planeta que li havia donat la vida i que encara l'acollia. Paral·lelament van anar sorgint veus que es van convertir en precursoras del moviment ecològic i ecologista, entre les quals cal indiscutiblement citar Rachel Louise Carson, que l'any 1962 publicava el seu famós llibre *Silent Spring (Primavera Silenciosa)* en el qual, amb un estil molt personal entre didàctic i poètic, relata els perills de la difusió de substàncies plaguicides sobre els ecosistemes i sobre la salut humana.

Inevitablement, el medi ambient va començar a aparèixer en el món de la comunicació a partir d'aquells anys, proliferant al mateix temps que els moviments contestataris com a reacció a la militarització mundial producte de la guerra freda —de fet la conquesta espacial va tenir el seu màxim impuls en la pugna social i política entre est i oest— i que també culpaven en bona part la ciència com a còmplice d'aquesta cursa cap a la destrucció del planeta.

En aquest context històric seria absurd pensar que la comunicació sobre medi ambient és un simple efecte de moda. Sens dubte és la conseqüència i el reflex de tot un procés cultural que ens ha dut fins al moment present, en el qual

el debat es caracteritza per una dualitat difícil d'equilibrar: la profusió i la confusió de les idees, i per tant de la informació que ens ofereixen els mitjans de comunicació. Entre dir les coses tal com són (en la mesura que s'accepti la idea que poden existir criteris que s'aproximin a l'objectivitat) i dir les coses tal com es pensa que s'han de considerar (tenint en compte el context de la pròpia percepció) radica tota la diferència respectiva entre informar i comunicar.

Els periodistes especialitzats en medi ambient tenen al seu davant un difícil paper. Els ciutadans tenen un escàs coneixement dels fenòmens relacionats amb la problemàtica mediambiental encara que en tinguin una percepció. El públic aprehèn amb una extremada facilitat —donat el seu caràcter gairebé sempre espectacular i catastròfic— les conseqüències d'uns processos que en el seu camí cap a la realitat han de seguir una anàlisi científica que molts cops, com tots sabem, és molt difícil que sigui determinista, com de vegades els medis de comunicació volen transmetre. Les evidències clares i taxatives en els problemes mediambientals són gairebé sempre a mitjà o llarg termini i estan sotmeses a un constant debat que trepitja a una i altra banda d'una veritat que oscil·la amb molta facilitat entre la certesa i la incertesa científiques. Els mitjans de comunicació de masses juguen un paper fonamental per a la comprensió d'aquests fenòmens de la societat. Tal i com assenyala l'economista i consultor ambiental Manuel Ludevid, en la primera fase del procés de coneixement, el paper d'aquests mitjans en la difusió de la informació és molt important. La majoria de la gent s'assabenta d'alguna cosa nova (com el canvi global) per primer cop als diaris, la ràdio o la televisió. Solament més endavant, dins del procés cognitiu, d'altres mecanismes (com la difusió de «boca a orella») comencen a exercir un paper important. Per altra banda, aquest tipus de temes tarda un temps a passar al sistema educatiu. Els mitjans de comunicació augmenten, a més a més, la importància del missatge, en un procés que s'autoreforça mitjans-públic-mitjans. Només hi ha una solució perquè el necessari debat mediambiental no es difongui en la societat de forma tergiversada: educació i formació. Tots els implicats, des de la indústria als moviments ecologistes i des dels laboratoris científics als gestors polítics, han de ser conscients que és imprescindible fomentar no només una correcta informació de la societat, sinó una formació continuada dels problemes i conflictes que van sorgint. Només amb informació i educació es desenvolupen les idees que fan avançar el món i, com va dir Víctor Hugo, una idea, quan ha arribat la seva hora, és més forta que tots els exèrcits del món.



# El sistema urbà des de la perspectiva socioecològica

Ramon Folch

L'explicació del fenomen urbà ha estat monopolitzada per determinats àmbits professionals. Sembla com si, atesa la seva dimensió arquitectònica, la ciutat hagi estat considerada patrimoni de l'arquitectura o l'enginyeria, les activitats professionals que garanteixen els aspectes constructius de la ciutat. Però la ciutat és un sistema amb una complexitat més gran que la que se'n deriva de la construcció. El caràcter sistèmic fa que sigui considerable l'aportació que s'hi pot fer en termes de professionalitat, tant des de l'ecologia, la meua disciplina, com des d'altres. Naturalment, en aquest comentari no hi ha gens d'animadversió pel treball imprescindible que des del món de l'arquitectura i l'enginyeria és fa per a la comprensió i per a la construcció de la ciutat. Però sí que hi ha una primera observació sobre el caràcter polièdric de la ciutat, i sobre la impossibilitat de comprendre-la, i, per tant, de construir-la i gestionar-la, deixant de banda les dimensions que no són estrictament arquitectòniques. En realitat les ciutats s'han anat fent al llarg de mil·lennis sense que prèviament hagués existit una reflexió conceptualitzada de caràcter arquitectònic o urbanístic. I això ha sigut així perquè era l'empirisme el que construïa la ciutat. Després algú l'ha estudiada i, com que ha estat el primer, potser s'ha pensat que l'havia feta. Una apropiació indeguda similar al cas d'uns naturalistes que es pensessin que la biosfera l'han feta ells. Les ciutats no les han fetes els arquitectes perquè són anteriors al seu treball, així com els biòlegs no han creat ni les plantes ni els animals.

## L'aproximació sistemàtica al fenomen urbà

En dates relativament recents, els teòrics de l'urbanisme van formalitzar els grans conceptes de l'arquitectura de la ciutat i de l'urbanisme. Els treballs de Baumeister són de 1874 i els d'Ebertadt van ser publicats el 1910. És a dir, ahir mateix, tenint en compte que ja feia molts mil·lennis que existien les ciutats. Vull evocar aquest fet perquè, a diferència d'altres camps del coneixement científic i tècnic, nosaltres tenim unes aportacions absolutament originals i primerenques en aquest domini. El primer tractat, científic i modern, que explica el fenomen urbà a occident va ser escrit en aquesta ciutat per l'home

que va configurar-ne el pla de desenvolupament modern: Ildefons Cerdà. La paraula urbanisme neix a Barcelona i s'usa per primer cop al pla de l'Eixample, una dada històrica sovint passada per alt. Cerdà va publicar la seva *Teoría General de la Urbanización* l'any 1867, fa 130 anys, com un apèndix al pla d'Eixample de Barcelona, perquè no va trobar ningú que li publicués el seu tractat. El pla en realitat va ser presentat i aprovat pel Ministerio de Fomento l'any 1859, a Madrid.

### *Oikos, urbs i civitas*

M'agradaria llegir-vos les paraules que Cerdà fa servir per explicar el que entén per ciutat. Ell diu:

lo primero que se me ocurrió fue la necesidad de dar nombre a ese maremagnum de personas, de cosas, de intereses de todo genero, de mil elementos diversos que, sin embargo de funcionar al parecer cada cual a su manera de un modo independiente, al observarlos, detenida y filosóficamente, se nota que están en relaciones constantes unos con otros. El conjunto de todas estas cosas, sobre todo en su parte material, se llama ciudad, mas, como mi objeto no era expresar esa materialidad, sino más bien, la manera y sistema que siguen esos grupos al formarse, aquella palabra (ciutat) no podía convenirme.

Per això s'inventà el terme urbanisme.

En crear el terme «urbanisme», Cerdà diu que la ciutat és quelcom més que les cases que la constitueixen, i d'aquí voldria arrencar la meua reflexió. Cerdà intueix, *avant la lettre*, que la ciutat és un sistema. Efectivament, la ciutat arrenca de l'existència en primer lloc d'un marc físic o ambiental, concretament el pla de Barcelona, amb els seus condicionaments de relleu, de clima, d'estructura del sòl i fins i tot de mantell vegetal. En aquest marc, o *oikos*, s'hi construeixen uns elements arquitectònics, l'*urbs* llatina. Però els romans distingien molt bé entre l'*urbs* o ciutat construïda, i la *civitas*, entesa com els ciutadans i l'activitat que desenvolupen en l'*urbs*. Nosaltres en part hem confós els dos termes i en part els hem continuat diferenciant. Encara que la paraula «ciutat» deriva de *civitas*, en fem un ús que sovint és sinònim d'*urbs*. És una lamentable confusió prefiguradora de la confusió conceptual de no saber diferenciar entre la *civitas*, o fisiologia civil, i l'*urbs*, o anatomia perquè amb la part material no n'hi ha prou, i s'inventa la paraula urbanisme.

Per tant, la ciutat són aquelles coses regides per la política que passen en un conjunt construït anomenat *urbs*. Quan es perd de vista aquest conjunt de coses no s'entén com funciona una ciutat, ni s'està en condicions de gestionar-la com cal. Així ha passat en moltes ocasions, perquè s'ha cregut que construint carrers i cases es construïa una ciutat sense tenir consciència que, en realitat, allò que defineix una ciutat és el seu funcionament. Les aproximacions sistèmiques al fenomen urbà tracten de posar de relleu que l'anatomia urbana només té sentit en funció de la fisiologia urbana. Penso que si agaféssim

com a bandera aquesta idea tan simple estaríem singularment ben posicionats per entendre millor la ciutat, per comprendre'n la dimensió ambiental i, sobretot, per poder prendre les millors mesures de gestió. Al capdavall, això ve a demostrar que, fonamentalment, la ciutat és el conjunt format per una estructura i els qui la fan funcionar, i que totes dues coses estan en un espai físic.

S'ha dit moltes vegades que la ciutat és un sistema complex. La ciutat construïda no s'explica si no és en termes de les relacions que té amb la pluja, amb l'emissió de residus, amb l'exportació de manufactures, amb les relacions amb els àmbits que pertanyen a una interfície diferent com, per exemple, la interfície costanera. Tot el conjunt defineix la ciutat i tot intent de reduir-la a la seva condició arquitectònica és mutilar-la seriosament. És a partir d'aquestes arrels profundes que té la ciutat que s'erigeix en un element vertebrador, o en alguns casos desestructurador, d'un amplíssim *hinterland* perifèric del qual treu elements i al qual exporta productes. De totes aquestes característiques se'n desprenen un parell de veritats fonamentals: la primera, que és un espai biològicament molt poc productiu i, la segona, que és un espai logístic capital.

### *Les arrels profundes de la ciutat*

Sol admetre's que la ciutat té poca productivitat biològica perquè l'espai es dedica a l'habitatge, als serveis i, com a molt, a zones lúdiques amb vegetació. De fet, això només és vàlid per a Occident, ja que no és així a tot el món. Convé subratllar-ho, perquè sovint exportem mentalment els nostres estereotips a tot el planeta. Una de les raons per les quals les catastròfiques ciutats modernes del Tercer Món no s'ensorren és perquè són biològicament bastant productives. Al visitant occidental li causen mala impressió els hortets al mig de la ciutat i els petits conreus als terrats que, d'acord amb el nostre estereotip, ens semblen una manifestació de desordre. La realitat és que si l'origen dels aliments en les grans aglomeracions urbanes del Tercer Món fos el mateix que en el nostre, la catàstrofe seria total, perquè l'ínfima productivitat biològica de les nostres ciutats només es pot mantenir amb uns costosíssims sistemes de transport que omplen d'aliments Mercabarna cada dia, per exemple. Un cost que no és suportable en contextos socials mancats de recursos.

En aquests moments un component capital del cost dels aliments que es consumeixen a Barcelona és el transport fins a la ciutat. El Wuppertal Institut és un centre alemany presidit per Ernest U. von Weiszäcker que ha generat la idea del «Factor Quatre», una idea que significa *doblar el benestar dividint per dos la inversió energètica* i que està molt lligada als conceptes de desenvolupament sostenible. Aquest institut ha calculat que el recorregut total de tots els constituents dels iogurts de maduixa fabricats i venuts a la ciutat de Stuttgart és d'uns 3.500 km. Si els iogurts són exportats, per exemple al Magrib, el recorregut final dels productes d'aquest iogurt pot arribar als 8.000 km. El poder logístic de la ciutat imposa aquest fet que en termes d'eficiència ecològica és molt dolent ja que, tenint en compte els ingredients, no hi ha motiu per superar els 10 km. Aquesta és la grandesa i la paradoxa de la ciutat. La raó fonamental és un paradigma

amb un model econòmic que hi ha instaurat i que fa molt de temps que impugnem els que intentem reflexionar sobre la lògica del nostre temps. Us preguntareu que té a veure amb la ciutat tot aquest discurs. Doncs molt, perquè aquest model mai no hauria funcionat en una estructura d'espai urbà productiu i lògicament poc potent. En tot cas, la ciutat, per bé o per mal, és el paradigma de l'estratègia d'ocupació del territori que avui en dia tenim instaurat.

## L'estructura urbana del món

L'any 1950, les ciutats de més de 5 milions d'habitants del món estaven ubicades fonamentalment a Europa i Nord-amèrica, però també a Austràlia i Nova Zelanda per una banda, i l'Argentina per l'altra. Aleshores algunes d'aquestes ciutats eren Londres, París i Colònia a Europa; Buenos Aires, Chicago i Nova York a Amèrica i Tòquio i Pequín a l'Àsia. En els últims 50 anys el canvi ha estat total. Per a l'any 2000 Europa, on la majoria de la població viu en ciutats de més d'1 milió d'habitants, es manté bàsicament urbana. Però han aparegut també noves grans concentracions urbanes allà on l'any 1950 no n'hi havia. Les grans ciutats del món amb més de 10 milions d'habitants són ara unes altres i es troben en uns altres llocs. Si bé Nova York i Buenos Aires, o Tòquio i Pequín, continuen sent unes grans ciutats, n'hi ha d'altres, com Mèxic, que té 25 milions d'habitants i com aquell que diu no existia als anys 1950, o Rio i Sao Paulo que eren ciutats d'entre mig i un milió d'habitants l'any 1950 i ara tenen, respectivament, 13 i 19 milions d'habitants. A més s'hi han afegit una colla de ciutats que no tenien gaire importància l'any 1950 i que han passat a tenir més de 10 milions d'habitants, moltes d'elles asiàtiques, com Teheran, Calcuta, Bombay, Karachi o Djakarta.

### *De la ciutat a l'aglomeració*

La població mundial s'està concentrant en l'àmbit urbà. Però aquesta concentració no s'està produint pel creixement de les ciutats que ja eren grans fa 50 anys, sinó pel creixement de les que aleshores no eren ni ciutats. Per ser més exactes, de les ciutats que encara no són ciutats, tot i que hi viuen 10 milions de persones, com és el cas de Lima. Perquè dic que no són ciutats encara? Doncs perquè són grans *urbs*, però escassament *civitas*. No s'ha produït un creixement de l'*urbs* com a conseqüència de la complexificació i de la consolidació de la *civitas*. Són grans aglomeracions que han anat creixent per aposició física de construccions, però no existeix una fisiologia urbana fluida. En termes demogràfics són molt grans, però poden arribar a passar coses tan dramàtiques com que no es pot enviar una carta, si no és a un apartat de correus, perquè no és possible obtenir una adreça clara. Hi ha hagut un creixement tan ràpid i desordenat que no hi ha hagut temps de numerar els carrers, com és el cas de Caracas. I això parlant de les zones raonablement urbanitzades, perquè a les zones amb barraques, com a les faveles de Rio, no hi ha ni número, ni carrer, ni res que s'hi pugui assemblar.

El carrer és una qüestió molt important. En termes estrictament d'*urbs* les ciutats són els carrers, no les cases. En termes d'aglomeració tercermundista la ciutat són les cases, no els carrers. Històricament la gent s'instal·la al voltant d'un punt on es troba a mercadejar i, per tant, la ciutat neix a l'espai de relació que és el carrer i les cases vénen després. En canvi, en aquests països del Tercer Món és a l'inrevés. La ciutat neix, o creix, com a conseqüència de la desestructuració d'un territori, de l'esfondrament d'una activitat agrícola i de l'emigració massiva cap a aquest pol d'atracció mític que és la ciutat. La gent s'instal·la en campaments amb cases, però sense carrers ni ciutat en el sentit autèntic del terme. Aquesta és la causa que hi hagi tants problemes, perquè hi ha *urbs* però no hi ha *civitas*.

### *La densitat demogràfica*

Per tal de veure quines estratègies d'ocupació s'han seguit, passarem revista a algunes ciutats típiques. Com a referència prendrem la ciutat de Barcelona. Per entendre la causa dels problemes de Barcelona, i també els seus avantatges en termes d'economia d'escala, paga la pena recordar algunes xifres (taula 1).

Barcelona té una densitat mitjana de l'ordre de 16.000 habitants per km quadrat (hab/km<sup>2</sup>). L'Eixample, abans que s'iniciés l'actual procés de desdoblament, tenia una densitat de 36.000 hab/km<sup>2</sup>, que és el valor que agafarem com a mostra. La densitat de l'Eixample era superior a la de Manhattan i molt superior a la del Caire, Tòquio o Buenos Aires, i quasi triplicava la del centre de París. Malgrat tot, la densitat de les ciutats europees no s'allunya gaire del model de Barcelona. En canvi Hong Kong tenia, l'any 1971, una densitat que era 6,2 vegades la de l'Eixample, amb 228.000 hab/km<sup>2</sup>, essent un km<sup>2</sup> la superfície de 100 illes de l'Eixample.

**Taula 1.** Densitat demogràfica de diverses ciutats del món

Ciutat ( <i>barri</i> )	densitat (hab/km <sup>2</sup> )	ratio	any
Canberra	3.500	0,09	1978
París ( <i>centre</i> )	13.900	0,37	1970
Buenos Aires ( <i>centre</i> )	16.600	0,45	1991
Tokyo ( <i>centre</i> )	21.500	0,58	1970
El Caire	27.500	0,74	1983
New York ( <i>Manhattan</i> )	34.700	0,94	1965
Barcelona	16.600	0,45	1991
Barcelona ( <i>Eixample</i> )	36.700	1	1991
Hong Kong ( <i>Wanchai</i> )	228.800	6,23	1971

Font: diversos anuaris.

El problema de la concentració és un dels elements clau per comprendre les disfuncions que tenen les ciutats. La funció de la ciutat en bona mesura està vinculada a la seva densitat. Per sota d'una certa densitat, la ciutat no funciona com a espai de relació i, per tant, no és una ciutat. Per sobre d'un altre valor de densitat, la ciutat se sobreesatura i, en certa mesura, deixa de ser una ciutat. Fent una analogia amb una dissolució química, podríem dir que cristal·litza. Es pot dissoldre sal en aigua fins a un punt en què s'arriba a la saturació i a partir del qual, tot i remenar, no se'n dissol més. Si es remena molt fort s'aconsegueix una suspensió momentània que crea la il·lusió d'una dissolució química, però en realitat no és més que una suspensió física. En aquests moments, la major part dels problemes urbans fruit de la hiperdensitat se solucionen falsament a base de remenar molt. Es remena molt intensament per mantenir la ciutat en suspensió física, i ens fem la il·lusió que hem aconseguit realment la dissolució. Però realment no es més que una il·lusió.

### *De la metròpolis a la megalòpolis*

El creixement del sistema ciutat respon a unes pulsacions molt difícils de controlar. Un model fractal que imita el creixement de la ciutat de Berlín en l'últim segle ho ha posat en evidència. L'estructura de la ciutat de Berlín generada amb el model s'assembla tant a la de l'actual Berlín, que un es pregunta com seria la ciutat si s'hagués comportat com un cristall que creix fractalment sense que ningú el governi. El fet que el Berlín actual i el del model fractal s'assemblin tant, fins i tot després d'un segle de Bismarck, Hinderburg i Hitler i de rigorós urbanisme germànic, vol dir que no cal governar gaire perquè les ciutats funcionin, perquè acaben sent de la manera que volen ser.

També hi ha, però, la lectura contrària. Les petites diferències entre les dues Berlín reflecteixen que hi ha hagut decisions urbanístiques que han portat al desenvolupament d'alguns barris que espontàniament no ho haurien fet, i que zones que possiblement haurien crescut, no ho hagin fet. Això indica que es pot tutelar el creixement d'una ciutat, però que no se'n pot regir completament el funcionament. Amb altres paraules, la *civitas* té uns graus de creativitat i una lògica pròpia prou importants com perquè no pugui ser completament controlada. Això és un exemple ben bonic de com la ciutat és la suma de les dues coses: del govern i de l'espontaneïtat del mateix sistema urbà.

Aquestes ciutats que actualment creixen, es densifiquen i es distribueixen pel món no responen a un àmbit realment còmode com el mateix Cerdà el podia imaginar fa 130 anys en la seva teoria general de la urbanització. Es produeixen una enorme quantitat de disfuncions que són fàcils d'entendre en termes sistèmics si comparem les ciutats amb la cèl·lula, el sistema biològic per antonomàsia. Assumim que, després de 3500 milions d'anys, la vida ha seleccionat les millors solucions. Com que no existeix cap cèl·lula que creixi indefinidament confiant al control d'un únic nucli totes les seves funcions fisiològiques, sinó que a partir de certa mida es formen organismes pluricel·lulars,

en deduïm que les coses massa grosses no funcionen massa bé. No funcionen, entre d'altres raons, perquè el govern de la cèl·lula des del nucli comporta la inversió de molts recursos per al manteniment de l'estructura de l'urbes cel·lular i dels missatgers químics que la connecten, uns recursos que no es poden invertir per al funcionament de la fisiologia, o *civitas* cel·lular. A partir d'una certa mida surt més a compte partir la cèl·lula en dues i coordinar les dues meitats, i arribar a formar un teixit en el qual cada cèl·lula sigui independent. Sembla que això les ciutats no ho volen aprendre. En aquest moment tenim unes ciutats excessivament grans en les quals no estem aconseguint increments sensibles de la capacitat logística i, en canvi, cal fer tremendes inversions per al manteniment.

### Les disfuncions urbanes

Ja fa molt de temps que les ciutats en créixer no aporten res sensiblement útil als ciutadans i, en canvi, sí que aporten inconvenients molt grans. L'alcalde de Barcelona es queixa, amb raó, que és molt costós mantenir la ciutat, i que calen molts més recursos dels que proporcionalment necessitava als anys 50.

#### *El creixement i els seus costos*

Això és degut al fet que subministrar els mateixos serveis és ara més car, especialment la mobilitat i el transport. En créixer, la ciutat augmenta la distància entre la llar i la feina, i per tant el moviment de les persones. La raó per la qual la cèl·lula intenta estalviar-se missatgers químics en volum massa gran és la mateixa que en no ser aplicada complica enormement el funcionament de la nostra ciutat. La megaciutat comporta un elevat cost econòmic i energètic, però, a més a més, implica una gran quantitat de disfuncions associades al soroll i a la contaminació. A partir d'aquest moment la ciutat està contravenint un dels seus principis fonamentals, com és donar servei, perquè la meitat del seu funcionament està servint per incrementar els problemes sense incrementar realment el servei.

Els problemes associats a la mobilitat continuaran mentre la nostra pauta urbana parteixi de la base que les ciutats poden créixer indefinidament. Em pregunto perquè mai ningú ha dit que això és un problema sense solució. Encara mai ningú ha plantejat que l'estratègia urbanística d'una ciutat o d'un territori ha de ser no créixer. Això, amb el paradigma actualment vigent, és considerat pràcticament herètic. Naturalment trigarem pocs anys a veure que el que sigui considerat extraordinàriament pintoresc sigui que aquestes idees encara no s'hagin implantat perquè, altrament, la sostenibilitat no és possible. No hi ha cap estratègia dissenyada per no créixer, ans al contrari, totes les estratègies es basen en el creixement.

Un estudi fet l'any passat a la UPC ha calculat el cost anual dels embussos i les retencions de trànsit en 5 ciutats del món: Londres, Nova York, Barcelona, Madrid i Osaka (taula 2).

**Taula 2.** Cost del embussos de trànsit en diverses ciutats

	US\$ x10 <sup>6</sup>	US\$ per capita	ratio	any
Londres	3.000	270	0,71	1986
Nueva York	2.100	262	0,69	1989
Barcelona	640	376	1	1994
Madrid	1.500	468	1,24	1992
Osaka	1.400	538	1,43	1985

Cost anual dels embussos i retencions del trànsit en diverses ciutats (pèrdua d'hores de treball, combustible, avaries, etc.)

Font: Universitat Politècnica de Catalunya, 1996.

El cost va des dels 3.000 milions de dòlars l'any a Londres fins els 640 milions a Barcelona, que és la més petita de les cinc. Els costos, traduïts en xifres per càpita, són de 270 dòlars per persona i any a Londres, però és que a Barcelona són 376 dòlars. És a dir, 40.000 pts. que desemborem cada any cadascú dels que vivim a Barcelona, i que no incrementen la nostra felicitat, sinó al contrari, són com una multa. Cal començar a fer aquests números d'aquesta manera i explicar que, només amb embussos, aquest model ens costa a cadascú 40.000 pts. l'any. Ara podríem començar a calcular d'altres costos. El cas és que a Barcelona es perden diàriament unes 250.000 hores de treball o lleure a causa dels embussos o de la lentitud de la circulació. En un embús els autos s'aturen però no ho fan els motors i, per tant, s'emeten contaminants a l'atmosfera sense cap profit. Encara no hem desenvolupat un sistema prou acurat per avaluar això econòmicament, però el cost hi és.

En no saber calcular la major part de les coses que funcionen malament sembla que no n'hi ha cap i que no ens costa res. Tenim instaurat un sistema urbà, i econòmic en general, comparable al de l'economia medieval, en què conceptes com l'amortització no eren comptabilitzats, i en què l'economia financera funcionava com el llibre de caixa diari. Nosaltres comptem algunes entrades i sortides, però no sabem que són les amortitzacions. Bé doncs, en termes de llibre de caixa, no de balanç, si al que ens costen els embussos hi afegim el que paguem en concepte de desplaçament real, descobrirem unes xifres molt importants sense que hi hagi cap millora de les condicions de vida de la *civitas*. Simplement fem que sigui possible l'actual estructura de l'*urbs*.

La superfície de boscos necessària per absorbir la gran quantitat d'anhídric carbònic que el trànsit, les calefaccions i les indústries emeten a les ciutats catalanes seria una part important de Catalunya. Com que no existeixen aquests boscos, les emissions d'anhídric carbònic són un cost en la mesura en què és un greuge ambiental que, de moment, s'exporta a l'atmosfera. No sabem quin preu dinerari té, però ja comencem a intuir el preu d'incrementar la concentració d'anhidrid carbònic atmosfèric i l'efecte hivernacle i, com a



conseqüència, de provocar alteracions importants en el règim atmosfèric i, per tant, en el clima. De moment ningú no es fa càrrec d'aquestes externalitzacions, com de tantes altres de l'economia. Cal tenir present que el sistema urbà està externalitzant d'una manera general la major part dels seus costos per ineficiència. El cas dels residus urbans, tractat fins a la sacietat, en seria un exemple.

**Taula 3.** Producció de residus a Girona

Any	habitants	RSU (kg/any)	RSU (kg/any-hab)
1972	53.059	10.190.875	192
1975	50.526	12.238.521	206
1987	72.365	22.841.670	316
1988	73.192	25.422.700	347

Evolució de la població i de la producció de residus sòlids urbans (RSU) a la ciutat de Girona. Font: "Els residus sòlids a la ciutat de Girona": 41.

### *La mobilitat i el transport*

El transport és un altre exemple d'ineficiència de l'actual model. Els automòbils amb motor de benzina o dièsel tenen uns rendiments, mesurats com a energia consumida per passatger i km, més o menys semblants. A les antípodes hi ha els avions que, per la seva velocitat i la seva capacitat de transportar-nos de pressa a grans distàncies, són molt eficaços, però que energèticament són molt ineficients, cosa ben comprensible ja que no només traslladen el passatger, sinó que aguanten penjats en l'aire milers de quilos de pes. Els trens de rodalies són molt més eficients que l'automòbil, els autobusos si fa no fa, mentre que els trens d'alta velocitat ho són molt poc, ja que els ocorre com als avions, són molt eficaços però energèticament molt poc eficients. Cal no barrejar les dues coses, saber balancejar l'eficàcia i l'eficiència és una de les subtils diferències entre un tecnòcrata i un tecnòleg.

Ara parlaré de la bicicleta i m'agradaria que no m'agaféssiu pel mot i diguéssiu que vinc aquí a fer de *boy scout*, sinó que comprenguéssiu l'objectiva realitat de les coses. El rendiment de la bicicleta és el més alt de tots els vehicles, i fins i tot és menys rendible energèticament caminar que anar en bicicleta. La bicicleta és el vehicle més eficaç de tots perquè consumeix energia biològica i la multiplica a través d'enginyers mecànics. Tot i que s'està avançant força, l'ús de la bicicleta a Barcelona és gairebé un esnobisme o bé un símbol més volitiu que altra cosa, ben lluny del cas d'Amsterdam. Vull subratllar que un segment important de la població, les persones joves, es podrien desplaçar còmodament i tranquil·la en bicicleta, fins i tot respectant les convencions socials més estrictes, com ho fan els danesos. Sempre pensem en la bicicleta com un vehicle pintoresc per a ecologistes alternatius i ens costa imaginar que pugui tenir un

ús generalitzat, entre altres raons perquè no hem dissenyat l'espai urbà proporcionat a les necessitats d'aquesta mena de vehicle.

El nombre de persones que es desplacen amb auto a la ciutat de Barcelona és una tercera part dels que van a peu o amb altres sistemes de transport, però en canvi consumeixen fins al 85% de l'espai disponible. Com que donem aquesta realitat física de l'*urbs* per bona no analitzem les necessitats reals de la *civitas*. L'espai no està distribuït proporcionalment a les necessitats, sinó a les circumstàncies. Mentre per garantir la mobilitat d'un ciutadà s'hagi de preveure l'espai de l'auto més l'espai entre autos, mai no resoldrem el problema de la mobilitat, perquè és un impossible físic. Amb un càlcul senzill d'aritmètica es comprèn que el problema de la mobilitat no es pot resoldre incrementant la superfície útil per al vehicle privat de les dimensions de l'actual. És obvi que cal reservar un espai important de la ciutat per al trànsit rodat. Ara bé, no es pot pensar en un vehicle polivalent que serveixi tant per fer un viatge familiar de vacances, com perquè una única persona vagi a treballar per dins de Barcelona. Encara ara estem tractant de reconfigurar l'*urbs* en funció d'una dinàmica empresarial de les empreses d'automoció que és incompatible amb l'estratègia de la ciutat de Barcelona. Per quina raó l'ajuntament ha de configurar els seus carrers en funció de les decisions dels fabricants, d'automòbils? Per què els automòbils han de ser de més de quatre metres? Quin consell municipal, o quina assemblea de ciutadans, ho han decidit? Doncs bé, la *civitas* hauria de poder decidir com han de ser els vehicles urbans.

El problema del transport en una ciutat rau, a més del volum dels vehicles, en el règim de tinença. Encara estem confiant la major part del desplaçament aleatori a un vehicle privat polivalent d'unes dimensions, d'un consum energètic, d'una versatilitat i amb règim de tinença totalment inadequat. L'actual règim de tinença és surrealista i no es planteja la possibilitat de compartir el vehicle. El parc mòbil té un nom inadequat, hauria de dir-se parc immòbil, ja que durant el 90% de la seva vida útil un vehicle està aturat. Afortunadament està aturat, perquè el dia que es posen en funcionament només el 60% dels vehicles de Barcelona, es produeix el caos circulatori. El parc mòbil es manté, paradoxalment, gràcies a la seva condició d'immòbil. Així i tot tenim tants embussos degut al fet que el règim de tinença no ha estat pensat. Sortosament, el règim de tinença compartida està començant a funcionar, fins i tot amb una cosa tant tradicional com és la propietat de l'habitatge, i s'anomena condomini. Tenir un condomini implica que un és propietari d'una casa un mes l'any. És una idea perfecta que hauríem de plantejar-nos d'estendre als vehicles.

Un taxi és un vehicle que es fa servir quan es necessita, i que es basa en l'estocàstica: n'hi ha molts que circulen alhora i és molt probable que en passi un per davant quan se'l necessita. Ara bé, per què ha de tenir conductor? Podríem imaginar un parc automobilístic urbà aparcats al carrer i que funcionés amb targetes de crèdit. Ara calen molts llocs per aparcar el parc immòbil però, si aquest no hi fos, estocàsticament seria molt probable que a poca distància d'on

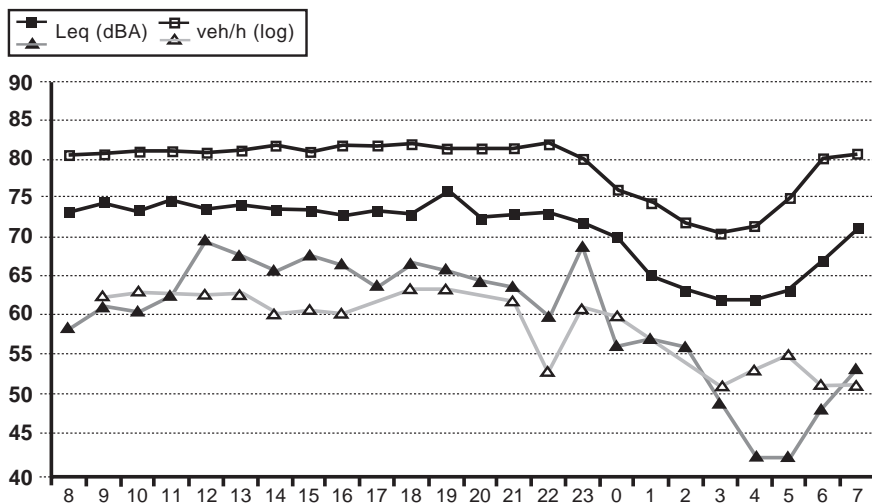


Figura 1. Intensitat circulatòria i nivell equivalent de soroll a Barcelona.

hom vagi hi hagués un lloc on deixar un vehicle, que més endavant seria retirat per algú per anar-se'n. És un tema complicat i innovador que necessita que l'*urbs* sigui pensada en termes de la *civitas*.

### La contaminació acústica

El soroll és un altra disfunció important de la ciutat. Contràriament al que es podria pensar, actualment el principal productor de soroll no són els motors, sinó el fregament dels pneumàtics amb el paviment. És un problema força greu ja que a Barcelona només un 30% dels carrers durant el dia, i un 64% durant la nit, tenen nivells de soroll que no provoquen molèsties. A nivells molestos se situen al voltant del 56% dels carrers i tants com un 34% es mantenen a nivells molestos fins i tot durant la nit. És a dir, una tercera part dels carrers de Barcelona tenen sorolls manifestament molestos les 24 hores del dia (figura 1, taula 4).

La gent que hi viu en pateix totes les conseqüències, difícils d'avaluar, però no per això inexistent, com ara baix rendiment, neguit, inquietud, disfuncions, i fins i tot malalties. La gent s'hi acostuma o, més ben dit, s'hi resigna, o bé posa vidres dobles que en definitiva no és més que aïllar-se de la ciutat. El perjudici del soroll es manifesta en el valor dels pisos, que està en funció del soroll del carrer on es troben. El soroll ha estat durant molt de temps oblidat en els balanços de les condicions de la vida en general i, en concret, de la vida urbana, perquè com que no té existència material sembla que no hi és. Per això, tot i que és un dels elements de contaminació que provoca més problemes a les persones, no s'avalua econòmicament.

**Taula 4.** Distribució dels nivells equivalents de soroll a Barcelona

Leq dBa	% dia	% nit
Nivells admissibles		
40-45	–	2,1
45-50	2	7,7
51-50	9,3	18,3
56-60	18,9	36,8
	30,2	64,9
Nivells molestos		
61-65	22,4	4,7
66-70	17,4	15,3
71-75	16,3	14,9
	56,1	34,9
Nivells molt molestos		
76-80	13,5	0,2
81-85	0,2	–
	13,7	0,2

Nivells equivalents de soroll, en decibels (Leq dBa) i tant per cent de superfícies públiques de Barcelona que els presenten.

Font: «Mapa sònic», A. de Barcelona, 1988.

### *El verd urbà*

Abans hem definit la ciutat com un sistema biològicament poc productiu. Ho és en termes de productes d'alimentació, però també ho és, bé que no tant, per elements que no tinguin aquesta funció. Vull destacar algunes funcions, més enllà de les estètiques, que tenen les plantes a la ciutat.

Almenys deu espècies de les plantades als carrers de Barcelona, entre elles els ubicus plàtans, són capaces de retenir metabòlicament de l'ordre de 50 elements químics que es poden trobar en suspensió a l'atmosfera. Entre aquests elements hi ha alguns metalls pesants clarament perillosos per a la salut, com ara plom, coure i zinc (taula 5). Insisteixo que és retenció metabòlica, que significa que els elements penetren a l'interior de la planta on queden retinguts i exclosos de l'atmosfera. Aquest factor és extremament important perquè, encara que cada vegada menys, pels tubs d'escapament dels vehicles surten molts d'aquests contaminants. La vegetació, per tant, és un element capital per a la qualitat de l'aire.

**Taula 5.** Retenció de contaminants a les fulles dels arbres

Espècie	nombre elements	principals elements
Castanyer d'Índies ( <i>Aesculus hippocastanum</i> )	50	Mn Zn Sr
Acàcia japonesa ( <i>Sophora japonica</i> )	45	Pb Mn
Acàcia falsa ( <i>Robinia pseudacacia</i> )	45	Mn Zn
Morera blanca ( <i>Morus alba</i> )	44	
Lledoner ( <i>Celtis australis</i> )	43	Cu Pb Mn Zn Sr
Auró ( <i>Acer platanoides</i> )	43	Mn Zn Sr
Tell ( <i>Tilia</i> sp.)	43	Cu Pb Mn
Plàtan ( <i>Platanus</i> sp.)	40	Mn
Ailant ( <i>Ailanthus glandulosa</i> )	39	Cu Pb Zn

Nombre i principals elements contaminants retinguts per les fulles d'alguns arbres planifolis comuns en el verd urbà

Font: «Seminario Internacional sobre Verde Urbano» (UNESCO/MAB), 1989

**Taula 6.** Radiació rebuda i absorbida per diversos arbres

Espècie	% absorció	rad. incident	rad. rebuda
Trèmol ( <i>Populus tremuloides</i> )	68	1,7	0,54
Bedoll ( <i>Betula populifolia</i> )	80	1,7	0,34
Pollancre ( <i>Populus</i> sp.)	81	1,7	0,32
Plàtan ( <i>Platanus</i> sp.)	~90	1,7	0,17
Auró vermell ( <i>Acer rubrum</i> )	92	1,7	0,13
Roure ( <i>Quercus alba</i> , <i>Q. velutina</i> )	92	1,7	0,13
Faig ( <i>Fagus sylvatica</i> )	97	1,7	0,05

Radiació exterior rebuda el mes de juliol en una població temperada (latitud 45° N aprox.) i radiació rebuda realment sota les capçades d'alguns arbres planifolis (10<sup>9</sup> kcal/ha).

Font: Reelaboració a partir de «Seminari Hispano-portugués sobre Jardines y Espacios Abiertos» (1991) i «Descobrir el medi urbà» (1985).

**Taula 7.** Intercepció radiació solar per l'arbrat de la plaça Universitat de Barcelona

Espècie	radiació (nmol. PAR m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			temperatura terra (°C)		
	incident	intercept. % abs.		a ple sol	a l'ombra	-°C
Parquinsònia ( <i>Parkinsonia acueata</i> )	1783	646	36	50,0	43,8	6,2
Washingtonia ( <i>Washingtonia filifera</i> )	1790	1161	65	50,8	38,0	12,8
Plàtan ( <i>Platanus hybrida</i> )	1800	1385	77	—	—	—
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	1812	1474	82	49,1	35,1	14,0

Capacitat d'intercepció de la llum solar (PAR: radiació solar fotosintètica activa, 400-700 nm) de diverses espècies arbòries de la plaça de la Universitat de Barcelona i temperatura del paviment a peu d'arbre a migdia (13,30-14,00 h {= 11,30-12,00 h GTM}) d'un dia solsticial (18.06.96) de condicions normal, no extremes (27 °C, calitjós i amb brisa suau).

Font: Centre de Recercas Ecològiques i Aplicacions Forestals (CREAF), inèdit.

Una altra virtut de la vegetació és que fa ombra, que com tots sabem, refresca a l'estiu. Algunes espècies, com el plàtan, poden retenir fins al 90% de radiació incident (taula 6).

El juny de l'any passat vam mesurar l'eficàcia de la vegetació de la plaça Universitat per refrescar (taula 7).

En aquesta plaça hi ha plantats plàtans, casuarianes, palmeres i parquinsònies. La parquinsònia té fulles molt petites que fan molt poca ombra. Al ple del migdia, la temperatura del paviment sota les parquinsònies era de 43 °C, mentre que sota la resta d'arbres era d'entre 35-38 °C, una diferència d'entre 5 i 8 °C. Els aparells de climatització obtenen un decrement tèrmic que normalment és de 8-10 °C, la mateixa diferència que hi ha entre plantar un plàtan o una parquinsònia. Això significa que en aquests moments la climatització de molts carrers de Barcelona està garantida per la vegetació que, a més de l'efecte estètic, també reté el plom, i tot això sense cap cost addicional. Tots els aparells de climatització de Barcelona no aconsegueixen un decrement pràctic a la pell dels ciutadans equivalent al de l'arbrat dels carrers. Per tant una inversió que condueixi a incrementar l'ombra al màxim seria molt important en termes d'*urbs* per millorar el funcionament de la *civitas*.

### Quin futur ens espera?

Barcelona és una de les ciutats signants de la carta d'Alburg i s'ha compromès a inscriure's en el camí de la sostenibilitat urbana. Sabem amb una total imprecisió en què consisteix la sostenibilitat, perquè l'única cosa que sabem bé és en què consisteix la insostenibilitat: és el que tenim. La sostenibilitat és el nom d'allò que sense saber-ho voldríem tenir, és a dir, el nom del futur i l'única cosa per la qual val la pena treballar. La reconsideració de la distribució dels espais dedicats a l'automòbil privat i al transport col·lectiu, la reflexió sobre el règim de tinença dels vehicles, la reflexió sobre la dimensió de la ciutat, la reflexió sobre la productivitat biològica i l'ús funcional, a més d'estètic, del verd urbà són uns primers passos per reformar la ciutat actual i poder un dia, amb orgull, viure en una ciutat sostenible.

## Estructura social dels primats en funció dels biòtops

Jordi Sabaté Pi

La selva africana sofreix actualment un important procés de destrucció. La presència de cultius indígenes itinerants que suposen la tala, la crema i el posterior abandonament de les terres, juntament amb l'acció de grans mamífers com els elefants, està fent que la termoplúviüsilva africana disminueixi considerablement i apareguin zones on la presència de vegetació és molt pobra. Els sòls laterítics, poc profunds i amb baixa presència de nutrients, no n'afavoreixen la regeneració. Actualment, l'extensió dels diferents tipus d'ecosistemes productes de la degradació de la termoplúviüsilva (des de la selva aclarida fins a les finques indígenes) ha comportat una readaptació d'aquelles espècies de primats que habitaven a la selva verge, una especialització en l'alimentació i canvis en la seva estructura social.

La termoplúviüsilva verge està caracteritzada per la presència d'arbres de gran alçada pertanyents a la família de les lleguminoses (*Mimosaceae*), que formen un cobricel continu a uns quaranta metres d'alçada sobre el sòl i tamisen intensament la llum creant un ambient ombrívol i humit. Els *Colobus* són els primats que habiten en l'estrat superior de la selva i estan adaptats a alimentar-se de les fulles verdes dels arbres, a través d'unes modificacions morfològiques com la presència d'un cec intestinal. En època de pluges els *Colobus* viuen en grans grups, són silencis i dediquen la major part del dia a menjar. En època seca, però, la dificultat de trobar menjar com a conseqüència de la caiguda d'una part important del fullatge i la presència d'altres concentracions de tanins que fan esdevenir les fulles restants menys ingeribles, provoca canvis en la seva estructura social. Els grans grups propis de l'època de pluges es disgreguen en grups més reduïts i mantenen la comunicació a través d'uns crits especials, els anomenats «crits roncats».

En un estrat inferior i més ombrívol de la selva hi viuen els *Cercopitècids* en grups de 500 a 1.000 individus. Són primats frugívors que es caracteritzen per tenir un sistema propi de comunicació visual anomenat «*flagging head*», que consisteix a generar un rastre visible en la foscor de la selva mitjançant moviments estereotipats del cap, colorit amb ratlles i taques de tons clars propis de cada espècie. A través d'aquests moviments repetitius indiquen als altres membres de la comunitat a quina espècie pertanyen, el sexe i l'estat de zel. Les

diferents espècies de *Cercopitècids*, però, estan distribuïdes a uns nivells d'alçada definits de la selva, que es relaciona amb la funció social que exerceixen a la comunitat. Així doncs, l'espècie que habita a la part superior d'aquest estrat de la selva avisa de la presència d'àligues, el depredador més comú dels simis; l'espècie que habita més avall avisa a la resta del grup de la presència de fruits, i, finalment, l'espècie que habita a la zona inferior de la selva adverteix de la presència dels humans.

Quan la selva es troba en un estat de degradació a causa de la intervenció de grans mamífers o humana, per exemple tals indígenes, es formen clarianes que permeten l'arribada de la llum al sòl i el creixement d'algunes plantes heliòfiles. Els primats que actualment habiten en aquest ecosistema, del gènere *Cercocebus*, formen grans grups socials i tenen una notable capacitat per saltar entre les copes d'uns arbres cada vegada més dispersos. Si l'estat de degradació de la selva és encara més gran, però, la vegetació heliòfila integrada principalment per *Musanga cecropioides* esdevé dominant i forma uns ecosistemes arboris que han esdevingut avui en dia refugi per als ximpanzés (*Pan troglodytes*). Són primats que s'alimenten principalment de les drupes dolces de la *Musanga* que poden trobar durant tot l'any, ous d'ocells i petits vertebrats, però, com que acostumen a ser molt versàtils en la seva alimentació, també fan incursions a les finques indígenes situades a prop dels conreus per cercar menjar. Els ximpanzés formen grups d'una gran plasticitat social, amb una estructura de fusió-fisió que permet tant l'existència de grups petits com de grups de més grandària segons l'època de l'any.

Les plantacions indígenes de bananes (*Musa sp*), iuques (*Manihot utilissima*), blat de moro (*Zea mays*) o cacauet (*Arachis hypogea*), ofereixen refugi a l'espècie *Miopithecus talapoin*, un primat de dimensions molt petites, de màxim 400 g de pes, que es distingeix per la seva gran capacitat d'aprenentatge. Per exemple, han après a recollir les iuques que els indígenes deixen dins el riu durant uns quants dies perquè perdin l'àcid cianhídric que contenen i esdevinguin comestibles, i saben exactament quan poden agafar-les sense córrer perill d'intoxicació. A l'hora de dormir es protegeixen de l'ésser humà enfilant-se a l'extrem dels bambús de les vores del riu i els fan torçar cap a la llera, on els indígenes no hi tenen accés. Quan les finques indígenes s'abandonen, la selva ja no té capacitat per regenerar i tan sols hi poden rebrotar plantes herbàcies com l'*Aframomum* o planta de l'alcàmfora. Els goril·les (*Gorilla sp*) s'han adaptat a viure a les plantacions abandonades, on s'alimenten durant tot l'any de les fulles i dels fruits de l'*Aframomum* i on la densitat de la vegetació els ofereix un refugi segur. L'estructura social dels goril·les, és piramidal tancada, integrada per un mascle, una femella i petits goril·les, formant grups que no solen sobrepassar els quinze o setze individus i, de la mateixa manera que els ximpanzés, també fan incursions als poblats indígenes per cercar-hi menjar. S'ha descobert que aquestes dues espècies fan nius als arbres cada nit per dormir, i, tot i que es creu que existeixen condicionaments biològics en la construcció d'aquests nius, es considera que les tècniques per construir-lo han estat apreses.



Finalment, a la sabana, un ecosistema annex a la selva on predominen les acàcies (*Acacia sp*), hi habiten els primats de les espècies *Papio* i *Erythrocebus*. Les grans extensions de territori poc arbrat formen un entorn molt hostil pels primats, ja que els seus depredadors els poden veure molt fàcilment, i això es reflecteix en una organització social piramidal molt jerarquitzada encapçalada per un mascle dominant. Sota el seu domini se situen les femelles en zel, a un nivell inferior, les femelles amb fills seguides per mascles adults no dominants, les femelles sense zel, i finalment els individus que han estat recentment deslletats i abandonats per les seves mares. La dominància en el grup, però, pot guanyar-se a còpia de netejar i rascar els individus socialment més valorats, l'anomenat «*grooming*».

La degradació creixent de la selva i la caça furtiva han comportat una readaptació dels primats als ecosistemes modificats per l'ésser humà, però també una reducció important del nombre d'individus a l'Àfrica. A Nigèria, per exemple, la selva ha quasi desaparegut i al Senegal, Mali o Dahomey ja no s'hi troben ximpanzés. A Rwanda la població de goril·les s'ha reduït a un terç després dels recents conflictes interètnics, i tan sols la població de *Bonobos* es troba en bon estat, en ser animals protegits pels indígenes. La destrucció de la flora de la selva africana afecta directament la fauna que hi habita, incloent les poblacions de primats, i caldria fer un esforç en la gestió i conservació dels hàbitats en perill d'extinció per tal de preservar-les.

# L'aigua subterrània i els seus problemes a l'entorn de Barcelona

Lucila Candela

Les aigües subterrànies han constituït tradicionalment una part important de l'abastament per a la població de Barcelona. Actualment, tot i que el proveïment d'aigua es realitza principalment per les aigües superficials, encara s'utilitzen les aigües subterrànies en circumstàncies de demanda punta, d'emergència o en èpoques de sequera. La modificació de la dinàmica de les aigües subterrànies a causa dels canvis en l'ús dels aquífers origina problemes importants associats a la qualitat i la quantitat de les aigües en els entorns urbans concentrats que necessiten una gestió adequada.

Les aigües subterrànies estan totalment connectades amb les aigües superficials formant part del cicle hidrològic. L'aigua que precipita en forma de pluja o neu pot retornar a l'atmosfera per evaporació directa i a través de les plantes per evapotranspiració, o bé circular sobre el terreny, en un procés anomenat «escorrentia superficial», i formar els rius i llacs. L'aigua de superfície que s'infiltra dins la terra dona lloc als aquífers o embassaments subterranis en el cas que el subsòl estigui format per materials geològics porosos, com les arenès, o bé més compactes, com les calcàries, que permetin l'emmagatzemament i la circulació de les aigües. Contràriament a la dinàmica de les aigües superficials, les aigües subterrànies es caracteritzen per la seva baixa velocitat de circulació (des d'1 metre per dia fins a 100 metres l'any) i, per tant, els problemes de qualitat de l'aigua poden emergir fins a trenta o quaranta anys després de realitzar-se la contaminació. La procedència de les contaminacions en les aigües subterrànies urbanes pot ser molt diversa, des de pèrdues d'aigua bruta a través de les conduccions o recàrrega d'aigua de regadiu fertilitzada fins a abocaments incontrolats, fuga de compostos orgànics nocius de les gasolineres, ruptures de canonades d'oleoductes o canvis en les condicions del sòl que en determinats casos produeixen reaccions químiques contaminants. La pluja àcida, que dissol els metalls pesants i permet que circulin per l'interior del terreny, o la presència de matèria orgànica al sòl, bacteris o virus també contribueixen a la mala qualitat dels aquífers. Avui en dia encara no podem avaluar totalment els efectes de les contaminacions que s'estan realitzant i és possible que quan puguin detectar-se el dany ja sigui quasi irreparable.

Els ascensos i descensos del nivell de les aigües freàtiques, associats a la subexplotació o sobreexplotació dels aqüífers i als canvis en la gestió de les aigües superficials, també produeixen efectes nocius en el funcionament dels aqüífers de les zones urbanes. L'augment del nivell de les aigües subterrànies pot causar inundacions en soterranis i en altres obres civils del subsòl, com els túnels de metro o els aparcaments, i reduir la capacitat de drenatge dels pluvials urbans, incrementant la tendència a les inundacions en cas de pluja. La disminució del nivell, per contra, pot fer desaparèixer la connexió entre les aigües superficials i els aqüífers, amb el consegüent perill que els aiguamolls arribin a desaparèixer, per aquest motiu es fa necessari reexcavar els pous existents, la qual cosa implica costos econòmics de reperforació, i també pot alterar l'equilibri entre l'aigua marina i l'aigua dolça en les zones costaneres. Aquest darrer procés, anomenat «intrusió marina», consisteix en l'entrada de l'aigua de mar cap a l'interior de la terra, amb la consegüent salinització dels pous, i és un problema molt comú al llarg de tota la costa mediterrània, inclosos els pous del delta del Besòs, del Llobregat o de Tarragona. Per altra banda, si disminueix el nivell de l'aigua en un sòl format per materials de plasticitat diferent que tendeixen a compactar-se de manera desigual, per exemple argiles i llims, es poden produir grans danys estructurals als edificis assentats entre les dues litologies. Finalment, l'eliminació de l'aigua dels materials porosos a causa d'un gran bombeig també pot produir la compactació de terrenys i fins i tot la subsidència de zones costeres, i això pot ser la causa de la desaparició d'algunes de les platges.

### **Els aqüífers urbans a Barcelona**

A l'àrea urbana de Barcelona es poden distingir dues zones que, per les seves característiques, constitueixen uns aqüífers urbans per excel·lència: els deltes del Besòs i del Llobregat, i la plana de Barcelona. La zona del Besòs ha estat històricament explotada, però actualment se n'han hagut d'abandonar les extraccions ateses a les males condicions de les aigües, molt salinitzades i contaminades. El delta del Llobregat, d'on es coneixen explotacions pràcticament des de l'època dels romans a través de pous situats a la mateixa plana de Barcelona i de mines properes a la serra del Tibidabo, consta d'un aqüífer superficial i un aqüífer profund formats per materials permeables i separats per una franja impermeable de llims. Abans del 1900 quasi no s'explotaven, i com que la recàrrega de superfície era important, moltes indústries van aprofitar la facilitat d'extracció de l'aigua per instal·lar-se en aquesta zona. Fins als anys seixanta el proveïment d'aigua per a la ciutat es realitzava exclusivament mitjançant els aqüífers de la vall del Llobregat, i l'explotació massiva realitzada durant aquests anys va situar el nivell de les aigües freàtiques fins a set metres per sota el nivell del mar, la qual cosa permetia l'entrada de les aigües marines diversos quilòmetres cap a l'interior. Actualment encara existeixen seqüeles de la salinització dels aqüífers produïda durant aquell període. Als anys setanta, quan la demanda d'aigua d'una població urbana creixent no es podia cobrir amb l'ús exclusiu de les aigües subterrànies, es van començar a utilitzar les

aigües superficials. Aquest fet i l'abandonament posterior de l'aqüífer superficial per manca de qualitat de les aigües va suposar la recuperació del nivell freàtic. L'aqüífer profund segueix essent una font important de proveïment durant l'estiu, en ús conjunt amb les aigües superficials, però, com que la seva explotació segueix essent menor que la recàrrega, el nivell de les aigües també es troba en ascens. Cap als anys vuitanta, l'ascens del nivell freàtic va començar a originar problemes d'inundacions en determinades zones del delta i actualment constitueix el principal problema associat a les aigües subterrànies a tota l'àrea de Barcelona.

La plana on està assentada la ciutat de Barcelona té unes característiques litològiques diferents de les dels deltes, ja que està formada per argiles, llims i algunes capes d'arenes i graves, a més de la presència de rieres. La plana de Barcelona constitueix un aquífer que s'ha explotat des de principis de segle, i encara moltes indústries n'utilitzen els pous per refrigerar la maquinària. Les extraccions al pla de Barcelona van sofrir un increment a partir dels anys quaranta i cinquanta i posteriorment van començar a decreïxer per abandonament de les indústries, perquè les noves tecnologies eren més eficients en l'ús de l'aigua, o perquè l'aigua ja no reunia uns nivells de qualitat acceptables. La recàrrega dels aquífers urbans va incrementar molt a partir dels anys quaranta, principalment atribuïda a la gran quantitat de fugues en les canalitzacions obsoletes de la ciutat, i es va estabilitzar als anys setanta. La subexplotació dels aquífers, com en el cas del delta del Llobregat, ha determinat la pujada del nivell de les aigües subterrànies al pla de Barcelona, la qual cosa afecta principalment les excavacions subterrànies i les línies 2 i 4 del metro, on ha estat necessari bombejar l'aigua per evitar que s'inundessin les galeries. Per resoldre els problemes associats a les inundacions, actualment es planteja utilitzar l'aigua extreta de les línies del metro o dels aparcaments inundats per a la neteja dels carrers o bé per regar, si és que la qualitat de l'aigua ho permet. És necessari, en definitiva, realitzar una gestió adequada dels aquífers a l'entorn de Barcelona per poder evitar les conseqüències de l'ascens i el descens de nivell de les aigües, així com exercir un control sobre els processos contaminants, per tal que no s'originin problemes en la qualitat de les aigües en un futur.

## Catalunya després de les glaciacions: un paisatge de canvi

Joan Roure

La Terra ha sofert grans oscil·lacions climàtiques i períodes glacials des dels seus inicis, fa uns 4.000-4.500 milions d'anys (MA). La presència de glaciacions, però, no ha estat un esdeveniment periòdic. Per tal que es produeixin grans períodes glacials, cal la coincidència de dos fenòmens: una reducció de la radiació solar rebuda per la Terra com a conseqüència de variacions en l'òrbita terrestre, i la presència de grans masses continentals localitzades a prop de les zones polars. Com que les plaques terrestres s'han anat desplaçant al llarg de la història de la Terra, els fenòmens d'insolació i localització dels continents no sempre han coincidit per donar origen a les glaciacions. Un gran període glacial va ocórrer durant l'era arcaica, fa uns 500 MA, quan el continent africà estava situat prop del pol sud. Durant tota l'era secundària i gran part de la terciària, fins fa uns 50 o 60 MA, la Terra va gaudir d'una certa tranquil·litat climàtica que es va veure alterada 3 MA endarrere a causa de la presència d'Euràsia i Amèrica del Nord prop del pol nord. Les anàlisis del contingut de l'isòtop  $\delta^{18}\text{O}$  en els sediments gelats del pol nord o en restes d'organismes vius, per exemple carbonats de foraminífers, s'utilitzen avui en dia per datar els canvis de temperatura ocorreguts al llarg de la història. Actualment se sap que les glaciacions en els últims 3 MA, corresponents al període quaternari, han aparegut amb una regularitat de 100.000 a 150.000 anys i que han estat separades per unes fases interglacials de 10.000 a 15.000 anys. El darrer cicle glacial, anomenat Würm, es va iniciar fa 80.000 anys i en fa uns 18.000 va esdevenir el màxim glacial o moment de màxima expansió de la glaciació. Actualment fa 10.000 anys que gaudim d'un període interglacial favorable i, com que aquest període correspon al temps de durada aproximat entre glaciacions, algunes hipòtesis prediuen que d'aquí a mil anys es podrien començar a notar els primers canvis climàtics cap a una nova glaciació, i que entrariem al proper màxim glacial d'aquí a uns 60.000 anys. La història de la vegetació des de l'esmentat últim cicle glacial ha quedat marcada per la successió de períodes climàticament molt variables. Per reconstruir-ne el paisatge s'efectuen anàlisis de les restes vegetals que acompanyen els materials sedimentats, normalment grans de pol·len. Aquests elements són especialment resistents al pas del temps i ens permeten classificar les espècies i quantificar-ne la presència a partir de la seva

identificació i del seu comptatge. Les anàlisis d'aquestes mostres ens permeten determinar les influències que han tingut els canvis climàtics del darrer cicle glacial sobre la vegetació i estudiar els orígens del paisatge que coneixem actualment.

Durant el darrer màxim glacial, fa 18.000 anys, els gels cobrien tota l'actual Gran Bretanya i s'escampaven fins al nord de França. El clima a la península Ibèrica i Catalunya era molt més fred i sec que avui en dia, i es calcula que les temperatures mitjanes atmosfèriques eren 10°C per sota de les actuals, però les temperatures de l'aigua del mar, en canvi, eren fins i tot més elevades. Les grans diferències entre les temperatures dels oceans i les continentals van originar una modificació en la circulació dels vents, que produí una destrossa absoluta del paisatge vegetal a Europa. La vegetació present a l'Amèrica del Nord es va poder refugiar cap al sud, on les temperatures eren més càlides, però en el cas d'Europa la disposició transversal de les muntanyes i l'existència del mar Mediterrani que actuava com a barrera física va dificultar la migració de la vegetació. La flora, formada principalment per pi, avet, roure, faig i bedoll, va anar desapareixent i tan sols algunes zones de la costa d'Almeria, que corresponen als llocs actualment més secs i càlids de la península Ibèrica, van actuar com a refugi de vegetació. El paisatge a Catalunya, doncs, va quedar format per una vegetació molt empobrida, fins i tot en aquelles zones que actualment són molt humides, com la Garrotxa. Els arbres estaven representats per alguns pins de característiques similars al pi roig, que poden aguantar el fred i la sequera, però hi predominava la vegetació anomenada «estepària» que actualment trobaríem a les zones de les estepes seques i fredes de l'Orient Mitjà, amb una presència majoritària de gramínies, quenopodiàcies, artemísies o efedres.

Del 18.000 al 10.000 aC es va produir la sortida de la glaciació. Encara que les sortides de les glaciacions comporten increments generals de les temperatures, en un primer moment s'esdevenen oscil·lacions climàtiques que poden tenir influència sobre la flora. Així, els pins i alguns caducifolis que començaven a recuperar-se aprofitant els primers períodes tèrmics favorables, sofreixen un retrocés cada vegada que s'esdevé un descens tèrmic. Fa 10.000 anys, finalment, es comença a reemplaçar la vegetació de tipus estèpic a partir de la flora procedent de l'orient o bé que s'havia refugiat al sud de la península Ibèrica, per acabar originant la vegetació que hi predomina actualment. El pi, present durant tota la glaciació, es recupera amb molta facilitat, però comença a disminuir la seva presència en veure's reemplaçat per arbres caducifolis: en primer lloc apareixen els avellaners, més endavant els bedolls, els roures, els avets, i finalment algun alzinar. Cap als 10.000 anys aC considerem que la glaciació s'ha acabat, i encara que posteriorment se seguiran donant pulsacions climàtiques amb fases fredes i fases més càlides, aquestes no afectaran la vegetació de manera apreciable. Per tant, podem dir que el paisatge actual comença a configurar-se durant aquesta època, malgrat que no es tracta d'un canvi sobtat de vegetació, sinó més aviat d'una colonització gradual.

Entre els 8.000 i els 5.000 anys aC s'esdevé un òptim climàtic que coincideix amb un període d'un fort desenvolupament de la civilització humana. La

vegetació que s'ha anat recuperant des de l'última pulsació climàtica s'escampa totalment, amb excepció d'alguns elements provinents de les zones orientals d'Europa, com el faig, que arribarien més endavant. Durant aquest període hi ha un gran augment de les espècies arbòries en termes generals i segurament correspon a la millor etapa per tota la vegetació. És el moment de màxima expansió dels caducifolis —per exemple l'avellaner—, que dominen la plana de Barcelona i s'estenen més enllà del delta de l'Ebre, i d'algunes coníferes —per exemple l'abet—, que dominen les zones muntanyeses. Les màquies, per altra banda, queden reduïdes a les zones seques localitzades més avall del delta de l'Ebre. Des d'aquest òptim climàtic fins a les èpoques més històriques el paisatge d'Amposta no canvia de manera considerable: no tenim indicis de l'existència de màquies, i hi dominen els boscos d'alzines amb rouredes a la part de dalt. En definitiva, el paisatge a Catalunya no sofreix canvis aparents des d'aquesta època i romandrà pràcticament tranquil fins a l'any 1000.

L'època climàtica favorable queda estroncada pel que s'anomena la «crisi del 4500». Malgrat que no és un fenomen que no es nota a tot arreu, en alguns punts del Mediterrani es produeix una baixada de les precipitacions i sequera. La vegetació de les zones que actualment són més seques, com el territori que queda per sota de l'Ebre, queden afectades, però per sobre de l'Ebre, com és el cas d'Amposta, Barcelona o els Pirineus, hi ha prou humitat perquè tingui lloc una expansió d'espècies i no s'hi enregistren canvis en la vegetació. A Menorca desapareixen totalment els avellaners i els boixos, i hi apareixen les màquies. A Almeria se succeeixen canvis bruscos, i hi reapareix l'artemísia, una espècie indicadora d'aridesa. Els diagrames climàtics d'altres punts del món també ens mostren canvis durant el 4500 aC. Al Rajastan, per exemple, hi ha una baixada no explicable de les precipitacions estimades, malgrat que es tracta d'una zona molt sotmesa al monsons, i també en quedarà afectada Síria, a l'Orient Mitjà, o Àfrica, on les ocupacions humanes fins i tot retrocedeixen. A partir d'aquest moment de gran sequera ocorregut durant el 4500 aC s'esdevé un retrocés continuat dels caducifolis, els perennifolis com l'alzina guanyen terreny i comencen a aparèixer els boscos mixtos, originant el que s'anomena vulgarment la «vegetació potencial» i que correspon bàsicament a la vegetació actual. És l'època, per exemple, que el boix apareix al Garraf i que el faig arriba als ports de Tortosa.

Després de la fase del 4500 aC el clima sofreix un canvi suau fins arribar a la situació actual, i s'entra en un període on els canvis de vegetació queden fortament marcats per l'acció antròpica, amb una forta explotació dels boscos i una ocupació del territori. Les màquies típiques de la costa mediterrània caracteritzades per l'olivera i molts territoris secs que veiem actualment, però, no es formen durant aquesta època, sinó que possiblement són totalment o parcialment d'origen antròpic. Per exemple, sabem que la presència de l'olivera a Amposta és esporàdica fins que es comença a cultivar durant l'edat mitjana. Durant les fases històriques corresponents als últims dos mil anys, de totes maneres, no hi ha una uniformitat climàtica. Cap al 600-700 dC, coincidint amb la invasió dels àrabs a la península Ibèrica, es produeix un escalfament i una sequera molt important a l'Orient Mitjà que impulsa els àrabs a fer fora els

berbers del nord d'Àfrica. Entre el 1100 i el 1300 dC s'esdevé un període climàtic favorable, equiparable a l'actual, anomenat «òptim de l'edat mitjana», i des del 1300 dC fins al 1812-14 s'esdevé «la petita edat glacial», que ha quedat documentada en les primeres dades històriques climàtiques. A Anglaterra es van fer les fires del gel sobre el riu Tàmesi durant els hiverns del 1400 al 1812, i a la península Ibèrica hi ha registres de gelades al riu Ebre al 1400, que fins i tot permetien que es creués amb carros. La curta edat glacial va representar una petita baixada del nivell del mar i una extensió de les glaceres, i malgrat que no va tenir efectes detectables sobre la vegetació, sí que va afectar la ramaderia, la producció agrícola i la població coincidint amb l'època de les grans pestes. Els arbres van aguantar les oscil·lacions climàtiques d'aquest període i tan sols han quedat enregistrades variacions en les alzines i els pins, possiblement com a conseqüència de l'ocupació del territori. En la petita edat glacial van ocórrer canvis molt ràpids en les temperatures, i es tracta d'una fase de gran interès per l'estudi dels canvis climàtics, ja que molt possiblement es van esdevenir algunes pulsacions d'aquest tipus abans d'entrar a la propera glaciació, fet que tindria grans conseqüències econòmiques, energètiques i sociopolítiques.

La vegetació, en resum, ha estat històricament condicionada als diversos canvis climàtics que han afectat la seva composició i distribució, i en èpoques més recents les modificacions del paisatge han estat conseqüència de l'explotació dels boscos per part de l'ésser humà. A més de conèixer l'origen de la vegetació actual, la visió històrica dels efectes del clima en el passat ens permet intentar entendre els possibles mecanismes que podrien fer variar el paisatge en un futur.



# La globalització de les malalties

Pedro Alonso

El patró de salut mundial dels anys seixanta, dividit clàssicament entre els països desenvolupats amb baixes taxes de mortalitat i els països en vies de desenvolupament amb altes taxes de mortalitat, ja no té validesa avui en dia. L'Informe Mundial de la Salut de l'any 1993 situa l'Àfrica subsahariana al capdavant de les regions amb la mortalitat infantil més elevada, superant les 175 defuncions per cada 1.000 habitants, mentre que altres zones en vies de desenvolupament, com la Xina, el sud-est Asiàtic, l'Índia o l'Amèrica Llatina han aconseguit reduir la mortalitat d'amplis sectors de la població en un període relativament curt de temps. Així, les pautes de salut mundial s'han fet més complexes i heterogènies. Actualment, zones del món on les malalties infeccioses eren el principal problema de salut fan una transició en la seva situació sanitària i esdevenen zones on les malalties infeccioses donen pas a les malalties no transmissibles i a les malalties cròniques. Aquest procés, anomenat «transició epidemiològica», queda exemplificat en les diferències entre la mortalitat produïda per les malalties infeccioses a l'Àfrica, d'un 55%, comparat amb l'Índia, on és tan sols d'un 45%. La mitjana mundial se situa en un 38% i les projeccions de salut del Banc Mundial, realitzades el 1990, calculen una baixada de les malalties infeccioses transmissibles, a nivell mundial, fins a un 22% l'any 2020.

Si l'evolució de les malalties infeccioses sembla perdre importància en la seva contribució a la mortalitat mundial, per què es parla tant actualment de les malalties emergents, com el virus de l'Èbola, l'epidèmia de febre de la vall del Rift a Tanzània o el còlera? Els humans hem tingut l'arrogància des de fa quinze o vint anys de considerar les malalties infeccioses com a problemes sanitaris que la medicina i la salut pública havien vençut i ens pensàvem que els reptes sanitaris de futur eren malalties com el càncer. La globalització de l'economia, però, ha comportat també una globalització dels problemes de salut, i les soques procedents de països amb altes taxes de mortalitat degudes a malalties infeccioses ja circulen cap al món occidental. A més, el creixement desmesurat de la població i els processos accelerats d'urbanització dels països en vies de desenvolupament han contribuït a la seva propagació, atesa l'escassetat de mitjans, d'infraestructures sanitàries i la pobresa existent en aquests països.

Encara que les actuals malalties contagioses tenen un impacte a més gran escala, existeixen nombrosos antecedents històrics de grans epidèmies. L'any 541 les plagues de Justinià van eliminar més de 40 milions de persones, la qual cosa va provocar la fugida cap a les zones rurals i la desaparició, en gran mesura, de les grans ciutats. El curs 1346 les epidèmies de *Yersinia pestis* van eliminar 25 milions de persones, que en aquell moment suposava el 30% de la població europea, i l'any 1817 va aparèixer la primera gran pandèmia de còlera al món. Els humans hem estat permanentment en dialèctica amb els agents infecciosos i parasitaris, però avui en dia ens trobem davant de nous problemes provocats pels canvis en el comportament humà. El paradigma de les malalties emergents és el VIH, el virus causant de la Síndrome d'Immunodeficiència Adquirida. Quan el 1981 es va notificar el cas d'un pacient que havia mort per causes poc comunes no es pensava que s'estava davant d'una epidèmia de proporcions gegantines i que disset anys després es parlaria de 80 a 100 milions d'infectats. En algunes zones del món, com l'Àfrica central, es calcula que l'impacte demogràfic i les implicacions econòmiques i socials que tindrà seran catastròfiques. L'hepatitis C també és una nova malaltia que no es va detectar fins l'any 1989 i que ha originat una epidèmia de grans proporcions. O l'*Encephalitis spongiforme bovina*, popularment anomenada «malaltia de les vaques boges», una malaltia desconeguda produïda per prions que ha provocat un problema econòmic substancial, ja que ens fa replantejar els subministraments de sang als hospitals o l'ús de les gelatines d'ossos i nervis de vaca que s'empren per fabricar les vacunes.

Les alteracions en l'ús de la terra també han permès la disseminació de vectors letals. El procés de desforestació, per exemple, ha comportat l'expansió d'uns rosegadors propis de la sabana, els quals, al seu torn, han afavorit les epidèmies provocades pel virus hemorràgic *junin* a Bolívia o el virus del *machupo* a Veneçuela. També trobem exemples de transicions dels agents infecciosos provocats per canvis en el clima o altres processos relacionats amb el medi ambient. Per exemple, el mosquit que transmet el *dengue* estava restringit a determinades altures per unes muntanyes que actuaven de barrera física contra la seva dispersió, però els increments de temperatura han permès que s'adaptessin a més alçada i ja han aconseguit traspasar-les. O la malària al desert del Thar, a l'Índia, que va ressorgir com a conseqüència de les inundacions provocades pel fenomen meteorològic El Niño en una zona on no s'havien registrat casos de malària des de feia un segle. També es postula que l'escalfament de l'aigua del mar al Perú va permetre el creixement d'unes algues costaneres que afavoriren la supervivència del vibri del còlera i la seva transmissió a altres regions de l'Amèrica Llatina, com Equador, Colòmbia o l'Amèrica Central, amb una magnitud que no s'havia donat feia un centenar d'anys. Algunes malalties anteriorment eradicades també han reaparegut com a conseqüència de canvis socials. La tuberculosi, per exemple, es considerava una malaltia vençuda per la cultura occidental, fins al punt de suspendre'n la vacunació. Malgrat tot, la sida, les immigracions i l'aparició de resistències als medicaments usats fins ara, han fet que la tuberculosi passi a ser de nou una malal-

tia de primer ordre. En altres zones on la transició cap a les economies de mercat ha desencadenat un deteriorament de la política de salut pública, com als països de l'Europa de l'Est, l'abandonament de cobertura vacunal ha portat a la reaparició d'enormes epidèmies de diftèria aquests últims anys.

El futur de la salut al món depèn cada vegada més de les accions conjuntes que es prenguin a nivell internacional, però en primer lloc cal analitzar les causes que han determinat la millora de la salut en àmplies zones del món durant els darrers trenta anys. Observant l'evolució del xarampió a nivell mundial des del segle passat, per exemple, es pot veure una disminució important de la mortalitat causada per aquesta malaltia des de principis d'aquest segle, fins i tot abans de la immunització. Aquesta disminució s'atribueix principalment a la revolució industrial i a la consegüent millora econòmica de la societat. Encara que el desenvolupament econòmic determina l'evolució favorable de la salut, no es tracta d'un factor determinant. És cert que a pocs increments de riquesa es donen ràpidament guanys en termes de salut i augmenta l'esperança de vida, però aquesta tendència deixa de ser lineal quan ja s'ha assolit un determinat estatus econòmic. L'important, per tant, no és tan sols el desenvolupament econòmic d'un país, sinó la realització d'intervencions bàsiques de salut a les quals tingui accés tota la població, tal com ho demostra l'elevat nivell sanitari d'alguns països amb una baixa renda per càpita. També és cert que hi ha malalties que no han tingut una bona evolució al llarg del temps, i la seva incidència no ha disminuït ni en presència d'un desenvolupament econòmic substancial ni per l'aplicació d'unes polítiques bàsiques de salut, i només la producció de certes eines tecnològiques i científiques n'ha permès el control. La inversió tecnològica actual, però, no està relacionada amb la magnitud dels problemes de salut. Mentre la suma de pneumònies, malalties respiratòries agudes i diarrees, malalties principalment localitzades als països en vies de desenvolupament, suposen més del 15% de la mortalitat mundial, tan sols es dedica un 0,2% del pressupost total mundial a investigar aquestes malalties. D'altra banda, el 95% de la inversió mundial en recerca es destina a resoldre les malalties que pateixen els països occidentals, que només suposen un 7% del total de malalties a tot el món. Si no s'inverteix en la recerca de solucions per a aquests problemes, difícilment els països en vies de desenvolupament podran progressar.

# El medi ambient a Barcelona a l'edat mitjana

Pere Orti

No és senzill parlar de medi ambient a l'edat mitjana, ja que el concepte és molt contemporani. Encara que l'home i la dona medievals no tenien unes preocupacions mediambientals com les entenem avui en dia, probablement perquè formaven societats més dependents del medi, cal destacar dues realitats de la Barcelona medieval que podrien emmarcar-s'hi. En primer lloc, la ciutat comtal va establir un sistema hídric urbà que realitzava un aprofitament exhaustiu i racional de l'aigua. L'aigua era un bé escàs a la ciutat de Barcelona i també un element fonamental per al desenvolupament del nucli urbà medieval, tant pel consum humà i el regadiu dels horts que proveïen la ciutat, per moure els molins fariners i drapers, o per ésser utilitzada en dues de les indústries urbanes per excel·lència en l'època medieval: les indústries del drap i del cuir. També era imprescindible en els escorxadors, els banys públics i per endur-se les matèries fecals humanes i animals de la ciutat. La gestió municipal de l'aigua, destinada a encabir tots aquests col·lectius que en feien ús constitueix un aspecte interessant des del punt de vista del medi ambient. El segon aspecte al qual ens podem aproximar en termes mediambientals està relacionat amb el desenvolupament de la salut pública en la baixa edat mitjana. L'arribada de la pesta converteix les epidèmies en un problema gairebé endèmic. La corrupció de l'ambient a la ciutat facilita la transmissió de la malaltia, i el municipi respondrà amb l'organització d'un sistema de salut pública exercida per professionals mèdics encaminat a millorar les condicions higièniques i mediambientals. Des del segle XIV, per tant, el municipi comença a aplicar el que podríem anomenar una «política mediambiental».

Abans d'aprofundir aquests aspectes, però, caldria analitzar l'evolució de la Barcelona entre els anys 1100 i 1400, període durant el qual la ciutat s'expandeix de manera definitiva més enllà de les antigues muralles romanes. Durant el segle XI comença la construcció, fora del recinte estrictament emmurallat, d'uns primers edificis a la zona del mercat (l'actual plaça de l'Àngel), a la vora d'algunes esglésies i les portes d'entrada a la ciutat. Malgrat aquests primers intents, a principis del segle XII l'espai urbà es troba localitzat fonamentalment dins les antigues muralles i la resta segueix sent un territori majoritàriament agrari. Tot i això, el segle XI aportarà dos elements importants per

al desenvolupament posterior de l'espai suburbà. Es reconstrueix l'anomenat «rec Comtal» aprofitant les canalitzacions romanes que portaven aigua des del Besòs fins a la ciutat. El segon element heretat d'aquesta època és el desviament de la riera del Merdençà. Fins la segona meitat del segle XI aquesta riera seguia paral·lela a la muralla i desembocava al mar, però posteriorment es converteix en un element important del sistema hídric urbà. L'impuls urbanístic que la ciutat rep durant el segle XI, fonamentat en el paper polític que exercia sobre el comtat de Barcelona, s'estruciona a finals del segle. S'inicia un període de crisi determinat per les revoltes feudals que transformen les estructures polítiques i socials dels comtats catalans, el desmantellament del poder públic del comte i el traspàs dels centres de poder cap als castells i la senyoria feudal. Així, la ciutat perd una de les màximes atraccions que animava el creixement durant el segle XI i ha de retrobar un nou paper dins la nova societat feudal. A mitjan segle XII Barcelona es converteix en un centre comercial local i internacional, i desenvolupa una indústria pròpia que reimpulsa el creixement de la ciutat fins la segona meitat del segle XIV. A finals del segle XIII s'inicien diversos processos d'urbanització: es construeixen edificacions relacionades amb l'activitat comercial i productiva, zones residencials, els banys nous a Santa Maria del Pi, i un escorxador al voltant del mercat. Durant aquest període també es desenvolupa la franja marítima gràcies al paper creixent del Port de Barcelona com a centre comercial del Mediterrani i comença la construcció del segon cinturó de muralles. A finals del segle XIV es completa el procés d'urbanització de la ciutat medieval i es defineix definitivament l'espai urbà que es mantindrà vigent fins al segle XIX.

Als nous espais urbans, especialment a l'est de la ciutat, s'ubiquen les principals activitats productives (el mercat, el port, i les indústries del drap —dedicades a transformar la llana i el cànem—, i del cuir —que transforma les pells en cuir—) al llarg de les infraestructures hídriques creades la segona meitat del segle XI. El rec Comtal, que va néixer amb la funció de fer moure els molins fariners, és posteriorment utilitzat per la irrigació dels espais hortícoles, i el Merdençà i la riera de la Rambla s'utilitzen com a clavegueres obertes. Els usos originaris d'aquests cursos d'aigua es mantindran estables fins a mitjans del segle XII, moment en què s'haurà de fer lloc a la indústria drapera i cuireteria que es desenvolupen amb gran força durant l'època medieval. Els municipis i les autoritats locals es preocupen per regular les diverses activitats productives i organitzar-les adequadament per tal d'evitar possibles problemes sanitaris. Una de les accions importats és la resituació dels diferents oficis que requereixen aigua, principalment la indústria drapera i cuiretera. A mitjan segle XII trobem les primeres delimitacions que ubiquen la indústria drapera al llarg del rec Comtal entre els molins de Sant Pere i els molins del mar, i els oficis dedicats al cuir a l'extrem del Merdençà, a l'actual carrer dels assaonadors. L'elecció d'aquestes ubicacions no és casual. Per una banda, la indústria drapera necessita aigua neta i abundant per netejar els draps, i per tant és més lògic que se situï al rec Comtal que al Merdençà, on l'aigua no baixava neta ni possiblement amb gaire força. La indústria del cuir se situa

per sota de la indústria drapera com en altres ciutats medievals, ja que els residus dels tints ajuden a fer l'adobament del cuir. Una altra associació d'indústries és la situació de la cuireteria darrere dels escorxadors en el cas del Merdençà, on l'aigua bruta que surt de l'escorxador també ajuda a adobar del cuir i, a més, els productes que s'utilitzen per adobar el cuir serveixen també per reciclar l'aigua bruta. La combinació dels mordents i els tints utilitzats en la indústria drapera autoregulen la contaminació dels cursos fluvials, i per tant, el tenyiment del drap i l'adobament del cuir no esdevenen processos tan altament contaminants com es podria pensar *a priori*. Tenim exemples de ciutats fluvials on, darrere els canals dedicats a la indústria drapera i cuiretera, existeixen explotacions piscícoles com una mostra que la indústria no és excessivament agressiva amb l'ambient. El municipi no es cansarà de fer ordenacions municipals per mantenir les diverses funcions del rec Comtal i el Merdençà. Tenim constància d'una sèrie de normatives dictades pel municipi on s'intenta fer mantenir les diverses funcions dels cursos d'aigua dins la ciutat, amb repetides prohibicions a drapers i cuireters d'utilitzar les zones nord del sistema hídric o intents de mantenir el paper fonamentalment del rec Comtal com a força per moure els molins.

Finalment, el segon aspecte emmarcat en una problemàtica ambiental en la ciutat medieval està relacionat amb les mesures de salut pública que el municipi de Barcelona va desenvolupar al segle XIV a partir de l'arribada de la pesta. La corrupció de l'ambient afavoria l'arribada i el desenvolupament de la malaltia dins la ciutat, i el municipi va intentar pal·liar-la a través de diverses accions. En primer lloc, s'inverteix en la construcció de canalitzacions que porten aigua neta a la ciutat per al consum humà, ja que fins aquell moment les necessitats domèstiques es cobrien bàsicament per pous públics i privats oberts dins el recinte urbà. S'aconsegueix portar aigua de Montjuïc i des de la segona meitat del segle XIV es portarà aigua de Collserola. En aquest període es dispara la construcció de fonts públiques, i se'n construeixen a la plaça de Sant Jaume, al claustre de la Catedral, a la plaça del Blat, al Call, al fossar de Sant Just i a Santa Maria del Mar; es construeix un abeurador per a bèsties al costat de la plaça de Santa Anna, etc. Les iniciatives municipals van encaminades no tan sols en la construcció de les fonts, sinó també a assegurar l'arribada d'aigua mitjançant la recerca de mines i brolladors. Una segona mesura per millorar la corrupció ambiental serà el soterrament de les clavegueres obertes a l'exterior. Ja durant la segona meitat segle XIII es comencen a soterrar alguns dels trams centrals del Merdençà, però és durant el segle XIV quan es cobreix la claveguera de la Rambla des del portal de Santa Anna fins al mar. Per últim, es proveeix la ciutat d'un personal sanitari propi perquè assessori les iniciatives municipals. D'aquesta manera es va configurant la idea que la salut és responsabilitat de la col·lectivitat i que existeix una relació estreta entre les malalties i les condicions de l'entorn físic de la ciutat. En resum, durant el segle XIV els municipis medievals catalans tenen com a objectiu prioritari millorar la infraestructura i les condicions sanitàries de la població amb l'ajut d'uns professionals mèdics degudament qualificats.

# Bases d'una modelització sostenible del territori

Jordi Bertran

La planificació urbanística de l'àrea metropolitana de Barcelona portada a terme per l'Administració s'havia enfocat tradicionalment en termes econòmics, principalment de localització de les activitats productives o de residència, on el territori constituïa tan sols un rerefons sobre el qual es potenciava el joc de l'economia no sostenible. El projecte de l'Anella Verda Metropolitana, emmarcat en la Llei d'Espais d'Interès Natural (PEIN) i el Pla General Territorial de Catalunya, vol plantejar el desenvolupament urbanístic de diferent manera, introduint paràmetres de sostenibilitat i intentant que l'ordenació del territori passi a ser un element bàsic que condicioni totes les altres activitats.

Els instruments conceptuals dels quals ens hem dotat a l'hora d'elaborar el projecte de l'Anella Verda són extrets bàsicament d'una disciplina anomenada *landscape ecology* que va tenir origen l'any 1938, i on per primera vegada es van introduir els conceptes de rendiment ecològic en l'anàlisi de la producció agrària. Seguint aquest corrent, a principis dels anys setanta es va començar a plantejar la ciutat com un ecosistema i es van establir les bases per a la integració de l'ecologia urbana en el territori. Durant els anys vuitanta es va reforçar aquesta idea donant especial importància als processos en l'entorn urbà, o sigui a les connexions de l'ecosistema urbà amb la resta del territori. L'estudi de la ciutat de Barcelona com a ecosistema feta per Pau, Terrades i Parés en la mateixa dècada va manifestar l'excés en l'ús de l'energia exosomàtica (aquella energia que no contribueix simplement al creixement de la biomassa) respecte a la somàtica. També es va fer èmfasi en la insuficiència dels límits administratius del terme municipal de Barcelona per entendre la ciutat com a ecosistema, ja que els balanços de matèria i energia de la ciutat s'havien d'establir en unes àrees més grans que la ciutat estricta. El projecte de l'Anella Verda utilitza concretament les bases teòriques recentment elaborades per Godron i Forman. Aquest instrument conceptual caracteritza el territori com una matriu ecològica o matriu subjacent que inclou tessel·les o unitats de paisatge i corredors que connecten les tessel·les. Les unitats de paisatge són una porció territorial d'una aparença visual clarament diferenciada de l'entorn i amb unes característiques climàtiques i edàfiques similars. Normalment s'utilitza la vegetació com a bioindicador d'aquestes unitats, ja que es tracta d'un criteri molt operatiu. La matriu

ecològica subjacent del territori és la unitat de paisatge que ocupa un percentatge més gran del territori i que està més interconnectada. Les tesselles, els corredors i la matriu subjacent inclouen el concepte de l'ecotop i són conceptes molt útils per poder definir i tractar tot el paisatge. A més, es tracta d'una teoria prou genèrica per englobar l'espai natural i l'espai artificial dins una mateixa unitat conceptual, i per tant considerar la ciutat com una unitat de paisatge més, i les carreteres com a corredors ecològics de fluxos urbans i a la vegada embornals que interrompen els fluxos entre els corredors ecològics de la resta del territori. Els paisatges típicament no pertorbats per l'ésser humà estan formats per una matriu ecològica potent i poques tesselles, i els anomenem «paisatges genèrics». L'activitat humana dona lloc a un paisatge fragmentat format per una matriu ecològica difusa i moltes tesselles petites que interrompen la continuïtat dels hàbitats. En aquest cas, com veurem més endavant, els corredors que uneixen les tesselles tenen molta importància ecològica.

A les zones metropolitanes, on normalment predominen els paisatges amb forta fragmentació, podem desdoblar la transmissió de la informació en dos factors: la diversitat o complexitat bruta del sistema i l'estructura urbana o complexitat específica. Una ciutat ecològica funcionarà millor com més diversitat de tot tipus hi hagi: social, econòmica, de piràmide d'edats, professional, etc. Per tant, les ciutats amb una segmentació absoluta de les seves funcions i on no s'intenta que hi hagi una proliferació de la diversitat són mals plantejaments des del punt de vista de l'ecologia urbana. La complexitat específica urbana també té molta importància en les ciutats, perquè té en compte aquella informació que decanta en estructura. L'estructura urbana són tots aquells canals que delimiten fluxos a la ciutat, com per exemple la mobilitat urbana, la mobilitat de la informació o les transaccions econòmiques. En el cas de les ciutats europees l'estructura que decanta al llarg del temps, o sigui la història d'aquella ciutat, decanta en pedra: tenim cases de pedra i carrers que difícilment es perden al llarg dels anys. A Barcelona, per exemple, encara hi ha les traces del Cardo i el Decomano de l'època romana. A les ciutats de l'Extrem Orient, en canvi, malgrat que hi ha una gran diversitat o complexitat bruta, es perden sistemàticament les traces que històricament podrien consolidar una estructura pel fet que s'edifica en fusta, i aquesta diversitat no acumula organització en benefici del propi sistema urbà tal com passa en l'àmbit cultural europeu. No totes les estructures urbanes possibles són, però, igual de vàlides des del punt de vista ecològic. Les ciutats poden estructurar-se de tres maneres claus per la planificació territorial: denses, difuses o compactes. Una ciutat densa manté la seva pròpia estructura dins els seus límits, però no té la complexitat específica que demanem a la ciutat, ja que són simplificadores de la diversitat urbana. Una ciutat difusa es caracteritza per diluir la seva estructura pel territori i invadir-lo a mesura que requereix un consum més elevat de sòl. La ciutat compacta té una concentració similar a la ciutat densa, però se'n diferencia per la presència d'estructura i per tant de molta complexitat específica. En termes energètics, tant la ciutat densa com la difusa demanen un consum exorbitant d'energia exosomàtica i per tant no són sostenibles ecològicament.



La ciutat compacta, en canvi, adopta la mateixa forma de reticle que els sistemes naturals, on els àmbits més madurs s'interrelacionen i rodegen els menys madurs, i d'aquesta manera constitueixen una matriu territorial que tendeix cap a un model optimitzat de distribució espacial.

La regió de Barcelona ha anat a cavall de la ciutat difusa, però considerant la ciutat com una tessella amb la seva pròpia diversitat podem fins i tot adaptar els mètodes tradicionals de planificació del territori cap a fórmules més sostenibles. La regió metropolitana, amb el 10% del territori de Catalunya, el 70% de la població catalana i el 72% del PIB, és un àmbit emergent que està determinant l'empastifament urbanístic del territori circumdant, amb el que això significa de trossejament i fragmentació del paisatge i d'impossibilitat d'establir corredors entre les tesselles. Aquesta tendència des d'una ciutat compacta cap a una ciutat difusa no és el resultat d'un increment demogràfic, sinó d'un simple model d'ocupació del territori, ja que si la urbanització a la regió metropolitana s'ha incrementat un 130% del 1973 al 1992, el creixement de la població a Catalunya ha estat tan sols d'un 16,7%. Aquest procés d'ocupació del sòl, que té més força com més ens allunyem del centre, s'està continuant actualment i comporta uns efectes ecològics negatius. Mentre que el consum energètic dels països de la Unió Europea es va mantenir estable durant l'esmentat període, a Espanya es va incrementar un 21%, més de la meitat del qual va correspondre a un increment en transport. A Catalunya, la despesa en transport l'any 1985 suposava un 75% del consum energètic, i malgrat que actualment el consum industrial ha baixat i el domèstic s'ha mantingut, el transport encara constitueix més del 40% del pastís energètic del país majoritàriament causat per desplaçaments de menys de 6 km en transport privat. Evidentment, el que està portant a un consum energètic exacerbat és l'actual model de ciutat difusa que va ocupant al territori sense tenir un transport públic que doni accés a cada una de les parcel·les urbanitzades. A més, moltes de les noves urbanitzacions no tenen serveis urbans de cap mena, i ni els ajuntaments, els consells comarcals, la Generalitat o l'Estat no estan capacitats per fer-se càrrec d'un dèficit estructural que afecta una llarga llista de municipis i que ens treu fora de la via en termes de competitivitat econòmica respecte als nostres veïns. En resum, estem construint un artefacte urbà que no funciona, que no és competitiu a nivell energètic i que a més provoca una fragmentació del territori. Com a resposta al model d'ocupació de ciutat difusa es va intentar dur a terme un altre tipus de desenvolupament a través del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN). El PEIN, que en teoria cobreix el 20% del territori, consta de 144 espais protegits escollits a partir de criteris botànics o de singularitat, però sense la voluntat d'establir una dinàmica territorial conjunta. Hi ha una empastifada per tot el territori d'àmbits teòricament protegits, que en la major part dels casos són tesselles que no estan interconnectades per corredors. Aquest sistema no s'ha demostrat que sigui gaire vàlid a la pràctica, ja que malgrat que ha gestionat mitja dotzena dels àmbits protegits, la resta estan fins i tot per planificar.

El Projecte de l'Anella Verda es planteja com una nova alternativa de gestió territorial, que pretén formar un cinturó verd que englobi la regió metro-

politana de Barcelona connectant els espais naturals creats pel PEIN a través de corredors ecològics. En aquests moments es treballa a cavall dels espais naturals compresos a la regió metropolitana. En una primera àrea al nord de la depressió Prelitoral, que comprèn quatre àmbits del PEIN (entre ells l'espai natural de Guillerics-Savasona, el parc natural del Montseny i el parc natural de Sant Llorenç del Munt), s'està intentant que cada àmbit actuï com a tessella i s'estableixin corredors entre ells creant una franja verda, encara que el règim real de funcionament no sigui el d'un parc a causa de la seva humanització. Des d'aquesta zona és possible passar cap a Montserrat mitjançant les zones actualment cremades de Vacarisses, i d'allà establir una altra connexió cap a Roques Blanques. Des del Montseny connectaríem amb un corredor ecològic en direcció a la costa cap al parc del Montnegre-Corredor que ja s'està gestionant des de fa temps per la Diputació, i en direcció sud amb l'espai de Sant Mateu-Cèl·lecs, en el qual, com en els altres àmbits de l'Anella, s'està projectant un pla de protecció que va més enllà del PEIN. A través de Montcada s'intentaria fer la connexió de Sant Mateu-Cèl·lecs amb Collserola, i de Collserola a través dels torrents amb el Baix Llobregat. Aquest és un àmbit particularment difícil, ja que és el sòl més apte per urbanitzar que tenen tots els municipis de la zona. S'està intentant, però, fer un parc agrari al Baix Llobregat, i així completar una anella verda al voltant del Vallès i del Penedès respecte de la qual la ciutat de Barcelona resta excèntrica. El parc agrari connectaria Collserola amb el Garraf i d'aquest al pantà de Foix, i amb Olèrdola una mica més al nord. D'aquesta manera, estem construint la part més potent d'aquesta matriu ecològica que continua amb diverses connexions a cavall de la depressió prelitoral establint lligams entre la serralada litoral i la prelitoral. Aquest és l'estat actual d'un intent d'ordenació del territori diferent del que s'havia fet fins a l'actualitat des del punt de vista dels sistemes artificialitzats, per tal com es condiona l'espai ple des del buit.

## Els primers éssers humans i el seu entorn al nostre país

Eudald Carbonell

La serra d'Atapuerca és un sistema càrstic format per cavernes on al llarg del temps s'han acumulat sediments procedents de l'exterior, juntament amb restes d'animals i d'homínids que ocupaven les coves i que ens han arribat fossilitzats. El seu emplaçament, situat a les àrees de convergència de les conques fluvials més importants de la península Ibèrica, l'Ebre i el Duero, va actuar de forma preponderant com a via de connexió dels homínids fa un milió d'anys, i en èpoques xèriques, de sequera i de fred, els animals i les plantes tenien la tendència d'aixoplugar-se a la serra. Atapuerca es considera el jaciment de fòssils més ric de la història de l'evolució del pleistocè mitjà. La importància de les recerques arqueològiques i paleontològiques del jaciment, amb la recent descoberta de la nova espècie *Homo antecessor*, d'un milió d'anys d'antiguitat, han estat vitals per entendre l'evolució humana i construir una nova filogènia que relaciona el parentiu de les diferents espècies d'homínids descobertes fins a l'actualitat. Avui en dia s'estan explotant dos jaciments: el jaciment de la Gran Dolina, d'entre 1 milió i 300.000 anys, i el jaciment de la Galeria, d'entre 200.000 i 500.000 anys.

Un dels descobriments de més transcendència a Atapuerca va ser la troballa al jaciment de la Gran Dolina, l'any 1994, de més de 300 eines de pedres i d'un centenar de restes d'homínids de 800.000 anys d'antiguitat, corresponents a una nova espècie que va ser batejada amb el nom d'*Homo antecessor*. La descoberta d'aquesta espècie ha representat una gran novetat científica i ha canviat la filogènia dels homínids a Europa i Àsia. El fet sorprenent d'aquest homínid és que té una cara d'estructura rodona i totalment plana, una depressió suborbital i un maxil·lar superior de característiques totes elles pròpies dels homínids moderns com nosaltres. La capacitat cranial, però, és tan sols d'uns 1.000 cm<sup>3</sup> —comparada amb els nostres 1.400 cm<sup>3</sup> de mitjana— i els elements dentals són també distintius d'uns homínids més antics. La troballa d'aquesta nova espècie, de particularitats cranials pròpies del modern gènere *Homo* i de l'espècie *sapiens*, juntament amb els trets típics dels arcaics homínids africans, ens indica que la nostra espècie prové d'un homínid com l'*Homo antecessor* que provenia de l'Àfrica i que fa 800.000 anys ja tenia la cara com nosaltres. Un percentatge molt elevat de les restes humanes trobades presenten marques de tall

realitzades amb eines de pedra, i impactes de dents humanes a les zones cervicals i temporals del crani, la qual cosa ens indica que aquests homínids van ser sistemàticament consumits pels seus congèneres, per una comunitat diferent o per una altra espècie en una pràctica de carnisseria totalment establerta. Les eines que acompanyaven les restes de l'*Homo antecessor* van ser construïdes a partir de còdols de quarsita i de blocs de sílex, i s'utilitzaven per a treballs de carnisseria, per fragmentar ossos d'homínids i ossos d'animals com probocidis, cérvols, cavalls, bous, etc. A més, les anàlisis de microscòpia electrònica de les zones de tall ens han revelat que també s'utilitzaven per treballar la fusta i el cuir, malgrat que no s'han conservat les restes d'aquests materials.

Al jaciment de la Galeria, format per sediments de 200.000 a 500.000 anys, s'ha trobat l'*Homo heidelbergensis*, un homínid caçador recol·lector més evolucionat que l'*Homo antecessor* i predecessor dels *Neanderthals*, que constituïen comunitats avançades que vestien, coneixien el foc, feien cabanes i segurament parlaven. Les eines trobades al jaciment són molt complexes i molt ben elaborades, i tenien una gran versatilitat, ja que s'utilitzaven contínuament per treballar la fusta, i per tallar la pell i la carn. El fet de mantenir-se actives 1,4 milió d'anys sense canviar de forma, com ho demostra la troballa d'eines d'aquesta cronologia en jaciments africans, ens indica que havien de ser eines molt resolutives i amb grans propietats de treball. En la construcció de les eines es dedueix un desenvolupament de les bases tecnològiques fonamentals de l'enginyeria de la precisió de l'*Homo heidelbergensis*. La intel·ligència operativa dels homínids es reflecteix en la seqüència de la fabricació de les eines: després d'agafar els còdols en brut els tallaven a l'exterior de la cova, seleccionaven les eines resultants més interessants, les portaven al jaciment per ser utilitzades i allà les abandonaven. A Atapuerca també s'han realitzat descobertes de tipus tècnic, com el fet que els homínids començaven a treballar la matèria bruta per la zona on se sostindria la peça per després configurar la zona de tall. Les eines han estat repetides milers i milers de vegades, amb díedres molt ben tallats per poder utilitzar de forma sistemàtica, la qual cosa indica l'existència dels estàndards operatius per repetir les mateixes morfologies. La sistematització en la construcció de les eines amb sèrie i d'una manera precisa suposa un gran salt tecnològic que probablement determinarà que els homínids surtin de l'Àfrica fa 1,6-1,4 MA i facin marxar aquelles comunitats que no disposen d'aquestes tecnologies tan avançades.

La gran descoberta d'Atapuerca és l'acumulació de cadàvers o preenterraments de fa 300.000 anys, el més antic conegut de la història de la paleoantropologia. S'han descobert 33 individus d'homínids consanguinis o paraconsanguinis amb un crani d'una capacitat de 1.200cm<sup>3</sup>, semblant a la nostra però amb una cara totalment arcaica. Es tracta d'una espècie que, malgrat que té unes característiques modernes (un dimorfisme sexual poc marcat, presència de enterraments, ús de llances i vestits), no correspon a un avantpassat de l'*Homo sapiens sapiens*, ja que morfològicament són absolutament diferents de nosaltres. Un fet cultural i històric que cada vegada és més freqüent són les descobertes d'art de 300.000 anys d'antiguitat, això demostra que no hem es-

tat els únics representants de la complexitat cultural i tècnica. La mostra més destacada és la Venus de Bere-ktat-ram a Palestina o les proves d'art prehistòric a Austràlia de fa 67.000 anys. Cada vegada existeixen més proves que el llindar de la complexitat que nosaltres estem vivint com a espècie possiblement hagi estat començada a Europa per l'*Homo heidelbergensis* fa 400.000 anys, i hagi estat continuada pels *Neanderthals* en altres continents. Els *Neanderthals*, una espècie que es va extingir sense continuïtat, tenien 100 cm<sup>3</sup> més de capacitat cranial que nosaltres i la seva alçada se situava entre 1,60 i 1,80 m. La presència de la cultura —el llenguatge, el foc, les armes per llençar, la vestimenta i l'art— que representa la complexitat humana, per tant, no tindria 30.000 anys sinó 300.000. Actualment també s'estan estudiant els efectes que el clima pot haver tingut en l'evolució humana.

A partir de les restes paleontològiques trobades als jaciments d'Atapuerca s'ha proposat una nova filogènia de l'evolució humana. Els homínids existim fa uns sis a quatre milions d'anys (MA), els homínids que donen lloc al nostre gènere emergeixen fa uns 4,5-5 MA a l'Àfrica i al cap de poc temps, fa uns 2,4 MA, es consolida el nostre gènere, l'*Homo*. El bipedisme és un dels responsables de la nostra estructura anatòmica i esquelètica actual, però a més es considera la primera adquisició important dels homínids, perquè determina el desenvolupament de la intel·ligència operativa i per tant del nostre èxit evolutiu. L'alliberament de les extremitats superiors permet una distribució lògica per part del cervell dels esforços mecànics realitzats amb les mans, i en conseqüència permet l'inici de la fabricació d'eines de pedra. Més endavant, fa uns 1,6 MA, apareix una indústria de construcció d'eines tan complexes que determina una organització social, i que representarà una pressió sobre les comunitats d'altres espècies d'homínids del seu entorn. Així, si fa 2,5 MA existeixen de sis a vuit espècies d'homínids a l'Àfrica, després d'aquesta selecció tècnica en queden tan sols dues: el *Parantropus robustus* i l'*Homo ergaster* (anteriorment anomenat *Homo erectus* africà, que esdevindrà l'antecessor de la nostra espècie, l'*Homo sapiens sapiens* anatòmicament modern). A partir de les descobertes d'Atapuerca se suposa que l'*Homo ergaster* va originar l'*Homo erectus* asiàtic i també l'*Homo antecessor* africà. Fa uns 1,4 a 1 MA es produeix una diàspora de l'*Homo antecessor* cap a Europa i Àsia, possiblement marcada per les condicions climàtiques xèriques a l'Àfrica. Els fòssils d'*Homo antecessor* trobats a la serra d'Atapuerca, que cal situar temporalment en aquesta conquesta d'Euràsia, seran l'avantpassat de l'*Homo heidelbergensis* i posteriorment dels *Neanderthals*. No correspondran, però, al nostre avantpassat, ja que els contingents de població autòctona que existia a Europa durant el pleistocè (1 MA endarrere) es van extingir fa 35.000 anys. Es pensa que la nostra espècie ha evolucionat a partir de les poblacions d'*Homo antecessor* que es van quedar a l'Àfrica durant el període de migracions dels 1,4 MA, i que van fer una segona migració cap a Euràsia fa 120.000-130.000 anys. L'*Homo sapiens sapiens*, per tant, té una antiguitat possible d'entre 200.000 i 120.000 anys, vam sortir del continent africà fa uns 100.000 anys aproximadament, vam colonitzar Australàsia fa uns 60.000 anys, Europa fa uns 45.000-50.000 anys i finalment

Amèrica, fa uns 25.000 anys. La nostra espècie *Homo sapiens sapiens* és, per tant, l'única espècie del gènere *Homo* que ha sobreviscut als 2,5 MA d'evolució després de passar per diversos colls d'ampolla. Perquè es confirmi aquesta nova hipòtesi de filogènia humana caldria trobar fòssils d'1 MA de l'*Homo antecessor* al continent africà.

# La regió mediterrània i el canvi global

Ferran Rodà

La quantitat de diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) a l'atmosfera ha augmentat un 25-30% des de l'època preindustrial com a conseqüència de l'activitat humana, principalment per la crema de combustibles fòssils. Per altra banda, sabem que cada vegada fa més calor. Des de l'any 1860 la temperatura mitjana de la Terra ha anat augmentant sostingudament fins arribar a un rècord l'any 1997, i des de principis de segle ha crescut  $0,5\text{ }^\circ\text{C}$ . Malgrat que sabem que el  $\text{CO}_2$  i la temperatura han anat canviant paral·lelament, encara s'ha de demostrar si existeix una relació causal entre els dos fenòmens. L'estudi d'aquestes relacions i les prediccions d'increment de temperatura s'han portat a terme mitjançant diferents models. Un primer model incorpora l'efecte dels gasos hivernacle ( $\text{CO}_2$ , òxid nítrós, metà i altres) que absorbeixen radiació infraroja i per tant contribueixen a l'escalfament de la Terra. Calculant els efectes que podrien tenir aquests gasos, s'obté una sobreestima de la temperatura real que actualment mesurem. Un segon model introdueix, a més dels efectes dels gasos hivernacle, els efectes de refredament degut a partícules atmosfèriques com els aerosols de sulfats, productes de la contaminació atmosfèrica. L'efecte de refredament contraresta part de l'efecte d'escalfament dels gasos hivernacle i el model obté una coincidència més gran entre la temperatura prevista i la temperatura real observada. En resum, coneixem un mecanisme (l'acumulació de gasos hivernacle a l'atmosfera) que pot conduir a l'escalfament global, i la magnitud calculada del seu efecte és compatible amb l'escalfament observat. Per aquests motius, i malgrat les moltes incerteses que romanen sobre els factors que determinen la variabilitat natural del clima i sobre els mecanismes de regulació que actuen sobre el sistema climàtic del planeta, el pes de l'opinió científica considera molt probable que les emissions antropogèniques de gasos hivernacle hagin ja afectat el clima de la Terra i que seguiran fent-ho durant el segle XXI.

El canvi global també inclou altres efectes d'origen antròpic. En primer lloc, l'increment en l'ús de nitrogen i fòsfor per fabricar fertilitzants està carregant la biosfera de nutrients que abans eren més escassos i, en conseqüència, forçant la producció d'alguns sistemes i afavorint les espècies de creixement ràpid i de distribució àmplia. Un altre component del canvi global és la modi-

ficació en els usos del sòl i els tipus de cobertes del sòl. En el conjunt del món, el sòl dedicat a conreus i pastures extensives ha augmentat molt al llarg d'aquest segle i els boscos han disminuït lleugerament. La terra domesticada, o sigui aquella terra on l'ésser humà hi té una forta intervenció, ha crescut d'un 5-7% l'any 1700 fins al 30% actual, i és previsible que aquest percentatge segueixi en augment si tenim en compte els increments de població previstos per a les properes dècades. El tercer gran component del canvi global és la pèrdua de biodiversitat, que es reflecteix, per exemple, en l'extinció de mamífers i d'ocells en els darrers cent anys. En resum, estem transformant la superfície de la Terra, estem enriquint la biosfera amb nutrients i empobrint-la de riquesa biològica. Tot això, juntament amb la desaparició de l'ozó estratosfèric, l'anomenat «forat de la capa d'ozó», són els principals components del canvi global. Estem raonablement segurs que l'origen de tots aquests components del canvi global són les activitats humanes, amb excepció del canvi climàtic, on tan sols és altament probable.

Els diversos components del canvi global, a més, no són independents entre si. Les emissions de gasos atmosfèrics són originades pels sectors energètics (transport, indústria), per l'agricultura, o indirectament a través de la desforestació quan es crema biomassa o es transformen sòls rics en matèria orgànica cap a sòls agrícoles pobres en matèria orgànica. L'emissió de gasos atmosfèrics interacciona amb el clima, i viceversa, el clima pot afectar els cicles dels elements com la fixació de carboni i l'emissió d'altres gasos. Les cobertes del sòl són transformades segons l'ús que se'n fa, particularment per l'agricultura i la desforestació, però també per la urbanització o la reforestació quan s'abandonen terres marginals. El canvi de les cobertes del sòl pot tenir influència sobre l'emissió de gasos atmosfèrics, perquè els diferents sistemes (un bosc, un prat o un aiguamoll) no emeten ni absorbeixen les mateixes quantitats de gasos traça. També existeix una relació entre el tipus de coberta del sòl i el clima, i entre aquests dos factors i la biodiversitat a través de la selecció d'espècies, l'alteració de l'hàbitat o la fragmentació.

Els canvis a la Terra han estat habituals al llarg de la seva història. Si reconstruïm les temperatures del planeta durant els darrers 300-400 milions d'anys, podem veure que no han estat mai constants i que normalment han estat superiors a les actuals. L'escalfament que detectem actualment no és, per tant, un procés nou des del punt de vista històric. La fauna i la vegetació també han variat molt i probablement seguiran canviant en el futur. Tots aquests canvis del passat, però, tenen algunes diferències importants amb els successos actuals. En primer lloc, la majoria de les modificacions avui en dia són degudes a les activitats humanes i no a causes naturals. Per altra banda, la velocitat dels canvis possiblement superarà la velocitat d'adaptació dels organismes i dels ecosistemes, sobretot en un paisatge fortament intervingut per l'ésser humà, fragmentat, on es dificulten els processos de grans migracions que es van donar en el passat i que van permetre la supervivència d'algunes espècies, i el reajustament de les comunitats d'organismes.



## Canvi global a la regió mediterrània

La regió mediterrània és un territori petit que compren menys de l'1% de les terres emergides, i per tant l'impacte que puguin tenir els canvis ocorreguts en aquesta regió sobre el funcionament de la Terra serà bàsicament local. És una regió situada en una zona de transició a nivell atmosfèric, on coexisteixen les masses d'aire subtropicals càlides i seques amb les masses més fredes i humides de l'Atlàntic i l'Europa Central, la qual cosa converteix la regió mediterrània en una zona molt sensible. Petits desplaçaments de les masses d'aire poden determinar canvis en les regions climàtiques i biogeogràfiques. Un escalfament pot fer, per exemple, que les fronteres entre els ecosistemes de bosc espès, bosc obert, matollar o estepes arbustives semiàrides es desplacin, i que la vegetació i el paisatge canviïn considerablement. Aquesta sensibilitat pot ser molt adequada com a eina per a la detecció precoç de canvis que podrien tenir un abast més global que la regió mediterrània estricta. Vivim, a més, en una regió molt heterogènia amb gradients molt pronunciats de nord a sud, d'est a oest i de costa a muntanya, i probablement els diferents ecosistemes mediterranis no respondran de la mateixa manera als components del canvi global.

L'increment de CO<sub>2</sub> pot tenir efectes directes sobre les plantes. Per una banda, la taxa de fotosíntesi es veu estimulada, i encara que aquesta resposta podria traduir-se en creixement vegetal, diversos ajustos a nivell de la planta fan que aquest procés no es doni necessàriament. Un altre efecte important és la tendència de les plantes a tancar els estomes, a transpirar menys i per tant a incrementar l'eficiència en l'ús de l'aigua. Però si tenim en compte que la vegetació natural sovint està sotmesa a una limitació d'aigua o nutrients, la capacitat de resposta al CO<sub>2</sub> per part de les plantes pot ser limitada. Per tant, els efectes directes del CO<sub>2</sub> en el món real podrien ser relativament petits comparats amb els de la sequera.

Com ja s'ha dit, els registres de la temperatura mitjana anual al llarg del segle ens indiquen que hi ha hagut un escalfament. Malgrat que no es veuen tendències significatives en la precipitació, la demanda evaporativa de l'ambient ha anat augmentant com a conseqüència de l'increment de temperatures. En resum, com que plou el mateix però la demanda evaporativa és més gran, ha augmentat el dèficit hídric. Si aquestes tendències cap a un clima més àrid continuen en un futur, s'afavoriran plantes de llocs càlids i secs. Les masses boscoses denses que consumeixen molta aigua es poden veure compromeses, i el dèficit hídric estival pot fer que la vegetació canviï gradualment cap a uns boscos més oberts o sistemes arbustius. La producció de conreus de secà també es pot veure afectada. Els resultats d'un model de simulació de la producció de blat al sud d'Espanya sota un canvi climàtic, arribaven a la conclusió que els cultius deixarien de ser econòmicament rendibles, no com a causa de l'aridesa, sinó per un augment de la variabilitat interanual del clima. És d'esperar que amb un clima més càlid siguin més freqüents els successos extrems com les inundacions catastròfiques o els eixuts excepcionals. A més, cal tenir en compte que els recursos hídrics disponibles actualment estan frec a frec amb la demanda d'aigua previs-

ta l'any 2002. Estem al límit dels recursos hídrics i la situació pot empitjorar si el canvi climàtic augmenta la demanda evaporativa de l'ambient i disminueix la precipitació. Si utilitzem tota l'aigua disponible, però, els ecosistemes que en depenen (rius, estanys, aiguamolls o aqüífers) es poden veure greument afectats.

Els ecosistemes queden molt influenciats per les fluctuacions i els esdeveniments extrems com glaçades, eixuts o inundacions, i no només per les condicions climàtiques mitjanes. L'any 1994 Catalunya va sofrir l'eixut més intens dels darrers quaranta anys; moltes alzines i altres arbres i arbustos mediterranis van morir. Un canvi climàtic podria fer que aquestes situacions es repetissin i que la supervivència de certes espècies o certs tipus de vegetació estigués en perill. Per altra banda, els eixuts forts determinen unes condicions propícies per als incendis forestals. Cap als anys quaranta teníem entre cinc i deu dies l'any de màxim risc meteorològic d'incendis —dies molt càlids i amb humitat relativa molt baixa— i a partir dels anys vuitanta n'hem tingut entre quinze i vint dies anuals. Una freqüència exagerada de focs forestals pot accelerar molt les transicions entre diferents tipus de vegetació, per exemple de bosc a matoll, o de matoll a estepa.

Un altre component del canvi global són els canvis en les cobertes del sòl, que depenen de l'ús que l'ésser humà fa del sòl, i que a la vegada depèn de factors socioeconòmics i de factors biofísics com el relleu, els tipus de sòls o el clima. Al nord de la regió mediterrània existeixen actualment dues pautes de naturalesa oposada. Per una banda, s'hincrementa la fragmentació de paisatge. Estem creant un mosaic heterogeni amb les autopistes, vies de tren, i tota mena de corredors de comunicacions que planteja problemes per a aquells organismes que necessiten grans extensions d'un mateix tipus d'hàbitat o per a organismes amb requeriments ambientals molt específics, i impedeix la migració i dispersió dels organismes a través del territori. La segona gran pauta en el canvi de les cobertes és la forestalització. L'abandonament de les pràctiques forestals intensives, així com dels conreus i les pastures marginals ha originat un increment de l'extensió actual de boscos. La forestalització té uns efectes oposats als de la fragmentació, ja que homogeneïtza el paisatge, augmenta la connectivitat entre els seus elements i facilita la migració d'espècies forestals, però també la propagació del foc.

L'últim component del canvi global que pot afectar la regió mediterrània és la pèrdua de biodiversitat. Actualment, a Espanya hi ha un miler d'espècies vegetals amenaçades i una gran vulnerabilitat pels vertebrats. Davant d'un canvi climàtic, les espècies de distribució restringida poden veure's afectades per la modificació del seu entorn i quedar recloses en illes d'un hàbitat que cada vegada es redueix més.

Tots els components del canvi global tenen unes causes clares: l'ésser humà cada vegada demana més recursos a la Terra. L'actual població humana, uns 6.000 milions, s'incrementa en 80 milions de persones l'any. Es preveu que a mitjan segle XXI el planeta allotgi uns 8.000 o 9.000 milions de persones. Per mantenir la quantitat d'aliment per càpita actual, cal que la producció agrícola augmenti sostingudament un 2% cada any. Fins i tot si això fos possible implicaria un gran cost en termes ecològics. Cal que ens plantejem si aquest és el món que volem per a nosaltres i els nostres fills.

## Pluges àcides-pluges de fang

Anna Àvila

Les pluges àcides constituïren un tema de molta actualitat durant els anys setanta i vuitanta, i encara que avui se'n parla menys, segueixen tenint conseqüències ambientals molt importants. Els trenta anys d'estudi de la pluja àcida ens permeten tenir una perspectiva històrica dels efectes que han ocasionat en els ecosistemes terrestres i aquàtics, i fer un balanç de l'eficàcia de les mesures polítiques que s'han anat prenent de cara a mitigar-los i solucionar-los. Encara que les pluges àcides afecten de manera preocupant extenses zones d'Europa, a Catalunya no constitueixen un gran problema. La majoria de pluges que ens afecten són més o menys neutres i els episodis de pluja àcida són minoritaris. D'altra banda, esporàdicament a Catalunya rebem les pluges de fang que, amb el seu caràcter fortament alcalí, neutralitzen la pluja àcida.

Com que els núvols es formen per evaporació de l'aigua dels oceans i grans llacs, l'aigua de pluja hauria de ser molt diluïda i circumneutre. L'atmosfera, però, conté moltes substàncies com la pols edàfica, els aerosols o els gasos, que s'incorporen a l'aigua de pluja, ja sigui per dissolució o bé formant els nuclis de condensació que originaran les gotes d'aigua. En l'actualitat, la precipitació en molts països industrialitzats és bàsicament una solució molt diluïda d'àcid sulfúric i nítric. Aquests àcids a la pluja s'originen per la transformació del diòxid de sofre ( $\text{SO}_2$ ) i els òxids de nitrogen ( $\text{NO}_x$ ) emesos a l'atmosfera en la combustió dels hidrocarburs fòssils i els altres processos industrials i pel trànsit. En absència de quantitats suficients de substàncies neutralitzants, com per exemple els carbonats o l'amoniac, aquests àcids donaran lloc a una precipitació amb una acidesa lliure més gran que la que tindria la precipitació «natural», i per tant amb un pH més àcid. El fenomen de la pluja àcida ha estat habitual en zones amb predomini de sulfats i nitrats d'emanacions naturals com els volcans, però el problema actual deriva de les activitats humanes industrials que han abocat a l'atmosfera grans quantitats de  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$ .

Els efectes de la pluja àcida en els ecosistemes terrestres i aquàtics depenen sobretot del pas de la pluja a través del sòl. Una de les característiques més importants dels sòls és el complex d'intercanvi catiònic (càrregues negatives situades a la superfície de les argiles o de la matèria orgànica del sòl). En un sòl no acidificat, els cations bàsics com el calci, el magnesi, el potassi i el sodi

estan associats a les càrregues negatives del sòl i li donen una bona saturació. Amb la pluja àcida hi ha una entrada important dels ions sulfat i ions nitrats que van acompanyats de ions d'hidrogen, i un pobre aportament de calci i magnesi. La solució àcida entrant estableix un nou equilibri amb les càrregues del complex d'intercanvi catiònic, a conseqüència del qual els ions d'hidrogen aportats desplacen els cations bàsics dels llocs d'intercanvi, amb la subsegüent disminució de les bases del complex d'intercanvi i l'acidificació del sòl. Per altra banda, la quantitat de sulfat aportat per la pluja àcida és més gran que la capacitat de retenció del sòl, i el sulfat s'acaba lixiviant enllaçat amb els cations bàsics, procés pel qual s'empobreix el sòl en nutrients. En determinats sòls molt pobres en bases intercanviables, la presència d'àcid al sòl accelera la meteorització dels silicats amb la consegüent producció d'alumini. L'alumini és un element tòxic que incrementa encara més l'acidesa de les solucions i, en mobilitzar-se amb les aigües de drenatge, també afecta els ecosistemes aquàtics. La tala dels boscos també pot empitjorar l'acidificació dels sòls. Com que els arbres acumulen cations durant el seu creixement, si es talen i s'extreu la biomassa del bosc s'impedeix que els cations puguin retornar al sòl. I si el sòl ja ha perdut bases com a conseqüència de la pluja àcida i es talla el bosc, s'empobreix encara més el complex d'intercanvi catiònic i s'accentuen els problemes d'acidificació. Els efectes de la pluja àcida sobre els boscos es resumeixen en la defoliació, és a dir, la pèrdua de les fulles dels arbres. A les regions amb més pluja àcida la defoliació afecta el 60% de l'àrea forestal, però no s'ha pogut trobar una relació causal entre els dos fenòmens. Hi ha diversos factors que poden originar deteriorament forestal i que estan relacionats amb la pluja àcida, com la mobilització de l'alumini o l'empobriment de bases del sòl que comporta un dèficit de nutrients. A més, concentracions elevades de nitrogen en la pluja poden provocar un estímul en el creixement dels arbres, però aleshores aquests es troben amb dèficits d'altres nutrients com el magnesi i el potassi i efectes negatius en les micorizes, i s'estronca el creixement.

Els efectes de la pluja àcida en els ecosistemes aquàtics s'han estudiat molt als països escandinaus. Els estudis van revelar que a mesura que disminuïa el pH dels llacs es reduïa el nombre d'espècies de peixos, sobretot a causa dels efectes de l'acidesa en les fases larvàries i en la reproducció dels individus adults. L'augment d'acidesa també afectava els invertebrats (crancs, decàpodes o cargols) i se'n simplificaven les poblacions. Pel que fa als vegetals, hi havia canvis en la vegetació cap a un predomini dels esfagnes, unes moltes resistents a les aigües àcides.

Dels anys cinquanta als vuitanta s'ha anat ampliant molt l'àrea afectada per l'acidificació de sòls, llacs i rius al nord d'Europa, i s'ha vist que la pluja àcida constitueix un problema transfronterer que no afecta necessàriament aquells països amb taxes més altes d'emissió. El Regne Unit, per exemple, és un exportador net de contaminació de sofre que generalment afecta la península Escandinava. Noruega exporta molt poca contaminació i n'importa molta procedent d'Alemanya, Polònia i el Regne Unit. Per tant, la resolució del problema de la pluja àcida ha de passar necessàriament per negociacions interna-

cionals. Veient els efectes negatius de la pluja àcida, l'any 1979 es va formar la convenció Long Range Transboundary Air Pollution per tractar els problemes transfronterers de pol·lució de l'aire a Europa. Com a resultat d'aquesta convenció, l'any 1985 es va signar el primer protocol del sofre, on la majoria de nacions europees es comprometien a reduir les emissions de  $\text{SO}_2$  en un 30%. L'any 1988 es va signar el protocol del nitrogen, que demanava congelar les emissions de  $\text{NO}_x$  als nivells del 1987. Els països escandinaus van aconseguir reduccions importants d'emissions de  $\text{NO}_x$ , però Espanya va incrementar-ne les emissions en un 30%. El 1994 es va negociar el segon protocol del sofre, on es demanaven reduccions de les emissions específiques per a cada país tenint en compte els transports atmosfèrics i les àrees més afectades, amb l'objectiu d'aconseguir el màxim benefici ecològic amb el mínim cost econòmic. Des de l'any 1980 fins al 1994 les emissions de sofre i de nitrogen han tendit a disminuir a nivell europeu, però Espanya ha reduït un 40% les emissions de sofre i en canvi ha incrementat un 30% les de nitrogen. La disminució de les emissions de sofre ha estat possible gràcies a l'ús de noves tecnologies per desulfuritzar les emanacions de les centrals tèrmiques, la crema de combustibles amb menor contingut de sofre o el consum de gas natural. Els estudis portats a terme han reflectit, però, que la disminució d'aquestes emissions no són tan resolutives com es pensava, ja que, malgrat que es redueix l'acidesa de la pluja, també disminueixen els cations bàsics que podrien contrarestar-la. En els estudis realitzats al Montseny i a la serralada de Prades s'han obtingut menys deposicions de sulfats i una disminució dels ions d'hidrogen de la pluja entre els anys 1984 i 1994, però no s'hi ha observat cap tendència en els nitrats. Tot i que al nostre país no tenim grans problemes de pluja àcida, Espanya conté dues de les centrals tèrmiques més contaminants en sofre d'Europa (Andorra—Terol— i Os Pontes—la Coruña—) i, per tant, encara queda molta feina a fer quant a les reduccions de les emissions.

## Pluges de fang

Les pluges de fang es formen al nord d'Àfrica quan l'escalfament de la superfície del desert fa aixecar la pols en unes columnes de diversos quilòmetres d'alçada. Les partícules queden en suspensió per sobre de la capa fronterera i són transportades cap a les nostres latituds per fronts procedents de l'Atlàntic. Segons la mineralogia de les pols aportades, podem saber-ne la procedència, que se situa entre l'Atlas marroquí i el Sàhara central. A partir d'un registre setmanal de precipitacions al Montseny i a la serralada de Prades, es pot veure que cada any s'esdevé algun episodi de pluja de fang, però acostumen a donar-se de manera esporàdica i són molt variables en intensitat. El pH de les pluges de fang és molt alt, i sense la seva presència els sòls en algunes zones del nostre país anirien acumulant acidesa al llarg de temps. A més, en onze anys d'observació s'ha vist que aquestes pluges porten de terme mitjà 5 mg/any de material particulat molt ric en cations bàsics, nutrients importants per als ecosistemes receptors. L'anàlisi de sèries temporals llargues confeccionades a par-

tir de registres meteorològics o de mostres de pols dipositades a les glaceres sembla indicar una tendència en l'increment dels episodis de pluges de fang sobre el sud d'Europa en èpoques més recents. Encara que és aviat per afirmar-ho amb seguretat, un efecte del canvi climàtic podria ser l'increment de la freqüència d'aquest tipus de pluges. Aquest fet tindria conseqüències sense precedents en la disminució del problema de les pluges àcides en les zones afectades d'Europa, ja que se'n derivarien uns beneficis clars per l'important efecte neutralitzador i fornidor de cations bàsics de les pluges de fang.

# Txernòbil dotze anys després

Gemma Rauret

L'accident nuclear de Txernòbil encara és un tema força candent dotze anys després de l'esdeveniment, ja que es considera la pitjor catàstrofe nuclear que mai ha passat i que mai més tornarà a ocórrer. El 26 d'abril de 1986 va originar-se una fuga radioactiva a la central nuclear de Txernòbil, situada a uns centenars de metres de la localitat de Pryp'at (Ucraïna), durant la realització d'unes proves nuclears que no eren necessàries. Durant els anys seixanta, van ser freqüents a la Unió Soviètica els assajos nuclears a l'atmosfera i, tot i que en aquell moment no s'era excessivament conscient de la perillositat de la radiació, els experiments es realitzaven en zones deshabitades —normalment en deserts— i en moments climàtics adients que permetien obtenir informació científica amb el mínim risc possible per a la població. Aquestes mesures de seguretat, però, no es van prendre durant les proves a Txernòbil. L'accident resultant ha estat el de conseqüències més grans per a la població a causa de les característiques especials de la radiació contaminant emesa, de la gravetat de l'accident —el combustible va arribar a sortir a l'exterior— i del fet que tingués lloc a prop de zones poblades.

La font de radiació va explotar de matinada. En aquell moment treballaven a la central 440 persones, 33 de les quals en van ser víctimes immediates, principalment les persones que feien l'experiència nuclear, i 237 persones van resultar afectades al cap de poc temps. Immediatament després de l'accident, centenars de milers de persones van participar en la construcció d'un sarcòfag destinat a cobrir la central i evitar que la radiació es propagués. L'actuació va ser ràpida i eficient ateses les característiques socials del país, però la font de radiació no es va poder tancar fins al cap de quinze dies, i el juliol de 1986 el reactor nuclear encara no estava cobert. En l'explosió inicial van caure partícules de combustible nuclear, anomenats «partícules calentes», a les rodalies de la central. Ucraïna va ser, per tant, el país més afectat per aquest tipus de contaminació. Pryp'at va haver de ser absolutament desallotjada i es va crear una zona d'exclusió de deu quilòmetres de radi on actualment només habiten, de manera intermitent, els treballadors de les tres centrals nuclears que encara estan en funcionament. Una segona zona d'exclusió de trenta quilòmetres és poblada avui en dia per persones d'edat avançada que prefereixen viure a casa seva malgrat la presència de radioactivitat.

Per altra banda, l'augment de temperatura durant l'explosió va originar la formació de compostos volàtils de iode i cesi, que en refredar-se i dipositar-se eren anomenades «partícules condensades», que, com a conseqüència de les condicions atmosfèriques del moment, van desplaçar-se en forma de núvol cap a zones llunyanes de la Unió Soviètica i Europa. Tenim molt poques dades de quina va ser la distribució del iode radioactiu ( $^{131}\text{I}$ ), un element especialment perillós perquè pot acumular-se en concentracions elevades a la glàndula tiroïdes i causar càncer, ja que té una vida mitjana molt curta i per tant una desintegració ràpida. El cesi radioactiu ( $^{137}\text{Cs}$ ), un element d'estructura similar al potassi (K) i al sodi (Na) que també és incorporat fàcilment per animals i plantes, va depositar-se a Suècia, Noruega i Finlàndia i en menys mesura a Bulgària, Àustria, Alemanya i Grècia. Posteriorment, però, les concentracions màximes de partícules condensades es van detectar als voltants del reactor, a Bielorússia i Rússia. A Espanya, tot i que es va crear una gran alarma inicial, no hi va haver cap efecte significatiu.

La transferència dels radionuclis cap als humans per via terrestre va tenir una gran importància. El material radioactiu present a l'atmosfera podia afectar les persones per radiació directa i per inhalació, dipositar-se més tard sobre el sòl, contaminant els cultius que hi creixen i els animals que se n'alimenten, i arribar a l'ésser humà indirectament per ingestió. Es feia necessari, doncs, valorar el contingut radioactiu d'aquells productes que la població ingeria en grans quantitats, principalment l'aire, l'aigua, les verdures, la carn i la llet, per calcular què es podia menjar i en quina quantitat. En les regions que van quedar seriosament afectades, com Bielorússia amb un 80% del territori contaminat, s'havia de procurar que la població tingués alimentació neta. La transferència per la via aquàtica va ser menys important que la via terrestre. El material radioactiu dipositat sobre el sòl podia passar a l'aigua per escorrentia, i afectar la població per radiació directa durant el bany i sobretot com a conseqüència de la ingestió. La radioactivitat també es dipositava a les aigües de regadiu i afectava els sòls i les plantes, els animals i les plantes aquàtiques.

Després de l'accident es feia necessari avaluar les vies de transferència dels radionuclis cap a la població, i amb aquesta finalitat es van crear, l'any 1991, sis projectes europeus per estudiar la interacció de la radiació amb el medi terrestre, el medi aquàtic, els productes agrícoles, els boscos i els medis seminaturalment. Es va fer atenció especial a les contramesures que calia aplicar per tal d'evitar que els radionuclis arribessin a la població i a les estratègies de descontaminació. A continuació es presenta el resum de les conclusions a les quals s'ha arribat després de sis anys de treball a Txernòbil. En primer lloc, es va estudiar com els diversos elements de l'ambient urbà de petits pobles contribuïen a la dosi rebuda per la població, com evolucionava la contaminació al llarg del temps i quins mètodes es podien aplicar per suprimir-la. L'eliminació del sòl dels jardins va ser la mesura més efectiva per disminuir la radiació, però generava problemes per la quantitat de sòl que calia extreure si es volia aplicar d'una manera generalitzada. Una altra possibilitat era l'eliminació de la pinassa en aquelles cases situades a prop dels boscos. El canvi de teulada també



representava un gran percentatge d'eliminació de la radiació, però era una actuació cara i al cap de deu anys no es distingia entre les teulades que havien estat recanviades i les que no. També es va estudiar la resuspensió de partícules en els sòls sorrencs, ja que es pensava que els núvols de pols transportaven la radioactivitat d'un lloc a un altre, però malgrat que en la fase immediata va ser un dels problemes importants, ja no ho va ser en fases posteriors.

La dosi que aportaven els ecosistemes naturals, boscos i prats, depenia en gran mesura dels hàbits culturals i alimentaris, i per tant es feia molt difícil de quantificar. Es va veure que representaven una font important de radiació interna, sobretot com a resultat d'ingerir fruites del bosc, bolets i animals de caça. La concentració d'activitat de radiocesi en els sistemes naturals era més elevada que en qualsevol altre sistema. Les fulles van recollir una gran quantitat de deposició radioactiva que va traslladar-se a la fullaraca i posteriorment al sòl, on va quedar fortament retinguda a causa de la presència d'argiles que amb la seva estructura laminar tenen la capacitat d'atrapar el cesi i immobilitzar-lo evitant que passi a la planta. El temps de residència dels radionuclis al sòl ha estat més gran del que s'esperava segons els càlculs de descomposició de les fulles i de lixiviació, i els arbres i el sòl dels boscos segueixen sent una important font de radiació. Es va intentar establir al laboratori sistemes per mesurar la mobilitat del radiocesi tenint en compte les característiques del sòl. Es va aprendre com n'eren d'importants les concentracions d'altres elements similars als elements radioactius, per exemple el potassi (K) o el calci (Ca), i com influenciava la seva addició al sòl a l'hora de mobilitzar els radionuclis. També es va veure que al llarg del temps les partícules calentes podien alliberar radionuclis molt mòbils, principalment el radioestronci, formats en el seu interior com a conseqüència de la fissió de l'urani. Per tant, encara que el cesi ja no ha augmentat des de l'accident, l'estronci cada vegada és més mòbil i constitueix el problema actual més greu. La seva retenció al sòl, a més, va disminuint al llarg del temps. Els focs forestals també contribuïen a la resuspensió dels radionuclis, ja que en el moment en què es produeix un incendi es donen altes temperatures i, com a conseqüència, els radionuclis es transporten com si tornés a ocórrer un petit accident nuclear. A les zones d'exclusió al voltant de la central hi ha molts boscos que en el moment de l'accident van recollir una gran part de la deposició i que són susceptibles de patir aquest problema. Els bolets també recollien una gran quantitat de cesi i altres radionuclis del sòl a través d'un micel·li molt estès i de poca profunditat. Quan es va descobrir que els bolets tenien concentracions elevades de radioactivitat i que el nivell d'activitat total del cos estava relacionat amb el consum de bolets, es va intentar prohibir aquesta pràctica, però va ser gairebé impossible canviar els hàbits culturals de la població malgrat que tothom sabia que era perjudicial per a la salut.

Malgrat que la contaminació al medi aquàtic no va tenir tanta importància com la del medi terrestre, en un primer moment era fonamental que la contaminació no passés a un embassament proper a la central nuclear que subministrava l'aigua a la ciutat de Kíev. L'aigua era el mitjà de transport principal de la radioactivitat en tota aquesta conca, i per tant es van prendre mesures de

forma immediata, construint dics i trinxeres per evitar que els sediments es bellugessin i impedir la contaminació del medi aquàtic. Actualment, la font més important de contaminació són les escorrenties de neu: quan neva s'acumula una gran quantitat d'aigua sòlida que pot arrossegar, en el moment de la descongelaçió, les partícules calentes que es van quedar al voltant de la central nuclear. Una altra font de contaminació important al medi aquàtic durant els primers anys van ser els peixos. Els estudis van revelar que una manera de disminuir la dosi de cesi era subministrar-los potassi.

També es volia saber quins eren els processos de transferència dels radionuclis del sòl cap a les plantes, i avaluar l'impacte de les diverses pràctiques agroquímiques sobre els productes agrícoles. Calia saber per què es donava la transferència i com es podia reduir, ja que les diferents fonts d'alimentació podien contribuir d'una manera important a la seva ingesta per part de les persones. El menjar provenia de tres llocs: de les granges col·lectives, les granges privades i la producció del bosc. En les granges col·lectives era relativament fàcil d'aplicar-hi contramesures, encara que en alguns casos es van acceptar amb dificultat. A les granges privades era pràcticament impossible d'aplicar-hi contramesures i calia fer una bona publicitat a la població del que es podia cultivar, com calia menjar-ho, etc. Els productes del bosc eren els més contaminats i els més difícils de controlar. Per altra banda, calia tenir en compte si la població era urbana o rural i els hàbits alimentaris de la població, si menjava peix, bolets, etc. Els resultats de l'estudi indiquen que les comunitats urbanes rebien la major part de la dosi a través dels productes comprats al mercat, que bàsicament procedien de les granges col·lectives. En aquest cas, l'aplicació de contramesures per a la població resultava relativament simple. En les comunitats rurals, però, la dosi provenia bàsicament dels productes forestals i de granges privades que no prenen mesures, de la pesca i en menys mesura dels productes de mercat. Es va estudiar molt la manera de trobar contramesures aplicables, ja que, malgrat que funcionaven bé en molts casos, eren massa cares o bé no eren fàcils d'emprar, no eren disponibles o no tenien acceptació social. Això ha fet que, malgrat que s'ha après molt dels estudis realitzats, encara s'han d'establir sistemes al laboratori que ens permetin conèixer els mecanismes per reduir la dosi als aliments. Cal verificar si tot el que s'ha après al laboratori en aquests anys d'estudi serà possible aplicar-ho en gran mesura.

# Eines per a la predicció d'aiguats a Catalunya

Jeroni Lorente

El tema dels aiguats està molt relacionat amb el canvi global, com a conseqüència de la transformació de la superfície terrestre. La presència de terrenys desforestats, per exemple, pot modificar els règims de precipitació i provocar inundacions amb més facilitat que en zones amb vegetació. A Catalunya, els aiguats i les inundacions locals són les causes més importants de risc meteorològic, seguit de les pedregades, la sequera i els temporals de neu. Les tempestes que produeixen els aiguats a Catalunya són a vegades de gran intensitat i estan originades per alguns cumulonimbus. Aquests núvols tempestuosos tenen una estructura cel·lular típica: a partir d'una etapa de creixement, amb núvols de tipus «cúmul», on només hi ha corrents d'aire ascendents, entren en una etapa madura on els corrents en ascens comencen a barrejar-se amb corrents de descens, i finalment s'esdevé la precipitació quan les partícules formades dins el núvol no poden ser suportades pels corrents d'ascens. Com que després de la precipitació màxima normalment el núvol es dissipa amb rapidesa, la pluja forta tan sols arriba a durar mitja hora o una hora. Els aiguats forts, però, són ocasionats per un altre tipus de tempestes que es produeixen esporàdicament a la tardor: les tempestes severes o organitzades. Uns perfils atmosfèrics especials de temperatura, humitat i velocitat del vent determinen la formació d'aquestes tempestes, que poden produir precipitacions de forta intensitat i d'una durada que pot arribar a unes quantes hores. En termes absoluts, els aiguats típics de la zona Mediterrània són poc importants per la seva curta durada, però en termes relatius són d'alta intensitat (instantàniament poden superar els 5 mm per minut), comparable a les pluges monsòniques o a les pluges tropicals.

L'impacte que poden originar les inundacions és prou gran com perquè avui en dia el Servei Meteorològic de Catalunya plantegi la posada en marxa d'un programa de predicció dels aiguats i d'alerta a la població. La predicció d'aiguats forts, però, planteja dues dificultats importants. En primer lloc, la detecció dels cumulonimbus no és suficient per determinar si es produiran tempestes, ja que l'eficàcia de precipitació varia segons el perfil de vent, temperatura i humitat atmosfèrica i l'estructura dinàmica de la tempesta. Per resoldre aquest problema s'utilitzen, des de la tardor passada, els radiosondatges,

una eina que permet determinar l'estructura vertical de l'atmosfera i, per tant, millorar la predicció de l'evolució dels núvols. El segon problema a l'hora de fer prediccions d'aiguats locals a curt termini és la baixa resolució dels models normalment utilitzats. Una de les eines tradicionals bàsiques per a la predicció meteorològica ha estat la teledetecció mitjançant satèl·lits geostacionaris com el Meteosat, és a dir, satèl·lits que mantenen sempre les mateixes coordenades en relació amb la Terra. A través de la reflexió de la llum solar captada pel canal de llum visible, aquests satèl·lits poden donar estimacions del gruix i el contingut d'aigua dels núvols, i pel canal de llum infraroja s'obté informació sobre la temperatura del cim dels núvols, que és indicatiu de l'alçada en què es troben. Les anàlisis biespectrals de les imatges ens permeten localitzar les tempestes que afecten a grans regions interpretant les formes de les nuvolositats i dels fronts. D'altra banda, hi ha les simulacions amb models numèrics, les quals permeten fer previsions sobre els mapes d'isòbares, fronts, temperatures, humitats, etc. a diversos nivells. Aquestes eines, però, no ens permeten fer prediccions a escala local (per a una comarca, una vall...), ja que la resolució del satèl·lit —de tan sols 5 km per píxel— o dels models de gran escala —de l'ordre dels 100 km— són insuficients. Les possibles àrees afectades per aiguats gairebé no sortirien destacades en un mapa de previsió meteorològica. Per tant, encara que els models meteorològics tradicionals utilitzats per a les prediccions a gran escala ens serveixen per donar el marc referencial on certes perturbacions es poden desenvolupar, els fenòmens meteorològics locals necessiten una tecnologia que tingui un grau més elevat de detall. Els satèl·lits d'òrbita polar, per exemple, ofereixen una resolució molt més alta que els geostacionaris, però tenen l'inconvenient que passen tan sols dues vegades al dia per la mateixa zona de la Terra, i per tant es fa necessari utilitzar-ne més d'un per tenir l'evolució d'una tempesta d'unes quantes hores de durada. Malgrat tots els desavantatges dels satèl·lits meteorològics, hi ha moltes esperances que els satèl·lits geostacionaris de segona generació que seran disponibles l'any 2000 puguin donar més detall i informació, com per exemple la precipitació acumulada segons l'estructura i la textura dels núvols.

Actualment, a Catalunya s'utilitzen dues eines que ens permeten fer una predicció més precisa dels aiguats locals que l'obtinguda a partir dels models de gran escala: la modelització a mesoescala i la teledetecció mitjançant radars meteorològics. El model de mesoescala anomenat MASS ha esdevingut una eina molt útil per a la predicció de pluges fortes a escales intermèdies, ja que fa prediccions amb més freqüència —cada tres hores— i amb una resolució més bona —entre 10 a 100 km— que els models habituals. La simulació ens ofereix mapes de temperatura, pressió i vent a la superfície, i la topografia a uns vint nivells de l'atmosfera. En el model adaptat a Catalunya inclou, a més, una base digital de terreny o mapa d'alçades que facilita la simulació dels vents d'escala molt petita o dels vents associats al relleu, com la marinada o els terrals. El MASS té una resolució prou bona per als aiguats que s'estenen a tot Catalunya, com els aiguats que es van patir de forma generalitzada el 1982, però encara no és suficient per ser l'eina ideal en la predicció local.

Les eines de teledetecció actives, com el radar meteorològic, són les de més eficàcia en les previsions locals, ja que exploren la precipitació en qüestió de segons. El radar actualment instal·lat a Vallirana (Barcelona) és el primer radar de recerca de tot l'Estat. L'aparell consta d'una antena parabòlica que emet polsos d'ones electromagnètiques en tots els sentits explorant la precipitació fins a 100-150 km a la rodona. La detecció de la precipitació es fa a partir de les ones emeses pel radar, les quals, en xocar amb les gotes de pluja, fan un eco o reflectivitat, que, convenientment amplificat, és detectat pel radar. En canvi, les gotes que formen els núvols són massa petites per donar una reflectivitat suficient detectable pel radar i per això aquest aparell tan sols detecta precipitació. El radar de Vallirana és de tipus Doppler, fet que possibilita la determinació de la velocitat radial de les gotes de pluja o calamarsa a través del canvi de freqüència del pols d'ones emès. Així, podem saber si la precipitació s'apropa o s'allunya del radar. Si, a més, es col·loca un sistema de polarització dual al radar, s'obté la reflectivitat en sentit horitzontal i vertical i podem saber si la precipitació és de pluja o de calamarsa. La resolució del radar és de menys de 100 m, de manera que s'ultrapassa la resolució de qualsevol model meteorològic. Els senyals de radar ha de ser corregits dels ecos espuris produïts pel terra o de la propagació anòmala del senyal. Un altre fet que cal tenir en compte és la depressió de l'horitzó: sabem que la curvatura de la Terra fa que les alçades d'exploració vagin canviant, de manera que com més allunyat sigui el núvol que es pretén detectar, el feix d'ones electromagnètiques tindrà més dificultats per detectar-lo, ja que l'alçada explorada serà superior a la situació del núvol que produeix la precipitació. Per aquest motiu, els radars només donen una informació vàlida en un radi de 150-200 km. Així, per exemple, el radar de Vallirana no ens permetria detectar les pluges de Girona o la Costa Brava quan els núvols fossin molt baixos, ja que es queden per sota l'horitzó. L'orografia, com els Pirineus per exemple, representa també una limitació a l'exploració. Malgrat aquests problemes, amb el radar obtenim una estructura del camp de precipitació molt més bona que amb una xarxa pluviomètrica tradicional. Com que amb les dades obtingudes sabem quin és el camp de precipitació i la seva tendència, podem combinar aquesta informació amb els models i les corbes de radiosondatge per construir un programa automàtic de previsions i d'alerta dels aiguats. No obstant això, la complexitat de les estructures nuvoloses que produeixen els aiguats necessita encara una recerca important perquè les prediccions dels aiguats siguin més fidedignes. Quan estiguin operatius tots els programes que aprofitin la informació obtinguda pel radar, serà més fàcil predir un aiguat a Catalunya. Actualment s'està en una etapa de detecció d'errors, de confecció d'anàlisis de la bondat de les imatges i d'observació de les correlacions amb la intensitat de precipitació. En el futur es faran seguiments dels fenòmens convectius importants i s'explorarà tot el camp de precipitació de Catalunya mitjançant la xarxa pluviomètrica i una xarxa de radars que es completarà amb la col·locació de dos nous aparells a Girona i Tarragona. Amb aquesta informació i la incorporació del model es podria tenir un encert molt més alt de les precipitacions. Actualment, les aler-

tes serveixen de molt poc, ja que són massa poc precises, però quan se sàpiga on és la precipitació i cap a on es dirigeix, sí que hi podrà haver un programa d'alerta més acurat i creïble. Un camp de recerca internacional en el qual també es treballa actualment és en l'augment de la resolució dels models numèrics, amb l'objectiu d'apropar-se a simulacions d'aiguats locals, fenòmens que malgrat que tenen una escala més petita, poden ser molt intensos.

# Dinàmiques urbanes a la regió metropolitana de Barcelona

Oriol Nel·lo

La regió metropolitana de Barcelona no és, avui en dia, una àrea de fàcil definició. Abans de la Revolució Francesa els conceptes de ciutat i camp circumdant estaven clarament diferenciats, tant físicament (la ciutat era envoltada per muralles), com jurídicament (els habitants de la ciutat tenien un estatut jurídic diferent dels habitants del camp) o en les seves activitats laborals (el camp era predominantment agrícola i la ciutat, inequívocament artesanal per esdevenir més tard industrial). Actualment ja no és possible diferenciar les antigues idees de ciutat i camp, perquè aquelles poblacions que emergien com a illes en un mar de ruralitat s'han ampliat per esdevenir continents, extensions amplíssimes que envolten un residu de ruralitat. Avui entenem la ciutat com una xarxa formada per les relacions que cada un de nosaltres crea sobre el territori a partir dels moviments que realitzem cada dia, teixint una teranyina sobre un espai quotidià que podríem anomenar «la ciutat real» o «la ciutat viscuda». Si intentem delimitar la ciutat segons l'extensió d'aquesta xarxa, ens trobarem que cada una de les activitats que realitzem, per exemple per treball o per lleure, té una amplada molt diversa. Per tant, la ciutat no és tan sols una xarxa, sinó que és una xarxa de xarxes, una suma de xarxes que se sobreposen en l'espai. Aquest entramat, per altra banda, no té una extensió idèntica en el temps, sinó que varia segons el dia de la setmana, la setmana del mes o el mes de l'any. La Barcelona de dilluns a divendres té una extensió i la Barcelona de divendres a dilluns en té una altra, i podríem considerar que la Cerdanya és regió metropolitana tres dies a la setmana, quan s'omple d'habitants procedents de l'entorn de Barcelona. La ciutat, finalment, no cal considera-la només com una xarxa, ni una xarxa de xarxes, sinó com una xarxa de xarxes de geometria variable.

Si simplifiquem la definició de ciutat per obtenir un punt de partida a l'hora d'estudiar les dinàmiques urbanes de la regió metropolitana i ens fixem en les relacions funcionals que delimiten el territori, o sigui als moviments que fem les persones a l'hora d'anar a treballar, podem identificar un sistema urbà d'uns 3.000 km<sup>2</sup> que abasta des de la Tordera a llevant fins al Foix a ponent, i des del Montseny i Montserrat fins al mar. A l'interior d'aquesta ciutat real de 4,2 milions d'habitants solem distingir entre una àrea central que comprèn el municipi de Barcelona i el seu entorn immediat, una primera corona de muni-

cipis que hi estan molt directament relacionats i una segona corona de municipis que hi tenen una relació creixent. Les interaccions entre les àrees que comprenen el territori metropolità estan sofrint un procés de ràpida transformació. La xarxa definida segons les relacions laborals s'ha incrementat de 60-70 municipis i 3 milions d'habitants l'any 1981, a 140 municipis i 4 milions d'habitants l'any 1991, una evolució que reflecteix que les dinàmiques metropolitanes s'estenen sobre el territori i els municipis cada vegada es fan més interdependents els uns dels altres. Per altra banda, i contràriament el que sovint es pensa, les àrees centrals van perdent importància respecte al conjunt d'un territori que es va fent més homogeni pel que fa a la localització de la població, dels llocs de treball i dels serveis. Tot i que el total de la població sofreix un estancament demogràfic des de 1975 i gradualment perd pes relatiu respecte a la resta de la població de Catalunya, s'està donant un fenomen de redistribució de la població a la regió metropolitana. Algunes àrees, com la ciutat de Barcelona, estan perdent població de manera accelerada cap a tots els municipis de la regió metropolitana. Els altres municipis de l'àrea central, com l'Hospitalet, Santa Coloma, Sant Adrià o Badalona tenen un saldo migratori positiu respecte a la ciutat de Barcelona, o sigui que guanyen població, però negatiu cap a tots els altres municipis. La primera corona té un saldo positiu cap a la Barcelona de les rondes, però negatiu cap a la segona corona, i la segona corona té un saldo migratori positiu cap a tots els municipis de la regió metropolitana i és una zona en plena expansió. En els últims set anys, doncs, els moviments dominants a l'àrea metropolitana es poden resumir com una exportació de població des del centre cap a les àrees més allunyades de l'àmbit central, però, a més, també veiem que les ciutats importants de la segona corona metropolitana —Sabadell, Terrassa o Granollers— han perdut poblament respecte als seus entorns immediats. El procés de dispersió de la població, que ha estat acompanyat per un moviment dels llocs de treball, de la indústria i dels serveis, té una relació directa amb l'ascens extraordinari dels preus del sòl i l'habitatge a la ciutat de Barcelona dels últims anys. L'elevat esforç econòmic que suposa adquirir un apartament mitjà a la ciutat de Barcelona, actualment situat a cinc vegades la renda familiar disponible anual, ha motivat el desplaçament d'aquella fracció de la població que no pot accedir a un habitatge de propietat a la ciutat. De totes maneres, no es pot dir que la ciutat estigui expulsant els pobres. Les estadístiques mostren que aquells qui majoritàriament marxen de les àrees centrals són població jove amb nivells d'ingressos i nivells de formació mitjans i mitjans alts que no poden pagar un habitatge nou a Barcelona però que sí que poden pagar-lo en un altre municipi de la primera i la segona corones.

La dinàmica canviant de la ciutat metropolitana ha portat alhora canvis en la seva estructura. Les nostres ciutats, que han estat tradicionalment denses, complexes i compactes, sense grans separacions en el territori, ni de les activitats ni dels grups socials, estan derivant cap a un model de ciutat més difusa, amb una densitat més baixa, més especialitzada, on cada una de les activitats s'estableixen en un lloc determinat del territori i, potser, amb uns



grups socials també més separats entre si. La ciutat difusa té alguns avantatges, per exemple la disminució de la densitat en les àrees centrals, un accés més gran als serveis en una perifèria metropolitana molt mal dotada o un increment en la competitivitat de les ciutats grans que ens ha convertit en la sisena regió metropolitana d'Europa. Aquests efectes positius, però, s'acompanyen d'efectes no tan positius. La dispersió del poblament i activitats sobre el territori, així com la disminució de densitat en les àrees centrals ha anat acompanyada per un excessiu consum de sòl i una ocupació de noves àrees que s'ha doblat en els darrers vint anys. Tot i que s'han protegit grans zones naturals del conjunt del territori (el Montseny, Sant Llorenç, serra de l'Obac, Montserrat, el Garraf o Collserola), el seu relleu vigorós ja determinava que fossin poc útils per a la urbanització, i a més l'ocupació del territori restant ha anat fragmentant aquests espais d'interès natural. La connexió entre aquestes àrees és cada vegada més difícil, i això comporta problemes des del punt de vista de la preservació de la biodiversitat i de l'exercici de la funció compensatòria de l'ocupació urbana que aquestes àrees podrien tenir. El segon problema que presenta el procés actual de dispersió és l'exacerbació de la mobilitat. A mesura que la població i els llocs de treball s'han anat dispersant sobre el territori n'hem acabat fent un ús explícit, i això ha comportat un gran increment dels desplaçaments que generen costos en el consum energètic i en les infraestructures relacionades amb el transport privat.

Existeix alguna alternativa a aquesta forma de dispersió de la ciutat sobre el territori?, és un procés inevitable? Sabem que aquesta transformació liderada pels preus del sòl és molt semblant a les grans ciutats espanyoles de Madrid, Bilbao, València, Sevilla o Màlaga, amb unes àrees centrals molt atractives, i per tant amb preus molt alts, que expulsen les activitats cap a la resta del territori. Per tal de canviar aquesta tendència, seria necessari realitzar una política d'infraestructures i de planejament urbanístic que corregeixi els aspectes més negatius de l'actual desenvolupament.

# Complexitat i territori

Miquel Sodupe

Aquesta conferència pretén descriure de forma general quin és l'estat d'alguns dels paràmetres ambientals de l'àrea metropolitana de Barcelona, i fer alhora unes primeres consideracions sobre les correlacions que es produeixen entre ells, dins de l'extrema complexitat del fenomen de la ciutat metropolitana.

L'àrea metropolitana de Barcelona és un territori d'uns 3.000 km<sup>2</sup> i 4,3 milions d'habitants que ocupa el sisè lloc a Europa pel que fa a població, darrere les regions metropolitanes de Londres, París, Randstadt, Ruhr i Madrid. Totes aquestes regions, amb excepció de Madrid, tenen una densitat semblant a la nostra i comparteixen els mateixos problemes ambientals, causats pels canvis actuals de la distribució de la població sobre el territori. L'àrea metropolitana de Barcelona, però, té la peculiaritat d'estar situada en un clima mediterrani que condiciona els paràmetres ambientals d'una manera diferencial i, a més, presenta un gran desequilibri entre la densitat de la població metropolitana respecte a les zones circumdants —Catalunya, 30.000 km<sup>2</sup>, 6 milions d'habitants—. Els paràmetres ambientals que afecten la regió, entesos com aquells elements físics que incideixen en la qualitat de vida de tots els éssers vius, inclouen la situació de l'ambient atmosfèric, el medi físic, les aigües continentals, la gestió del territori i el paisatge, els mitjans de transport, factors energètics i factors de tractaments de residus, entre altres.

La situació de medi ambient atmosfèric ens ofereix una visió optimista en alguns aspectes però pessimista en d'altres. Per exemple, els actuals nivells de SO<sub>2</sub> atmosfèric són un 50% inferiors als actuals valors guies de qualitat atmosfèrica de la Unió Europea i s'han reduït en un 83% entre el 1979 i el 1996, i les partícules en suspensió també han tingut uns nivells de reducció importants en els darrers anys, la qual cosa ens situa en una posició esperançadora. El factor que ha determinat aquesta millora és principalment el canvi en l'ús de combustibles menys contaminants, com el gas natural, la transformació del teixit industrial tradicional i la inutilització parcial de les centrals tèrmiques del Besòs. La font més important de contaminació atmosfèrica actual és el trànsit rodad, amb un 76% del total. Per tal de reduir-ne els nivells caldria potenciar, d'una banda, una via tecnològica que progressivament avancés amb les investigacions de reducció d'emissions i, de l'altra, una via d'ordenació del territori on l'or-

ganització dels teixits urbans i la limitació del transport privat permetés que el transport públic fos predominant. Malauradament, però, en l'actualitat els corredors de transport privat són altament emergents com a productors de contaminació. Aquesta situació ambiental atmosfèrica, que podríem considerar raonablement vàlida en termes globals, és molt menys positiva en termes locals, ja que encara existeixen esdeveniments localitzats de contaminació atmosfèrica prou significatius al congost del Llobregat i a la desembocadura del Besòs, l'ozó ha superat els límits admissibles durant l'any en algunes zones i tenim determinats corredors industrials on es produeixen sistemàticament alertes de contaminació atmosfèrica. No ens podem col·locar, doncs, en situacions de cofoisme.

El medi físic constitueix un altre aspecte de la problemàtica ambiental a la regió metropolitana de Barcelona. La contaminació del sòl i els riscos d'inundacions o d'esllavissades són elements que necessiten ser tractats com a problemes ambientals, però és en la gestió de les pedreres on existeix una dissociació més clara entre les intervencions realitzades al territori i la cultura de la conservació. Actualment tenim una llei que exigeix als explotadors la restauració de les pedreres, però a la pràctica la seva aplicació és qualitativament molt pobre i rarament s'estableixen veritables projectes de reconfiguració del territori a través de la restauració. Comparant la situació actual amb vint anys endarrere, la llei ha generat un procés positiu des del punt de vista quantitatiu, però la dissociació entre l'explotador i el restaurador fa que els resultats encara no siguin especialment brillants.

La problemàtica de les aigües continentals és un dels aspectes ambientals més analitzats i amb una gestió més polèmica. La qualitat de les aigües superficials a Catalunya deriva directament del Pla de Sanejament que s'està aplicant de sis anys ençà i que ha suposat la posada en marxa d'una política d'instal·lació de depuradores als nostres rius, bàsicament en poblacions de l'interior amb pocs habitants. Aquesta prioritització d'actuacions del Pla de Sanejament ha produït millores substancials en la qualitat de les aigües dels trams alts dels rius, però els seus resultats han estat més insatisfactoris i absolutament insuficients en els trams baixos del Llobregat i el Besòs, on el pla ja no considera possible la regeneració. En aquest sentit podem fer un doble balanç, ja que hem aconseguit algunes millores en la qualitat dels rius, però també tenim situacions quasi irreversibles. Per altra banda, s'estan fent grans inversions en la millora de les aigües superficials, però es dediquen molt pocs esforços a la gestió de les aigües subterrànies, que representen aproximadament un 21% de la reserva en recursos d'aigua del territori. Els aquífers han estat un recurs molt malmès, de manera que contaminacions puntuals o processos de salinització han estat determinants en la seva pèrdua de qualitat i per tant en l'abandonament parcial del seu ús, com en el cas dels aquífers dels deltes del Llobregat i del Besòs.

La gestió de les aigües continentals, a més, ha estat molt marcada per la polèmica de si els recursos que tenim actualment són suficients o no per a les necessitats del territori. Existeixen tesis absolutament contradictòries sobre aquest tema i les opinions depenen de les previsions que es facin per al futur d'in-

crement de població i de consum d'aigua i alhora de quins són els cabals funcionals actuals. Si es fan unes prognòs d'un fort augment de població i consum d'aigua domèstica, industrial i agrícola, com calcula el pla de les conques hidràuliques interiors de Catalunya, en un futur proper es preveu que existirà un dèficit important d'aigua i, com a conseqüència, serà imprescindible transvasar aigua de l'Ebre o del Roine si no es volen comarques absolutament hipotecades per manca de recursos hídrics. Però si les prognòs d'increment de població fossin més modestes i més ajustades a la nostra situació real, i el consum d'aigua per habitant disminuís tal com semblen indicar les tendències actuals, la demanda es veuria reduïda substancialment. Si, a més, incorporéssim la reutilització de les aigües residuals en lloc d'utilitzar aigües potables a tot arreu i es produís una utilització més racional de l'aigua de consum industrial i agrícola, ens trobaríem probablement amb una oferta en equilibri amb la demanda. Malgrat que la discussió no resulta senzilla, crec que en el futur serà necessari potenciar la gestió de les aigües en una línia d'autosuficiència, no dependència exterior, i de racionalitat en l'ús d'aquest recurs tan escàs al nostre país, que vol dir actuacions més matisades i implicades socialment, a diferència de les solucions «fàcils» de les grans —i costoses— obres d'infraestructura.

L'ús del territori i els canvis en el paisatge són uns altres elements que incideixen avui en dia a la regió metropolitana. L'àrea metropolitana de Barcelona del segle XIX estava dominada per l'agricultura, amb nuclis urbans petits, i a principis del segle XX hi van començar a aparèixer uns sistemes urbans i industrials concentrats i comunicats per infraestructures lleus. Als anys cinquanta es produeix un salt qualitatiu important en passar d'un territori on les relacions es donaven fonamentalment dins els nuclis urbans a una ciutat territori on les relacions de treball se situen progressivament a unes distàncies superiors, 15-30 km de l'habitatge. Es produeix, d'aquesta forma, una transformació absolutament crucial en la utilització del territori per part de les ciutats. En primer lloc, la seva expansió ha originat una disminució important de l'activitat agrícola, ja que han perdut competitivitat respecte a les activitats d'urbanització, i ha ocupat també una part de l'espai de parcs naturals i zones forestals. L'ús de nou territori per part de la ciutat deriva a vegades de processos inherents a la nostra organització social, com la demanda creixent de nou habitatge resultat de la reducció de la unitat familiar, o la descentralització de la residència, cap a zones de menor densitat i millors condicions urbanes pel que fa a zones verdes, enfront de les àrees centrals més denses i on els factors de preu fan molt difícil que la gent accedeixi a un habitatge amb unes condicions econòmiques raonables. També es descentralitzen les activitats industrials a causa de demandes d'espai inassolibles en dimensió i preu de les àrees centrals. Tots aquests processos de descentralització provenen de lògiques internes del sistema que no són menystenibles ni intrínsecament negatives.

Que aquest procés sigui sostenible o no en termes ambientals dependrà d'elements quantitius (consum excessiu de residència de baixa densitat) i d'elements qualitius (ciutat dispersa o concentrada, ocupació d'espais estratè-

gics —rius, corredors, espais naturals—). És a dir, dins d'aquest consum de territori és molt important determinar on es localitza aquest creixement, o sigui la qualitat de la transformació. Tenim un territori molt fragmentat, s'han trinxat els sistemes naturals i agrícoles, i alhora s'han construït unes ciutats molt disperses que s'han de servir amb un transport privat, ja que és pràcticament impossible donar una resposta econòmicament sostenible en transport públic. Aquesta estructuració territorial (dispersa i extensiva) incidirà, doncs, fortament en el primer paràmetre que consideràvem, el de la qualitat de l'atmosfera. Tanmateix, no crec que els processos actuals es redrecin amb la negació absoluta de les lògiques internes, sinó amb la definició dels criteris adequats d'implantació territorial, i l'acceptació d'aquelles lògiques que siguin raonablement assumibles.

Aquesta és una visió ràpida i forçosament incompleta de la situació ambiental de la regió metropolitana de Barcelona. Com podem veure, el tema és molt més complex i contradictori, i necessitarà noves aproximacions. En resum, veiem que hi ha aspectes en aquesta regió que estan raonablement ben encaminats en termes de cultura ambiental, però ho estan de manera insuficient. D'una banda, perquè els ritmes amb què s'aborden aquestes qüestions no són els adequats, de l'altra, perquè quan es donen solucions quantitatives no s'hi arriba qualitativament i les solucions tot sovint es queden sota mínims. D'altra banda, l'ordenació del territori que s'està produint —a l'americana— és excessivament extensiva per a un territori tan petit i costerut com el nostre, que reclama una organització més concentrada i suportada fonamentalment per les estructures urbanes tradicionals —les ciutats velles i noves—. Aquesta ordenació del territori està produint ja avui uns costos ambientals inassumibles, i un país —encara que no sigui un paràmetre ambiental estricte— especialment lleig.

# Estratègies ambientals per a Catalunya

Pere Duran Farell

Catalunya és un país petit, amb unes característiques socials i econòmiques que determinen d'una manera preocupant l'estat del medi ambient avui en dia. En primer lloc, tenim una població molt mal distribuïda al territori. Dels 6 milions d'habitants de Catalunya, la meitat de la població ocupa un 7% de l'espai total i un 90% està localitzada entre les serralades Litoral i el Prelitoral. L'elevada densitat de població, juntament amb la visita de 16 milions de turistes anuals, contribueixen a un model d'urbanització difícilment sostenible que ens ha portat a ser un dels països més motoritzats del món, i tot i que el consum energètic general s'ha multiplicat per cinc en els últims vint-i-cinc anys, el consum energètic dels vehicles s'ha arribat a multiplicar per set en el mateix període. Sabem, per altra banda, que el trànsit rodat és el gran productor dels gasos d'efecte hivernacle i Catalunya n'ha augmentat la producció un 13% des del 1990 fins al 1997, i això suposa més de 6 tones per habitant i any. Amb les tendències actuals tindrem moltes dificultats per acomplir la directiva de la Unió Europea, realitzada durant la darrera cimera de Kyoto, que recomana disminuir la producció de gasos hivernacle en un 7,5% abans del 2005.

Un altre tema que incideix sobre el medi ambient a Catalunya és la producció d'uns residus actualment inevitables en l'estructura urbana i industrial. Estem produint en aquests moments 6 milions de tones l'any de residus majoritàriament sense control, la meitat d'origen urbà i l'altra meitat industrial, una quarta part dels quals són molt perillosos. Els residus ja estan iniciant un recorregut de velocitat molt baixa pels aqüífers de Catalunya i els efectes de les contaminacions actuals emergiran d'aquí trenta o quaranta anys. Podríem estar igualment preocupats per la qualitat de l'aire i molts altres aspectes lligats a un país desenvolupat com Catalunya, amb una població molt concentrada i una producció excessiva de cara al medi ambient.

La conclusió que s'extreu de totes aquestes dades és que serà molt difícil en els propers temps fer compatible la sostenibilitat amb la producció industrial, i que ara mateix no tenim res més a fer que continuar amb els projectes actuals de protecció del medi ambient. Avui en dia, estem recollint els fruits d'una sobreexplotació dels recursos naturals i d'una falta de gestió dels residus que ha generat una societat capitalista amb prioritats econòmiques i que no

ha pensat en les conseqüències ecològiques. Quan ens trobem amb problemes ambientals de gran magnitud, com el recent desastre ecològic de Doñana, l'única cosa que podem fer és «tapar forats», ja que ni el govern ni la societat no estan preparats per atacar-ne directament les causes. Des d'ara mateix, però, cal prendre seriosament el tema del medi ambient. La humanitat ha tingut dues grans revolucions amb èxit: la revolució neolítica, en la qual l'ésser humà descobreix l'agricultura i la ramaderia, i la revolució industrial, que actualment continua i que ha convertit l'ésser humà en el gran creador i el gran destructor del seu entorn. Ara és l'hora de la gran revolució pendent i necessària per al futur de la raça humana, la revolució de la sostenibilitat del desenvolupament, que ha de passar forçosament per l'alliberació del valors ètics de la persona. Cal fer amb urgència un nou model basat en l'educació i la formació, i per fer-ho necessitem governs conscients dels problemes actuals i una humanitat sensible que tingui una complicitat positiva i activa en temes de medi ambient, tots dos perfectament coordinats per donar solucions a mitjà termini o a llarg termini. L'explosió espectacular de la tecnologia, de fet, ja està fent canviar la pròpia filosofia i estructura de la societat humana, i estem vivint una revolució tecnològica, científica i econòmica que encara no podem mesurar. Cada vegada més, la societat s'està tornant creixentment complexa, interdependitzada i globalitzant a nivell de tot el planeta, i els Estats, inventats per l'home quan el món era lineal i tot es podia arreglar amb normes i reglaments, van perdre el seu poder convencional. En aquests moments, l'Estat encara és el gran protagonista de la revolució macroeconòmica, però ja no és capaç de regular la microeconomia, i ha de lliurar el seu poder a la multinacionalitat, als mesogovernos, a les ciutats i als pobles, perquè és massa petit per entendre la problemàtica globalitzada mundial però massa gran per comprendre l'individu. La microsocietat s'està convertint en un cos més autònom, i les grans institucions polítiques, socials, financeres i econòmiques necessiten tenir unes estructures més plàstiques i flexibles que els permeti superar les normes que regeixen actualment, i adequar-se a la complexitat i creativitat del món en què vivim. En aquesta mateixa línia d'alliberació dels lligams històrics lineals i convencionals també es tendeix a la personalització i individualització de totes les coses, fins i tot dels grans principis i ideologies. L'existència de la ruptura creativa i la interpretació individual dels grans conceptes tan sols permet una governabilitat integrada per persones amb diversitat de plantejaments i d'interpretacions on es vagi a cercar la unitat, és a dir, una no-governabilitat de la societat moderna que ens permeti alliberar l'ètica i l'estètica personal de les pròpies consciències i acceptar aquesta llibertat usant-la responsablement i amb consciència, per tal de crear tot allò que calgui. La persona és la clau per anar cap a un futur que, si som sensats, pot ser autènticament formidable. Si volem superar una Europa de l'euro que ha estat producte de les institucions, per exemple, cal que exigim l'Europa del respecte a les cultures, als pobles, a la riquesa de la diversitat, als drets humans, i cal mobilitzar el ciutadà en la creació de l'Europa que nosaltres necessitem. Avui en dia és el moment dels ciutadans, i difícilment podem pensar en fórmules noves de conducció dels col·lectius humans

amb normes i reglaments escrits que tan sols empetiten l'èsser humà, sinó que caldrà establir normes de tipus moral, espiritual i cultural. Si no som capaços d'això, no hi haurà humanitat.

Actualment estem maltractant el medi ambient, perquè el plantejament per resoldre els problemes és típicament convencional i l'Administració pública ha sectorialitzat el problema. Cal exigir la constitució d'una comissió interministerial o interdepartamental que englobi totes les decisions mediambientals de les conselleries i els ministeris. En una primera fase caldria crear un consell assessor absolutament civil format per persones de prestigi personal que fos perceptiu a la consulta pel govern però no vinculant, on s'hi podrien abocar totes les iniciatives, els sentiments, les il·lusions i les motivacions dels ciutadans per tal d'administrar l'intangible, o sigui els valors ètics, estètics, culturals i morals que avui dia ja comencen a ser decisius. A més, una comissió de fora d'aquí hauria de definir un llibre blanc de medi ambient a Catalunya, perquè sabéssim quina es la situació actual al nostre país i tenir un punt de referència a l'hora d'avaluar les accions. La política del medi ambient, de fet, és l'única política sensata global que pot tenir un país i la resta tan sols en són conseqüències. Ens hem d'acostumar a ser molt concrets i exigents en el civisme i l'ètica, i per tant des d'ara mateix cal canviar la formació i l'escolarització per preparar gent que tingui una consciència clara de què és el medi ambient. Des de petits hem de fer aprendre als nens que tot el que és medi ambient passa per la idea del respecte i hem de formar unes generacions amb aptitud per innovar. En una atmosfera de respecte al medi ambient serà més fàcil fer entendre la rendibilitat de les coses, i cal que puguin accedir a la idea que han de ser creadors, que han de crear, perquè la innovació fa que el producte nou sigui respectuós amb el medi i no produeixi més residus dels purament indispensables. A la vegada, aquest producte crearà un nou mercat que exigirà uns servidors i l'atur quedarà pràcticament eliminat. Aquest és el gran camí, i Catalunya és una nació perfecta per seguir-lo, ja que hem fet un gran país malgrat que no tenim Estat i som conscients que aquest país és fill directe del nostre esforç. En un moment en què els Estats perden poder, els catalans ens trobem amb una experiència de molts segles que ens dona un gran avantatge, i si a més tenim la capacitat de ser creatius i innovem contínuament, podrem fer de Catalunya un país net. Avui en dia l'èsser humà pot fer realitat la utopia, ho podem tenir tot a condició que mobilitzem l'única gran energia que no té límits: l'energia moral, ètica i estètica. Tenim la matèria primera per inventar el que calgui, però cal ser conscients que sempre estem fregant el risc de l'autodestrucció.