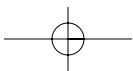
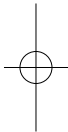
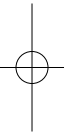


AULA D'ECOLOGIA



ANNA ÀVILA I JAUME TERRADAS (EDS.)

AULA D'ECOLOGIA

CICLE DE CONFERÈNCIES
2010

Universitat Autònoma de Barcelona
Servei de Publicacions
Bellaterra, 2011

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

Aula d'Ecologia : cicle de conferències 2010 ; Anna Àvila, Jaume Terradas (eds.). — Bellaterra :
Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2011. — (Ciència i Tècnica ; 43. Ecologia)

ISBN 978-84-490-2676-8

- I. Universitat Autònoma de Barcelona
II. Aula d'Ecologia
III. Àvila i Castells, Anna, ed.
IV. Terradas i Serra, Jaume, ed.
1. Gestió mediambiental — Congressos
2. Ordenació del territori — Congressos
3. Contaminació — Congressos
4. Energia — Congressos
5. Escalfament global – Efectes fisiològics – Congressos
504
-

L'Aula d'Ecologia ha estat, en els cicles del 1996 al 2010, una iniciativa de l'Ajuntament
de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona, que ha tingut 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 emèrit d'Ecologia de la UAB

Coordinadors per l'Ajuntament de Barcelona

Maria Alba Fransi Gallart i Sònia Frias Rollón

Preparació dels textos (resums de les ponències)

Anna Àvila (CREAF)

Coordinació de les sessions

Anna Àvila (CREAF)

Il·lustració de la coberta

Windmills and Sailboats on the Ocean

Autor: ©C.G.P. Grey sota llicència de Creative Commons

Edició i impressió

Universitat Autònoma de Barcelona

Servei de Publicacions

08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). Spain

Tel. 93 581 10 22. Fax 93 581 32 39

sp@uab.cat

<http://publicacions.uab.cat/>

ISBN 978-84-490-2676-8

Dipòsit legal: B. 14.144-2011

Imprès a Espanya. Printed in Spain

Imprès en paper ecològic



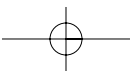
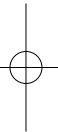
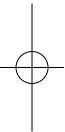
Aquesta publicació no pot ser reproduïda, ni totalment ni parcialment, ni enregistrada en, o transmesa per,
un sistema de recuperació d'informació, en cap forma ni per cap mitjà, sia fotomecànic, fotoquímic, electrònic,
per fotocòpia o per qualsevol altre, sense el permís previ de l'editor.

Índex

- 9-12 Pròleg, per Jaume Terradas
13-14 Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2010

Quinzè cicle de conferències 2010

- 15-21 **Genoveva Català**
El model català de gestió de residus
- 23-29 **Anna Zahonero**
La rellevància del paisatge en l'ordenació del territori
- 31-37 **Josep Roca Cladera**
Diagnosi de l'evolució del creixement urbanístic a la costa mediterrània
- 39-45 **Pedro Rodríguez Cortés**
Desenvolupament de noves tecnologies en energia eòlica
- 47-52 **Albert Cuchí**
Consum responsable d'aigua i energia: el projecte SIRENA
- 53-56 **Ricard Marí**
Control de la contaminació marina:
de Palamós al delta de l'Ebre
- 57-63 **Miquel Porta**
La nostra contaminació interna: concentracions
de compostos tòxics en la població general catalana
- 65-72 **Jordi Martínez-Vilalta**
La sequera, el canvi climàtic i el futur dels nostres boscos
- 73-79 **Constantí Stefanescu**
Papallones, migracions i canvi climàtic
- 81-88 **Carme Rossell**
L'expansió dels senglars i els conflictes
que genera en zones urbanitzades



Pròleg

Jaume Terradas

Professor emèrit d'Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona
i director de l'Aula d'Ecologia

El present volum recull els resums de les conferències del cicle 2010 de l'Aula d'Ecologia i és el que fa tretze de la sèrie. L'Aula és una iniciativa de l'Ajuntament de Barcelona, en aquests moments sota la responsabilitat de Parcs i Jardins, que es realitza mitjançant un conveni amb la Universitat de Barcelona i amb la cooperació del Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF). El cicle 2010 es va realitzar a la Casa Elizalde de Barcelona. Els resums han estat elaborats per la Dra. Anna Àvila, investigadora del CREAF, i revisats pels mateixos ponents.

Les ponències van tractar temes relacionats amb la gestió ambiental i del territori, amb els problemes de la contaminació i de l'energia i amb els efectes del canvi global sobre els organismes. Sobre gestió ambiental, Genoveva Català, directora de l'Agència de Residus de Catalunya, va exposar de manera clara el model català de gestió de residus. L'estratègia seguida exigeix l'actualització de la normativa catalana, formular el nou Programa de Gestió de Residus Municipals, formular el Pla Territorial Sectorial d'Infraestructures de Residus i establir un programa d'inversions i un pla financer. Va fer especial esment dels canons sobre la deposició dels residus i la possibilitat de desgravar quan les coses es fan ben fetes, i va desenvolupar les singularitats del model català. Va aportar, a més, dades actuals d'un gran interès sobre el tema. Pel que fa al territori, gestió i ordenació, Anna Zahonero, vinculada al Centre d'Investigació del Paisatge de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), va parlar del paisatge en l'ordenació territorial començant per l'exposició de la situació jurídica actual a partir de la Llei 8/2005, de 8 de juny, i la confecció de catàlegs de paisatge, d'acord amb un model que ha definit el seu grup.

També va comentar les Unitats de Paisatge i en va donar exemples concrets relatius a l'estudi fet a les comarques de Girona i la proposta per al corredor verd de Cerdanyola del Vallès. Per la seva banda, Josep Roca va parlar més específicament de l'evolució del creixement urbanístic a la costa mediterrània. Va recordar la preocupació de Margalef per la inversió topològica del paisatge i va explicar el fenomen del creixement en taca d'oli (*urban sprawl*) i les seves causes. Després va tractar del consum de sòl a diferents països europeus i a la franja costanera del nostre litoral, i va acabar preguntant-se si el mercat pot arribar a regular aquests processos complexos.

El tema energètic va ser l'objecte de dues xerrades. Pedro Rodríguez, que treballa en un projecte conjunt de l'empresa Vestas i la UPC, ens va parlar de les noves tecnologies en energia eòlica, va destacar-ne el potencial i en va identificar les limitacions aportant xifres tant energètiques com econòmiques. Va explicar que a Espanya ja cobreix el 15 % de la demanda d'electricitat i va comentar la urgència que Catalunya faci un pas endavant en aquest camp, la necessitat d'interconnexió dels parcs amb les xarxes elèctriques i les idees actuals sobre superxarxes i parcs marins, a més de repassar alguns aspectes tècnics molt rellevants. D'altra banda, Albert Cuchí, professor de l'Escola d'Arquitectura del Vallès, de la UPC, va exposar els treballs que han fet per tal de reduir el consum d'energia d'edificis universitaris i els excel·lents resultats assolits. Va començar explicant la gran importància que té, en el consum global d'energia, el que es fa als habitatges. És important distingir quina part del consum és deguda a l'eficiència de les instal·lacions i quina part és deguda a l'ús i gestió dels edificis. Els estudis fets en sis edificis van demostrar que una part molt important de l'energia es perdia a causa d'un mal ús i d'una gestió deficient dels instruments que hi ha als edificis i que el consum per calefacció es podria reduir més del 50 % a la major part dels edificis. El projecte SIRENA ha permès obtenir resultats espectaculars a la mateixa Escola.

Sobre contaminació hi va haver dues conferències. Ricard Marí, professor de la Universitat Politècnica de Catalunya, es va centrar en els resultats d'un projecte que pretén modelitzar un vessament per veure com es comporta el contaminant en la columna d'aigua. L'interès principal es troba a desxifrar els corrents d'aigua a diferents fondàries, fins a 150 m, entre Palamós i Tarragona. El ponent va explicar les tècniques

i les dificultats amb què s'enfronten. Miquel Porta, investigador i catedràtic de salut pública a l'Institut Municipal d'Investigació Mèdica i a la Facultat de Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona, va explicar l'informe que han fet sobre la presència de contaminants orgànics persistents en una mostra de la població general de Catalunya. L'estudi es va fer sobre una mostra representativa de 919 persones i es van analitzar dinou compostos. El ponent va situar els resultats en el context del que s'ha vist en altres països i va fer algunes recomanacions generals sobre com es pot reduir aquest important problema sanitari.

Els impactes del canvi global i els canvis esdevinguts en espècies o grups d'organismes van ser tractats per tres ponents. Jordi Martínez-Vilalta, investigador del CREAM, va tractar el tema de la sequera i els seus efectes sobre els boscos en el context del canvi climàtic. Després de comentar alguns fets bàsics en la distribució planetària de les pluges, els factors que intervenen en les sequeres i les característiques del nostre clima, com també l'ús que les plantes fan de l'aigua, va exposar alguns resultats d'experiments i observacions fets en diferents boscos catalans. A continuació, va parlar de les previsions relacionades amb el canvi climàtic i va recordar que les sequeres són cada vegada més freqüents i intenses, i ho seran encara més en el futur, i va advertir que, a mitjà termini, es produiran canvis importants en la nostra vegetació que modificaran tant la distribució del bosc com la de les principals espècies forestals. Constantí Stefanescu, destacat estudiós dels lepidòpters, va tractar la situació de les papallones en relació amb els canvis climàtics i els canvis que ja s'estan observant en la fenologia, distribució i altres aspectes de la vida d'aquests insectes. Va donar nombrosos exemples de respostes ja observades al canvi i d'algunes implicacions d'això en l'ecosistema. També va fer especial esment dels efectes que es poden produir en les migracions, amb transports a gran distància d'espècies que, en certs casos, poden ser plagues de conreus. Finalment, va defensar la importància d'aquest grup com a possible indicador en relació amb el canvi climàtic. Finalment, Carme Rosell, de la consultoria Minuartia, va dedicar la seva xerrada a l'expansió de les poblacions de senglars i els conflictes que genera aquest fenomen. Va partir de diferents aspectes de la biologia i del comportament d'aquesta espècie, sobretot la dieta i l'organització social, i en va destacar la capacitat d'aprenentatge. Va comentar les dades que es tenen sobre l'abundància del senglar a Catalunya i

algunes pràctiques que caldria eradicar, ja que afavoreixen l'apropament dels senglars a zones urbanes, com també la qüestió dels accidents de trànsit que poden provocar i com es poden reduir.

Com a director de l'Aula, he d'agrair el continuat suport a l'Aula d'Ecologia per part de l'Ajuntament, manifestat de manera explícita per la tinent d'alcalde Imma Mayol i la gerència de l'Àrea de Medi Ambient i el Sector de Serveis Urbans, com també la implicació de la Universitat Autònoma de Barcelona. Igualment, vull fer constar l'agraïment al CREAM, al Servei de Publicacions de la UAB, a les secretàries del CREAM i del Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia; a Magda Pujol i Javier Jerónimo, per la seva col·laboració eficient; a Maria Alba Fransi, que ha coordinat les tasques des de l'Ajuntament, i a Anna Àvila, que ha coordinat l'Aula des del CREAM i la UAB i n'ha redactat els resums. Finalment, vull donar les gràcies als ponents per les seves excel·lents presentacions i al públic nombrós i participatiu, que, com cada any, dóna sentit a aquesta activitat.

Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2010

Quinzè cicle de conferències. Any 2010

Genoveva Català, Directora de l'Agència Residus Catalunya.
Generalitat de Catalunya

El model català de gestió de residus

Anna Zahonero, Professora del Departament d'Urbanisme i
Ordenació del Territori. UPC

La rellevància del paisatge en l'ordenació del territori

Josep Roca Cladera, Director del Grup Recerca Qualitat de Vida
Urbana i Sostenibilitat. Departament Urbanisme i Ordenació
del Territori. UPC

*Diagnosi de l'evolució del creixement urbanístic a la costa
mediterrània*

Pedro Rodríguez Cortés, Tècnic de Vestas Power Programe

Desenvolupament de noves tecnologies en energia eòlica

Albert Cuchí, Catedràtic del Departament de Construccions
Arquitectòniques. Delegació del Vallès. UPC

Consum responsable d'aigua i energia: el projecte SIRENA

Ricard Marí, Degà Facultat de Nàutica Barcelona. UPC

Control de la contaminació marina: de Palamós al delta de l'Ebre

Miquel Porta, Director de la unitat d'Epidemiologia Clínica i
Molecular del Càncer. IMIM

*La nostra contaminació interna: concentracions de compostos tòxics
en la població general catalana*

Jordi Martínez-Vilalta, Professor d'Ecologia. UAB-CREAF

La sequera, el canvi climàtic i el futur dels nostres boscos

Constantí Stefanescu, Investigador del Museu Granollers Ciències
Naturals "La Tela". Director del CBMS

Papallones, migracions i canvi climàtic

Carme Rossell, Directora de Minuartia Estudis Ambientals

*L'expansió dels senglars i els conflictes que genera en
zones urbanitzades*

El model català de gestió de residus

Genoveva Català

El model de gestió de residus a Catalunya forma part d'un dels eixos d'actuació prioritària de l'Agència de Residus de Catalunya, unes actuacions que prenen gran empenta sobretot del 2004 ençà, quan s'ha de tancar el dipòsit controlat del Garraf o arriba al final el període d'activitat de la incineradora de Montcada i Reixac. El VI Programa Marc de Medi Ambient, en la línia estratègica «Ús i gestió sostenibles dels recursos naturals i dels residus», té com a objectius la major eficiència en l'ús dels recursos i una gestió dels residus que assegurí models de producció i consum més sostenibles.

En la gestió dels residus ens trobem de manera permanent davant del repte de dissociar l'ús dels recursos i la generació de residus del creixement econòmic. Costa molt fer aquesta dissociació i veure com podem desenvolupar societats confortables en el món desenvolupat d'avui sense que alhora s'incrementi l'ús de materials innecessaris que forçosament generaran residus o s'hauran de tractar de manera escaient.

A Catalunya, el 2004 ens trobem amb un conjunt de mancances. Necessitem actualitzar la normativa, necessitem formular un nou programa (l'anterior era de 2001-2006 i ara hem d'abordar el pla de 2007-2012). I, sobretot, necessitem vèncer el famós fenomen NIMBY (*not in my backyard*) concertant amb els ens locals la ubicació de les instal·lacions.

S'ha de reivindicar la necessitat d'instal·lacions de tractaments de residus i de reciclatge. En concret, l'estratègia de l'Agència de Residus de Catalunya s'ha basat en: 1) l'actualització de la normativa catalana, 2) la formulació del nou Programa de Gestió de Residus Municipals, Progemic, 3) la formulació del Pla Territorial Sectorial d'Infraestructures de Residus i 4) l'establiment d'un programa d'inversions i d'un pla financer.

Pel que fa a Catalunya, els objectius recollits en la normativa i els programes cerquen d'obtenir un alt nivell de protecció del medi ambient i dotar els ens públics competents dels mecanismes d'intervenció i control necessaris per garantir que la gestió dels residus es dugui a terme sense posar en perill la salut de les persones i sense perjudicar el medi ambient. Aquests aspectes, que s'especifiquen tant en l'estratègia temàtica de prevenció i reciclatge com en la nova directiva marc de residus, es recullen en el programa de residus municipals català: l'esmentat Progemic. Aquest programa es basa en el principi de prevenció, preparació per a la recuperació i reciclatge, les recuperacions materials, altres formes de recuperació com les energètiques i, finalment, la deposició dels materials dels quals ja no es pot treure cap resultat beneficiós.

En aquest programa s'han desenvolupat noves propostes normatives incidint en la prevenció i la introducció d'aspectes com la participació, la transparència i el dret a la informació, així com l'aplicació de mesures de fiscalitat ambiental, els cànons de disposició per incentivar la prevenció i el reciclatge. Ens podem preguntar, per què són necessaris aquests cànons? Quins objectius pretenen? Els cànons són importants i necessaris ja que permeten: 1) garantir el tractament de les fraccions que no són objecte de recollida selectiva, 2) racionalitzar la planificació territorial de les instal·lacions de gestió, 3) obligar a implantar la recollida selectiva de la matèria orgànica a tots els municipis, 4) regular la participació en el seguiment de les instal·lacions i les compensacions als municipis, i 5) ampliar l'àmbit del Fons de Gestió de Residus (nous cànons).

Els cànons sobre la deposició dels residus constitueixen un instrument econòmic que contribueix al finançament de la despesa inherent a la implantació de la gestió sostenible dels residus. Els cànons graven la destinació dels residus a les instal·lacions de tractament finalistes de Catalunya. Amb un exemple ho veurem de manera més precisa: s'ha encunyat el concepte de «qui contamina paga», però també es pot formular a la inversa: «qui ho fa bé pot desgravar». La figura del cànon funciona a Catalunya des de l'1 de gener 2004. Inicialment s'establí en 10 euros/tona de residu que es porta a un dipòsit controlat i té una funció de retorn als municipis que fan esforços en la recuperació de residus, en especial als que separen la matèria orgànica continguda en els residus.

Disposem de dues lleis molt joves, la Llei 8/2008, de 10 de juliol 2008, de finançament de les infraestructures de gestió dels residus i dels

cànons sobre la disposició del rebuig dels residus, per la qual es regula l'obligació de la Generalitat de Catalunya de finançar les plantes de gestió de residus municipals i s'estableixen noves figures tributàries (els cànons); i la Llei 9/2008, de la mateixa data, que modifica la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus. Aquesta llei exigeix que s'implanti la recollida selectiva de la matèria orgànica de tots els residus a tots els municipis de Catalunya, independentment del seu nombre d'habitants; crea el Pla territorial sectorial d'infraestructures de gestió de residus municipals (PTSRM); estableix com es compensarà els ajuntaments, consells comarcals i consorcis de gestió que tinguin al seu territori plantes de residus; garanteix el tractament de tots els residus, inclosos els que no es recullen de manera separada, i assegura la participació social i de seguiment de les instal·lacions.

Finalment, quan una legislació ha sofert modificacions (i la llei de residus ja n'ha tingut tres), s'ha recollit de forma integrada en un decret legislatiu per tal que la legislació sigui llegida i adaptable per a tothom. I tenim el Decret legislatiu 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la llei reguladora dels residus. Amb això s'ha acomplert el mandat d'harmonització de les disposicions de la Llei i s'ha procedit a una revisió de la redacció d'alguns articles d'aquesta per tal d'unificar el llenguatge emprat i fer possible una lectura sistemàtica de la Llei que no comporti interpretacions incoherents amb el seu esperit. Aquesta harmonització del llenguatge de la Llei s'ha fet tenint en compte el que també disposen la normativa bàsica estatal i la normativa de la Unió Europea.

Les noves bases d'actuació tenen en compte mesures de prevenció i accions a favor del consum sostenible, la implantació de la recollida selectiva orgànica a tot el territori, l'increment de l'eficiència de les recollides selectives, el tractament de la fracció resta per a l'aprofitament de materials i la reducció de la seva biodegradabilitat, la racionalització de la planificació de les instal·lacions (proximitat i suficiència) i el foment de la participació, el dret a la informació i la comunicació.

Els eixos d'actuació impulsen la implicació social per tal que es faci més prevenció. Es dona més impuls a la recollida selectiva promocionant que cap residu arribi a la destinació final sense haver rebut tractament. Es preveuen tractaments específics per a la fracció resta, de manera que el residu final quedi reduït i estabilitzat. Es preveuen més accions en

desenvolupament i recerca (I + D + i) i més participació i implicació social.

Què és el model català de residus i per què en diem el model català?

En diem model català perquè té una singularitat. A Catalunya hi va haver un debat intens respecte de la conveniència (o no) dels tractaments d'incineració. En aquell moment, la tramitació parlamentària de la llei va considerar que s'havia de preveure que cap residu no rebés aquests tractaments sense que abans no s'hagués espremut al màxim el seu rendiment com a material o com a font energètica. Aleshores, el model ha quedat estructurat en la recollida selectiva de quatre fraccions: matèria orgànica, envasos, paper i cartró i vidre. Es pretén deixar per a instal·lacions finalistes només el que no podem col·locar enlloc i minimitzar al màxim aquesta fracció.

El model català de residus fa una aposta clara per la prevenció i el màxim aprofitament dels residus. El Progemic es fixa com a objectiu prioritari prevenir la generació de residus, en pes, volum, diversitat i perillositat, desacoblant la producció de residus del creixement econòmic. Dissociar la producció dels residus del creixement econòmic necessita millors iniciatives de prevenció dels residus, amb un ús més eficaç dels recursos i un canvi cap a pautes de consum i estils de vida més sostenibles.

Els objectius específics del Programa recullen valors quantitius de prevenció i valorització dels materials. S'estableix un objectiu de reducció d'un 10 % en la generació per càpita i passar d'1,64 kg/habitant/dia el 2006 a 1,45 kg/habitant/dia el 2012. L'any 2008, la generació ha estat d'1,59 kg/habitant/dia.

La prevenció de la generació dels residus municipals és actualment una estratègia prioritària en les polítiques de gestió de residus. Cal tirar endavant diferents actuacions que la potencien de forma efectiva: accions a favor d'una producció «ecoresponsable»; accions amb les organitzacions empresarials i comercials; accions a favor de la compra responsable amb la promoció del consum de productes duradors i promoció de l'ecoetiquetatge; accions a favor d'un ús responsable amb la promoció

dels productes reutilitzables; accions a favor de la reparació; i accions per procurar que els residus, una vegada generats, entrin en els circuits de recollida: segon ús, compostatge casolà, etc.

Entre totes aquestes accions que cal desenvolupar dins l'àmbit d'aplicació del programa hem de destacar l'avaluació de la necessitat de normativa específica que reguli mesures de prevenció en la tipologia de materials, amb l'obligatorietat d'utilitzar un determinat percentatge de materials reciclats, utilitzar el mínim embalatge i desenvolupar un disseny tècnic per influir en l'ecodisseny, el *packaging*, etc.

El programa també procura l'ampliació i la continuïtat de la línia de suport tècnic i ajudes econòmiques destinades a la realització de projectes exclusivament de prevenció, l'elaboració de plans de prevenció, l'estudi de mesures d'ecodisseny i de prevenció en la distribució, el foment de l'oferta i la demanda de productes reutilitzables i el foment de l'envàs reutilitzable (els hotelers i restauradors, per exemple, ja han organitzat un sistema d'envàs reutilitzable).

S'han realitzat iniciatives en el marc de la reducció de les bosses d'un sol ús. Fruit d'això, tenim el Pacte per la Bossa (un acord pioner a tot l'Estat), que estableix un marc de col·laboració entre l'Administració catalana i les organitzacions sectorials amb la finalitat de corregir el consum innecessari de bosses de nanses d'un sol ús i aconseguir, així, un consum sostenible d'aquest producte per part de la ciutadania. L'objectiu és reduir el consum d'aquest tipus de bosses un 50 % l'any 2012 respecte dels valors de consum del 2007. L'any 2007 es van consumir 2.550 milions de bosses, una xifra astronòmica!

En matèria de prevenció, s'ha donat impuls a projectes de prevenció per a ens locals i altres entitats. De 2004 a 2008 s'han finançat 834 projectes de prevenció amb un import de més de 14 milions d'euros.

Un altre tema és la màxima recuperació dels residus amb el reforç de la recollida selectiva dels residus i l'impuls a la implantació de la recollida selectiva de la matèria orgànica a tots els municipis de Catalunya. S'implanta la recollida selectiva de la fracció orgànica continguda en els residus municipals (FORM) en el conjunt del territori de Catalunya. Aquesta fracció es tracta per obtenir un compost de qualitat i s'incrementa l'eficiència en la recollida selectiva i la valorització de les fraccions orgànica, envasos lleugers, paper/cartró, vidre i d'altres. Els objectius de recuperació i reciclatge per al 2012 es fixen a recollir: 55 % de matèria

orgànica, 75 % de vidre, 75 % de paper i 25 % d'envasos. A Catalunya, l'any 2008 hem fet una recollida selectiva de 202 kg anuals per càpita (un 34 %), mentre que a l'Estat espanyol se n'ha recollit la meitat (17 %). A la Unió Europea dels quinze se'n recollen 225 kg anuals per càpita, semblant als nostres valors.

Des de l'any 2001, el percentatge de residus municipals que es recullen a Catalunya de forma selectiva s'ha multiplicat per dos (del 17 % al 34 %). Especialment, des de l'any 2004, s'ha produït una clara tendència de creixement de la recollida selectiva dels residus i, per tant, de reducció del volum de la resta d'escombraries. Així, l'any 2008 es van recollir selectivament més de 200.000 tones de vidre, més de 400.000 tones de cartró, més de 110.000 tones d'envasos i més de 300.000 tones de matèria orgànica. La recollida selectiva i la valorització material han augmentat progressivament en totes les fraccions durant els darrers anys. Tanmateix, els tractaments finalistes superen encara la recollida selectiva (66 % davant 34 %). L'objectiu és invertir aquesta tendència.

Tractament de totes les fraccions de residus

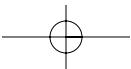
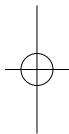
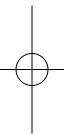
Es preveu que, el 2012, només el 41 % dels residus es tracti en instal·lacions finalistes en lloc del 66 % actual. S'implanta un nou model de gestió dels residus que introdueix el tractament de la fracció «resta» (la part de residus que no es recull selectivament). Aquesta «resta» encara conté matèria orgànica, vidre, paper, plàstic i metalls que es poden recuperar en plantes de tractament adequades. El model català de gestió de residus té com a objectiu recuperar-ne el màxim, a través de la recollida selectiva i el tractament de totes les fraccions. El model català, en funció de l'àmbit normatiu i de la voluntat consensuada a la societat civil, preveu fer tractaments intermedis previs a la valorització energètica o deposició. Els nous dipòsits, la joia de la corona, són dipòsits fets amb totes les condicions; per exemple, el que s'ha construït a Cerdanyola del Vallès, que acull els antics residus de l'Ecoparc de Montcada i Reixac. El dipòsit, que es pot visitar, està situat al costat del sincrotró, al bell mig del centre direccional de Cerdanyola. Així, en el punt neuràlgic de Catalunya pel que fa a la revolució científica i tecnològica, també hi trobem un dipòsit per a residus de nova generació. El dia de la inauguració, Oriol

Nel·lo constatava que davant del fenomen «Aquí no», a Cerdanyola es pot dir «Així sí».

Aquest procés ens porta a la planificació establerta en el Pla territorial sectorial d'infraestructures de gestió de residus. Hem hagut de planificar territorialment aquestes instal·lacions per garantir el factor d'equilibri territorial i autosuficiència de gestió. Hem establert set zones més o menys coincidents amb les zones i eines de planificació territorial del DPTOP. El Pla defineix les instal·lacions necessàries per tractar els residus generats a Catalunya per garantir l'equilibri territorial i l'autosuficiència de gestió. La planificació s'estableix dins d'un marc d'acords territorials amb els ens locals responsables de la gestió de residus i preveu 109 actuacions arreu del territori, algunes de millora en plantes existents i d'altres de construcció de noves instal·lacions.

No es pot emprendre una política de residus on els municipis tenen competències en recollida i tractament i obligació d'actuació en benefici de la població, sense donar mitjans per desenvolupar les orientacions. Per tant, és totalment necessària la planificació del finançament. L'Agència de Residus de Catalunya disposa de més de 1.100 milions d'euros per al finançament d'actuacions en matèria de residus a través d'un contracte-programa que el Govern va aprovar el 2006 per desenvolupar les actuacions del Pla d'acció per a la gestió dels residus municipals a Catalunya. El contracte-programa entre la Generalitat i l'Agència de Residus de Catalunya (ARC) s'estableix per al període 2006-2010 i destina part del finançament total previst (925 milions d'euros) a millores i construcció de noves instal·lacions de caràcter urgent que s'han d'executar per raons d'esgotament d'infraestructures a curt termini.

D'acord amb la llei vigent, la Generalitat de Catalunya assumeix el finançament de la inversió prevista. Actuem des de diferents punts de vista i des de la necessària cooperació públicoprivada. El programa parla de tres eixos: 1) les persones, 2) la logística i 3) la gestió i les infraestructures. Sense treballar aquests tres eixos, és molt difícil dissenyar polítiques de residus municipals en què intervenen tants actors diferents i havent de tenir en compte, a més, les elevades cotes de benestar a què aspira la nostra societat.



La rellevància del paisatge en l'ordenació del territori

Anna Zahonero

El tema del paisatge ha preocupat els éssers humans des de l'antiguitat. Tenim molts exemples on la construcció del paisatge ha format part de la pròpia història del país com un aspecte fonamental en la distribució dels usos, en la qualitat de vida, etc. D'altra banda, la docència en paisatgisme a casa nostra és relativament recent, tot i que en el món anglosaxó les escoles de paisatge daten de fa més de cent anys; així, en aquelles societats hi ha un cert coixí teòric i de reflexió al voltant del paisatge. El concepte de paisatge ha passat per situacions diferents: des de la idea que el paisatge està estrictament vinculat a qüestions artístiques, o que conforma l'espai públic, fins al concepte més actual que defineix el paisatge de manera més àmplia, bevent de diferents disciplines, i que pretén donar unes pautes per tal que el paisatge continuï millorant dins de la progressió de canvi pròpia de tots els sistemes i també dels espais oberts.

A casa nostra les coses van començar a canviar quan el Parlament de Catalunya va signar el Conveni Europeu del Paisatge (Carta de Florència del 2000), un document en què l'Administració pública va començar a posar fil a l'agulla per tal que els temes de paisatge tinguessin la rellevància que tenen als països que ens envolten i que la societat demanava. En aquest document es reconeix que el paisatge és un element important de la qualitat de vida de les poblacions arreu, tant en medis urbans com rurals, tant en zones degradades com en les de gran qualitat, i tant en els espais de bellesa excepcional reconeguda com en els més quotidians. A més, el document considera els aspectes socials del paisatge tenint en compte que el paisatge fa referència a una àrea tal com la perceben els pobladors locals o els visitants, els trets visuals i el caràcter de la qual

són el resultat de la interacció de factors naturals i humans. S'incorpora, per tant, la idea que els paisatges evolucionen amb el temps, ja que reben l'acció directa de les forces naturals i els éssers humans. Aquestes dues idees constitueixen la base de tot el que es produeix en aquests moments en el sector normatiu a Catalunya. Cal dir que Catalunya ha estat una de les primeres regions d'Europa que ha signat aquesta carta. Ara, les altres comunitats autònomes l'estan començant a signar i comencen a desenvolupar lleis respecte d'aquesta qüestió.

A Catalunya, concretament, tenim la Llei 8/2005, de 8 de juny, que considera prioritària la protecció, gestió i ordenació del paisatge. Estableix una sèrie d'instruments que cal implementar en el procés de planejament urbanístic territorial. La llei té per objecte el reconeixement, la protecció, la gestió i l'ordenació del paisatge, a fi de preservar els seus valors naturals, patrimonials, culturals i econòmics, en un marc de desenvolupament sostenible. El decret posterior 343/2006, de 19 de setembre, dóna l'estructura formal que han de tenir aquests instruments. El decret té per objecte el desenvolupament dels instruments que crea la Llei, els procediments d'aprovació dels catàlegs i la regulació dels estudis d'integració i d'impacte paisatgístic establerts en la legislació urbanística.

Esquemàticament podem veure l'estructura de la normativa paisatgística (figura 1) que determina uns instruments d'ordenació vinculats als catàlegs i les directrius de paisatge. La normativa també dota d'uns instruments d'organització, vinculats a l'Observatori del Paisatge, el qual s'ocupa de fer tirar endavant els catàlegs de paisatge, i d'uns instruments de concertació d'estratègies manifestades en les cartes de paisatge. Les cartes de paisatge són compromisos entre municipis on es fa referència a elements naturals d'especial valor.

Un aspecte principal en l'ordenació del territori és el dels catàlegs del paisatge. Aquests són documents de caràcter descriptiu i prospectiu que determinen la tipologia dels paisatges, n'identifiquen els valors i l'estat de conservació i proposen els objectius de qualitat paisatgística.

Actualment, ja s'ha aprovat el catàleg de les Terres de Lleida, i estan en tràmits d'aprovació inicial el de les Terres de l'Ebre i el del Camp de Tarragona. També s'estan elaborant els de les comarques gironines, de l'Alt Pirineu i Aran, de les comarques Centrals (Osona, Bages Ripollès) i de la Regió Metropolitana de Barcelona. Aquests catàlegs es desenvolupen

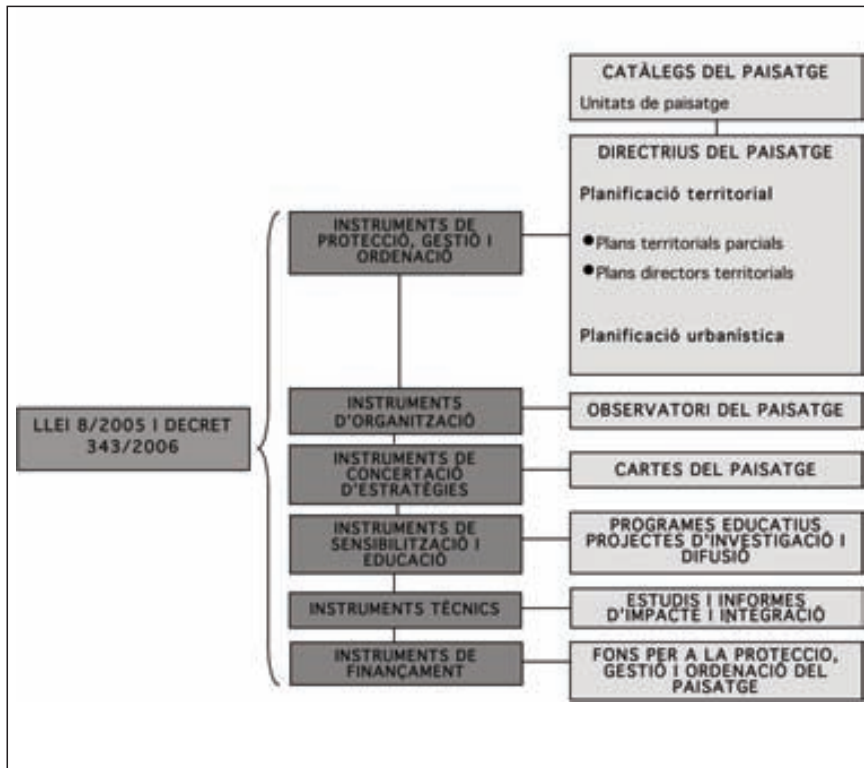


Figura 1.

lupen a les universitats públiques i coordinen el treball de dues o tres universitats per tal que hi hagi una visió tan general com sigui possible dels temes que s'han de tractar. El primer que va fer l'Observatori del Paisatge fou establir el «prototipus de catàleg», que estableix les variables que cal considerar de manera que, amb uns criteris comuns, els catàlegs siguin homogenis pel que fa a la informació que contenen. Amb els catàlegs del paisatge s'obtenen inventaris de valors paisatgístics, es delimiten les unitats de paisatge i es defineixen els objectius de qualitat paisatgística per cada unitat de paisatge per tal que els plans territorials els puguin incorporar. El planejament municipal ja comença a incorporar les consideracions de paisatge esmentades.

Al Centre d'Investigació del Paisatge de la Universitat Politècnica de Catalunya hem establert un marc conceptual per definir el prototipus

de catàleg de paisatge, les principals característiques del qual són: 1) considerar el paisatge com una entitat complexa, com a sistema que integra diferents formes i processos, 2) establir mètodes que integrin els aspectes culturals amb els territorials i els ambientals, 3) fer una lectura propositiva (no només descriptiva) i un enfocament interdisciplinari, integrant sociòlegs, ambientòlegs, arquitectes, biòlegs i enginyers, entre d'altres, 4) aproximar-nos a la identitat del lloc (allò que el paisatge ens ofereix i que nosaltres podem reconèixer) fent una anàlisi de la matriu del territori, una anàlisi que requereix estudis de la forma visual a més del coneixement dels processos naturals i la percepció social. Cal també tenir en compte la transformació constant del paisatge per adaptar la transformació a les demandes de l'entorn social i conceptes provinents de l'ecologia, com els de frontera, fragilitat o vulnerabilitat. Finalment, cal reflexionar sobre els paisatges culturals i els paisatges quotidians/comuns, paisatges de les perifèries de qualitat poc harmoniosa, que també han de tenir una rellevància important quan mirem el territori. Tot això comporta un canvi del paradigma estètic i de la definició de la bellesa. Reconeixent que la idea de bellesa també canvia, cal incorporar aquesta evolució del concepte: en les unitats de paisatge volem defugir la idea clàssica, fixa i descriptiva, ja que l'observació del paisatge no es fa ara igual que fa cent anys.

La metodologia amb què vam treballar es va basar en les unitats de paisatge (unitats espacials significatives, UES), amb una identitat reconeixible d'elements i patrons singulars. Els paisatges comarcals i intercomarcals es defineixen des d'identitats particulars determinades segons les seves relacions funcionals i les seves estructures. S'identifiquen les variables significatives per definir les potencialitats i les fragilitats que han de permetre generar lectures de síntesi i, així, definir una xarxa de paisatges d'excel·lència. Per assolir aquests objectius cal comptar amb la participació ciutadana. Una vegada obtinguda tota la informació sobre les unitats de paisatge, se'n fa una síntesi i diagnosi, i s'elaboren unes conclusions per tal de fer aportacions concretes amb vista al planejament territorial.

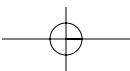
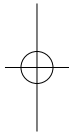
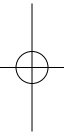
A continuació comentaré un cas concret: l'estudi que vam fer sobre les condicions paisatgístiques de les comarques de Girona. La investigació vol incorporar noves visions per explorar la identitat dels paisatges contemporanis, tant els paisatges subjectes a canvis sistemàtics i de

progressiva pèrdua de la seva identitat, fins fa poc irreconeixible, com els que s'han quedat al marge de les transformacions dels darrers anys i han preservat les traces de la seva evolució històrica. Es tracta d'oferir un quadre metodològic obert i multiescalar que integri els punts de vista configuradors de la identitat complexa dels paisatges contemporanis. Es van definir les UES a partir del relleu com a variable de lectura bàsica. El relleu ens aproxima a la idea genèrica del nomenclàtor normal amb els noms de les valls, els turons, etc. Hi afegíem la mobilitat i l'edificació perquè ens expliquen com s'ha usat el territori, així com també els usos del sòl que relacionàvem amb el pendent del lloc. A la Garrotxa l'aspecte geològic era especialment important. Finalment, aquestes unitats incorporen el tema de la visibilitat des de les principals vies de comunicació, ja que resumeixen els espais que es perceben des de les estructures viàries més comunes. Amb un programa GIS que té en compte el relleu a cada punt del territori, podem delimitar les zones visibles des de les carreteres principals. El programa diu quin entorn visual s'observa des del recorregut i, sumant aquestes àrees, es delimita tot l'entorn visual, que generalment consta de l'entorn proper i dels horitzons del fons de l'escenari. A vegades, aquests elements són tan llunyans que no serveixen per definir la UES, però en general sí que s'incorporen. D'altra banda, aquest treball se centrava a definir els potencials i les fragilitats del paisatge. Per fer això ens vam basar en la bibliografia de referència del paisatge publicada a Dinamarca, els Països Baixos o el Regne Unit, que caracteritza el paisatge en termes de paisatgisme. En el nostre cas, vam definir unes variables per valorar els potencials del paisatge. Una fou la que vam anomenar variable dels «patrons nítids», que són estructures que identifiquem sobre el territori vinculades als conreus o als sistemes forestals, i que la història de l'activitat humana en un lloc determinat ha generat al llarg del temps. Es tracta d'una estructura reconeixible, formada per una mida o forma de parcel·la; i si és un regadiu, per la seva pauta de reg. També parlem de la singularitat de la vegetació, en relació amb l'estacionalitat i la variació del cromatisme. Amb tota la documentació, finalment generem una cartografia que recull els punts paisatgístics rellevants de la zona. Parlem dels valors propis del paisatge (com el patró nítid, la singularitat, l'estacionalitat, el cromatisme), dels elements de protecció per la normativa vigent (PEIN, Xarxa Natura 2000 o d'altres) i de patri-

moni històric, natural i turístic, que són elements de rellevància social. El plànol de fragilitats es treballa a través de diversos conceptes, com per exemple els impactes de l'activitat extractiva, de les línies elèctriques, dels polígons industrials o zones banals, dels riscos naturals (inundabilitat, combustibilitat i inflamabilitat) i, finalment, aspectes relacionats amb la visibilitat tenint en compte que aquells llocs més visibles tindran més impacte visual. A partir d'això generem una cartografia que explica el territori en termes paisatgístics. En la part de la fragilitat, incorporem la qüestió de la connectivitat ecològica. Una de les bases del nostre treball es fer una cartografia propositiva, que digui on s'ha d'incidir, gestionar i millorar. El projecte considera la necessitat d'identificar els llocs on la connectivitat té problemes des del punt de vista paisatgístic. En aquest sentit, vam treballar a la comarca del Gironès identificant els sistemes forestals més importants i fent una aproximació als nuclis urbans, àrees denses i no tan denses i vies de comunicació. Així, vam generar una cartografia que explica les tendències del territori a la interferència de la connectivitat ecològica, una cartografia que mostra els punts més fràgils quant a connectivitat. Finalment vam categoritzar el que hem anomenat paisatges d'excel·lència. Aquests són aquells indrets on s'ha de posar una atenció especial en el planejament territorial. La idea de paisatges d'excel·lència prové de la Carta de Florència, que proposa la necessitat d'identificar aquest tipus de paisatges no convencionals (amb vista panoràmica o elements característics i clars). Altres instruments que proporciona la llei pel treball sobre el paisatge són els estudis d'impacte i integració paisatgística, que són uns estudis sobre determinades accions concretes, com ara ampliacions de granges, instal·lacions de camps de golf, etc. Aquests estudis han d'avaluar els canvis proposats i, si ho consideren pertinent, proposar la incorporació i la implementació de mesures correctores de paisatge, sobretot en referència a l'aspecte visual. Per exemple, nosaltres vam fer un estudi d'aquest tipus al municipi de Begòs (Vall d'Aran) tenint en compte la visibilitat des de les diferents carreteres per avaluar la capacitat visual sobre el municipi. El gra de la tipologia edificatòria s'atania bé amb l'existent al nucli del poble, però vèiem que el planejament òptim indicava col·locar els nous edificis en un pla més enretirat a la part posterior del poble. El planejament, amb aquest tipus de treballs, pot generar entorns més harmoniosos incorporant creixements urbanístics moderats.

Per acabar, faré cinc cèntims del treball que hem proposat sobre el corredor verd de Cerdanyola, com a millora d'un sector que faci de connector entre Sant Llorenç del Munt i Collserola (de manera immediata es connecta la serra de Galliners de Cerdanyola amb Collserola). Les nostres propostes se centren en la millora ecològica de la connectivitat; per això, d'entrada cal resoldre com superar l'autopista B30. La nostra estratègia es basa en identificar els valors ecològics, la morfologia del lloc, organitzada per un sistema de turons i valls que marca la mobilitat, el drenatge i les característiques paisatgístiques. Es tracta d'un espai on hi ha peces de secà grans i amb molta potència paisatgística. Treballem amb un sistema de camins preexistents entre boscos i camps. Volem treballar el perímetre ecotonal, la transició entre el bosc i les peces agrícoles, reconeixent el valor agroforestal del paisatge i el seu valor quant a la connectivitat. Identifiquem els hàbitats que volem millorar o mantenir en aquest espai i altres àmbits amb més presència humana, vora els torrents. Reconeixem la idea de desgranar dos sectors on volem donar un contingut diferenciat: un on la presència humana no és necessària i un altre per desenvolupar-hi activitats. El nostre projecte es basa en: 1) usar la morfologia del relleu i el sistema de drenatge natural com a base organitzativa reservant l'espai central del secà, 2) conservar el sistema de camins i els horts, 3) reconèixer el mosaic agroforestal com a espai d'alt valor ecològic, base de la xarxa de relacions ecològiques de la zona.

Tal com deia al principi, el paisatge ha preocupat els éssers humans des de fa temps, però al nostre país altres prioritats han passat al davant i el paisatge sovint ha estat negligit i maltractat. Ara tenim instruments per aconseguir una millor planificació paisatgística i cal aprofitar-los a fons.



Diagnosi de l'evolució del creixement urbanístic a la costa mediterrània

Josep Roca Cladera

Avui parlarem del procés d'*urban sprawl*, un terme anglosaxó per descriure el procés de dispersió i consum creixent de sòl a l'entorn de les ciutats. També em referiré a estudis que el nostre equip ha realitzat a la costa mediterrània i a altres costes del món, i a les causes que en són responsables.

El professor Margalef, en la conferència inaugural del màster de la UPC sobre Medi Ambient Urbà i Sostenibilitat, va parlar de la inversió topològica del paisatge, un tema sobre el qual havia reflexionat intensament en els darrers anys. Segons ell, al llarg del segle XX s'ha produït una autèntica inversió en la topologia del paisatge: el que eren petites taques urbanes en el passat, unes illes en la immensitat de l'oceà rural, ha passat a ocupar la globalitat de l'espai i, enmig d'aquest espai fortament urbanitzat, s'hi insereixen àrees naturals o agràries més o menys residuals i aïllades.

Aquesta inversió topològica del paisatge ha anat vinculada al procés de *sprawl* i d'expansió de les xarxes d'urbanització al llarg del segle XX. Efectivament, la metropolització és un dels fenòmens característics del segle XX. Al segle XXI ja no es parla tant d'àrees metropolitanes sinó de processos de dispersió, de difusió i d'extensió en taca d'oli. Els estudis de Peter Hall parlen de les *megacityregions*, és a dir, de regions compostes per grans ciutats.

Jo parlaré del procés de consum de sòl i d'aquest canvi de la topologia del paisatge que va enunciar el doctor Margalef i que s'ha confirmat plenament. El consum de sòl s'ha disparat sobretot a partir de la irrupció de l'automòbil, amb la construcció de xarxes de comunicació i la periurbanització, però s'acostuma a considerar com a element inductor

d'aquest procés el que s'anomena «el somni americà»: tenir una casa amb jardí i un cotxe... o més (cases i cotxes), si és possible. Actualment hi ha qui defensa la necessitat de recuperar aquest somni americà per recuperar l'economia, un somni que consideren amenaçat per altres concepcions.

Aquesta idea que l'exercici de la vida humana es materialitza en el desig de posseir una casa individual i un cotxe, juntament amb una no gens innocent política del govern americà durant els anys cinquanta i seixanta, basada en l'economia del petroli i de la indústria de l'automòbil, ha generat aquesta explosió de la urbanització, aquest fenomen que anomenem *sprawl*. Normalment *sprawl* s'entén com un consum de sòl que augmenta a un ritme superior al que creix la població. *Sprawl* és l'extensió de la ciutat i dels seus suburbis sobre terres rurals a la perifèria d'una àrea edificada. Això implica la conversió d'espai obert (terres rurals) en àrees urbanitzades. Aquest procés està estretament relacionat amb el consum energètic i, per tant, amb la contribució al canvi climàtic i a l'esgotament de recursos i sòl. *Sprawl*, consum energètic i canvi climàtic estan relacionats en una única equació que encara hauria d'incorporar altres afectacions al medi natural, com la desaparició de terres productives. És un tema complex que anirem perfilant i redefinint al llarg de la xerrada.

Aquesta imatge que tenim avui d'expansió urbana en el territori al principi no era negativa. Sir Ebenezer Howard (1850-1928), tot i no ser urbanista ni arquitecte, es va preocupar per millorar la qualitat dels habitatges dels seus compatriotes i va publicar les seves idees en el llibre *Garden cities of to-morrow* (1898), on descrivia una ciutat utòpica en la qual l'ésser humà viuria harmoniosament amb la natura. A partir d'aquestes idees es va fundar el moviment *garden city*, i es van construir algunes ciutats-jardí al Regne Unit a principis del segle XX. Aquí, a Catalunya, el parc Güell de Gaudí va ser un intent en aquesta direcció. Les ciutats-jardí pretenien ser una alternativa a la ciutat densa i contaminada, una manera de millorar la qualitat de vida de la població sense comprometre l'ús del territori. Es partia de la idea de la casa unifamiliar, però relacionada directament amb els llocs de treball i dotada de transport públic, en una concepció que, en els termes actuals, es podria considerar un disseny sostenible. Aquesta utopia del XIX es converteix en l'oposat a finals del segle XX amb l'aparició d'una nova ma-

nera de fer massificada i banalitzada (el que s'anomena l'*international style*).

Als anys seixanta, J. Goodman va començar a parlar del concepte de megalòpolis i es va iniciar un debat sobre el sorgiment d'un nou paradigma basat en el consum de sòl. I ens preguntem, l'*urban sprawl* és un fenomen planetari o només del món desenvolupat? Per respondre aquesta pregunta només cal fer una ullada a les imatges de Google-Earth de nit, on destaquen les grans conurbacions metropolitanes il·luminades. En algunes àrees, el món es veu com una xarxa de connexions de taques lluminoses, la més destacada de les quals és la de la costa est dels Estats Units (Nova York-Boston-Washington-Baltimore).

La dècada dels setanta va ser especialment crítica als EUA. Brian Berry ho titlla de contraurbanització. A Europa es parla de la desurbanització. Ambdós termes són un xic confusos, però el que volen destacar és el canvi d'escala en la urbanització i es refereixen al fet que les àrees urbanitzades tradicionals no creixen i s'expandeixen sinó que es produeix una urbanització arreu. El consum de sòl per habitant a la



Un exemple de periurbanització d'una ciutat.

dècada dels setanta és el doble que el de les dècades anteriors. Fruit d'aquest creixement desbocat apareix el plantejament crític a l'*urban sprawl* en moviments alternatius com els anomenats *new urbanism* i *smart growth*, que intenten redreçar aquestes tendències.

Atlanta, líder de l'*sprawl* contemporani, amb un augment de sòl artificialitzat de 5.722 km² en una dècada. Per comparació, tota la regió metropolitana de Barcelona (set comarques) suma en total 3.000 km².

Quines són les causes de l'*sprawl*?

Les causes del fenomen poden ser múltiples. Ens podem preguntar si és degut fonamentalment a un procés ineluctable vinculat a l'increment del nivell de vida de la població? A l'increment de renda? Aleshores, la millora econòmica comporta necessàriament *sprawl*, augment en el consum de sòl? Aquesta és una de les hipòtesis presentades en la literatura científica. Un segon element, no necessàriament alternatiu sinó complementari, seria considerar que la forma dispersa/compacta de la urbanització depèn de les formes històriques i socials d'assentar-se en el territori i no tant de l'evolució econòmica. O, també, podrien tenir-hi a veure factors de política, com per exemple la liberalització del mercat del sòl, el foment de l'ús de l'automòbil, un determinat model econòmic que per crear llocs de treball s'ha basat en la construcció?

La major part d'estudis parteixen de la hipòtesi que l'increment del PIB comporta l'augment de consum de sòl. Bona part de la literatura especialitzada ha posat en relleu que l'*sprawl* és una conseqüència directa del grau de desenvolupament econòmic de les nacions. La millora de la societat implica que cada vegada vulguem consumir més energia i recursos i, dins d'aquests, sòl. Aquesta hipòtesi la podem contrastar amb dades reals, comparant la densitat de ciutats importants amb el seu nivell de desenvolupament. Veiem que la densitat de les ciutats dels Estats Units, Austràlia i el Canadà està entre 1.000-1.500 hab/km², molt inferior a la de països poc desenvolupats de l'Àfrica (8.200 hab/km²), la Xina (6.800 hab/km²) i l'Índia (15.700 hab/km²). La densitat és inversa al consum de sòl; per tant, es consumeix molt més sòl per càpita als EUA, Austràlia i l'Europa occidental. Això indicaria que s'ha d'esperar una relació positiva entre consum de sòl i desenvolupament, tal com

s'havia postulat anteriorment. Efectivament, comparant ciutats d'arreu del món s'ha vist una correlació positiva entre el consum de sòl per càpita i la renda per càpita, on el PIB explica un 39 % de la variació del consum de sòl. Aquest model es pot millorar introduint altres variables, com per exemple els factors geogràfics i socials. Les condicions històriques heretades, els patrons de distribució espacial de la població, les lògiques d'ocupació del territori o l'estructura de la propietat són també significatius del grau i de la intensitat de l'ús del sòl. Incorporant aquests indicadors de territori, la capacitat predictiva del model augmenta fins al 54 %. Segons aquest model, la Mediterrània consumeix menys sòl que la mitjana del món, mentre que els Estats Units, el Canadà i Oceania són els indrets que en consumeixen més.

Si, a més, hi introduïm factors econòmics, la correlació augmenta un xic més fins a explicar un 57 % del consum de sòl. Descomponent la contribució dels diferents factors introduïts al model (consum d'energia, densitat, renda, % PIB sector primari, % PIB sector terciari), es veu que el consum d'energia és el principal factor explicatiu: com més energia es consumeix en un país, més consum de sòl hi ha, tot i que també es podria fer l'argumentació inversa: com més consum de sòl, més consum energètic.

Resumint, l'*sprawl* és un fenomen complex, determinat per variables històriques, socials i de renda. Sembla clar que és un procés de síntesi de diversos factors. Països d'elevada renda per càpita (com els Estats Units, el Canadà, Austràlia o Nova Zelanda) poden manifestar patrons significatius de consum de terra, juntament amb països en vies via de desenvolupament, com Libèria o Zimbabwe. Al seu torn, països amb nivells socioeconòmics elevats, com algunes nacions asiàtiques i de l'Orient Mitjà, observen consums de terra menors que altres zones del planeta amb un nivell de vida inferior (com l'Europa oriental), a causa de patrons històrics heretats.

Tanmateix, també s'ha de considerar que l'*sprawl* és una tendència de caire internacional, no limitada a països del món desenvolupat. La forma dispersa d'urbanització s'ha generalitzat a escala mundial amb la crisi del model fordista de l'economia i l'extensió del sistema americà de vida al món sencer. Un model insostenible basat en la depredació dels recursos naturals (entre ells, el sòl) i sustentat en el consum creixent de béns (no sempre necessaris per a la vida saludable de les llars).

El consum de sòl a Europa

La informació que subministra el projecte CORINE mostra que, a la Unió Europea, els països que presentaven un major consum de sòl (en m² per habitant) l'any 1990 eren Romania (642), Bulgària (620), Bèlgica (610), Dinamarca (580), Lituània (578) i Estònia (576), que se situaven molt per sobre de la mitjana europea (407) i molt allunyats dels països menys depredadors d'espai, com Espanya (172), Portugal (173) o Itàlia (237). Per què dominen els països de l'Europa oriental en consum de sòl? Com es considera aquest consum de sòl, on Espanya és a la cua en relació amb tot Europa?

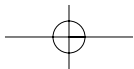
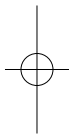
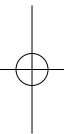
En una gràfica del consum de sòl per càpita *versus* el PIB per càpita no veiem una relació positiva: com s'ha esmentat, hi ha molt consum de sòl a països de renda baixa (Bulgària, Romania, Estònia i Lituània) i a d'altres amb renda alta (Dinamarca, Bèlgica i Luxemburg), mentre que països amb renda mitjana tenen un consum de sòl molt baix, la qual cosa dóna una corba en U. Els factors històrics tenen un pes molt important per explicar aquest patró. Aquestes dades suggereixen, per tant, que el consum de sòl, lluny de representar el resultat més o menys mecànic del nivell de desenvolupament econòmic, correspon a pautes heretades històricament d'ocupació de l'espai malgrat la tendència mundial de generalització de l'*sprawl*.

No obstant això, si ho analitzem respecte al període recent, els països que han incrementat més el consum de sòl són els que inicialment tenien poca ocupació del sòl (Portugal, Irlanda, Espanya i Grècia).

L'*sprawl* a la costa mediterrània de la península Ibèrica l'hem estudiat a partir de projectes de recerca europeus i del Govern espanyol. Els estudis consideren una franja de 50 km perpendicular al litoral, una franja que concentra les àrees fortament urbanitzades de Barcelona, Tarragona, Girona, València, Alacant, Múrcia, Almeria i Màlaga. Hem estudiat els sistemes urbans a partir dels moviments entre els llocs de treball i la residència, una metodologia que delimita àrees metropolitanes a gran escala. Però aquesta macroescala conté unes peces bàsiques del territori que defineixen la microescala (i que nosaltres anomenem protosistemes). A partir dels mapes d'ús del sòl del projecte CORINE de 1990-2000 i de la digitalització de les fotografies aèries de 1956, hem obtingut informació molt valuosa de les interaccions entre els protosis-

temes. Aquesta informació l'hem digitalitzat i georeferenciat per comparar les dades actuals obtingudes a partir de satèl·lits, especialment del Google-Earth, amb les fotografies aèries anteriors. En el període que va de 1990 a 2000, a la costa mediterrània s'han urbanitzat 850 km², una quantitat superior a la que s'ha urbanitzat en tota la història a la regió metropolitana de Barcelona. Catalunya ha incrementat el sòl urbanitzat, que ha passat de 1.264 km² l'any 1990 a 1.386 km² l'any 2000 (la qual cosa representa el 4,32 % del territori català). Altres comunitats autònomes han incrementat menys en termes absoluts però més en termes relatius, com per exemple les illes Balears, que passen del 4,24 % al 5,97 % del sòl urbanitzat, o València, que passa del 2,96 % al 4,43 %, i Múrcia, que passa de l'1,79 % al 2,57 % del territori.

Pel que fa al sòl urbanitzat dins de la franja de 50 km costaners, Catalunya i València són les comunitats que tenen el sòl més urbanitzat, sobretot en els primers 5 km. Però si mirem l'evolució d'aquesta ocupació en el període 1990-2000, veiem que Catalunya durant aquest període ha tingut un creixement relativament contingut. A València, en canvi, s'ha incrementat de manera espectacular l'ocupació de la costa. Vistes aquestes dinàmiques, ens podem preguntar, hem de deixar el procés d'ocupació del sòl a la «mà invisible»? El mercat ha d'organitzar els modes d'urbanització? Ho podem regular d'alguna manera? Recomano llegir l'article de Garret Hardin, «The tragedy of commons» (La tragèdia dels comuns), publicat a *Science* el 1968, el missatge principal del qual és que, en deixar els recursos (per exemple, el sòl) a les forces lliures del mercat, aleshores el recurs (el sòl) queda compromès i el futur també.



Desenvolupament de noves tecnologies en energia eòlica

Pedro Rodríguez Cortés

Us donaré el punt de vista d'un enginyer sobre un dels problemes ambientals més greus del moment: el de l'energia. I aportaré la perspectiva d'un tècnic versat en projectes aplicats en energies renovables, particularment en l'energia eòlica. Tot i impulsar l'energia eòlica amb tota la nostra empena i capacitat, la nostra visió és vent + petroli + gas, reconeixent que, ara com ara, l'energia eòlica encara ha d'anar de la mà del petroli i el gas per assegurar el proveïment energètic que necessita el món actualment. Vestas, l'empresa en la qual coordino un important projecte de recerca des de la UPC, considera que el vent és un recurs energètic complementari al petroli i el gas. En el futur, probablement es podrà prescindir de les dues darreres fonts d'energia, però avui en dia encara cal una font d'energia de reserva per tal que l'eòlica pugui anar agafant embranzida i integració tecnològica i social.

Els humans som energívors i el món és cada cop més petit. S'estima que l'any 2050 habitaran el planeta nou mil milions de persones. L'any 2030, les necessitats mundials d'energia seran entre un 30 i 60 % superiors a les actuals, la qual cosa representa que s'hauran de subministrar 4.800 GW addicionals abans del 2030 (actualment el subministrament mundial està entre 7.500 i 8.000 GW). Per acomplir aquesta tasca es requereixen inversions de 4 mil milions de dòlars americans.

A Europa actualment s'importa el 50 % del subministrament d'energia. A més, gran part d'aquests recursos importats procedeixen de regions inestables socialment i políticament, fet que ens deixa en una situació delicada. Hem de pensar fins quan i de quina manera podem seguir així. En l'àmbit mundial, sabem que els recursos energètics del planeta no són suficients per mantenir les tendències de creixement actu-

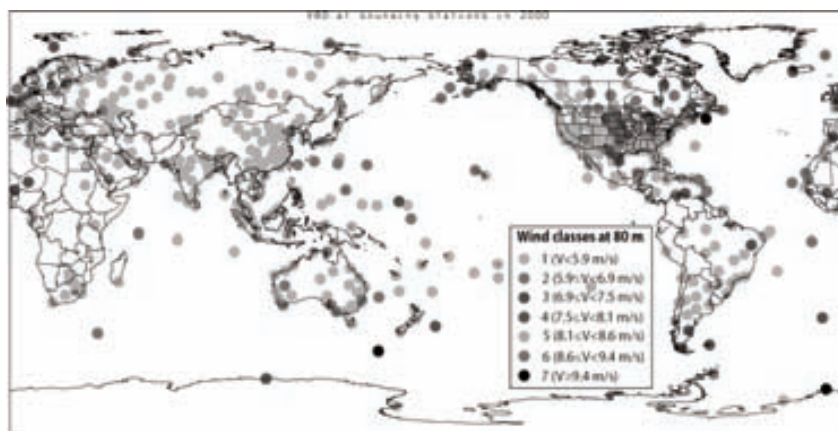
als. Hi ha una gran diferència entre la demanda d'energia i l'oferta disponible de petroli i gas (i, a més, una tendència diferencial creixent) i això fa que els ja elevats preus energètics mantinguin la seva tendència alcista en el futur.

Les tensions internacionals per conflictes relacionats amb el subministrament energètic creixeran. I, d'altra banda, també sabem que la combustió de petroli i gas fa augmentar l'efecte hivernacle, cosa que fa necessari reduir aquestes fonts i, així, disminuir les emissions de gasos que produeixen escalfament climàtic. La ciència ho indica ben clar: si volem evitar els pitjors estralls del canvi climàtic s'han de començar a reduir les emissions globals abans del 2020. Per tant, la combinació energètica del món ha de canviar; s'ha de començar un procés de transició per afavorir les energies renovables i reduir els combustibles fòssils. Una qüestió central és saber quant de temps duraran les energies fòssils convencionals, ja que, amb la demanda actual d'energia, consumim més combustibles fòssils dels que trobem en nous jaciments, i així, tard o d'hora, haurem d'utilitzar altres fonts d'energia, com els biocombustibles, el sol, l'aigua, l'hidrogen... i el vent.

En aquests moments, l'energia eòlica és la que permet fer una acció més visible i palpable en el termini crucial fins a l'any 2020. Entre els seus avantatges es troba el fet que és ràpida d'instal·lar i està disponible pràcticament arreu del món. No té costos de combustible, no presenta riscos geopolítics i cap dependència de les importacions de subministrament. Aquesta energia ja és econòmicament competitiva respecte de les tecnologies tradicionals i, en alguns casos, és molt més barata, sobretot si tenim en compte el preu de reduir les emissions de carboni i l'augment dels preus de combustibles tradicionals per l'increment dels costos de les importacions. Altres factors clau que cal tenir en compte són el fet de crear llocs de treball i de procurar el desenvolupament econòmic regional, ja que cada país ha de crear el seu propi sector eòlic i, per aconseguir-ho, ha de formar els seus propis tècnics. En països com Dinamarca, el vent ja cobreix el 20 % de l'energia elèctrica total consumida per la població. És una font energètica realment fiable, tot i que els aerogeneradors no funcionen a plena capacitat els 365 dies de l'any (però això tampoc no ho fan les plantes d'energia convencionals).

Quins problemes li podem retreure a l'energia eòlica? Una limitació és la seva necessitat de les altres energies. És una energia molt jove

i ha d'estar compenetrada amb altres fonts; necessita una energia auxiliar i la interconnexió amb altres xarxes. Com està l'energia eòlica actualment? L'any 2008 va produir $14,2 \cdot 10^{10}$ kWh, i cada any augmenta exponencialment la producció. Aquesta producció equival a un 4,2 % de la demanda d'electricitat de la Unió Europea, o el que és el mateix, la de 35 milions de llars a Europa. Aquesta energia neta ha procurat un estalvi de combustible de 5,4 mil milions d'euros i ha evitat l'emissió de 108 milions de tones de CO₂, la qual cosa equival al 31 % del compromís UE-15 a Kyoto. A tot el món, el sector eòlic dóna feina a unes 550.000 persones i s'espera que l'any 2012 hi hagi un milió de persones treballant-hi. La potència eòlica total instal·lada al planeta era de 159 GW l'any 2009, amb una aportació predominant dels EUA, la Xina, Alemanya, Espanya i l'Índia, per aquest ordre. Però s'espera que l'any 2010 se superin els 200 GW i s'especula que el 2020 es podria arribar fins als 1.100 GW de potència eòlica instal·lada, amb la qual cosa es cobriria aproximadament el 12 % de la demanda global d'electricitat. Les zones apropiades per construir-hi els parcs eòlics s'obtenen a partir d'estudis de la cartografia dels vents, com la que es mostra a la figura següent.



ARCHER, CRISTINA L.; JACOBSON, MARK Z. 2005. «Evaluation of global wind power». *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*.

A Europa, es calcula que el recurs eòlic és de 72 TWh (compareu-ho amb la potència demanada a escala mundial l'any 2000, que va ser de 15 TWh), amb una franja de vents molt forts al mar del Nord i que abraça Escòcia i el nord de Dinamarca. Una altra zona de vents importants, no tan extensa, se situa al golf de Lleó. Aquestes serien les regions amb més potencial d'obtenció d'energia eòlica i indiquen el camí de futur, on els parcs eòlics s'instal·laran al mar. Actualment ja es treballa en grans instal·lacions al mar del Nord i al Bàltic.

Els líders del mercat l'any 2009

Els EUA mantenen la primera posició en termes de capacitat total instal·lada. Obama ha fet una aposta claríssima i les empreses l'han seguit (General Electric). En els tres darrers anys, EUA s'ha convertit en el primer país del món en capacitat total instal·lada. La Xina va passar a ser el número dos de la capacitat total, just al davant d'Alemanya, ambdós al voltant de 26 GW de capacitat eòlica instal·lada. Espanya ocupa la quarta posició del rànquing, amb 19 GW, i després ja ve l'Índia, amb una diferència important respecte d'Espanya. Les empreses daneses Vestas i Siemens Wind copen el 27 % del mercat mundial. General Electric ha crescut espectacularment durant el 2008 i ara ocupa el 20 % del mercat. A Espanya l'energia eòlica té aproximadament 19 GW instal·lats, la qual cosa és molt, ja que cobreix el 15 % de la demanda (puntualment pot arribar a cobrir el 50 %) i es consolida com a tercera tecnologia en el sistema elèctric només superada per les centrals tèrmiques de gas de cicle combinat i les centrals nuclears. A Espanya, els principals fabricants de sistemes eòlics l'any 2009 eren Gamesa, amb el 47 % del mercat, i Vestas, amb el 16 %. La resta està coberta per diferents companyies més petites. Catalunya està molt endarrerida en la instal·lació de potència eòlica: l'any 2009 es trobava en l'octava posició en el rànquing espanyol, quan anys enrere era la comunitat que apostava més per l'energia eòlica. Si Catalunya no posa remei a aquesta situació, pot quedar completament despenjada del mercat eòlic, el qual actualment contribueix menys al PIB que altres sectors, com el vinícola o el calçat. Produïm energia elèctrica a partir de fuel, carbó i urani, depenem aproximadament un 40 % d'importacions i patim situacions de risc com l'«apagada» que hi va haver

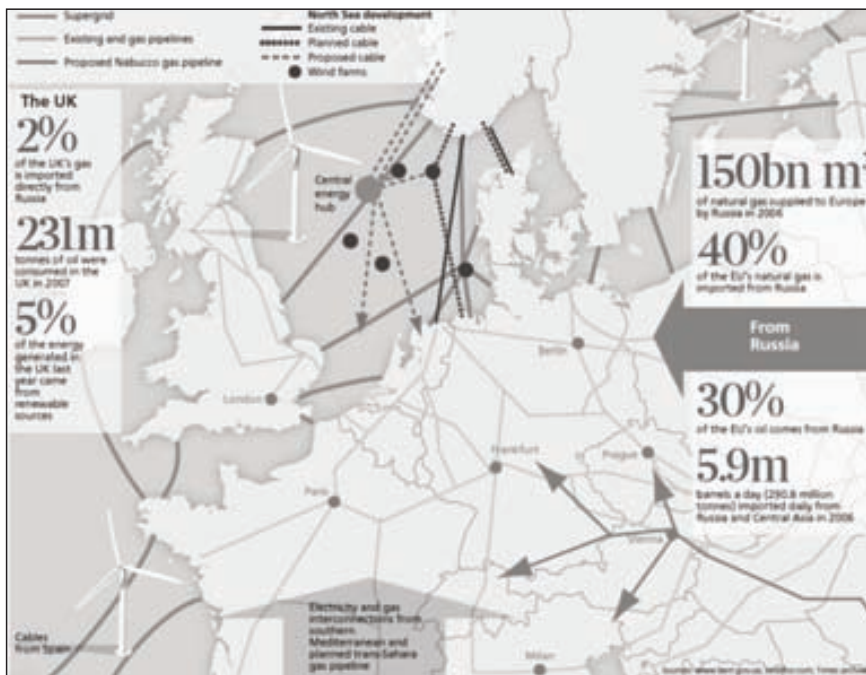
a Girona a principis de març del 2010. Girona, des d'un punt vista tècnic, és una illa energètica i és l'exemple del que no hauria d'existir. S'han de buscar solucions, com per exemple la proposta de construir miniparcs eòlics a l'Alt Empordà, amb poques turbines de gran potència instal·lades en cada un d'ells.

Respecte dels aspectes tècnics, s'ha de solucionar el problema de l'emmagatzematge. I s'han de construir grans parcs al mar, ja que les grans turbines no es poden posar al costat de zones habitades per l'impacte visual, pel soroll, per l'ombra, etc. Al mar no hi ha aquestes limitacions. Les turbines són cada cop més grans; ara ja es fabriquen turbines amb un diàmetre de rotor de 100-150 m. Avui en dia, la longitud d'ala d'una turbina de 5 MW és tan llarga com l'envergadura d'un avió de passatgers, com un Airbus 380 (79 m) o un Boeing 747 (64 m), impressionants en la seva dimensió. I es creu que podrien arribar a mesurar 200 m en turbines que proporcionarien fins a 20 MW. Com que les ales suporten una força molt gran i tenen aquesta enorme envergadura, s'han de construir d'una sola peça. En aquest aspecte, es fa un intens esforç investigador, tant en materials (ara es proposen materials compostos més ecològics a base de fusta i pneumàtics reciclats) com en tests de qualitat i resistència. Els nous processos de fabricació es basen a construir les ales al mateix lloc d'instal·lació. La darrera tendència és posar flaps a les ales (i *tip-fan* a la punta, com als avions) per regular millor la potència en el gir i evitar sorolls, sobretot en situacions de vòrtex.

Com funcionen les turbines eòliques per proporcionar l'electricitat? Aquí s'han d'esmentar les aportacions d'Edison i Tesla a la tecnologia elèctrica, uns personatges que primer eren amics i que van acabar ben enfrontats. Edison fou el primer a parlar de distribuir l'energia en forma de corrent continu, amb la possibilitat d'emmagatzemar energia en bateries. Però la seva proposta tenia el problema que els voltatges en els generadors de corrent continu eren petits i no es podien elevar. Com que potència (P) = voltatge (V) x corrent (I), si el voltatge és petit el corrent ha de ser molt gran per moure certa potència. Però el cabal d'electrons movent-se pels cables (el corrent) genera pèrdues. Per tant, per tenir la potència adequada s'han de posar cables molt grossos, i així i tot la distància a què es pot distribuir l'electricitat en corrent continu de baixa tensió no és gaire gran. Així, el sistema ideat per Edison només és bo per abastar àrees locals i aporta el gran avantatge d'emmagatzemar ener-

gia en bateries, una característica que avui es torna a valorar. La proposta de Tesla va ser la contrària, la del corrent altern. En l'enfrontament entre els dos tipus de corrent en la distribució de l'energia elèctrica va guanyar clarament el corrent altern, ja que pot ser elevat amb un transformador. Així, per a la mateixa potència, si el voltatge és gran no es necessita tanta intensitat de corrent, la qual cosa comporta pèrdues menors. En la distribució de l'electricitat a grans distàncies, el cablatge elèctric actual es fa amb aquest sistema en línies d'alt voltatge. Però avui es torna a parlar de generació distribuïda i d'emmagatzematge d'energia als parcs eòlics i fotovoltaics. A més, avui en dia el corrent continu es pot elevar i reduir fàcilment mitjançant l'ús de sistemes d'electrònica de potència. Per tant, els arguments amb què es va descartar el corrent continu avui ja no són vàlids.

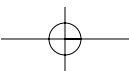
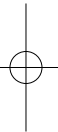
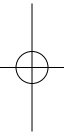
D'altra banda, els parc eòlics han de deixar de ser simples productors d'energia i han de passar a proporcionar serveis addicionals que



Avantprojecte de la Unió Europea d'una superxarxa elèctrica d'interconnexió a tot Europa.

millorin l'estabilitat i la fiabilitat del sistema elèctric de potència. Per tant, la interconnexió i la interacció dels parc eòlics amb les xarxes elèctriques actuals és un tema clau. Actualment s'ha gestat el gran projecte de superxarxa europea, que preveu una gran xarxa elèctrica multiterminal que uneix el mar del Nord, zones del mar Bàltic i corredors en zones de la ribera del Mediterrani, segons un avantprojecte elaborat per la Comissió Europea. El gran projecte es basa en grans parcs eòlics al mar, una nova tecnologia que probablement veurem d'aquí a uns deu anys. Una part de la motivació d'aquestes infraestructures és la preocupació de la UE de no haver de dependre energèticament de països tercers.

Per concloure: l'energia eòlica s'està desenvolupant molt de pressa. L'any 2009 fou un any excepcional quant a generació d'energia eòlica. El pla europeu de 2020 pretén integrar el 20 % de la potència instal·lada a partir de fonts renovables. També s'ha impulsat una renovació en el mercat dels Estats Units, la Xina i l'Índia, que desenvolupen la seva pròpia tecnologia. Els fabricants tendeixen a inclinar-se cap a la tecnologia PMSG (*permanent magnet synchronous generator*), conjuntament amb l'FSC (*full scheme converter*), en lloc dels DFIG (*double fedded induction generator*). La tecnologia HVDC (*high voltage direct current*) ofereix una solució interessant per a la integració en xarxa dels parcs eòlics. És el futur.



Consum responsable d'aigua i energia: el projecte SIRENA

Albert Cuchí

Avui parlaré de com i per què reduir el consum d'energia dels edificis tot entonant un *mea culpa* per reconèixer que, a vegades, els experts anem errats i podríem fer les coses de manera diferent de com les anem fent. En aquest sentit, us presentaré la idea que l'autèntica font d'estalvi es troba en mans de tots i cadascú de nosaltres, i no només ni principalment dels experts, arquitectes i enginyers.

Com sabeu, actualment tenim un problema seriós: l'escalfament global produït per les 380 parts per milió de CO₂ actuals a l'atmosfera, que, si continuem emetent CO₂ i altres gasos d'efecte hivernacle, poden arribar a 1.000 ppm a finals de segle. L'escalfament global comporta canvis en el clima i, per tant, en la matriu biofísica; canvis que afecten el planeta i, amb ell, la nostra supervivència i benestar. La lluita contra això és dura: hem de reduir les nostres emissions fins que els embornals naturals puguin absorbir tot el carboni que emetem. Això suposa reduir les emissions l'any 2020 a un màxim del 20 % respecte de les emeses l'any 2000. Un objectiu difícil, ja que l'any 2000 érem 6.000 milions, mentre que d'ací a una dècada o poc més probablement serem 9.000 milions. A més, l'any 2000, el 80 % de les emissions les efectuàvem el 20 % de la població més desenvolupada i rica del planeta, però ara hi ha altres països que s'estan industrialitzant, com la Xina i l'Índia, i la seva contribució als gasos d'efecte hivernacle està pujant: la de la Xina ja és el 24 % de la mundial, per sobre dels Estats Units (17 %). I haurèm de repartir-les, les contribucions.

Alguns estudis fan projeccions de com aconseguir reduir aquestes emissions amb el mínim impacte sobre la qualitat de vida. El Panell Intergovernamental per al Canvi Climàtic (IPCC en la seva sigla en

anglès) ha dissenyat una sèrie d'escenaris que busquen com es poden reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle a mitjà termini (2030) i a llarg termini (2100), entenent que les tècniques de mitigació evolucionaran en aquest lapse de temps. Dins dels diversos models per avaluar-ho, ens fixem en dos escenaris, un de més exigent (estabilitzar les emissions a 490-540 ppm CO₂eq, que és el que proposa Europa) i un altre de més relaxat (650 ppm de CO₂eq). Les possibles vies de reducció de les emissions són la conservació d'energia i l'eficiència energètica, el canvi cap a energies renovables i cap a l'energia nuclear, l'absorció per part dels boscos, el canvi del carbó al gas, el segrest i confinament del CO₂ i altres activitats que tenen més a veure amb els altres gasos d'efecte hivernacle. Entre aquestes vies de reducció, la conservació i eficiència en l'ús de l'energia és una estratègia imprescindible, ja que és la que aconseguix evitar una major proporció de les emissions de carboni. I a continuació ens preguntem: on es pot obtenir millor aquest estalvi energètic? En funció del preu de cost de l'emissió d'una tona de CO₂ i sense considerar les emissions en el transport, es veu que l'estalvi més gran es pot fer en la construcció. Aconseguir l'eficiència energètica als edificis és, per tant, un factor absolutament determinant en la lluita contra el canvi climàtic.

I com estem a Espanya en aquest tema? Amb Anna Pagès vam fer un estudi per al Ministeri d'Habitatge,* en el qual vam veure la incidència de les emissions de gasos d'efecte hivernacle degudes a l'habitatge en el conjunt de l'economia espanyola, i vam estudiar com les emissions evolucionaven amb els anys. La part europea del protocol de Kyoto permet que Espanya augmenti la mitjana anual de les seves emissions de gasos d'efecte hivernacle, per al període 2008-2012, un 15 % respecte de les de 1990. L'any 1997 es va superar aquest llindar del 15 % i, a partir d'aquest any, la tendència ha seguit creixent més. Així doncs, tenim un problema d'excés d'emissivitat que l'economia espanyola ha de reduir, no tan sols per complir amb Kyoto sinó perquè en el període post-Kioto la Unió Europea ha adquirit un compromís encara més gran.

Ens preguntem: i en aquest àmbit, què fa el sector de l'edificació? Doncs ha seguit una línia paral·lela al creixement d'emissions a l'economia

*CUCHÍ, ALBERT; PAGÈS, ANNA. «Sobre una estratègia para dirigir el sector de la edificación hacia la eficiencia en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)». Madrid: Ministeri d'Habitatge, 2007.

espanyola, però l'augment encara és més accentuat i l'any 2005 s'han arribat a doblar les emissions del 1990. Les mesures posades en pràctica respecte de l'eficiència energètica en edificació tenen uns objectius ambiciosos però les tendències reals van en sentit contrari. De fet, el sector de l'edificació genera més del que actualment es computa, ja que no s'hi han comptat les emissions de CO₂ en la fabricació dels materials necessaris per construir els edificis. L'any 2007, el 30 % de les emissions espanyoles de CO₂ eren imputables a emissions del sector de l'habitatge, sigui pels materials utilitzats, sigui per l'ús domèstic d'energia (com per exemple, la llum, el gas, etc.).

De l'energia que consumim als habitatges, els ciutadans no en tenim una idea gaire clara. Per contra, amb els automòbils podem saber perfectament el consum de combustible, ja que és una informació que es proporciona al client a l'hora de comprar-los. De tota manera, aquesta és una dada estandarditzada sota determinades condicions de circulació, però, tal com mostra el RACC en els seus cursos, per aconseguir una conducció eficient (en què s'arriba a disminuir el consum de combustible d'un 15 a un 30 %), el consum de l'automòbil depèn de manera molt determinant del tipus de conducció que fa l'usuari.

I ens preguntem, podem saber quant consumeixen els edificis? Curiosament, no en tenim una percepció gaire definida. Per fer-nos en una idea, els nostres càlculs indiquen que un habitatge mitjà consumeix a l'equivalent a uns 8 litres de benzina/any/m² comptant tots els usos que fem a la llar, dels quals prop del 60 % tenen a veure amb la climatització. I de què depèn el consum climàtic de la casa? Principalment depèn de la demanda energètica, que és en funció de les condicions climàtiques de l'entorn i de la «pell» que la separa de l'exterior: si l'edifici està molt ben aïllat, les pèrdues cap a l'exterior seran menors, i com més exigent sigui el clima exterior, més gran serà l'energia necessària per tenir un interior confortable. Per tant, hi ha una demanda d'energia per satisfer les condicions que imposa l'habitabilitat en funció del clima i de l'aïllament de l'edifici. Això depèn de molts factors, però aquests normalment estan molt controlats pels arquitectes (o ho haurien d'estar), que tenen en compte el tipus d'edificació segons la normativa del *Código técnico de la edificación*, i a Catalunya també segons el decret d'Ecoeficiència, una normativa establerta per regular les condicions d'eficiència en els edificis.

Després, hem de tenir en compte el tipus d'energia usada i el rendiment de les instal·lacions, que ara també està regulat per una normativa específica: els edificis nous estaran etiquetats, quant a l'eficiència energètica, amb les lletres A, B, C, etc., en funció del seu rendiment relatiu respecte d'altres edificis, igual que ho està, per exemple, una nevera o una rentadora.

Però, a banda d'aquestes especificacions, quina part depèn de l'usuari? Aquesta és una pregunta interessant i que fins ara ens ha preocupat molt poc. En el meu cas, com a professor de la UPC i director del Programa de Reducció d'Emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle de la UPC (UPCO₂), em vaig plantejar quina responsabilitat tenia la tipologia dels edificis de la UPC i el seu funcionament diari i, amb l'equip d'UPCO₂, vam pensar com intervenir-hi per intentar reduir les emissions. A la tesi doctoral de Fabián López** es va estudiar, en sis edificis de la UPC, quina part del consum era deguda a la pell, a l'eficiència de les instal·lacions, i quina part, a l'ús i gestió dels edificis. Tots ells són centres grans i amb una utilització ben tipificada, i es va estudiar quina relació hi havia entre l'ocupació dels edificis i el consum d'energia.

Primer, es va enregistrar quin era el consum energètic i com es relacionava amb la temperatura interior de l'edifici. A continuació, es va estudiar com aconseguir el millor ajust de la temperatura a les necessitats dels usuaris dissenyant programes d'ordinador específics per ajustar el funcionament dels sistemes de climatització. Als sis edificis de la UPC considerats (l'Escola d'Arquitectura del Vallès, l'Escola d'Arquitectura de Barcelona, l'Escola Politècnica Superior d'Edificació i tres edificis del Campus Nord de la UPC) es va determinar quina part de l'energia utilitzada en climatització anava a satisfer les necessitats de la gent, quina part es perdia en transformacions energètiques, en les conduccions i en la distribució d'aquesta energia, i quina part es relacionava amb l'ús i la gestió de l'edifici (i per tant, quan hi podem intervenir i millorar en aquest darrer factor).

A l'Escola d'Arquitectura del Vallès (ETSAV) només una tercera part de l'energia consumida en calefacció anava realment a escalfar la gent: la resta es perdia en les transformacions de l'energia i en el fet de conduir-

**LÓPEZ PLAZAS, FABIÁN. «Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación». Barcelona: UPC, 2005. Tesi doctoral.

la cap als espais, així com per l'ús i la gestió que es feia de l'edifici i de les seves instal·lacions energètiques. Als altres edificis aquesta quantitat oscil·lava entre el 50 i el 66 %. Així, una part molt important de l'energia es perdia a causa d'un mal ús i d'una gestió deficient dels instruments que hi ha als edificis. Vam veure que el potencial d'estalvi energètic en la calefacció se situava sobre el 20-30 % en tres edificis dels estudiats. Dos edificis del campus nord, tot i ser de construcció recent, tenien un potencial d'estalvi d'entre el 50 i el 66 %. A l'ETSAV, aquest potencial d'estalvi arribava al 83 %. Globalment, aquestes xifres ens indiquen que podríem reduir molt considerablement, més del 50 % en la major part dels edificis, el consum energètic per calefacció. Si, a més de les despeses energètiques per climatització, hi afegíem altres consums energètics (com el consum per il·luminació o altres usos domèstics), veiem que el potencial d'estalvi depenent de l'usuari variava entre el 20 i el 45 %. Per tant, aquest factor és el principal aspecte que cal explorar si ens plantejgem reduir el consum dels edificis.

En un altre treball anterior, es van estudiar les factures d'energia de cinc-cents habitatges de l'Eixample de Barcelona. Els habitatges es van classificar en un primer període (fins a la Guerra Civil), un segon període (fins als anys setanta) i un tercer període (dels anys vuitanta ençà). Tot i que aquest darrer període ja disposa d'una normativa sobre l'aïllament, vam veure que en aquest tercer període es consumia molt més (25.000 megajoules) que en el primer. Això és degut al fet que els usuaris tenen maneres diferents de funcionar: als habitatges més antics els usuaris porten roba d'abric dins de casa i no es gasta tant en calefacció, es tenen altres patrons de confort (fins i tot no tenir-ne!) i altres estratègies d'ús de l'edifici. Així, veiem que influeix moltíssim el comportament dels habitants en el consum final.

Tornant a l'ETSAV, comparant el seu consum energètic amb el dels altres centres de la UPC, resultava que era l'escola que consumia més. Per intervenir-hi, ens vam basar en el programa SIRENA (Sistema d'Informació de Recursos Energètics i Aigua), un sistema dissenyat a la UPC per saber el consum energètic i d'aigua (consultable lliurement al web www.upc.edu/sirena). Amb aquesta eina es pot veure l'evolució del consum d'energia i d'emissions de CO₂ associada al consum d'electricitat i de gas als edificis de la UPC. Així, es pot veure que —a escala de tota la Universitat— darrerament s'ha estabilitzat el consum d'electricitat,

però no obstant això, hi ha un apartat que continua consumint moltíssim: el dels servidors informàtics, que alhora necessiten una refrigeració important. En aquest web també es pot veure el consum de gas de la caldera de calefacció de l'ETSAV, que cremava combustible de manera continuada al llarg de quasi tot el dia.

La nostra intervenció per tal de reduir les emissions de l'Escola va consistir a prendre el comandament de la caldera i canviar-ne el patró de funcionament posant la caldera en marxa al principi del dia, una mica fort, i tancant-la una mica abans del que es feia anteriorment. Els dissabtes i diumenge només manteníem climatitzats els espais ocupats per estudiants que treballen en projectes en espais ara molt determinats en lloc d'escampats per tot el centre. Això va canviar totalment el patró de comportament de l'edifici. Es van col·locar termòstats a les aules i als diferents locals, amb la qual cosa obteníem informació de la temperatura interior, que comparàvem amb la temperatura exterior, i això permetia anar ajustant el funcionament dels mecanismes fins a trobar el «gestor perfecte». I l'usuari perfecte: tota la comunitat de l'Escola va participar en l'experiment, tant modificant els seus hàbits d'ús de l'edifici com aportant informació sobre disconfort o altres qüestions, tal com es veu a la pàgina web de la intranet de l'ETSAV, on es poden anunciar incidències i problemes en la calefacció. Finalment, es va establir tot el funcionament de la climatització i l'emissió de CO₂ es va reduir de 190 a 131 T CO₂, una reducció d'aproximadament el 30 %. En termes de CO₂, es va passar de 20-25 kg CO₂ /m² i any en els anys 2000-2006 a 12 kg CO₂ /m² i any l'any 2007, en què es van aplicar les mesures del programa SIRENA.

Per concloure, el principal missatge és que la gestió és el primer factor que s'ha de considerar en l'eficiència energètica. És important controlar i aplicar mesures sobre la pell de l'edifici i sobre les instal·lacions, però no són els edificis els que consumeixen l'energia: el que consumeix energia són les activitats que s'hi fan, de les quals depèn la racionalització i l'estalvi energètic. L'eficiència energètica no és, essencialment, un problema tècnic d'arquitectes i d'enginyers: qui ha de voler canviar i participar en la reducció d'emissions és la comunitat que ocupa els edificis.

Control de la contaminació marina: de Palamós al delta de l'Ebre

Ricard Marí

Per començar, he de dir que de la contaminació química del mar se'n parla poc. Estem acostumats a veure la contaminació superficial, allò que flota, com el quitrà. Si veiem el mar brut, sabem que està contaminat. Però diferents contaminants tenen diferents densitats a l'aigua del mar, així que els components que tenen major densitat van a l'interior del mar i no es veuen. I en les capes subsuperficials poden ser vehiculats per corrents marins i ser portats on hi ha interessos econòmics de la societat, com ara piscifactories, parcs naturals de flora i fauna, etc. Així, hi ha un efecte important sobre els ecosistemes però costa més de veure perquè té lloc a nivell submarí.

Avui presento els resultats d'un projecte que portem entre molts grups de recerca per estudiar aquest tema. La filosofia és basa en la premissa que ens preocupa allò que veiem; però si no ho veiem, no ho assumim i ho passem per alt. No veiem riscos, en seguretat ciutadana, en seguretat laboral, fins que passa un accident. Però el vessament d'un contaminant químic, accidental o provocat, des d'un vaixell pot tenir un gran impacte encara que, en un inici, potser passa desapercebut perquè discorre en fondària.

Allò que s'enfonsa, on va? Té certa persistència o es degrada? La quantitat de productes químics que circulen avui en dia és enorme, i no sabem què passa amb molts d'aquests components quan s'enfonsen dins del mar. Tenim certes dificultats per poder dir quins són els límits en què ens movem, o si hi podem fer alguna cosa, o si, en canvi, hem d'assumir que tindrem una contaminació química amb cert dany. S'han de dissenyar polítiques que acabin sent acceptades pels països costaners.

La natura és molt sàvia i, al final, hi ha una recuperació natural, com hem vist amb els vessaments de petroli dels *Exxon Valdez*, *Torrey Canyon*, *Amoco Cadiz*, *Erika* o *Prestige*, i molts més, una llista enorme d'accidents amb vessament. En el cas del *Prestige* es veia una taca superficial i, malgrat les actuacions de protecció de la costa mitjançant barreres a la superfície, l'endemà les platges tornaven a estar contaminades. D'on venia la contaminació? Venia de sota, de manera que podia passar malgrat les barreres que hi havia a la superfície.

La natura regenera tot allò que rep, amb el dany col·lateral que hi pugui haver en el moment del vessament. El que nosaltres hem de fer és evitar que el dany s'expandeixi aplicant mesures de protecció i prevenció. De lluitar contra els contaminants químics, encara no en sabem prou. D'això tracta aquesta ponència, on presentaré un projecte que utilitza eines de simulació química i de mesura de la seva dispersió per conèixer millor la dinàmica dels vessaments.

A Catalunya tenim l'àrea de la petroquímica de Tarragona, on hi ha un gran volum de fabricació de productes químics que generalment es traslladen amb vaixells. Si hi hagués un accident seria un desastre. Un accident aquí afectaria les piscifactories i àrees de gran interès econòmic, com el delta de l'Ebre i els seus voltants. És molt arriscat posar les instal·lacions d'interès econòmic en una àrea de risc potencial de contaminació: això és el que passa amb el binomi petroquímica de Tarragona–piscifactories de l'Ametlla de Mar i del golf de Sant Jordi.

Quan un contaminant entra dins l'aigua es produeixen moltes incògnites, ja que la seva evolució depèn de moltes variables. Això ens ha de portar a fer una recerca continuada interdisciplinària per tal que cada equip, des de la seva expertesa, aporti el seu coneixement per fer unes polítiques i recomanacions adequades. Per exemple, a les illes Medes hem mesurat la contaminació en superfície per part d'una embarcació. Al llarg del temps, la taca s'allarga segons el vent (en superfície) o els corrents (en fondària). La taca es va dispersant i va perdent el seu aspecte contaminat. Nosaltres n'estudiem la dinàmica per veure com afecta aquest ecosistema. La part més valuosa del sistema està submergida i s'ha d'estudiar com la contaminació afecta les zones submergides. El model indica que hi ha molta dilució en superfície, però l'afectació als organismes bentònics depèn del tipus de contaminants i de la seva persistència a la part submarina.

L'objectiu és modelitzar el vessament per veure com es comporta el contaminant en la columna d'aigua. Sota el mar, s'han de tenir en compte la pressió i les variacions de temperatura. L'equip que s'encarrega de la part química fa experiments al laboratori amb determinats productes contaminants simulant les condicions de la columna d'aigua. Aquests estudis també tenen en compte els corrents marins. Normalment es coneixen els corrents superficials (fins a 6 m de fondària), ja que és el calat normal d'un vaixell de càrrega. Però avui els vaixells calen a 25 m, així que s'ha de saber què passa per sota dels 6 m. Potser la marina de guerra dels Estats Units ho té ben estudiat, però en l'àmbit civil no, la dinàmica dels corrents en fondària no està ben estudiada. S'ha de mesurar el corrent, quina intensitat té, quina força, quina quantitat de contaminat arrossegarà. Els corrents arrossegaran i diluiran els contaminants, i per això tenen un paper molt important en la seva dispersió.

Els enginyers han mesurat els corrents i estem fent proves amb productes químics classificats en nou grups per poder arribar a predir-ne el comportament. Per exemple, en el transport de gas natural (gasificadores de Castelló, Sagunt), seria interessant fer un pla de protecció de la costa, ja que aquesta podria tenir un risc d'afectació si un dels vaixells de transport tingués un accident. Per tant, hem fet proves de simulació amb aquest producte. De tota manera, a nosaltres ens interessa fer una cosa general (tota mena de productes i considerant tota la costa catalana), sense perdre de vista que cada grup de contaminants té les seves característiques.

En el procés que estudiem tenim sempre una variable fonamental per al transport del contaminant: el corrent marí. El vent hi té poca influència. Vam adquirir un equip de mesura (un correntòmetre Doppler) per mesurar els corrents en columna d'aigua des de zero fins a 150 m de fondària (treballar a aquesta fondària ens permet mesurar els corrents allunyant-nos fins a 5-7 milles de la costa). Amb aquest equip fem sortides periòdiques.

Quan les ones emeses pel correntòmetre fan impacte amb alguna cosa que les destorba, aquest ho detecta i en mesura la velocitat (nusos o m/s) i la direcció en què es mou. Es fa un escombratge constant de la columna fins a 150 m de fondària, en talls d'un cert nombre de metres segons s'hagi programat l'aparell. Així s'obté el perfil del corrent en profunditat i s'ha de corregir per la inclinació del vaixell, que té un moviment segons l'onatge.

Es representa la magnitud dels corrents mesurats en gràfics en fondària, amb el color proporcional a la velocitat del corrent. Hem vist que en una mateixa columna d'aigua hi ha corrents en una direcció o altra a diferents fondàries. Per tant, no ens podem refiar dels corrents superficials, ja que direccions i intensitats varien segons la fondària. I això s'ha d'estudiar bé, ja aquests corrents són els que difonen els contaminants que s'han enfonsat. És una bona manera de fer prevenció, ja que si es coneix bé això es pot prevenir la contaminació a la platja.

Hem mesurat aquests corrents des de Palamós fins a Tarragona, en profunditat. Hem vist que hi ha un corrent que llisca sobre el fons i que és diferent del corrent superficial. Els capitans de vaixell ja sabien que fora del port de Barcelona era difícil de fondejar, costava d'ancorar bé els vaixells i no se sabia ben bé per què. Ara ja sabem que és a causa d'aquest corrent en fondària.

En resum, cal augmentar el coneixement de com funcionen els corrents en fondària per conèixer millor les vies de dispersió dels contaminants que s'enfonsen. Amb aquest coneixement es poden aplicar polítiques de prevenció dels efectes dels potencials vessaments de productes químics contaminants per part dels vaixells que circulen per les nostres costes.

La nostra contaminació interna: concentracions de compostos tòxics en la població general catalana

Miquel Porta

En els darrers anys, un creixent nombre de països estan desenvolupant estudis per avaluar la magnitud de la contaminació dels seus ciutadans per compostos tòxics persistents (CTP). Els països on s'han fet els estudis més complets són els Estats Units i Alemanya. A Catalunya, la Generalitat ens va encarregar un informe («Distribució de les concentracions sèriques de compostos orgànics persistents (COP) en una mostra representativa de la població general de Catalunya», disponible a <http://www.imim.es/programesrecerca/epidemiologia/documentsgrecm.html>) sobre el qual basaré una part d'aquesta presentació. Els destinataris de l'informe no són només els professionals de la salut, el medi ambient o tècnics en contaminació, sinó que ho són els mateixos ciutadans de Catalunya, la població general catalana (com diu el títol); la finalitat és que coneguin millor les relacions entre medi ambient i salut pública, i que prenguin consciència d'una situació que ens afecta potser d'una manera excessivament «silenciosa».

La distribució de les concentracions dels CTP s'ha d'estudiar de forma prioritària en el context poblacional, amb una visió social, ecològica i de salut pública. Per aquest motiu són importants les corbes de la distribució poblacional dels compostos tòxics. La figura 1 ens mostra una distribució en una representació gràfica matemàtica molt senzilla darrere de la qual hi ha una dimensió científica i social important: aquesta distribució és, de forma inherent, poblacional, ja que les seves causes i conseqüències són poblacionals. En la gràfica es veu que la situació és una mica millor a les illes Canàries que als EUA, ja que a les Canàries hi ha un percentatge més gran de la població cap a l'esquerra, on les concentracions de DDE a la sang són menors, mentre que als EUA hi ha un

percentatge més gran de població cap a la dreta, on les concentracions sanguínies de DDE són més grans. Les visions fonamentalment individuals i individualistes tenen poc sentit en el cas dels CTP, ja que hi ha poc marge per a l'acció individual en benefici propi. Les causes de la nostra impregnació corporal pels CTP són socioambientals, la naturalesa de la contaminació és en gran part sociològica i el seu control exigeix mesures de caràcter social, polític i econòmic. Moltes de les causes de l'estat de salut d'una societat es troben en les seves característiques poblacionals i només s'entenen si les analitzem en el context social; per realitzar prevenció en les malalties, sovint cal fer canvis en la manera de viure del conjunt de la població.

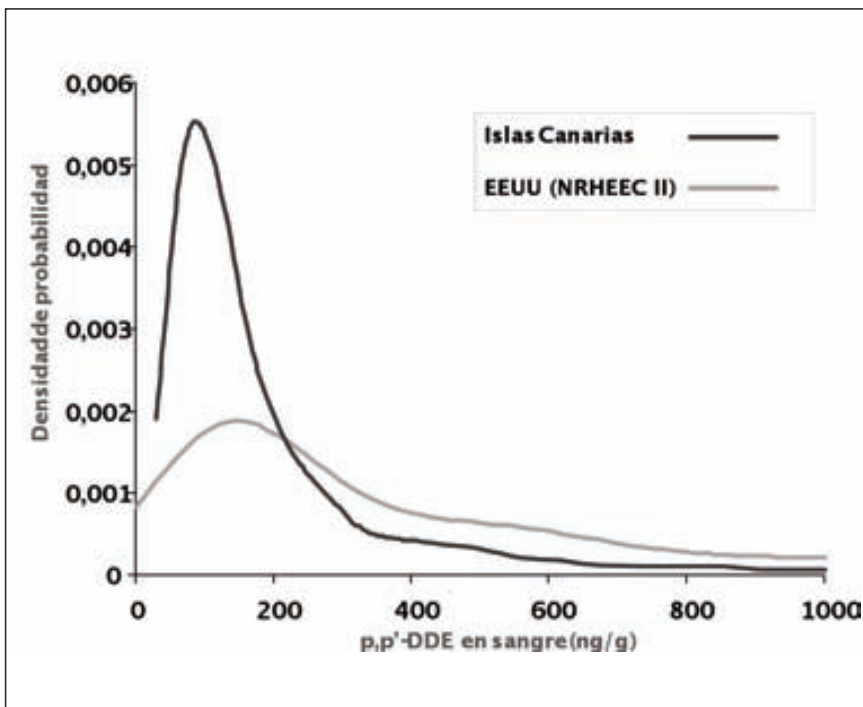


Figura 1. Distribució de les concentracions en sang de p,p'-DDE, el principal metabòlit de la degradació del DDT, en poblacions dels Estats Units (1999-2000) i de les illes Canàries (1997-1998). A: PORTA, M. *et al.* 2008. «Monitoring concentrations of persistent organic pollutants in the general population: the international experience». *Environ. Int.* 34: 546-61.

Fa un temps vaig escriure un article on desenvolupava els conceptes proposats per l'epidemiòleg britànic Geoffrey Rose («Persistent toxic substances: exposed individuals and exposed populations». *Journal of Epidemiology & Community Health* 2004; 58: 534-5). La idea és que, des d'un punt de vista sanitari, el que ens interessa és moure la distribució dels contaminants del conjunt de la població cap a zones més favorables, cap a concentracions menors. De fet, a la gràfica es veu que hi ha poca gent amb nivells del contaminant alt; aquesta gent tindria un risc individual de malaltia més elevat. En canvi, hi ha molta gent amb nivells intermedis, i en aquest segment de la població és on sorgeix la majoria de casos de malaltia d'una comunitat, tot i que individualment té menys risc. Si només ens centrem en individus d'alt risc es previndran pocs casos de la malaltia, però si movem tota la distribució cap a zones més baixes se'n previndran molts més, ens demostra Rose. Només si, individualment i col·lectiva, impulsem canvis econòmics i socioculturals importants i si posem en marxa sistemes de protecció col·lectiva disminuïrem la contaminació individual i col·lectiva de la propera generació. Aquesta idea és molt rellevant quan parlem dels CTP. A diferència del que passa amb el colesterol, el tabaquisme o el sedentarisme, factors de risc en què la persona pot fer alguna cosa individualment, en els CTP el marge de maniobra individual és molt petit i el que cal són canvis col·lectius mitjançant polítiques públiques i privades.

El món (i particularment l'espècie humana en el cas que ens ocupa) es va començar a contaminar de manera generalitzada per CTP a partir de la Segona Guerra Mundial. El còctel de contaminants que avui dia emmagatzemen els cossos de les nostres poblacions és un reflex de la història econòmica i cultural recent, especialment dels darrers 65 anys. Els contaminants de què parlem són compostos orgànics que tenen àtoms de clor molt resistents a la degradació i que s'acumulen en les cadenes alimentàries. Els compostos organoclorats principals són el DDT i el DDE, l'hexaclorbenzè (HCB), el gamma-hexaclorociclohexà (γ -HCH), el beta-hexaclorociclohexà (β -HCH), les dioxines o els polibromobifenils (PCB). Alguns tenen usos com a plaguicides i d'altres s'han utilitzat com a olis industrials i per a múltiples usos quotidians, o han estat emesos com a residus, com les dioxines, que es desprenen de la incineració de certs materials. Els CTP contaminen els aliments grassos de quasi tot el món i es van acumulant en els greixos al llarg de la cadena alimentà-

ria. Per exemple, s'ha vist que els salmons criats en piscifactoria tenien uns nivells de dioxines PCB i HCB més alts que els dels animals salvatges perquè en la seva alimentació a les piscifactories s'utilitzen pinsos amb certs residus de CTP.

Els CTP, doncs, es troben també en les persones. Tot i que normalment estan en concentracions baixes, creiem que contribueixen a causar trastorns amb rellevància clínica individual i, sobretot, social (per la càrrega global de patologia que representen). A Espanya, les dades referents als CTP provenen d'estudis dispersos i fragmentats, poc accessibles i metodològicament heterogenis i de difícil comparabilitat. No obstant això, hi ha alguns treballs destacables. Els estudis del projecte Infància i Medi Ambient (Inma) en dones embarassades, fetus i nounats mostren que l'exposició a HCB, p,p'DDE i altres CTP és molt comuna des de les etapes més inicials de la vida. A més, alguns metalls, com el mercuri, es troben en els nounats en concentracions elevades.

A Granada, l'equip de Nicolás Olea va estudiar les concentracions de 16 CTP en placentes humanes i va trobar una mitjana de vuit plaguicides per placenta, amb un mínim de tres i un màxim de quinze. Així doncs, tots i cadascun de nosaltres estem contaminats. Alguns compostos, com el DDT, el DDE i el lindà, es van trobar en més del 50 % de les placentes. I s'ha de dir que aquests resultats no són rars: dades similars s'han publicat en països amb organitzacions ciutadanes que promouen sistemes de vigilància de la contaminació ambiental en la salut col·lectiva, com els EUA (Califòrnia), el Canadà, Suècia o els Països Baixos.

Pot ser que l'exposició durant tota la vida a dosis baixes tingui més rellevància causal –causi més malaltia– que no pas exposicions breus a dosis altes. El repte és valorar quina importància té aquesta exposició a escala clínica (individual) i a escala social. Per valorar aquesta rellevància necessitem informació vàlida sobre la distribució poblacional dels contaminants. Les dosis baixes acumulades de manera constant al llarg de tota la vida (principalment per l'alimentació) probablement causen patologies com les malalties d'Alzheimer i de Parkinson, diferents càncers, diabetis, infertilitat, etc.

Molts dels CTP són disruptors endocrins que alteren el metabolisme de les substàncies grasses o de les hormones, com per exemple de

l'hormona tiroïdal (substituint el iode pel clor o el brom del contaminant). Alguns potser són obesògens, és a dir, contribueixen a l'acumulació de greixos i alteren el funcionament dels adipòcits. Es tracta d'una hipòtesi molt preocupant que s'ha d'estudiar més, ja que si fos confirmada voldria dir que les substàncies tòxiques que entren al nostre organisme en ingerir greixos no només són liposolubles, sinó que també contribuirien a causar obesitat. Es confirmaria un significat radicalment diferent de la dita popular segons la qual «el que no mata engreixa» (vegeu «Cuerpos tóxicos», *La Vanguardia*, suplement Cultura/s, 388 (25 de novembre de 2009): 1-5).

Recentment també s'ha vist que alguns CTP tenen influència sobre el funcionament dels gens, és a dir, en l'expressió gènica. S'ha vist que alguns CTP «apaguen» o silencien gens supressors de tumors o gens reparadors de l'ADN. Això ha obert un nou camp d'investigació científica que pretén integrar la genètica i l'epigenètica amb l'epidemiologia per estudiar els patrons familiars —alguns, heretats culturalment— que porten a determinades pautes alimentàries, i com això afecta l'expressió gènica. Els metalls pesants que també contaminen la dieta —com el plom, el cadmi, el crom, el níquel, l'arsènic o el mercuri— no són mutàgens per a l'ADN però sí que tenen efectes epigenètics.

El conjunt dels treballs científics disponibles fins a l'actualitat indiquen que existeix una àmplia contaminació per CTP a la població general —espanyola i d'altres països—, i que compostos com el DDE, l'HCB o el β -HCH es detecten usualment en tota o quasi tota la població. La contaminació es produeix principalment per la ingesta d'aliments grassos, que porten els compostos esmentats, generalment en dosis baixes. La contaminació per CTP no és un fenomen minoritari ni aïllat, és un fet general a la majoria dels països del món.

Com pot ser que ens passi tot això? Per què estem contaminats d'aquesta manera? La resposta és simple: és el resultat de com vivim.

Alguns exemples: l'any 2002, la Guàrdia Civil va detectar que s'estaven comercialitzant fraudulentament 5.000 tones d'oli industrial per a pinsos per als porcs de Catalunya. Aquests olis estaven, lògicament, carregats de PCB. Aquest episodi hauria d'haver provocat una crisi de govern molt greu, ja que va contaminar milers de ciutadans per molts anys; però es va dir que es tractava d'un episodi aïllat, que no hi havia perill. Dos anys més tard, als Països Baixos, a Bèlgica i a Alemanya, 140 gran-

ges d'aviram van ser contaminades per dioxines. Per tant, és un fenomen periòdic global amb moltes causes i conseqüències.

I aquí entra en escena el conveni d'Estocolm, un instrument de governança internacional que, reconeixent que els CTP tenen propietats tòxiques, que són resistents a la degradació i que es bioacumulen en els éssers vius, estableix un protocol per abordar i reduir els problemes de salut resultants de l'exposició de la població als CTP.

A continuació presentaré alguns resultats de l'estudi fet a Catalunya. Voldríem que aquesta mena d'estudis permetessin a la societat catalana reflexionar sobre els resultats i, després, actuar.

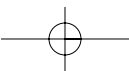
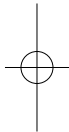
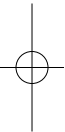
L'estudi parteix d'una enquesta de salut i s'analitzen els CTP en 919 persones. Les anàlisis químiques es van fer al laboratori del doctor Grimalt, al CSIC. Alguns resultats: detectem DDT en el 88 % de la població... tres dècades després que se'n prohibís l'ús! I el seu principal metabòlit, el DDE, es detecta en el 100 % de la població. Alguns PCB es detecten en el 87-100 % de la població. Un altre resultat concerneix el nombre de compostos detectats en els ciutadans de Catalunya: ningú no en té zero o un; el mínim és tenir-ne tres, mentre que alguns individus arriben a tenir els dinou compostos analitzats. El 73 % de la població catalana té deu o més compostos dels que buscàvem.

En un altre estudi, aquest fet als Estats Units, es buscaven 200 substàncies tòxiques. Se'n van trobar 167, i en una mateixa persona se'n van trobar com a mínim 77 i com a màxim 100.

A partir d'aquests estudis ens preguntem, és possible establir uns valors de referència? Què és normal? Cal considerar, a més, que el que és estadísticament normal pot ser no acceptable sanitàriament o culturalment. També cal una anàlisi amb perspectiva de gènere, ja que hi ha diferències significatives entre homes i dones (en el grau de contaminació i en els efectes tòxics).

En alguns casos hi ha hagut èxit: als EUA, amb la reducció de les emissions de plom dels cotxes, s'ha produït una reducció del plom a la sang. A més, s'ha vist que aquesta disminució de plom sanguini estava correlacionada amb la intel·ligència i el rendiment escolar. A mesura que el plom sanguini ha baixat, el coeficient d'intel·ligència ha millorat. Així, gràcies a polítiques públiques i privades s'ha vist que es poden aconseguir millores molt importants en relació amb la nostra contaminació interna i el nostre benestar.

Voldria acabar proposant que pensem en aquesta antiga idea: per adreçar el problema de la nostra contaminació interna, més que el que cadascú de nosaltres pugui fer per si mateix, importa el que cadascú de nosaltres individualment i de forma organitzada fem pel conjunt de la nostra societat. Moltes gràcies.



La sequera, el canvi climàtic i el futur dels nostres boscos

Jordi Martínez-Vilalta

Parlaré d'un tema d'actualitat, ja que els models de canvi climàtic pre-
diuen un augment de la sequera al Mediterrani i ens interessa molt conèi-
xer com afecta això avui, i afectarà en el futur, els boscos d'aquesta regió.
El problema de la manca d'aigua, la sequera, fa temps que ens preocupa
a Catalunya. Al nostre país patim freqüentment sequeres, que a vega-
des poden ser molt importants, com la de l'any 2007. El clima
mediterrani té un fort component d'impredictibilitat, ja que les condi-
cions poden canviar de manera ràpida i poc predictable. Per tant, convé
que pensem en la sequera no només quan ens trobem enmig d'un epi-
sodi sec sinó durant les condicions favorables, com a previsió d'un pro-
blema recurrent que probablement ens afectarà en un moment o altre.

Com tots sabem, l'aigua és un element essencial per a tots els orga-
nismes vius. L'aigua dolça és particularment important, perquè és molt
escassa i molt sovint limitant per als éssers vius. El 3 % de l'aigua de la
terra és dolça, però la majoria es troba en formes poc disponibles, com
glaceres i capes de gel, o als aqüífers subterranis. De fet, d'aquest 3 %
d'aigua dolça, només un 0,3 % està en forma d'aigua dolça superficial,
que és la forma disponible per als éssers humans i els organismes.

El cicle de l'aigua

L'aigua dels oceans s'evapora i arriba a l'atmosfera com a vapor d'aigua.
A l'atmosfera dona lloc als núvols i pot precipitar en forma de pluja o
neu. Ara bé, la distribució de les precipitacions no és homogènia i aques-
ta variació espacial determina quines zones són més o menys humides

i també, en gran manera, quines zones són més o menys aptes per acollir organismes. També hi ha un altre aspecte que convé destacar: si tenim rius és perquè precipita més aigua a terra ferma de la que s'evapora. Aquest excedent dóna lloc als rius, que retornen l'aigua al mar. Al mar, doncs, passa a l'inrevés: s'evapora més aigua que la que hi plou, i el balanç el restitueix el drenatge dels rius.

El primer que hem de considerar quan parlem de sequera és que la distribució de la precipitació al planeta, com ja s'ha esmentat, és molt heterogènia. La precipitació es distribueix en bandes latitudinals. Per exemple, a molts llocs del Sàhara només hi plou 20-30 mm/any, mentre que als tròpics pot arribar a ploure-hi quantitats molt elevades (10.000 mm/any). Però quan parlem de sequera, tot i que és un concepte centrat en la precipitació, hem de considerar altres variables, sobretot quan ens referim als efectes sobre la vegetació. Com es defineix una sequera? Agafem una definició de diccionari que ens diu que una sequera és una temporada llarga de temps sec, sense pluja; o, més en general, un període de temps en què hi ha un dèficit de precipitació. Cal destacar que la sequera no es defineix en termes absoluts sinó que es refereix a un temps mitjà (donat per la climatologia) a la zona que considerem. Per tant, s'han de tenir en compte dues coses: si el clima és sec a la zona que considerem, i si el període en qüestió és sec comparat amb unes condicions mitjanes a llarg termini.

Però la precipitació no ho és tot. Per il·lustrar això podem comparar dos llocs de precipitació similar, com el Garraf i Edinburg, on la pluja anual se situa entorn dels 650 mm/any; no obstant això, la zona escocesa té un aspecte frondós i humit, mentre que el Garraf es veu àrid i sec. Per què? Una primera resposta és que la repartició estacional de la pluja és molt diferent, molt més constant i ben distribuïda al llarg de l'any a Escòcia, mentre que al nostre país sovint plou concentradament en pocs dies. Però, a més, hem de tenir en compte que cal relacionar l'aigua que arriba amb la precipitació amb l'aigua que necessita la vegetació. L'aigua dels rius, llacs, sòl i vegetació té tendència a evaporar-se, i la taxa d'evaporació depèn de l'energia provinent del Sol, és a dir, de la temperatura. Per tant, s'ha de relacionar la pluja amb els requeriments d'aigua del lloc en qüestió, els quals estan influïts per la demanda evaporativa atmosfèrica. Això ens porta a distingir entre l'evapotranspiració real i l'evapotranspiració potencial. L'evapotranspiració és la suma de

l'evaporació de l'aigua de les superfícies de llacs, rius i sòl més la transpiració (aigua que s'escapa cap a l'atmosfera a través dels estomes de les plantes). L'evapotranspiració potencial representa la quantitat d'aigua que s'arribaria a evaporar si al lloc que estudiem no hi hagués cap limitació hídrica, és a dir, amb tota l'aigua disponible que les plantes poguessin arribar a utilitzar. Això normalment no passa i la quantitat d'aigua disponible limita la quantitat que les plantes poden usar (evapotranspiració real). En llocs secs hi ha molta diferència entre el que podria arribar a evapotranspirar la vegetació i el que en realitat pot evapotranspirar.

Els ecosistemes mediterranis es caracteritzen per un règim de pluges escasses, irregularment distribuïdes al llarg de l'any i amb poca precipitació a l'estiu, justament quan la demanda d'aigua és màxima. Aquestes tres característiques són especialment desfavorables tant per als sistemes naturals com per a la societat, tal com ho expressa un vers d'una cançó de Raimon: «Al meu país la pluja no sap ploure».

Per què necessiten aigua les plantes? L'aigua realitza diverses funcions en les plantes i participa de diferents processos fisiològics. En primer lloc, les plantes funcionen captant CO_2 de l'atmosfera i utilitzen el carboni per construir teixits i per sintetitzar sucres que els donen l'energia necessària per a les seves funcions vitals. Però per fer això també necessiten altres nutrients que absorbeixen principalment del sòl. Aquests nutrients són transportats, des del sòl fins a les capçades, en forma dissolta a l'aigua que circula pels conductes de la fusta que comuniquen les arrels amb les fulles. També les plantes, com tots els organismes, estan formades en gran part per aigua, i els processos metabòlics tenen lloc en un medi aquós. Però, a més, en el cas de les plantes, la incorporació del CO_2 atmosfèric es fa a través de l'obertura dels estomes, i a través d'aquestes obertures necessàriament s'escapa aigua des de les fulles cap a l'atmosfera: per cada molècula de CO_2 que entra a la planta es perden centenars de molècules d'aigua cap a l'atmosfera. Així, perquè una planta pugui seguir incorporant CO_2 ha de perdre quantitats molt elevades d'aigua. A l'estiu, un arbre gran aïllat fàcilment pot arribar a perdre uns 200 litres en un dia. Tots ho sabem això: perquè les plantes que tenim a casa creixin ufanes, necessiten que les reguem amb quantitats importants d'aigua. Pel mateix motiu, si es perllonga un període sec en una zona, els arbres s'assequen, ja que no tenen prou aigua per fer front a la demanda evaporativa de l'atmosfera.

La importància de la disponibilitat d'aigua per a la vegetació es pot il·lustrar mirant la distribució dels grans biomes del planeta, els quals es poden classificar de manera molt senzilla fent servir un diagrama on la temperatura mitjana anual se situa a les abscisses i la precipitació mitjana anual a l'eix de les ordenades. Cal destacar que la disponibilitat d'aigua (el balanç entre l'aigua necessària, determinada per la temperatura, i l'aigua disponible, determinada per la precipitació) és el principal factor que regula la distribució dels vegetals a la Terra. Com que les previsions de canvi climàtic indiquen canvis en els dos paràmetres, és previsible que hi hagi canvis importants en la distribució de la vegetació. Per exemple, en temps històrics s'han produït canvis radicals al desert del Sàhara, on fins fa uns quatre mil anys hi havia una vegetació densa. Sembla que a partir d'un petit canvi en el clima relacionat amb la radiació solar es va produir un gran canvi en la coberta vegetal, i es va passar de sabanes i boscos tropicals a desert. Si això ha succeït en el passat, pot passar de nou en el futur.

Actualment la disponibilitat d'aigua a escala del planeta s'està modificant a causa de la tendència observada d'augment de la temperatura (increment d'uns 0,8 °C en un segle), i no tant d'una disminució de les precipitacions. A més, aquest canvi no és homogeni, sinó que s'escalfen més les zones de latituds més altes, així com també la regió Mediterrània. A Catalunya, les dades de l'observatori de Roquetes mostren un augment d'1°C al llarg del segle XX, cosa que repercuteix en un augment de l'evaporació potencial. En canvi, el registre de precipitació d'aquest mateix observatori no mostra cap tendència, ni a l'augment ni a la disminució. Resultats semblants s'obtenen en l'estudi de les condicions climàtiques en el conjunt de parcel·les on creix el pi roig a Catalunya, on hem observat un augment de la temperatura però no tendències en la precipitació. Com hem vist anteriorment, un augment de la temperatura condueix a un increment de les pèrdues per evapotranspiració. Coincidint amb aquests canvis en les condicions hídriques (major sequera), s'han detectat episodis de decaïment forestal i taxes de mortalitat més elevades de les que es poden considerar naturals.

Al nostre país, l'any 1994 es va produir una sequera molt important que va comportar una alta mortalitat d'arbres en zones tan diverses com els alzinars de Sant Llorenç del Munt i Montserrat i les pinedes de pi roig de la zona d'Arcalís (Pallars Jussà) i de la serra de Prades (Tarragona).

Quin és el mecanisme pel qual la sequera afecta els ecosistemes? En condicions de sequera, la quantitat d'aigua al sòl és inferior a la que hi hauria en condicions normals, i això altera el balanç d'aigua al sòl, repercuteix en les plantes (que poden fer ajustos fisiològics i morfològics) i finalment afecta el creixement i la demografia de les poblacions produint mortalitats elevades o afectant la seva capacitat de produir descendents. Això repercuteix en la comunitat, ja que canvien les relacions de competència entre espècies, i les espècies més vulnerables a la manca d'aigua desapareixen. A la llarga, doncs, pot modificar-se la composició de les comunitats ecològiques. Finalment, també cal considerar els efectes en aspectes funcionals dels ecosistemes, com el balanç d'energia o de nutrients. Tot plegat també té conseqüències per als éssers humans, ja que aquestes propietats ecosistèmiques proporcionen serveis ambientals (com aire i aigua de bona qualitat) o la capacitat de segrest de carboni per part de la vegetació. Així, el manteniment d'aquests serveis depèn d'un funcionament adequat dels ecosistemes.

A continuació exposaré alguns casos on s'han vist efectes de la sequera en els boscos. Això ho estudiem mitjançant estudis observacionals, basats en la variabilitat climàtica i observant els canvis que ja s'estan produint, i estudis experimentals, basats en la modificació experimental de les condicions ambientals per simular situacions de sequera extrema. Al CREAM s'han fet estudis d'exclusió d'aigua per simular situacions de sequera a Castelltallat (Bages), al Garraf i a la serra de Prades.

Quins efectes produeix la sequera als ecosistemes? S'ha vist repetidament que les condicions de sequera fan davallar la productivitat de les plantes, particularment dels boscos. La sequera de l'estiu de 2003 fou una de les més intenses mai registrades a Europa. A l'Europa central es van assolir temperatures extraordinàriament elevades que van persistir durant bona part de l'estiu. Es va veure que aquesta sequera havia causat un declivi molt important en la productivitat dels boscos europeus.

En un estudi experimental a la serra de Prades, s'ha exclòs l'aigua que arriba al sòl en un bosc dominat per l'alzina, l'arboç i el fals aladern. S'ha vist que per a l'arboç i l'alzina hi ha una davallada molt clara del creixement sota les condicions experimentals de sequera. A més, també es produeixen canvis demogràfics: en el tractament de sequera, la mortalitat de les tres espècies augmenta, però ho fa molt més en el cas de l'alzina.

Una de les espècies que s'ha estudiat més a casa nostra és el pi roig. Enregistrant el creixement anual dels pins durant dècades, hem vist que el creixement de les pinedes de pi roig és elevat en zones càlides sempre que hi hagi bona disponibilitat d'aigua. En canvi, en zones més seques, el creixement disminueix en augmentar la temperatura, presumiblement perquè temperatures més altes impliquen major demanda evaporativa atmosfèrica. El creixement del pi roig a Catalunya ha presentat una tendència a l'augment durant bona part del segle XX, probablement a causa dels canvis en la gestió forestal i per l'efecte fertilitzador de l'augment en el CO₂ atmosfèric. Però aquesta tendència ha canviat en els darrers 20-25 anys, uns anys més secs en què el pi roig ha disposat de menys aigua, la qual cosa n'ha afectat el creixement. En estudis més detallats en diverses pinedes de pi roig de Catalunya, hem registrat mortalitats i defoliacions elevades i, alhora, hem vist que la regeneració també es veu afectada: mentre que el pi roig normalment es regenera malament després d'una sequera, altres espècies, com alzines i roures, ho fan de manera abundant. Tot això pot dur a canvis en la vegetació, amb una migració d'alzines i roures cap a zones on abans dominava el pi roig.

Fent servir dades de l'Inventari Forestal Nacional (IFN), hem vist que, a més de les condicions de sequera, també és important l'estructura del bosc, ja que la mortalitat es concentra allà on els boscos són més densos i contenen arbres més grans; és a dir, on hi ha més competència. Les condicions de sequera són importants, però s'han de situar en el marc de l'estructura del bosc i la seva dinàmica, de manera que, per a unes determinades condicions ambientals, el bosc pot subsistir en una determinada estructura de diàmetres o densitats. I aquí intervé la gestió forestal. Els boscos que tenen diferent estructura responen generalment a diferents gestions històriques. Això és important al nostre país, ja que la gestió dels boscos ha canviat molt en els darrers anys. Comparant els dos últims inventaris nacionals (IFN2 del període 1986-1995; IFN3 del període 1997-2008), s'observa que el percentatge d'arbres morts dempeus és molt més gran en el tercer inventari que en el segon pel que fa a les principals espècies forestals del país. Per què s'ha incrementat la quantitat d'arbres morts? Les condicions són més seques, però fonamentalment aquesta mortalitat s'explica per una gestió del bosc diferent. Ara es gestiona menys i es retiren menys els arbres morts o suprimits,

amb la qual cosa tenim arbres més grans i boscos més densos, i més competència pels recursos (especialment per l'aigua).

A banda d'això, hem de considerar que la sequera també produeix efectes indirectes, com ara un augment en les situacions de risc d'incendi. Això podria fer que els incendis, ja molt freqüents al nostre país, ho fossin encara més en el futur. També hi pot haver una major incidència de plagues, d'una banda perquè els insectes tendeixen a accelerar el cicle biològic a temperatures més altes, i també perquè en condicions de sequera hi ha més arbres debilitats que són atacats amb facilitat per les plagues.

Què ens espera en el futur? Ens hem de basar en models climàtics que coincideixen en el fet que la temperatura augmentarà uns 3 °C al llarg del segle XXI i l'augment serà encara més marcat a la Mediterrània. Aquests increments poden semblar poca cosa, però no hem d'oblidar que es tracta de temperatures mitjanes. Si volem trobar un lloc amb temperatures mitjanes 4 °C més altes que a Barcelona, per exemple, ens hem de desplaçar uns mil quilòmetres cap al sud, fins a les portes del desert del Sàhara! A més, els models prediuen que a partir d'ara canviarà la precipitació. En general plourà més al planeta, però al Mediterrani es prediu menys precipitació (disminució d'un 20 %, principalment a l'estiu). Temperatures més altes, que impliquen més demanda evaporativa i menys precipitació, determinaran més sequera. Això repercutirà en canvis en l'escorrentia superficial, que es calcula que es reduirà un 40 % a la península Ibèrica.

Com afectarà això els boscos? Els boscos tenen una certa capacitat d'adaptació a noves condicions, però aquesta té uns límits. Cal esperar que hi hagi canvis en la composició dels boscos i en el seu funcionament. Les espècies podrien migrar cap a zones més afins als seus requeriments, però la taxa a què canvia la temperatura és més alta que la taxa a què es poden desplaçar les distribucions de les espècies. Per compensar un augment d'1 °C de temperatura, per exemple, s'han de fer desplaçaments cap al nord de 145 km. Les espècies d'arbres no poden desplaçar-se aquestes distàncies en poques dècades. Això sí que es pot donar, en canvi, amb migracions altitudinals cap als cims de les muntanyes, ja que en aquest cas les distàncies que cal recórrer per compensar un determinat augment de la temperatura són molt menors. Ara bé, la superfície disponible disminueix a mesura que es puja en alçada, de manera que les àrees de distribució de moltes espècies es reduiran molt.

Això es veu molt clar, per exemple, en el cas del pi roig, espècie per a la qual es prediu que l'any 2080 les condicions òptimes per al creixement es trobaran a cotes d'entre 2.000 i 2.500 m, molt més altes que les actuals. A llarg termini, això implicarà una reducció dràstica de l'àrea de distribució d'aquesta espècie a la península Ibèrica.

En resum, cal recordar que les sequeres són cada vegada més freqüents i intenses i ho seran encara més en el futur. Això és degut tant a la disminució de les precipitacions com a l'augment de les temperatures. Actualment, els nostres boscos es troben en una situació de canvi, lligada en part a canvis en el clima i en part a canvis en la gestió forestal. A mitjà termini es produiran canvis importants en la vegetació del nostre país, els quals afectaran tant la distribució del bosc en general com la de les principals espècies forestals (diferents tipus de bosc). Existeix un cert marge per mitigar els efectes del canvi climàtic sobre els boscos, però alguns canvis són probablement inevitables.

Papallones, migracions i canvi climàtic

Constantí Stefanescu

Començaré amb una reflexió sobre la rellevància que els estudis sobre papallones (per exemple, com els afecta el canvi climàtic) poden tenir en un àmbit molt més general. En primer lloc, cal dir que, des del punt de vista de la biodiversitat, la terra està dominada pels insectes: aproximadament el 55 % dels quasi dos milions d'espècies descrites actualment són insectes. La proporció encara augmenta si considerem la biodiversitat desconeguda, amb estimacions que multipliquen aquesta xifra per deu! El problema és que una part important de la biodiversitat desconeguda no s'arribarà mai a conèixer perquè el ritme d'extinció és més ràpid que el de descripció de les espècies. La destrucció i fragmentació dels hàbitats, la introducció d'espècies invasores i també el canvi climàtic són factors que, conjuntament, posen en perill molts ecosistemes i n'afecten negativament la biodiversitat.

Quan es fan valoracions del percentatge d'espècies en perill ens trobem amb el problema que aquestes estimacions es basen en uns pocs grups d'organismes ben coneguts, com, per exemple, els ocells i altres vertebrats, els quals, no obstant això, representen una fracció minúscula de la biodiversitat del planeta. Per tant, hem de pensar que aquestes estimacions són agosarades i potser molt esbiaixades, i que caldria incorporar-hi algun grup d'insectes per tenir una idea més propera a la realitat. Dins d'aquests, els lepidòpters són possiblement els més indicats, ja que han estat molt estudiats i, juntament amb els coleòpters, els dípters i els himenòpters, són els ordres més importants en nombre d'espècies conegudes. De fet, el nombre d'espècies de lepidòpters és tan gran que es pot dir que un de cada vuit organismes vius del planeta és una papallona. A més, les poblacions de papallones poden ser molt abun-

dants, cosa que els confereix una gran importància en el funcionament dels ecosistemes.

Dins dels lepidòpters, les papallones diürnes constitueixen un grup molt adequat de bioindicadors per tres raons: 1) són molt sensibles a les condicions ambientals perquè tenen cicles biològics molt complexos, amb quatre fases diferenciades (ou, larva, crisàlide i adult) cadascuna de les quals amb requeriments específics. Això fa que cada espècie tingui un nínxol ecològic molt estret, l'alteració del qual comporta una regressió de la població. 2) A diferència d'altres insectes, tenen un valor estètic important que les converteix en organismes molt populars. I 3) tenen l'avantatge que són fàcils d'estudiar, ja que es poden identificar amb relativa facilitat. Així, doncs, ja des de fa temps s'han anat recollint dades sobre aquests insectes mitjançant mètodes contrastats, la qual cosa permet obtenir resultats científics robustos sobre aspectes molt diversos de la seva ecologia. Per exemple, les papallones s'utilitzen en diversos programes de seguiment, com ara el CBMS (*Catalan Butterfly Monitoring Scheme*), una xarxa d'estacions de seguiment que s'ha anat implantant progressivament per tot Catalunya i les illes Balears. Aquestes dades ens ofereixen gran quantitat d'informació per estudiar l'evolució de la biodiversitat a Catalunya.

Arribats en aquest punt, ens podem preguntar si les papallones són bones indicadors del canvi climàtic. A priori, algunes de les seves característiques fan pensar que sí. Per exemple, 1) són organismes ectotèrmics; és a dir, la seva temperatura depèn de la temperatura ambiental, la qual cosa les fa molt sensibles a aquest paràmetre ambiental; 2) tenen una alta fecunditat i cicles biològics curts, i això es tradueix en respostes ràpides en el temps, amb canvis d'abundància importants d'un any per l'altre que es poden relacionar amb característiques ambientals; 3) com que han cridat l'atenció dels naturalistes des de fa molt de temps (àdhuc segles), existeixen col·leccions entomològiques amb dades històriques molt acurades que reflecteixen les distribucions d'aquests insectes en el passat i que permeten comparar-les amb les distribucions actuals. Els canvis en les distribucions es poden, doncs, relacionar amb els canvis en el paisatge o en el clima.

Les dades del CBMS permeten estudiar els efectes del canvi climàtic a partir de diverses aproximacions. Per exemple, a Catalunya s'ha observat una estreta relació entre la riquesa d'espècies i el grau d'aridesa,

segons la qual el nombre d'espècies baixa acusadament a mesura que augmenta l'aridesa. Aquesta relació, que explica el 50 % de la variació del nombre d'espècies en una localitat qualsevol, permet fer prediccions sobre l'evolució de la diversitat en el futur en funció de les previsions del canvi climàtic. En concret, els models climàtics coincideixen a pronosticar un augment de l'aridesa al Mediterrani, que alhora ens permet pronosticar una pèrdua d'espècies al nostre territori a causa del canvi climàtic.

Aquesta correspondència entre papallones i clima també ens permet modelar la distribució d'espècies concretes basant-nos en uns pocs factors climàtics. Per exemple, amb dades del CBMS es pot definir el que s'anomena un embolcall climàtic per a cada espècie, que sintetitza les condicions climàtiques que permeten la seva presència. A partir d'aquests embolcalls climàtics es pot cartografiar la distribució potencial de les diferents espècies i fer prediccions de com evolucionarà aquesta distribució sota diversos escenaris de canvi climàtic. Aquest exercici ja s'ha fet a escala europea, considerant unes situacions d'augment de les temperatures de 2–4 °C el 2050 i el 2080. En una situació de major augment de temperatura i a més llarg termini, s'arriba a un panorama molt pessimista: segons els models, el 25 % de les espècies de papallones d'Europa es trobarien sota un risc d'extinció molt alt el 2080, perquè s'hauria reduït la superfície que ocupen actualment en prop del 95 %.

Ara bé, les dades actualment disponibles ens permeten afirmar ja que s'estan produint canvis? El canvi climàtic s'ha manifestat en canvis de temperatura arreu. A Catalunya, en concret, s'ha documentat un augment de la temperatura mitjana de 0,7 °C. Les dades extrems del CBMS demostren, efectivament, que aquests canvis climàtics ja repercuteixen de diferents maneres en les poblacions de papallones. Una primera manera de detectar-ho és a partir de les anàlisis de la fenologia. La fenologia estudia com se succeeixen en el temps els diferents fenòmens naturals (la brotada de fulles, la floració, l'aparició anual dels insectes, etc.). La metodologia del CBMS és molt adequada per detectar canvis fenològics, ja que permet precisar amb molt de detall les dates d'emergència de les diferents espècies i calcular els paràmetres que les caracteritzen (per exemple, la data mitjana de vol, que correspondria al moment en què han aparegut el 50 % dels exemplars d'una certa generació). Si analitzem l'evolució d'aquest paràmetre per a una localitat determinada a par-

tir d'una sèrie temporal llarga, podem detectar l'existència o absència de tendències significatives i relacionar-ho o no amb el canvi climàtic. En principi, es pot pressuposar que, si augmenta la temperatura, les dates mitjanes de vol s'aniran avançant, ja que, com més altes són les temperatures, més ràpidament s'acumulen els graus-dia, és a dir, l'energia necessària perquè un insecte pugui completar les fases del seu cicle biològic. En una de les localitats del CBMS, situada als aiguamolls de l'Empordà, hem vist que entre 1988 i 2002, la data mitjana de vol s'ha avançat en setze de les divuit espècies seleccionades. Així, doncs, podem predir amb molta confiança que, amb l'escalfament climàtic, es produirà un avançament dels períodes de vol de molts insectes. Una possible conseqüència d'això és una pèrdua de sincronia en la xarxa tròfica de l'ecosistema, amb desacoblaments importants entre els diferents elements que la componen. Per exemple, ja s'ha comprovat que es pot arribar a una situació de manca de preses (com ara erugues de lepidòpter) per a diferents espècies d'ocells insectívors, menys sensibles a l'escalfament global. També hi poden haver desacoblaments entre els insectes pol·linitzadors i les flors que pol·linitzen, tot i que encara no hi ha estudis que ho demostrin. Si es produïssin, podrien contribuir a la crisi de la pol·linització que ja es comença a detectar en alguns països europeus i afectar la producció de plantes d'interès agrícola, a més dels efectes més generals en el funcionament dels ecosistemes.

Una altra manera de veure com responen les papallones al canvi climàtic és estudiar els canvis en la seva distribució. Un dels primers estudis que mostrava canvis generals en la distribució d'un grup d'organismes d'acord amb les prediccions del canvi climàtic es va centrar, justament, en les papallones. Combinant dades d'arreu d'Europa es va comprovar que un gran nombre d'espècies estaven expandint els seus límits septentrionals i retraient els seus límits meridionals. Per exemple, a començaments del segle passat, la blaveta (*Lycaena tityrus*) era relativament comuna a la meitat nord de Catalunya, però, a mesura que va anar avançant el segle, les poblacions que ocupaven les zones baixes van desaparèixer i, a partir de la dècada dels setanta, l'espècie va quedar relegada a la seralada dels Pirineus i al Montseny. Als anys vuitanta va desaparèixer del Montseny i ara només es troba als Pirineus. Paral·lelament, aquesta papallona ha ampliat la seva distribució cap al nord d'Europa, fins a Estònia, seguint el desplaçament del seu embolcall climàtic. Els límits en l'àrea de

distribució de la majoria de les espècies estudiades es van desplaçar al voltant de 100 km en el darrer segle, una distància que coincideix precisament amb el desplaçament que han experimentat les isoterms durant el mateix període.

Una alternativa als desplaçaments latitudinals són els desplaçaments altitudinals. Fa uns pocs anys, es va publicar un article sobre els canvis de la distribució de les papallones a la serra de Guadarrama comparant mostres dels anys setanta i dels anys 2003 i 2004. Per a una espècie com la *Satyrus actaea*, l'òptim de la població als anys setanta se situava al voltant dels 1.600 m; en canvi, trenta anys més tard, aquest òptim s'havia desplaçat fins als 2.000 m. Altre cop, aquest desplaçament coincideix gairebé exactament amb el que havien experimentat les isoterms. D'altra banda, aquests canvis altitudinals signifiquen que la distribució potencial de les espècies es redueix progressivament (la superfície total que poden ocupar disminueix a més alçada) i això té implicacions importants per a la conservació. En àrees més petites les poblacions són també més petites i això fa augmentar el seu risc d'extinció. Aquest problema és especialment important en el cas de muntanyes isolades on persisteixen poblacions relictas, que en el cas de Catalunya només es troben als Pirineus. En muntanyes isolades, com per exemple el Montseny, l'extinció local de les poblacions és molt més greu, perquè les possibilitats que hi hagi una recolonització a partir de poblacions molt llunyanes són pràcticament nul·les. *Maculinea arion* o *Lycaena tityrus* són exemples de papallones que ja pateixen aquest fenomen al massís del Montseny.

Fins ara he parlat de canvis de distribució d'espècies essencialment sedentàries, però també hi ha espècies molt més mòbils que poden fer desplaçaments de llarga distància i respondre molt ràpidament i de forma dràstica al canvi climàtic. Així, darrerament estan apareixent a Catalunya un seguit de papallones d'origen africà que fins ara mai no s'havien vist. Es tracta d'espècies plenament migratòries. L'exemple més clar és la papallona tigre (*Danaus chrysippus*), que des del començament dels anys vuitanta irromp als estius amb una freqüència creixent, resseguint la costa catalana. L'espècie ha trobat plantes nutrícies que poden servir d'aliment a les erugues, i això li ha permès establir poblacions temporals (a vegades de molts individus), que sobreviuen fins que arriba el fred de l'hivern. Malgrat aquestes extincions periòdiques, l'espècie torna a aparèixer l'any següent gràcies a noves recolonitzacions.

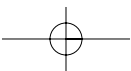
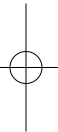
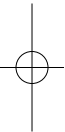
Ens podem preguntar com ho fan aquestes espècies de papallones per recórrer distàncies de milers de quilòmetres des de l'Àfrica fins a Europa. Els nostres estudis sobre la papallona dels cards (*Vanessa cardui*), una migradora regular, aporten algunes respostes. Aquesta papallona efectua migracions transcontinentals i arriba a les nostres contrades cada primavera, cap al mes d'abril, procedent del nord d'Àfrica. Tan bon punt arriba, es reproduïx i la seva descendència, que emergeix a començaments d'estiu, prossegueix l'expansió cap al nord d'Europa, fins ben bé els països nòrdics.

A Catalunya, la *Vanessa cardui* presenta irrupcions sobtades, normalment entre abril i maig. Des del principi vam observar que les irrupcions coincidien amb intrusions de pols africana i vam comprovar que hi havia una correspondència estadística entre ambdós fets. A partir d'aquesta informació, vam aplicar tècniques de retrotrajectòries, que modelen l'origen i el transport de partícules incloses dins d'una massa d'aire determinada, i vam identificar unes àrees al nord d'Àfrica que semblaven les zones d'origen de la papallona. En una segona fase, vam organitzar una expedició a una d'aquestes àrees (a la regió del Petit Atlas, al Marroc) a l'època adequada, i vam poder comprovar sobre el terreny les prediccions del model. Al lloc i dates previstes vam trobar una gran densitat de les plantes nutrícies de les larves, així com d'erugues alimentant-se'n. A més, vam tenir la sort de presenciar una emergència massiva de papallones del card a la zona que havíem predit amb el model. Aquests exemplars acabats d'emergir estaven a punt per viatjar cap a les nostres contrades aprofitant els corrents d'aire esmentats, tal com vam poder comprovar poc després amb les observacions fetes ja a Catalunya.

Hem parlat d'espècies migratòries que no suposen problemes per a l'ésser humà, però aquest mateix fenomen es pot aplicar a molts altres insectes, no sempre papallones, alguns dels quals poden ser un problema per als conreus i altres interessos humans. Per exemple, el microlepidòpter *Cornifrons ulceratalis*, típic de zones desèrtiques d'Algèria, mai no s'havia trobat a Europa, ja que no és una espècie migradora. No obstant això, l'octubre de 2007, i coincidint amb un episodi de temperatures extremament altes, va aparèixer de cop en una sèrie de localitats del sud de França, al nord de Catalunya i a les illes Balears. L'episodi va coincidir amb una intrusió extraordinària de pols africana. En aquest cas, una espècie de papallona no migradora va ser capturada pels cor-

rents d'aire i un gran nombre d'individus van ser propulsats fins al sud d'Europa. Si en el futur aquests episodis augmenten en freqüència, hi ha el perill que ens arribin espècies d'origen subtropical que fins ara mai no havien estat aquí, algunes de les quals poden convertir-se en plagues agrícoles importants. De fet, l'espècie mencionada és coneguda com una plaga greu del sèsam al nord d'Àfrica. Aquí no es conrea el sèsam, però es podria convertir en una amenaça per a altres conreus.

Resumint, hem vist que les papallones responen clarament al canvi climàtic d'acord amb les prediccions que es poden fer de forma teòrica. Hem vist com van modificant-se les seves distribucions a mesura que les condicions climàtiques canvien, i també hem vist que es donen fenòmens de transport a llarga distància que poden afectar tant papallones com altres insectes (o altres organismes que poden ser transportats pel vent), potencialment perillosos per a l'agricultura a Europa. Per tant, els estudis amb papallones poden aportar informació molt valuosa per entendre els canvis que ja han començat a ocórrer i que en el futur encara afectaran més els nostres ecosistemes.



L'expansió dels senglars i els conflictes que genera en zones urbanitzades

Carme Rosell

Començo amb una citació de Carles Bosch de la Trinxeria, que al seu llibre *Records d'un excursionista*, de 1887, diu: «El porc senglar, que tant abundava quan els boscos cobrien les nostres muntanyes, ha desaparegut amb llur destrucció. Ignoro si n'hi ha encara en algunes bosquíries de les nostres províncies catalanes; com que ni els caçadors ni els excursionistes en parlen mai en les seves excursions, hem de creure que s'ha acabat. El que hi ha de cert és que en tota la nostra serralada pirenaica no se'n troben; únicament en les impenetrables bosquíries de Requesens, i encara s'acaben de perdre per la destrucció que en fan els llops». El mateix autor deia: «L'Artur Osona diu que encara en queden als boscos de les Guilleries».

Els apunts que trobem a les novel·les i als escrits dels excursionistes de la darrereria del segle XIX ens situen el senglar com un animal a punt d'extingir-se i molt associat a les bosquíries més feréstegues. Han passat cent anys i ara el que veiem és la gran proliferació d'aquesta espècie, fins i tot observada en alguns barris de Barcelona. Avui intentaré explicar com el senglar ha tingut la capacitat d'aprofitar d'una manera espectacular els canvis esdevinguts en els nostres paisatges.

El senglar és un dels grans mamífers del nostre país. Els mascles poden arribar a pesar 150 kg, tot i que normalment estan per sota dels 100 kg, i les femelles rarament superen els 70-80 kg. El senglar presenta una sorprenent variació de pelatge, dependent de la temporada i de l'edat. Fins als 5 o 6 mesos (anomenats garrins, raions o virats) tenen un pelatge bru amb ratlles longitudinals més fosques. A l'entorn dels 6 mesos perden les ratlles i adquireixen un color vermellós (i en relació amb això se'ls anomena vermellots o també nodriços). Els adults (a partir dels 10

o 12 mesos) tenen una coloració gris-negrosa. El senglar presenta encreuaments amb el porc domèstic (pertanyen a la mateixa espècie) i aleshores manifesta una gran variació en el pelatge segons si s'assembla més al porc domèstic o al senglar.

Una característica especial dels senglars és la gran quantitat d'empremtes que deixa en el paisatge. Molt sovint s'observen els seus rastres en camps i boscos, rastres com femtes, petjades, jaços, furgades o esterrejalls. Les furgades resulten de remoure el sòl amb el morro per buscar menjar. Els jaços de cria són uns apilaments de matèria vegetal que preparen uns dies abans del part per tenir els garrinets agrupats prop de la femella; es tracta d'un mecanisme per agregar la mare i els petits durant les primeres hores després del naixement. Els esterrejalls són zones on es rebolquen en el fang per impregnar-ne el seu pelatge. Tenen la forma del cos de l'animal i s'hi troben sovint les empremtes del pelatge. Després de rebolcar-se es freguen en arbres propers, on també acostumen a deixar incisions fetes amb els ullals. Sovint es tracta d'arbres resinosos com els pins i s'ha fet la hipòtesi que aquest comportament té una funció antiparasitària. Els arbres també són dipositaris de missatges, amb marques que fan amb un cop sec dels ullals, on queda saliva i hormones, senyals de comunicació per a altres congèneres indicant l'estat de l'animal. Finalment, un altre senyal són els corriols, els seus camins de pas entre la boscúria.

Per entendre els problemes que ha generat el senglar s'han de tenir en compte tres característiques importants. Per començar, el senglar té una productivitat molt elevada, té moltes cries. Això s'explica per una pubertat precoç (amb 30 kg ja poden gestar), una gestació relativament curta (com diuen a muntanya, de 3 mesos, 3 setmanes i 3 dies, uns 120 dies), una mitjana elevada de fetus per ventrada (4 o 5 porquets) i poques pèrdues, ja que tenen pocs depredadors. Estudis de les ventrades a la península Ibèrica mostren un rang d'entre 3 al Pirineu aragonès i 5 als aiguamolls de l'Empordà. Aquestes ventrades tan grans poden anar associades a una gran abundància d'aliment i a l'encreuament amb el porc domèstic. Per reduir-ne la productivitat, per tant, s'ha de veure si es pot disminuir la disponibilitat d'aliment i vigilar el seu encreuament amb el porc. El seu principal període de zel va de setembre a desembre, quan hi ha més disponibilitat de glans i d'altres aliments. Algunes femelles poden entrar en zel fora d'aquest període però són poques; als aigua-

molls de l'Empordà, on hem recollit mostres durant tot l'any, hem confirmat que el zel es concentra bàsicament a la tardor.

El segon factor que explica l'èxit del senglar és la dieta. S'ha dit repetidament que la seva dieta està basada en els fruits forestals (aglans, fages, castanyes) i també en altres materials d'origen vegetal. Les diferents anàlisis de la dieta a les poblacions del Montseny i als aiguamolls de l'Empordà mostren, com en altres estudis fets arreu d'Europa, una dominància de material vegetal, però també hem trobat una petita proporció (fins a un màxim d'un 10–11 %) de proteïna animal, una petita ingesta d'escarabats, miriàpodes, anèl·lids i cargols, i també petites restes de vertebrats, com salamandres i rèptils. Als aiguamolls, la dieta mostra una extrema variació estacional: a l'hivern es basa en aliments hipogeus que troba furgant en ecosistemes d'aiguamolls, dins les zones de reserva, i a l'estiu la ingesta es compon bàsicament de plantes cultivades, com el gira-sol i el blat de moro. Els senglars detecten ràpidament on hi ha l'oferta d'aliment i on és més fàcil d'aconseguir, i organitzen els seus moviments en funció d'aquesta disponibilitat d'aliment.

Una altra característica important és l'organització social, que és extremament complexa i elaborada. Són animals gregaris amb pautes complexes de comportament, de senyals i missatges. També es comuniquen a través dels sons (sons per alertar, d'agregació, de crida als petits, etc.). La base de l'organització social la constitueixen grups de femelles amb joves de diferents edats. A vegades es veuen grups petits de mascles joves; són grups transitoris, ja que els mascles acaben fent vida solitària, excepte en les èpoques de zel, quan s'ajunten amb els grups de les femelles. Al llarg de l'any van canviant els grups de senglars d'un determinat lloc. A la tardor, durant el zel, hi ha grups grans, que excepcionalment arriben als 20-30 individus, o encara més, amb entrades i sortides constants de mascles. Al voltant d'un grup matriarcal rondan els mascles, que poden ser fins a 4 o 5, barallant-se entre ells per accedir a les còpules. Els mascles juvenets són expulsats per tal que iniciïn la seva trajectòria adulta. A la primavera, el grup canvia totalment. Les femelles deixen el grup temporalment, per parir, i els mascles fan vida solitària. Durant l'estiu, les femelles amb els seus petits s'agrupen de nou constituint grups matriarcal. No sempre els grups es refan tal com estaven, tot i que les femelles tendeixen a retornar al grup. Els conflictes que produeix el senglar per accidents a les carreteres, entrada en zones urbanes o d'altres

tenen molta relació amb la fase del cicle biològic en què es troben les poblacions. A la tardor, quan hi ha més moviments dels grups, és quan tenim més problemes a les carreteres.

Un altre aspecte que cal tenir en compte quant a l'organització social és la seva capacitat d'aprenentatge. Els grups estan liderats per la femella més experimentada, reconeguda per la resta com la que regeix els moviments del grup. La líder està a l'aguait de tot, inspecciona l'entorn contínuament i interpreta els senyals. Amb un ronc seu s'emporta el grup sencer. Si una femella aprèn a utilitzar un recurs nou (com per exemple, obrir un contenidor o entrar en un jardí), ho ensenya a la resta del grup i a la progènie, que incorpora el nou aprenentatge. Així, el senglar disposa d'un mecanisme extraordinàriament ràpid d'aprendre i de transmetre comportaments apresos (culturals), i això li dona una capacitat d'adaptació al medi molt peculiar que altres animals de la nostra fauna no tenen. Això li ha permès «triumfar» de la manera com ho està fent.

La distribució geogràfica del senglar s'estén per tot Europa i part d'Àsia, tot i que està limitada pel nord, ja que els sòls gelats i els gruixos de neu importants no li permeten viure-hi de manera estable. També se'l troba a Austràlia, a l'Amèrica del Sud i a l'Amèrica del Nord, on ha estat introduït. Sigui en les seves formes salvatges «pures», sigui en els encreuaments, ha colonitzat pràcticament tot el món. Pel que fa a l'altitud, se'l pot trobar des de ran de mar fins als 2.200 m (o excepcionalment més i tot), tret de l'hivern, quan es desplaça cap a zones més baixes a causa de la neu i el gel. El senglar ha colonitzat tot tipus d'hàbitats. Al principi només se'l trobava en hàbitats forestals i més endavant l'hem trobat en tota mena de zones de conreu, en aiguamolls, etc. L'escalfament global afavorirà l'expansió del senglar, ja que li permetrà colonitzar tant latituds més nòrdiques com majors altituds. Una espècie que era considerada estrictament forestal, veiem que no ha tingut problemes a ocupar uns hàbitats totalment diferents.

Quants senglars hi ha? Com se'n pot estimar la densitat? El senglar és un animal molt difícil de censar. Podem obtenir una primera idea del seu cens a partir de les dades de caça. Tot i que aquestes només ens donen una dada orientativa —ja que sabem els senglars caçats però no sabem l'esforç de caça— i no ens permeten calcular la densitat, la comparació d'aquestes dades permet veure l'evolució en el temps. A Catalunya observem que, dels anys noranta ençà, s'ha passat d'unes captures d'uns 6.500

exemplars durant la temporada de caça 1990-1991 a uns 27.000 durant la temporada 2007-2008, la qual cosa dóna una idea de l'expansió brutal de l'espècie.

Per tenir dades més precises, el Departament de Medi Ambient i Habitatge i la Diputació de Barcelona, juntament amb diversos espais naturals i la Federació de Caça de Tarragona, participen en un programa de seguiment del senglar que integra dades de disset observatoris. S'ha procurat tenir mostrejades zones diverses del Pirineu, la Garrotxa i hàbitats continentals (zona del Priorat, del Montsant i dels ports de Beseit), així com també la Serralada Litoral i la Prelitoral. Amb la col·laboració de guardes i caçadors, una persona responsable pren nota dels resultats de cada batuda. Amb aquestes dades es fan les estimacions de densitat. Els resultats d'aquest seguiment indiquen que Girona i les comarques del nord de Barcelona tenen densitats elevades (> 10 individus/ha), coincidint amb la dorsal pluviomètrica i cobertes forestals denses. En altres zones del país, les densitats són més baixes i assoleixen els seus mínims als Pirineus i en algunes zones de caràcter continental. També podem veure les tendències, que són ben diferents segons les zones. Al Montseny, com al Montnegre-Corredor i altres sectors propers, entre els anys 1998 i 2002 tenim densitats moderades d'uns 4 individus/100 ha, que augmenten posteriorment fins a situar-se en 6-8 individus/100 ha. Al Garraf, en canvi, les densitats són més baixes i estables, entorn de 2 individus/100 ha. A Sant Llorenç del Munt també es veu una tendència ascendent, tot i que l'increment és suau. Collserola mostra una progressió espectacular i se situa actualment entorn dels 10 individus/100 ha.

Els esmentats augments, especialment les variacions interanuals, tenen molt a veure amb la disponibilitat d'aliment. En anys amb molt de gla, el 83 % de les femelles gesten i la mida de la ventrada és de més de 4 fetus per femella. En canvi, en anys de poc gla, només el 52 % de les femelles gesten, amb 3 fetus per femella. I l'únic depredador que té una incidència important és l'home, que n'extreu uns 20.000-30.000 individus cada any amb la cacera.

Passant al tema dels conflictes que inclou el títol d'aquesta conferència, els senglars suposen riscos per al trànsit, ja que són causa d'accidents a les carreteres i també comporten danys als conreus. Darrerament, a banda dels tradicionals danys al blat de moro o altres

conreus herbacis, els senglars també afecten vinyes i arbres fruiters. També afecten la conservació en les àrees d'interès natural, per exemple, pel consum de bulbs d'orquídies i altres plantes protegides. A la serra de les Alberes s'ha enregistrat el consum de les postes de tortuga, i als aiguamolls, de les postes d'ocells d'espècies amenaçades.

El fet més espectacular és que el senglar també ha entrat a les ciutats i ha après a treure profit d'aquests ambients. Podem dir que el senglar s'expandeix a redós dels humans, és una espècie sinantròpica. Els problemes van començar a ser ben evidents ja fa uns deu anys, i no només a Barcelona, també a Girona i Lleida, així com també a poblacions més petites. Els senglars han descobert que en els ambients urbans també hi troben menjar, molt sovint perquè les persones els en donen, i això els atrau. Dades preses pels tècnics del Parc de Collserola mostren que els conflictes els causen principalment els grups matriarcals en els moments en què les femelles s'han separat del grup i es mouen acompanyades dels seus joves, a finals de primavera i a l'estiu. També s'ha vist que la mitjana de pes de les femelles és significativament més gran en les femelles habituades a menjar en entorns urbans que en les de bosc. Aquests individus completament habituats a viure en entorns urbans són irrecuperables per a la vida salvatge i s'han de capturar i sacrificar-los o mantenir-los captius la resta de la seva vida. No els podem retornar al seu medi forestal perquè des que han nascut s'han habituat a obtenir menjar en zones urbanes i, si els alliberem en boscos, buscaran de nou i ràpidament els ambients urbans que coneixen. És imprescindible treure els senglars del medi urbà; si no ho fem, i de manera ràpida, les femelles aniran criant i cada vegada hi haurà més senglars habituats a viure a les ciutats, de manera que el problema anirà creixent. Per evitar-ho, a banda de capturar els animals habituats als humans, cal eliminar tot allò que els atrau: canviar pràctiques de jardineria (practicar xerojardineria, per exemple, ja que les gespes humides els atrauen perquè hi proliferen els invertebrats dels quals s'alimenten), fer canvis en el mobiliari urbà per evitar que puguin obrir contenidors i alimentar-se de deixalles. I, sobretot, evitar que hi hagi persones que els donin aliments.

Però, com afrontar el problema de les persones que els alimenten? A Barcelona, en un tríptic anomenat «Conviure amb el senglar», es van fer recomanacions a la ciutadania, com ara no donar menjar als senglars. Hem de parlar més clar. Els ciutadans tenen la impressió que donant-

los menjar fan una tasca de conservació de la fauna salvatge. Diuen: «No troben menjar al bosc i es moriran». Però hem d'invertir el raonament: no és que no tinguin menjar al bosc, sinó que prefereixen el menjar fàcil que els ofereixen els medis urbans. Potser podrem canviar aquests hàbits si expliquem clarament als ciutadans que, si donen menjar als senglars, els estan condemnant, perquè no ens queda altre remei que sacrificar-los o mantenir-los en captivitat la resta de la seva vida. A més, els punts d'alimentació tenen riscos sanitaris, ja que a tot arreu on hi ha agregacions d'animals hi ha risc d'epidèmies i de malalties infeccioses. Per això, la Generalitat de Catalunya ha prohibit donar menjar als senglars en punts d'alimentació. Totes aquestes pràctiques de nodrir la fauna salvatge, i el senglar concretament, s'han d'eradicar, ja que n'augmenten la productivitat, canvien el comportament de les espècies salvatges i empitjoren els problemes.

Queda per tractar el tema dels accidents a les carreteres i el comentaré basant-me en l'estudi «Anàlisi de les col·lisions amb ungulats a les carreteres de Catalunya», de l'any 2006, fet per encàrrec conjunt dels departaments de Medi Ambient i Habitatge i de Política Territorial i Obres Públiques. Del 2000 al 2006, es van recollir dades dels accidents causats per animals, on en el 95 % dels casos la causa n'era el senglar. Això ha generat una gran preocupació entre les companyies asseguradores i també entre els caçadors (a qui les asseguradores els reclamen els danys). El màxim nombre de col·lisions es dona entre l'octubre i el gener, l'època de zel del senglar, on hi ha més moviments i barreja de grups, i a més és l'època de cacera. El màxim d'accidents es produeix entre les 7 del vespre i les 12 de la nit, moment en què els senglars comencen la seva activitat, que és bàsicament crepuscular i nocturna. Per resoldre aquest problema, ens pot ajudar la seva estacionalitat. Per exemple, en llocs molt conflictius, es poden fer estassades al setembre a les vores de les carreteres per augmentar la visibilitat. S'han identificat els trams amb un alt nombre d'accidents: 178 trams de concentració de col·lisions, 36 dels quals han estat qualificats d'atenció prioritària. En aquests punts s'ha començat a actuar: a cada punt s'ha de fer un estudi particular i s'han recomanat les mesures més adequades, ja que no hi ha receptes generals. En alguns punts molt concrets i que es coneixen molt bé s'aplica una mesura temporal, com els repel·lents olfactius, però només té efecte durant un curt període de temps. Una altra mesura és la senyalitza-

ció dels punts crítics de pas d'animals per alertar els conductors i la limitació de la velocitat de circulació, però els conductors s'hi habituen i no fan cas dels senyals, ni tan sols si es canvia el paviment per fer-lo més sorollós. La solució més efectiva per evitar accidents en alguns trams és construir passos de fauna i tancar perimetralment la via que condueixi els animals cap al pas. S'ha vist que els senglars els utilitzen molt intensament i que ràpidament han après a passar per sota de la carretera.

Per acabar, vull dir-vos que la gestió de les poblacions de senglar i dels conflictes que ocasionen és tot un repte; però es fan coses i, si aquestes s'apliquen basant-nos en els coneixements que tenim de l'espècie i es fan ben fetes, funcionaran. Sobretot, però, fa falta cooperar i tenir procediments àgils i ràpids d'actuació per evitar que els problemes creixin.

Si us interessa més informació sobre el senglar, podeu trobar-ne a: <http://www.minuartia.com/public/publicacions>.

