

AULA D'ECOLOGIA

ANNA ÀVILA I JAUME TERRADAS (EDS.)

AULA D'ECOLOGIA

CICLE DE CONFERÈNCIES
2012

Universitat Autònoma de Barcelona
Servei de Publicacions
Bellaterra, 2013

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

Aula d'Ecologia : cicle de conferències 2012 ; Anna Àvila, Jaume Terradas (eds.). — Bellaterra :
Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2013. — (Ciència i Tècnica ; 46. Ecologia)

ISBN 9788449036194

I. Universitat Autònoma de Barcelona
II. Col·lecció
III. Àvila, Anna
IV. Terradas, Jaume
1. Museu Blau de Barcelona
2. Pesca — Aspectes ambientals — Congressos
3. Ecologia agrícola — Congressos
4. Vegetació i clima — Congressos
5. Canvis climàtics — Aspectes ambientals — Congressos
6. Ecologia urbana — Catalunya - Barcelona
7. Aigües subterrànies — Catalunya — Barcelona
574(063)
Codi IBIC: PSAF

L'Aula d'Ecologia ha estat, en els cicles del 1996 al 2012, 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

Dibuix del Sr. Salvador Rueda de la Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

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 978-84-490-3619-4

Dipòsit legal: B. 8.091-2013

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, fotogràfic, electrònic,
per fotocòpia o per qualsevol altre, sense el permís previ de l'editor.

Índex

- 9-12 Pròleg, per Jaume Terradas
13 Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2012

Dissetè cicle de conferències 2012

- 15-24 **Esteve Corbera**
Pagar per conservar: exemples dels tròpics
- 25-33 **Àlex Aguilar**
La pesca, una activitat condemnada?
- 35-38 **Alfred Pastor**
Postcrisi econòmica i financera:
un nou marc per a la sostenibilitat mundial
- 39-43 **Mara Dierssen**
El cervell: com respon als reptes i canvis de l'entorn
- 45-51 **Santi Sabaté**
Vegetació i canvi climàtic
- 53-58 **Andreu Ulied**
Com s'adapten les ciutats al canvi climàtic
- 59-64 **Salvador Rueda**
Barcelona, cap a un model de ciutat autosuficient
- 65-78 **Ramon Arandes**
L'aprofitament de les aigües del subsòl a Barcelona
- 79-85 **Eduard Pla**
Aigua i canvi global a Catalunya
- 87-91 **Anna Omedes**
El Museu Blau de Barcelona:
un museu de ciències naturals per al segle XXI

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 2012 de l'Aula d'Ecologia i és el que fa quinze de la sèrie. L'Aula és una iniciativa de l'Ajuntament de Barcelona, ara sota la responsabilitat de Parcs i Jardins, que es realitza mitjançant un conveni amb la Universitat Autònoma de Barcelona i amb la cooperació del Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF). El cicle 2012 va tenir lloc a la Biblioteca Jaume Fuster de Barcelona. Els resums han estat elaborats per la Dra. Anna Àvila, investigadora del CREAF, i revisats pels mateixos ponents.

En aquesta edició, com és habitual, es van tractar temes diversos relacionats amb qüestions ambientals. Es va fer una especial incidència en alguns temes relacionats més directament amb Barcelona i Catalunya, però d'altres van tenir un abast més ampli. Entre aquests darrers, la conferència d'Esteve Corbera sobre conservació va estar dedicada a les estratègies per valorar econòmicament els serveis ambientals produïts per boscos i espais agraris. També s'hi va tractar el tema del pagament d'aquests serveis ambientals per fer possible la conservació, il·lustrat amb exemples de casos (Costa Rica, Cambodja, Mèxic, Catalunya). Es va comentar el tema crucial de la propietat dels drets de CO₂ dels boscos (propietaris legals, gestors) i de qui ha de pagar, com, quan i quant.

També va tractar de la gestió de recursos naturals la conferència d'Àlex Aguilar sobre la pesca, en què l'autor va posar de manifest com aquesta activitat recol·lectora ha dut a una sobreexplotació insostenible del mar. L'augment de l'esforç pesquer amb prou feines es manté prop del sostre de cent milions de tones desembarcades, predit per la FAO el 1971. Els grans caladors de fa un segle s'han buidat, sobretot de grans depredadors, els que tenen més demanda. El procés històric que ha dut a aquesta situació té relació amb l'aparició de regulacions cada cop més allunyades dels col·lectius pesquers i amb un efecte «tragèdia dels béns

comunals» en les aigües lliures. Les xarxes de ròssec i deriva, el desaprofitament de gran part del producte, el sobrepreu cultural d'algunes espècies, la globalització, el mal ús dels subsidis i les pesques il·legals posen de manifest una manca de governança desastrosa des del punt de vista de la sostenibilitat.

La qüestió de la sostenibilitat també va ser tractada, però en relació amb el nou marc que planteja la postcrisi econòmica i financera, per l'economista Alfred Pastor. Pastor va partir de la impossibilitat de predir el futur i va posar els exemples dels vaticinis de Tertulià, Malthus i Ehrlich sobre la base de la finitud dels recursos, ja que sempre se'n troben de nous i la població tendeix a estabilitzar-se per ella mateixa. L'autor es pregunta si estem disposats a viure amb menys i conclou que no es pot edificar una societat regida pel mòbil econòmic, ni es poden ignorar els impulsos econòmics, que són tan poderosos, ni modificar la seva acció amb enginyeria social. La crisi és conseqüència d'haver deixat el comandament als impulsos econòmics i d'oblidar-se del paper de la justícia i que la societat està formada per persones.

L'intent d'entendre millor com estan fetes les persones, i en particular el cervell humà, amb la seva capacitat de respondre als reptes i canvis de l'entorn, va ser el tema de la conferència de Mara Dierssen. S'ha progressat molt amb l'ús de tècniques de neuroimatge, que posen de manifest la plasticitat del cervell: les respostes de persones procedents del món rural i del món urbà difereixen, així que l'entorn ens condiciona. D'altra banda, avui sabem que l'expressió de la genètica en proteïnes pot ser modificada per l'entorn per via epigenètica, i que alguns d'aquests canvis s'hereten. Així que l'entorn influeix sobre la memòria, el llenguatge, les funcions executives, etc. (neuroplastoconomia). El connectoma es configura a partir de la genètica i els processos de desenvolupament i acció de l'entorn. Entendre com es configura el connectoma pot permetre millorar la creativitat i la capacitat d'aprenentatge.

Santi Sabaté va tractar una altra resposta, la de la vegetació al canvi climàtic. Va posar de manifest quin és l'origen del diòxid de carboni que s'acumula a l'atmosfera i del paper de la vegetació i els sòls en retenir-ne una part, però també de les conseqüències de la desforestació, dels incendis, de les pèrdues de carboni dels sòls per l'escalfament, tant en zones boreals com tropicals... Va comentar els experiments realitzats per investigadors del CREAF a Prades (Baix Camp) i a Castelltallat (Bages) i els estudis basats en la modelització (model Gotilwa-) i va posar l'èmfasi en els canvis en la demanda evaporativa i, per tant, en la disponibilitat d'aigua que comportarà el canvi climàtic, fet transcendent en la nostra regió geogràfica, i la necessitat de prendre mesures urgents.

Andreu Ulled també va tractar del canvi climàtic, però des del punt de vista de l'adaptació de les ciutats, a partir d'una aproximació basada en el risc. Estem exposats a riscos per a la salut, riscos d'inundació d'estructures, de minva de les platges per temporals més intensos i freqüents i menor aportació dels rius, alteració de rutes marítimes si continua el desgel polar, etc. Hi ha ciutats que han avançat molt en els seus plans d'adaptació (Durban, Los Angeles, San Francisco, Londres, Rotterdam, Nova York, Chicago, Buenos Aires), dels quals l'autor va donar exemples. Després, es va centrar en un estudi sobre inundabilitat a la riera d'Arenys de Mar, i va acabar defensant que, a l'hora de fer un pla d'adaptabilitat, cal integrar l'anàlisi de riscos sinèrgics per projectar la ciutat fent-la més resilient.

Salvador Rueda va tractar el tema de l'evolució de Barcelona cap a l'autosuficiència avançant cap a la complexitat i la reducció del consum de recursos. Es va centrar en el model de mobilitat, ja que l'Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona està dissenyant un pla innovador. El primer nucli del pla és el concepte de superilla com a nova cèl·lula de 3 x 3 illes per alliberar espai de trànsit pacificat. El pla comporta canvis de direccions de circulació, millora de la xarxa de bicicletes i millora del transport públic, tant subterrani com superficial. La novetat més immediata és la xarxa ortogonal d'autobusos, que pretén reduir a 28 línies més racionalitzades i amb passos més freqüents les 84 que existeixen. Els càlculs demostren que es pot reduir molt el temps mitjà dels viatges i el temps d'espera.

Un aspecte parcial de la millora de l'ús dels recursos urbans el va presentar Ramon Arandes per al cas de l'aprofitament de les aigües del subsòl de Barcelona. Va començar fent un repàs històric d'aquests aprofitaments i va exposar els problemes de sobreexplotació dels anys seixanta, amb el descens del nivell freàtic i la salinització de l'aqüífer, seguit del declivi de les captacions industrials i la recuperació del nivell freàtic, fet que obria noves possibilitats. Va repassar els inconvenients i avantatges derivats de les condicions de qualitat d'aquestes aigües no potables i el seu potencial. L'autor conclou que els serveis urbans que es poden substituir per aigua del subsòl representen el 40 % del consum municipal d'aigua potable i que queden recursos per a usos com els industrials. La viabilitat econòmica va quedar plenament demostrada, tant per l'experiència que ja es té com pel plantejament tècnic.

L'aigua també va ser el tema de la conferència d'Eduard Pla sobre aigua i canvi global a Catalunya, que presentava els resultats més rellevants del projecte ACCUA sobre vulnerabilitat i adaptacions relacionades amb l'aigua i el canvi climàtic a la zona del litoral, centrat especialment

en tres conques típiques, les del Fluvià, la Tordera i el Siurana. L'estudi és un exercici de modelització basat en dos escenaris climàtics (sever i moderat) i dos de canvi territorial (sostenible i tendencial). Així s'ha pogut obtenir un gradient de possibles respostes a les tres conques, en funció dels escenaris, per diversos aspectes (boscós, conreus, zones urbanitzades). S'han detectat possibles conseqüències en el grau d'adaptació de les espècies, el risc d'incendis, les necessitats de reg, els períodes vegetatius, etc.

La conferència d'Anna Omedes va ser una presentació del nou Museu Blau de Barcelona, que recull l'important patrimoni museístic de ciències naturals de la nostra ciutat i en potencia l'accessibilitat a un públic més ampli amb unes fórmules modernitzades. El nou museu conté exposicions permanents i temporals i les anomenades Illes de Ciència (de moment, Mediterrània, Classificació i nomenclatura, Evolució i Comportament animal).

Com a director de l'Aula, he d'agrair el continuat suport a l'Aula d'Ecologia per part de l'Àrea d'Hàbitat Urbà i de la Regidoria de Medi Ambient i Serveis Urbans, en particular l'equip de Parcs i Jardins, de l'Ajuntament de Barcelona. Així mateix, també agraeixo la implicació en aquest projecte de la Universitat Autònoma de Barcelona. Igualment vull fer constar agraïments al CREAF, al Servei de Publicacions de la UAB, a les secretàries del CREAF i del Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia, i a Magda Pujol i Javier Jerónimo per la seva col·laboració eficient. Essencials han estat les aportacions de Maria Alba Fransi, que ha coordinat les tasques des de l'Ajuntament de Barcelona, i d'Anna Àvila, que n'ha fet la coordinació des de la UAB i ha redactat els resums de les ponències. Finalment, vull donar les gràcies als ponents per les seves excel·lents presentacions i al públic nombrós i participatiu, que, com cada any, dona sentit a aquesta activitat.

Ponents i programa de l'Aula d'Ecologia de l'any 2012

Dissetè cicle de conferències. Any 2012

Esteve Corbera. Ambientòleg. Investigador de l'ICTA i professor a l'Escola de Desenvolupament Internacional, Universitat d'Anglia de l'Est (Regne Unit)

Pagar per conservar: exemples dels tròpics

Àlex Aguilar. Biòleg. Catedràtic del Departament de Biologia Animal, Universitat de Barcelona

La pesca, una activitat condemnada?

Alfred Pastor. Economista. Professor a l'IESE.

*Postcrisi econòmica i financera:
un nou marc per a la sostenibilitat mundial*

Mara Dierssen. Neuròloga. Investigadora del Centre de Regulació Genòmica

El cervell: com respon als reptes i canvis de l'entorn

Santi Sabaté. Biòleg. Professor del Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, i investigador del CREAF

Vegetació i canvi climàtic

Andreu Ulied. Enginyer. Director d'MCRIT, SA

Com s'adapten les ciutats al canvi climàtic

Salvador Rueda. Biòleg i psicòleg. Director de l'Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

Barcelona, cap a un model de ciutat autosuficient

Ramon Arandes. Enginyer. Funcionari jubilat de l'Ajuntament de Barcelona

L'aprofitament de les aigües del subsòl a Barcelona

Eduard Pla. Biòleg. Investigador del CREAM

Aigua i canvi global a Catalunya

Anna Omedes. Biòloga. Directora del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

El Museu Blau de Barcelona:

un museu de ciències naturals per al segle XXI

Pagar per conservar: exemples dels tròpics

Esteve Corbera

Investigador de l'ICTA i professor a l'Escola de Desenvolupament Internacional de la Universitat d'Anglia de l'Est (Regne Unit)

En aquesta xerrada reflexionarem sobre les estratègies que existeixen avui per valorar econòmicament els serveis ambientals produïts per boscos i espais agraris. Introduïrem el concepte de «serveis ambientals» i el de «pagament per serveis ambientals» i a continuació presentarem alguns estudis de cas en què, mitjançant diferents mecanismes, les organitzacions civils i els governs retribueixen directament i de forma condicional els camperols per tal de protegir espècies emblemàtiques i hàbitats, i per desenvolupar sistemes agroforestals sostenibles. En cada cas analitzarem el context de l'acció, el mecanisme de pagament i els principals resultats i reptes d'aplicar-la, tant en l'àmbit ambiental com social. La xerrada finalitzarà amb algunes reflexions sobre la relació entre els mecanismes de «pagar per conservar», la justícia ambiental i la protecció de la biodiversitat.

Què són els serveis ambientals? Els serveis ambientals són els beneficis aportats per la natura i que contribueixen al nostre benestar. Els éssers humans traiem un profit de molts processos de la natura: ara aquests profits els anomenem serveis ambientals. El concepte de servei ambiental és una altra manera d'entendre el que coneixem com a natura, però hem de tenir en compte que hi ha serveis que no tenen mercats, que són un bé comú i que, per tant, els rebem de la natura «gratuïtament».

Els serveis ambientals es poden classificar en quatre categories: 1) de suport, com el cicle de nutrients, la producció d'oxigen, la formació de sòl; 2) de regulació, com la regulació climàtica o hídrica; 3) de provisió, com el proveïment d'aliments, aigua o fusta; i 4) culturals, com proporcionar experiències estètiques, educatives, espirituals.

D'on emergeix la idea de conceptualitzar la natura sota el prisma dels serveis ambientals? Aquesta idea va ser promoguda, progressivament, pels economistes ambientals des de la dècada dels anys seixanta del segle

passat, i sobretot a partir dels anys vuitanta i noranta. Emergia la preocupació pel fet que els mercats no tenen en compte la degradació (o la conservació) dels serveis ambientals. L'economia ambiental engloba científics i economistes que s'adonen que a la natura hi ha serveis ambientals que estan organitzats en mercats (p. e., la fusta), però n'hi ha d'altres per als quals no existeixen mercats. I es van adonar que aquest fet pot ser el causant de processos de degradació molt importants. Per exemple, la conca de l'Amazones es pot considerar el pulmó del planeta i un element clau en la regulació del clima global (per tant, ofereix uns serveis ambientals importantíssims). I no obstant això, l'estem destruint amb l'avanç de la frontera agrícola, les plantacions de soja, la destrucció de selva per a la ramaderia, etc. Es prioritzen serveis de provisió sobre la conservació d'altres serveis, com els de suport o regulació. Com que no hi ha un mercat per a la majoria d'aquests últims, es prioritzen els aspectes de provisió amb beneficis a curt termini, però amb grans pèrdues a llarg termini i a gran escala.

El concepte de serveis ambientals arriba a les polítiques ambientals gràcies a iniciatives sorgides principalment de l'Amèrica Central. Els països de l'Amèrica Llatina van ser els primers a incorporar la idea de servei ambiental a la legislació governamental (p. e., Costa Rica l'any 1996 i Mèxic l'any 2003). Aquests països es van adonar que els seus boscos generaven uns serveis que s'havien de retribuir, serveis diferents que els obtinguts per intercanvi de productes concrets, com la fusta o altres productes forestals. L'any 2005 es va publicar un estudi molt influent en què van col·laborar milers de científics, l'*Avaluació dels ecosistemes del mil·lenni*. En aquests treball es fa una revisió de tots els serveis ambientals que proveeix la natura i es fa una anàlisi de la seva situació i de les causes de degradació, ja que en alguns casos els esforços protectors no han donat els resultats esperats.

I aleshores ens preguntem: per què es degraden els serveis ambientals?

Les causes són directes i indirectes... i totes dues poden actuar alhora. Les *causes directes* es poden identificar fàcilment i quantificar. Exemples en són l'explotació forestal no sostenible, la sobrepesca, l'ús excessiu de fertilitzants o la contaminació. Les *causes indirectes* operen de forma difusa i es poden classificar en: *a)* demogràfiques (població, fluxos migratoris); *b)* econòmiques (mercats, inversions, infraestructures); *c)* sociopolítiques (legislació, comportament de la societat); *d)* tecnològiques (tipus de tècniques d'extracció: per exemple, l'agricultura basada a «tallar i cremar» és menys nociva per a la biodiversitat i per als ecosistemes que no pas

les plantacions que fan servir maquinària a gran escala); *e*) culturals, que tenen en compte què consumim i què valorem. Per exemple, l'agricultura ecològica és una aposta per evitar problemes ambientals i que evita la pèrdua dels coneixements tradicionals sobre el patrimoni natural i sobre la gestió sostenible dels recursos naturals.

Com gestionem els serveis ambientals?

L'agricultura ecològica intenta treure uns beneficis econòmics de la natura considerant alhora la preservació dels serveis ambientals i evitant l'aplicació de tècniques productives que actuen destruint serveis ambientals (destrucció dels pol·linitzadors, reciclatge de nutrients, degradació del sòl, etc.). Però gestionar el camp, el bosc i el paisatge amb un únic objectiu pot tenir efectes contraproductius sobre els serveis ambientals. Per exemple, que l'únic objectiu sigui promoure els agrocombustibles a gran escala ha provocat la destrucció de grans extensions de boscos naturals. Gestionar els serveis ambientals de manera equilibrada i sostenible és com gestionar qualsevol bon equip: cal orquestrar bé el sistema per arribar a un resultat òptim. I en aquest sentit la biodiversitat té un paper important quan parlem de serveis ambientals.

Científicament parlant, la biodiversitat —entesa com la riquesa biològica d'un ecosistema— afavoreix el bon funcionament dels serveis de suport i regulació, com el cicle de nutrients, la pol·linització, el reciclatge de nutrients i el gaudi estètic que els humans obtenim del contacte amb la natura.

A finals dels anys noranta, amb l'aparició dels mercats del diòxid de carboni es va avançar en la idea que es podria pagar els camperols per la seva tasca de conservar els boscos. I els que fan els pagaments obtenen a canvi unes quotes de drets d'emissió de CO₂ amb l'objectiu de complir els objectius del protocol de Kyoto o bé per responsabilitat social corporativa. Així, es va anar desenvolupant un mercat per a un servei que abans no existia: un mercat de «regulació climàtica», de drets de CO₂, que es fonamenta en la capacitat dels organismes vegetals d'absorbir diòxid de carboni. Podríem pagar per altres serveis ambientals, com la conservació dels pol·linitzadors?, o per la recarrega d'aqüífers?, o per evitar la producció de sediments? Aquest darrer cas té clarament un valor econòmic per a les empreses hidroelèctriques, ja que aquestes han de buidar les preses quan s'han reblert de sediments.

El pagament per serveis ambientals

El pagament per serveis ambientals és, doncs, una transferència de recursos econòmics o en espècie entre agents socials, amb l'objectiu d'incentivar actuacions més sostenibles per part dels propietaris/gestors dels recursos naturals i amb la idea que es pagui per un servei ambiental que es quantifica. Es tracta d'una transferència voluntària de recursos entre un proveïdor de serveis ambientals i un comprador, sempre que la provisió sigui mesurable i avaluable i, per tant, la transferència estigui associada amb la provisió. Hi ha d'haver una avaluació i només es paga si s'ha proveït el servei ambiental. El cas dels boscos és molt clar: se'n pot avaluar el creixement per la quantitat de biomassa acumulada. Un pagament per servei ambiental permet traduir els serveis ambientals que els ecosistemes proporcionen gratuïtament en incentius financers per a la conservació, dirigits als actors locals que gestionen els recursos naturals.

Els exemples de pagament per serveis ambientals desenvolupats fins ara es focalitzen majoritàriament en serveis de regulació, culturals (conservació, biodiversitat) i de protecció d'espècies emblemàtiques. La majoria són pagaments per segrest de CO₂, conservació de boscos com a reguladors hídrics i conservació de la biodiversitat. Es paga perquè no hi hagi un canvi substancial d'estructura i composició en l'ecosistema existent.

Al món hi ha més de dues-centes cinquanta experiències documentades de casos locals o nacionals de pagament per serveis ambientals; curiosament, es donen sobretot als països en desenvolupament, on s'han posat en pràctica iniciatives molt innovadores. Com s'ha comentat anteriorment, prop d'un terç d'aquestes iniciatives consisteix a remunerar activitats de reforestació o conservació en el marc de la política internacional contra el canvi climàtic (dòlars a canvi de tones de CO₂).

Un pagament per serveis ambientals, però, no es pot desenvolupar a qualsevol lloc. Els pagaments per serveis ambientals poden ser més viables si el factor de la conservació és econòmic (per exemple, el valor de mercat d'una hectàrea de plantació de soja per pagar l'empresa i així conservar l'ecosistema perquè no sigui destruït per la plantació). Els drets de propietat han d'estar ben definits i el servei ambiental també. És més viable quan una petita remuneració ja pot canviar les decisions dels gestors i propietaris dels recursos; quan es poden identificar molt bé els actors interessats a remunerar el manteniment o la continuació de la provisió de serveis ambientals; per exemple, una petita remuneració pot fer canviar comportaments de tala.

En aquest context, és important tenir clara la qüestió dels drets de propietat. A qui pertany la terra, l'ecosistema, el paisatge? A Mèxic, els boscos són propietat última de l'Estat, però els gestors són majoritàriament les comunitats indígenes i rurals. Les dones en fan una gestió diària. Aleshores, ens preguntem, a qui pertanyen els drets de CO₂ d'aquests boscos? Són aspectes que s'han de tenir en compte, ja que són molt importants. Tenen actualment els governs dels països que desenvolupen aquests instruments informació i legislació adequada per afrontar aquests pagaments? A qui s'ha de remunerar? Al propietari formal i legal de la terra? A qui la gestiona, que de vegades no és qui disposa de la propietat? Hi ha molts advocats implicats actualment a resoldre aquestes qüestions. També s'han de trobar empreses privades disposades a pagar per aquests serveis.

Així doncs, els elements d'una iniciativa de pagament per serveis ambientals són: 1) els proveïdors del servei ambiental, que gestionen els recursos (en són «propietaris», tant si es tracta d'individus com de comunitats, i 2) els compradors del servei ambiental; són actors interessats a pagar. I aquí és important distingir entre aquestes tres opcions:

- 1) Iniciatives públiques: el govern paga en nom de tota la societat —és un esquema de subsidi. L'única diferencia respecte d'altres subsidis és que hi ha un monitoratge més sever.
- 2) Iniciatives privades: els compradors són entitats que estan interessades en el servei ambiental per motius legals o de responsabilitat socioambiental (p. ex. empreses embotelladores d'aigua; empreses energètiques) que paguen propietaris forestals dins l'àrea d'interès.
- 3) Iniciatives híbrides: els compradors (ONG o fundacions) que actuen en nom de la societat en general o dels seus socis.

Normalment també hi ha intermediaris, que són cooperatives o ONG.

Com, quant i quan es paga?

Cal establir la unitat de servei ambiental per la qual es pagarà els propietaris (p. ex. l'increment d'una unitat de biomassa, la densitat d'una espècie...). El preu s'estableix mitjançant una negociació entre els participants. En el cas del carboni hi ha un marc regulador internacional i hi ha un mercat vinculat als drets de l'energia que influeixen en les negociacions sobre el preu. En d'altres, quan hi ha una negociació privada

entre les parts, s'ha d'arribar a un acord. Els actors han de participar-hi voluntàriament.

Alguns exemples

El Programa de pagament per serveis de Costa Rica

Va ser el primer programa nacional de pagament per serveis ambientals al món.

La Llei forestal de 1996 indicava la necessitat de «reconèixer el rol de la gestió forestal com a embornal de carboni, el bosc com a font de biodiversitat i com a protector de les conques hídriques».

L'aspecte excepcional d'aquesta llei és que està acompanyada de la creació del Fons Nacional Forestal obtingut a partir de l'increment dels impostos sobre la benzina (10 milions de dòlars a l'any) impulsat pel govern de Costa Rica. Amb el temps, Costa Rica ha anat obtenint recursos addicionals de diferents fonts en una estratègia de diversificació progressiva dels mecanismes de finançament. A l'hora de considerar els pagaments, es van desenvolupar dos models contractuals entre el Govern i els gestors forestals: 1) El Fons paga per la conservació forestal (US\$ 64/ha/any) durant quinze anys pel compromís de conservar els boscos i per la biodiversitat. En aquest cas, no hi ha una unitat de protecció ambiental definida, i 2) es fan contractes per a la reforestació (US\$ 816/ha) en cinc pagaments l'objectiu dels quals és reforestar zones degradades. Entre aquestes dues modalitats van predominar els contractes de conservació (95 % del total, 684 contractes per conservar aproximadament 256.000 hectàrees).

Es va fer un monitoratge dels boscos o plantacions per part d'agents forestals i amb teledetecció usant imatges de satèl·lit. Va ser un programa atractiu que va anar creixent i ampliant-se i que va promocionar la conservació forestal més que no pas la reforestació.

No obstant això, també s'han de tenir en compte les seves debilitats: 1) Hi van participar propietaris que ja havien abandonat el bosc. 2) Els incentius van ser poc atractius per promoure la conservació en zones de desforestació elevada. Els camperols no van estar interessats a signar el contracte per quinze anys. 3) Hi va haver una baixa participació dels propietaris forestals més marginats, que van patir uns costos de transacció elevats perquè era el Govern central qui feia la convocatòria i era difícil entendre els processos burocràtics vinculats a la sol·licitud de participació. En no viure a la ciutat, els camperols s'havien de desplaçar o arreglar-se amb algú per fer els papers.

El Programa de protecció d'aus a Cambodja

Es tracta d'un programa molt diferent, on es defineix clarament un objectiu i la unitat per la qual es paga: la protecció de diferents espècies d'aus a Cambodja en àrees adjacents a una reserva nacional per a la conservació de la biodiversitat. Com a moltes àrees protegides i a les àrees del voltant, els pobladors sovint tenen limitacions més o menys severes en l'ús i gestió dels recursos naturals. Per compensar possibles pèrdues derivades de les restriccions, l'ONG Wildlife Conservation Society va desenvolupar un programa d'acords amb les comunitats que viuen dins i al voltant de l'àrea protegida i que es dediquen principalment al cultiu d'arròs i de productes forestals, com les resines líquides. Els boscos de la zona són de l'Estat, però els gestionen les comunitats seguint un pla de gestió supervisat.

La Wildlife Conservation Society paga els camperols per protegir els nius d'algunes espècies d'aus, com ara *Grus antigone*, *Pseudoibis gigantea*, *Anhinga melanogaster* i *Leptoptilus javanicus*, per evitar que se'n beneficiïn explotadors il·legals. Fins fa poc, els ous d'aquestes aus es menjaven o recol·lectaven per vendre. Amb aquesta iniciativa (es paguen 5 dòlars per niu identificat i 2 dòlars al dia per la protecció dels nius durant l'època de reproducció), es pretén protegir la reproducció de les espècies. El programa ha estat un èxit, ja que, de l'any 2005 al 2008, s'ha produït un increment de 200 a 400 nius protegits i el cost de protecció per niu ha anat baixant, ja que ha augmentat el nombre de tècnics formats.

Com a aspectes qüestionables, hi ha el fet que alguns camperols s'han «especialitzat» en la protecció de nius i ara guanyen més de 400 dòlars a l'any. Això ha creat susceptibilitats a escala local, ja que el programa no intervé en qui actua. Hi ha algunes famílies que ara dominen el negoci de la protecció de nius. El programa no aborda la distribució interna del treball i no té mecanismes de mediació en els conflictes locals.

Els sistemes agroforestals a Mèxic

El cas de Scolel Té és un projecte pilot de pagament per drets de CO₂ que m'ateny molt, ja que hi vaig fer la tesi doctoral. Ara en faig un següent set anys després d'haver finalitzat el doctorat. El programa va ser dissenyat l'any 1994 gràcies a un escocès que va fer la seva tesi a Chiapas sobre el desenvolupament de sistemes agroforestals. En veure l'establiment del Conveni marc sobre el canvi climàtic de les Nacions Unides, va pensar que alguna empresa podria estar interessada a pagar per comprar

drets d'emissió per a la regulació climàtica en una fase pilot, és a dir on els drets de CO₂ generats només es podrien fer servir perquè l'empresa reconegués el seu compromís amb la compensació d'emissions i el suport als camperols. Llavors, juntament amb set comunitats locals de Chiapas, va dissenyar un projecte pilot de pagament per drets de CO₂. Encara avui el projecte ofereix als camperols la possibilitat de pagaments vinculats al tipus de sistema agroforestal desenvolupat i comptabilitzats a partir del carboni que acumulen.

Primerament van haver de determinar quant valien aquests drets. En aquell moment no hi havia referències. Van proposar pagar 12 dòlars per tona de CO₂ a les empreses interessades. Els contractes eren voluntaris i vinculants per vint-i-cinc anys. Els primers pagaments es van efectuar l'any 1997. El projecte ha anat creixent i actualment involucra uns vuit-cents camperols i es gestionen unes set mil hectàrees. També ha anat creixent el nombre d'empreses compradores. Actualment ho són: FIA (Regne Unit), Sustainable Travel International, Zero Mission (Suècia), Climate Path (EUA) i Planet Up (Mèxic-EUA), entre d'altres. El projecte és ara gestionat per dues organitzacions professionals que operen localment i internacionalment.

Els pagaments per serveis ambientals a casa nostra

A Catalunya existeixen iniciatives de pagament per serveis? No es pot afirmar que hi hagi iniciatives definides com a pagaments per serveis a Catalunya, però existeixen activitats que s'hi assemblen en més o menys mesura. Per exemple, l'avantprojecte de llei de biodiversitat incloïa una referència explícita als serveis ambientals i la necessitat de crear mecanismes de finançament públics o privats per compensar els propietaris rurals per la provisió de determinats serveis.

Un exemple interessant a casa nostra el forneixen els acords de custòdia. Aquests són acords voluntaris entre un propietari i una entitat de custòdia per garantir la conservació d'un territori que proporcioni serveis ambientals de gran importància social i ecològica. Actualment hi ha 73 entitats de custòdia i 629 acords de custòdia a Catalunya, les Balears i Andorra que acullen 211.337 ha. Les entitats amb més acords són el Consell Insular de Menorca (155 acords) i l'Obra Social de Caixa Catalunya (126 acords). El pagament és monetari o en espècie (assessorament legal, gestió de la finca i dels treballs de millora, arrendament dels drets de tala, etc.).

Un exemple destacable seria l'acord de custòdia del Parc Natural de l'Alt Pirineu, que involucra l'Obra Social de Caixa Catalunya i els pro-

veïdors, nou propietaris de finques privades agrícoles dins del Parc. El Parc Natural de l'Alt Pirineu fa d'intermediari (amb el disseny del contracte i la supervisió dels acords de custòdia mitjançant visites periòdiques de control). Amb aquest acord es pretén arribar als objectius següents: 1) preservar els prats de dall de muntanya i la fauna associada; 2) preservar la vaca pallaresa (en queden només 22 exemplars reproductors) i 3) conservar elements d'interès paisatgístic, com els prats de muntanya, els murs de pedra i arbres singulars i pràctiques tradicionals de conreu i pastura.

Reflexions finals

Aspectes d'ètica i justícia ambiental

Els crítics argumenten que aquests esquemes de pagaments ambientals es desenvolupen en llocs de molta pobresa, ja que els pobres es *venen barat*. Es paga a comunitats rurals perquè proveeixin de serveis ambientals, mentre que els actors que els degraden no són penalitzats adequadament. Els pagaments per serveis ambientals promouen l'ús del diner com a valor d'intercanvi. S'avança cap a una major comercialització de qualsevol aspecte de la natura i, perillosament, es poden deixar de banda motius simplement estètics, culturals o ètics per a la conservació. És lògic i just que compensem les nostres emissions de diòxid de carboni pagant a camperols que estan disposats a treballar per millorar la gestió del paisatge per molt pocs diners o fins i tot gratuïtament?

Metodologia i procediment

Cal establir unitats de mesura úniques i definides per a tots els serveis ambientals, però això és molt complex i suposa un alt cost de quantificació i monitoratge. D'altra banda, sovint és difícil assignar drets de propietat sobre els serveis ambientals. Un altre problema és que els gestors i inversors prioritzen l'eficiència sobre l'equitat i la participació voluntària no garanteix que els més pobres se'n beneficiïn.

Conclusions finals

Les iniciatives de pagaments per serveis ambientals estan més desenvolupades a països de l'Amèrica Llatina i als Estats Units que no pas a la Unió Europea. El pagament per serveis ambientals pot ser una oportunitat per reforçar estratègies de conservació i desenvolupament rural

obtenint finançament de nous actors o generant un marc regulador adient. Els resultats d'un cas d'estudi no són generalitzables —s'observen, però, tendències de maximització d'eficiència, impacte negatiu sobre l'equitat i incertesa sobre l'addicionalitat. A Catalunya hem de ser imaginatius i sentir-nos corresponsables de la gestió del medi rural. Existeixen acords de custòdia però falta una participació més decidida del sector privat amb iniciatives més evidents de conservació de l'espai agrari i natural.

La pesca, una activitat condemnada?

Àlex Aguilar

Biòleg. Catedràtic del Departament de Biologia Animal de la Universitat de Barcelona

A la meva darrera participació a l'Aula d'Ecologia, l'any 1999, ja vaig tractar molts dels problemes dels quals parlarem avui. Malauradament, en aquest lapse de temps la situació no ha fet més que empitjorar. Els negres presagis que en aquell moment es van posar damunt la taula s'han anat complint irremissiblement. Avui presentaré els factors que, segons el meu parer, expliquen per què la pesca, una activitat que sembla que seria senzilla de gestionar, a la pràctica ha esdevingut una activitat no sostenible. Aquesta depredació dels béns del mar és tan acusada que actualment ja es parla de l'extinció de la pesca com a tal en un horitzó temporal relativament proper.

La pesca és una activitat estranya com a activitat moderna: es tracta de l'única activitat massiva de recol·lecció que ha persistit fins als nostres dies. A les societats primitives la recol·lecció constituïa la principal via d'obtenció de recursos, però a mesura que l'ésser humà va anar desenvolupant l'agricultura i la ramaderia i va anar industrialitzant els processos de producció, es va anar allunyant de l'activitat recol·lectora directa. No obstant això, la pesca ha perviscut i, a més, en l'actualitat ha assolit unes proporcions industrials d'enorme magnitud. Aquest gran desenvolupament ha portat a una sobreexplotació insostenible del mar i, a causa d'això, tot indica que ara està arribant a l'etapa final.

Es pesca des de fa milers d'anys arreu del món. Es coneixen arts senzills de pesca de fa quatre mil o cinc mil anys. Fins a la Revolució Industrial, la pesca tenia rendiments molt baixos. Fins a principis del segle XX, la pesca va anar augmentant progressivament, però la magnitud de les captures sempre era molt baixa. Es pescava amb vaixells de vela, molt ineficients, amb poca potència de ròssec i poca maniobrabilitat. A partir de la Revolució Industrial, amb l'entrada en escena dels vaixells de vapor, la pesca va fer un tomb. Progressivament, amb el perfeccionament dels motors va anar augmentant l'eficàcia de la pesca.

Després de la Segona Guerra Mundial es va produir una tercera fase d'augment de pesca molt acusat, derivat del desenvolupament de motors més potents i beneficiat per la incorporació de l'electrònica (sonars, radars, sistemes de detecció de peix o sistemes electrònics de control dels arts de pesca, entre d'altres). Al llarg d'aquest procés, va anar augmentant la dimensió dels vaixells i, amb aquestes millores, va anar augmentant el ritme de desembarcament de peix fins als anys noranta. A partir d'aquesta data, tot i que continua augmentant la flota i s'incorpora nova tecnologia, es pesca menys. S'ha arribat a un sostre (cent milions de tones de peix desembarcat) que ja va ser predit per la FAO l'any 1971.

Si analitzem la situació dels caladors, actualment la majoria dels estocs (unitats de peix que es gestionen i per a les quals es concedeixen llicències de captura) estan explotats al seu màxim nivell. A més, un 20–30 % d'aquests caladors estan sobreexplotats; aproximadament un 20 % estan moderadament explotats, se'n podria treure un mica més de peix; i menys del 5 % estan infraexplotats, és a dir, només es podria augmentar l'extracció de peix en un 5 % dels caladors de tots els nostres mars. De manera progressiva i seqüencial, cada cop hi ha més caladors sobreexplotats i, fins i tot, alguns han arribat al col·lapse (la situació en què les captures cauen per sota del 10 % del màxim assolit per l'explotació d'aquest recurs en temps històrics). Això ens explica la situació d'instabilitat actual.

S'han fet uns estudis que avaluen el nombre d'espècies de peix que cada any entren en col·lapse; extrapolant la tendència cap endavant, es pot predir que el 100 % dels recursos s'hauran col·lapsat l'any 2048. Aquest resultat és una simplificació i probablement és tremendista en excés, ja que, a mesura que els estocs entrin en declivi, es posaran en marxa mesures correctores. Però el que és segur és que en les pròximes dècades veurem que el peix pescat (no el de piscifactories) anirà desapareixent del mercat.

Comparant mapes de biomassa de peix de l'any 1900 al 2000, es veu que en un segle el mar s'ha buidat: ja no queden grans caladors. Hi ha fotografies de principis del segle XX que mostren que un sol vaixell descarregava el que actualment aporten quaranta o cinquanta vaixells; i això, malgrat que actualment els vaixells disposen de tecnologia punta per localitzar els bancs de peix. Però l'impacte no ha estat igual per a totes les espècies. Els que han rebut més han estat els gran depredadors, els grans peixos al final de la xarxa alimentària, com les tonyines, els bonítols, els nerons. Per què? Els motius són diversos. En primer lloc, les xarxes tròfiques depenen de la capacitat d'alimentar de l'ecosistema, l'anomenada capacitat de càrrega. Si pesquem molta sardina (un peix situat a la base

de la cadena tròfica), la tonyina (que menja sardina) se'n ressentirà. La sardina també, però la tonyina, a més de ser afectada per la pesca a què està sotmesa ella mateixa, també patirà la reducció de la seva font d'aliment. En canvi, la sardina no patirà la manca d'aliment perquè no interferim en la seva font alimentària, el plàncton. En segon lloc, en el peix, a diferència del que passa amb la carn, valorem més els predadors (salmó, tonyina, nero, rap, lluç) perquè els trobem més bon sabor. Aleshores, la demanda del mercat ha anat directament a aquestes espècies. Això ha fet que els predadors desapareguessin del mar i predominessin les espècies situades a la base de la xarxa tròfica (per exemple, la sardina i el seitó).

Aquesta situació tan dramàtica és deguda al fet que el mar ha estat mal regulat des de fa molts anys. El gran problema de la pesca és la manca de governança, o més ben dit la desgovernança. Però això no ha estat sempre així. En altres èpoques la pesca estava molt regulada. Les regulacions de pesca més estrictes que es coneixen són dels segles XVI o XVII. Per exemple, les ordinacions de pesca de Cadaqués (1542–1793) regulaven la pesca de sardina a l'encesa a les cales del cap de Creus, des de Roses fins al Port de la Selva. Aquestes ordinacions van estar vigents durant 250 anys i regulaven d'una manera molt estricta les malles de les xarxes, la mida de les xarxes i el nombre de vegades que es podia sortir a pescar, i es donaven llicències de pesca per a cadascuna de les petites badies de la zona. Els pescadors havien anat aprenent que si pescaven massa un any, l'any següent no tindrien pesca i havien vist quina era la quantitat de peix que podien treure per continuar pescant any rere any. És a dir, practicaven una pesca sostenible. I per tot Europa hi havia reglaments similars.

Tot això, que estava bé i funcionava, es podria haver modernitzat i continuat desenvolupant, però per desgràcia va passar tot el contrari. Amb el desenvolupament dels estats centralitzats, l'Estat va agafar poder i va anul·lar totes aquestes regulacions que no interessaven. Es va perdre la capacitat de comprendre el funcionament del sistema i, en canvi, l'èmfasi es va posar a ingressar molts impostos, que es recaptaven sobre les quantitats pescades. Llavors, la filosofia esdevingué: que tothom pesqui i tingui llibertat d'anar on vulgui, que incrementi l'activitat pesquera... i pagueu a l'Estat les taxes corresponents. El que va passar a Espanya va passar igualment arreu d'Europa.

Posteriorment, es va obrir la possibilitat que les flotes pesqueres anessin a pescar lluny de la costa (segles XVI i XVII). Els vaixells bascos van anar a Terranova i a Islàndia, a la pesca del bacallà. Però altres flotes també hi estaven interessades i es van començar a produir friccions entre

les diferents nacions. El jurista holandès Hugo de Groot va ser l'encarregat de fer un estudi que es va publicar l'any 1609 amb el títol de *Mare liberum*. Als anglesos no els van agradar les conclusions d'aquesta obra i van contraatacar amb la publicació del tractat *Mare clausum*, publicat el 1635. Es va produir un estira i arronsa amb guerres pel mig i, finalment, l'any 1702 es van posar d'acord per publicar el document *De dominio maris*, on es propugnava que era raonable que els països tinguessin dret al que pertany als països. Així, el mar es considera lliure per a tots, excepte la part de les aigües properes a la costa, a una distància que es podia defensar amb armes de foc. Aquest tractat va estar vigent fins al segle XIX. Tot i que els vaixells no podien apropar-se a menys de la distància d'un tret d'arcabús de la costa, mai no se sabia exactament quina distància era. Al segle XX es va decidir establir aquesta distància en dotze milles, més o menys la distància on arribaven els canons. Al Mediterrani, aquesta norma encara hi és vigent i s'apliquen les dotze milles com a zona territorial del país. Això fa que, si anem a Mallorca, el 50 % de les aigües que es travessen siguin internacionals i, per tant, es permet que en aquesta zona pesquin vaixells de la flota internacional amb xarxes que a Espanya estan prohibides.

Als anys cinquanta del segle passat, diversos països de l'Amèrica Llatina van començar a reclamar una distància més gran per a la franja d'aigües territorials. L'any 1982 es va promulgar una nova legislació que permetia que cada país reclamés les 200 milles (al Mediterrani no hi ha espai per reclamar aquestes distàncies marines). Però, malgrat ampliar tant la jurisdicció territorial, queda molt d'espai d'oceà obert que no és de cap país. Això porta a la tragèdia dels béns comuns: si un recurs és de tothom, no és de ningú, i a cadascú l'interessa treure'n el màxim benefici personal com abans millor (abans que se'n beneficiï un altre). Però, per contra, a l'hora d'invertir no interessa fer una despesa que beneficiarà els altres. Aquesta és una explicació senzilla per als mals de la pesca actuals. Però també hi intervenen altres factors que ho compliquen encara més. Els repassem a continuació.

L'agressivitat dels arts de pesca

Si estem en un entorn que no ens pertany ni el considerem nostre, no ens importa fer servir sistemes agressius de pesca. La pesca utilitza arts tremendament agressius per al medi marí, com per exemple la pesca a ròssec. El ròssec consisteix en una xarxa en forma d'embut que s'arrossega pel fons marí. Per tal que estigui oberta, incorpora un parell de portes de ferro grans que fan que la boca de la xarxa es mantingui oberta alhora que

llasta la xarxa al fons. Així, la xarxa va movent-se directament per la superfície del fons. A vegades, fins i tot es fica per sota del substrat marí, com en el cas de la pesca de l'escamarlà, que viu amagat sota la superfície. La xarxa llesca els 7–10 cm del sediment amb un cable inferior de la xarxa que va per sota de la superfície del sediment. Us podeu imaginar com queda la superfície del mar després de passar una d'aquestes xarxes? Ho destrueix tot i s'enduu tot el que troba (esponges, garotes, estrelles de mar, coralls, etc.). Quan es recull la xarxa es fa la tria i tot allò que no interessa es retorna al mar, sovint mort o molt deteriorat. Aquest és el sistema més habitual de pesca; a Catalunya també, per descomptat. Això comporta que el recurs pesquer vagi minvant, ja que se'n dificulta la reproducció.

Un altre exemple: les xarxes de deriva, que es deixen surar al mar i actuen com un filtre passiu que recull tot el que hi impacta. La densitat de peix a la part superficial del mar és molt baixa i, per tant, hi ha poca eficiència en les captures. Abans no sortia a compte fer aquestes xarxes, ja que el cotó amb què les confeccionaven feia que pesessin molt i, a més, eren molt voluminoses; però a partir dels anys setanta es va començar a usar massivament el fil de niló per fer xarxes. Les xarxes de deriva de niló poden arribar a ser molt grans i fàcils de manejar: fan uns 15–20 km de llargada i 100 m de fondària. Es deixen surar al mar i tot el que hi passa hi queda enganxat. Fins fa pocs anys, per a la pesca del peix espasa, a la zona de l'estret de Gibraltar es feien servir xarxes de deriva, però la captura d'aquesta espècie no arribava al 5–10 % del total d'exemplars que es pescaven; la resta era majoritàriament peix lluna (sense atractiu comercial), però també es capturaven uns quatre-cents dofins, algunes tortugues de mar i un nombre indeterminat d'aus marines. Al final, a Espanya es va prohibir el desplegament d'aquestes xarxes mortals, però a la resta del món són legals. Tot el que fa la Unió Europea és limitar-ne la llargada. A més, aquestes xarxes a vegades es trenquen (pot ser que un vaixell hi passi pel damunt i les parteixi per la meitat); aleshores queda un tros de xarxa perduda que pot arribar a fer quilòmetres surant pel mar sense que ningú la reclami, amb la qual cosa esdevé una trampa mortal per a molts animals marins.

La multiespecificitat

Un altre problema és que la majoria de ginyes de pesca capturen moltes espècies diferents i això fa impossible la gestió de l'activitat. D'una banda, si s'agafen moltes espècies pensem que podria ser bo en el sentit que la pressió de l'explotació es reparteix entre un ampli ventall d'espècies, però

té el problema que impossibilita la gestió de la pesca. Si en una explotació monoespecífica una espècie se sobreexplota, començarà a ser més escassa. El pescador haurà de fer la mateixa inversió per obtenir una certa quantitat d'aquest peix i anirà veient que n'obté menys rendiments, amb la qual cosa deixarà de pescar-lo. Llavors, amb la pesca escassa, el preu puja i els consumidors deixen de comprar-lo i baixa la demanda; per tant, el pescador deixa de pescar aquesta espècie. Aquest procés rep el nom d'extinció comercial: per a un recurs determinat, hi ha un moment en què deixa de ser rendible pescar-lo. L'extinció comercial, com que té lloc molt abans de l'extinció biològica, protegeix el recurs. Però en la pesca multiespecífica, com que es recullen diverses espècies juntes, aquesta sensibilitat del pescador per l'abundància del recurs es perd. En el cas que hi hagi alguna espècie a punt d'extingir-se, la pesca no s'atura, ja que resulta rendible gràcies a les altres espècies que s'obtenen durant l'operació.

El desaprofitament massiu

Hi ha operacions pesqueres que desaprofiten molt el que han capturat. Per exemple, actualment hi ha una polèmica molt viva respecte de la captura de taurons per fer la sopa d'aleta de tauró, un producte molt apreciat a l'Àsia. Tradicionalment, l'aleta de tauró era un producte car, i com que els països eren relativament pobres la demanda n'era limitada. Però amb el desenvolupament recent del sud-est asiàtic, n'ha augmentat molt la demanda i ara es paguen preus molt alts. Ara es capturen els taurons, se'ls talla les aletes i se'ls torna a llançar al mar, on l'animal agonitzarà en una mort lenta. És una pràctica molt estesa mundialment gràcies a l'elevat preu que assoleix l'aleta de tauró. Fa uns cinc o sis mesos, la UE ha prohibit que es pesqui i es llanci l'animal al mar sense aletes i s'obliga a portar el tauró sencer al port. Així les barques omplen més ràpidament la bodega, ja que els animals sencers fan molt més volum que no pas les aletes soles i, per tant, es pesca menys. No obstant això, a la resta del món es permet que la pràctica d'extreure les aletes als taurons continuï.

La sobrepreciació cultural

Això va lligat al procés de sobrepreu que es dona en determinats productes. Per exemple, en el cas del diamant, per què es paga tan car i en canvi el quars, amb una aparença igualment bonica, no té un preu similar? Doncs perquè de diamants n'hi ha pocs. Amb el peix passa el mateix.

Un cas actual molt preocupant és el dels cavallets de mar. Al sud-est asiàtic, a causa d'una sèrie de mites i tradicions culturals, es considera que menjar cavallets de mar porta bons auguris. I aquesta pràctica ha conduït a situar moltes espècies de cavallet de mar a prop de l'extinció. Un altre cas és el del llop marí, els testicles del qual algunes cultures (per cert, en llocs molt diferents, com al Brasil o al Iemen) consideren afrodisíacs; es considera que la pols dels testicles és un potenciador sexual i se'n paguen uns preus astronòmics. Només per aprofitar els testicles es maten uns animals que són molt voluminosos. A més, sovint no es pot distingir si la víctima és mascle o femella i sovint les femelles són sacrificades inútilment. Així doncs, al mar hi ha indústries molt destructives, molt desapropiadades i basades en tradicions culturals de fonament molt discutible.

En general, el peix ha pujat de preu, però en canvi se segueix pescant, en un mecanisme contrari al comentat anteriorment de l'extinció comercial. A vegades passa que, com més cara és l'espècie, més preuada és, i així s'entra en un bucle retroalimentat per l'alça del preu. Com ocorre amb l'or o els diamants, es compra peix a preu molt alt per la seva «exclusivitat». Fa unes dècades el peix era menjar de pobre. A poc a poc, ha anat pujant de preu i actualment, per peixos comuns com el rap, el llenguado o el lluç, es paguen preus desorbitats comparats amb els de fa vint o trenta anys. En xifres globals, entre els anys 2000 i 2005, el tonatge dels productes pesquers obtinguts va augmentar un 1 %, però el seu valor es va incrementar en més d'un 23 %.

L'abastiment «piramidal» dels mercats

Tal com s'ha dit, la pesca és rendible encara que hi hagi poc peix, atesos els elevats preus que es paguen. Això va combinat amb un funcionament piramidal dels mercats. La pesca ha anat funcionant amb una fugida endavant: quan s'esgota un calador determinat, es desplaça la pressió cap a un altre lloc. Comparant els mapes de pesca espanyola de la primeria del segle XX amb els actuals, es veu que ara es pesca pertot arreu, però justament no pas allà on es pescava abans, ja que s'han anat esgotant els recursos primerencs. S'observa que les zones de pesca molt intensa estan en llocs molt allunyats. I altres països fan el mateix, de manera que pràcticament no queden reservoris enlloc. L'Antàrtida i zones de l'Índic i d'Oceania estan sobreexplotades, i cal tenir en compte que són les zones que proveeixen els mercats actuals del món. El lluç que mengem aquí probablement prové de Namíbia, de Sud-àfrica, de les Malvines o del sud de l'Argentina, i arriba fresc, conservat en una

atmosfera de CO₂ que no congela, de manera que el peix arriba que encara belluga, cosa que pot fer la impressió d'una procedència més local. Les gambes i els llagostins també arriben vius de l'Índia i Bangla Desh pel mateix mecanisme.

La llunyania de l'operació

Això comporta molts problemes perquè la tragèdia dels béns comuns s'agreuja. Si un pescador pesca en un lloc molt allunyat de casa seva, com l'Índic, no es preocuparà per la conservació d'una zona tan poc connectada amb la seva idiosincràsia. D'altra banda, la inspecció pesquera només funciona a prop de casa; per exemple, la Unió Europea controla perfectament què fa la seva flota a les seves aigües jurisdiccionals, però no quan aquests mateixos vaixells pesquen en aigües llunyanes.

La globalització dels capitals i els mercats

Barrejat amb aquest fet hi ha l'agreujant de la globalització dels mercats, que ha fet que els fluxos de diners siguin tan potents que destrueixen la capacitat de regulació del mercat. Per exemple, a Bangla Desh hi ha molta aigua soma que ha donat per viure tradicionalment del conreu de l'arròs, de les llenties i de la pesca. Fa unes dues o tres dècades es van substituir els conreus tradicionals per la cria del llagostí, i ara el país es dedica massivament a aquesta indústria, que dóna rendiments molt elevats. Quin problema hi ha? A Bangla Desh, la tecnologia existent permet fer-hi la cria de llagostí a partir de larves, però no es disposa de la tecnologia per dur a terme tot el cicle vital en captivitat. Aleshores, les larves de llagostí es pesquen amb xarxes construïdes amb tela de mosquitera, que té un forat de malla de 2 o 3 mm i que es disposa de manera que estigui permanentment filtrant l'aigua del mar. Això comporta la captura massiva de pràcticament qualsevol organisme de mida petita, incloses les larves de moltes altres espècies de crustacis i peixos. Les aigües somes de Bangla Desh abans subministraven pesca abundant de diferents espècies, però ara tot ha desaparegut en benefici de la captura de larves de llagostí.

Els subsidis

Per acabar-ho d'adobar, la pesca està fortament subsidiada. Un vaixell de pesca val milions d'euros i la seva activitat fa gastar enormes quantitats de fuel, i això ho paguem tots amb els nostres impostos. Els subsi-

dis directes que rep la pesca són enormes, especialment a Espanya, que actualment subsidia la pesca amb uns 3.000 milions d'ajuda directa. A més, hi ha subsidis indirectes, com ara les forces armades que protegeixen els vaixells espanyols que pesquen en aigües de Somàlia.

Els espais d'il·legalitat

Per què es pesca en zones tan allunyades? Doncs perquè és molt rendible. D'una banda, les aigües llunyanes sovint són molt més riques en peix que les sobreexplotades aigües locals, però a més hi ha vaixells de molts països que s'aprofiten d'espais d'il·legalitat i que treballen amb banderes de conveniència. Per exemple, l'*Alacrana*, un tonyinaire basc que va ser atacat a Somàlia per uns somalis, navegava sota una bandera no espanyola. Tal com va quedar recollit en el judici, un dels pirates va declarar que si haguessin sabut que era un vaixell espanyol no l'haurien segrestat. Hi ha vaixells que naveguen amb bandera de països que no tenen ni mar ni capacitat pesquera. Aquests vaixells no paguen impostos, descarreguen on volen i no segueixen normatives nacionals ni internacionals. Es calcula que actualment un 20 % de la pesca del món es fa amb vaixells que duen bandera de conveniència.

Resumint, el problema de la pesca és un problema de manca de governança. Però l'acord internacional s'ha revelat molt difícil, per no dir impossible. Ens hauríem d'anar fent a la idea que d'aquí a poc ja no veurem aquests mercats plens de peix que hem vist de petits. Quedaran les fotografies antigues com a record de la pesca en altres temps, abans que esgotéssim el mar.

Postcrisi econòmica i financera: un nou marc per a la sostenibilitat mundial

Alfred Pastor

Economista. Professor a IESE

Darrere del títol de la conferència (si la crisi pot donar peu a canvis que portin cap a un món més sostenible) hi ha una pregunta implícita. Després de tants avisos sobre la necessitat que cal fer bondat, aquesta vegada en farem cas o no? Hem de tenir en compte que vivim en un món finit i que els recursos es poden anar esgotant, i això constitueix un seriós cop d'alerta. Però, alhora, ens hem d'adonar de la nostra completa incapacitat de predir el futur. Per exemple, al segle I dC, Tertulià afirmava que l'excés de població feia inhabitable el planeta (quan aleshores a tot el món hi havia cent milions de persones). Més endavant, Malthus va profetitzar el col·lapse de les societats per manca de recursos, però la seva profecia va deixar de ser vigent en el mateix moment en què ell la va escriure. Va fallar per dos motius: 1) perquè els aliments van augmentar molt de pressa en expandir-se l'agricultura cap a noves terres i en desenvolupar-se noves tècniques, i 2) la població tampoc no va créixer al ritme de progressió geomètrica que Malthus preveia.

Tampoc no van encertar les prediccions de l'any 1945 sobre el creixement de la població als Estats Units, que, basades en la corba logística, preveien l'estabilització de la població cap als anys cinquanta. En canvi, la població va augmentar a causa del gran augment de la natalitat un cop finalitzada la Segona Guerra Mundial. Tampoc no es van complir les prediccions d'Ehrlich sobre la «bomba de població». Es tracta d'avisos, el darrer dels quals és el del canvi climàtic. Cada vegada que sorgeix un avís d'aquest tipus ens preguntem: això ens servirà per canviar el rumb de la nostra societat? Però resulta que les prediccions no s'han complert. Ens hem de meravellar d'aquesta incapacitat perquè dona la mesura exacta de la nostra llibertat. Som incapaços de predir el que farà la nostra societat perquè l'ésser humà té la potestat de ser lliure.

La gran pregunta habitual quan parlem de sostenibilitat és: podrem seguir disposant dels recursos necessaris per seguir augmentant el nostre

nivell de vida? La resposta té dues direccions: 1) podem augmentar els recursos descobrint-ne de nous o usant-los de manera més eficient, i 2) podem estabilitzar la població. Les dues opcions s'han acomplert. En el cas de la població, aquesta s'ha estabilitzat sola, sense que les polítiques de control de la població hi hagin tingut efectes apreciables. D'altra banda, s'han descobert nous recursos i els que teníem s'han usat de manera més eficient. El progrés tècnic dels darrers anys en indústries importants està bàsicament enfocat a fer més eficient el procés productiu. Tot i això, hem de reconèixer que no hem aconseguit reduir l'ús de l'energia, ja que el consum energètic mundial ha augmentat.

Així doncs, veiem que aquesta pregunta no serveix per arribar a un món més sostenible. La pregunta no proporciona una resposta útil. Sabem que els recursos són finits, però no sabem quan s'acabaran i, així, en no tenir efectes a curt termini, no es modifica la nostra conducta. També hem vist que les prediccions no s'han complert. En realitat, les prediccions no ho són, de prediccions: són avisos. Per exemple, Schumacher en el seu llibre *Small is beautiful* (1973) va fer una predicció molt exagerada sobre l'ús del petroli, segons la qual, si se seguia amb la mateixa tendència, el consum de petroli es multiplicaria per quatre entre el 1966 i el 2000. En realitat, es va multiplicar per dos i mig. Si es presenta l'escassetat de recursos com un repte, la intel·ligència humana hi respon amb la seva capacitat creativa, fins ara amb bons resultats, i així es posposa la cerca d'una veritable solució.

D'aquests avisos, se n'han fet molts i no han servit de gaire. Una pregunta més encertada seria: volem viure amb menys? És una pregunta interessant que també s'ha fet diverses vegades anteriorment. Per exemple, l'escriptora Dorothy L. Sayers va pronunciar l'any 1942 una conferència titulada «Per què treballar?», on descrivia com l'economia de guerra havia canviat els hàbits de malbaratament dels anglesos. En aquesta conferència els recordava que «només hi ha dues fonts de veritable riquesa: els fruits de la terra i el treball de l'home, i que el valor del treball es mesura no pels diners que reporta sinó pel valor intrínsec del que es produeix». I es preguntava: «quan la guerra finalitzi, voldrem mantenir aquesta actitud cap al treball i el fruit del treball? Perquè de la nostra resposta depèn enterament el futur econòmic de la nostra societat». La resposta ha estat poc encoratjadora: com es veu, no hem volgut viure segons l'economia que ens plantejava l'economia de guerra. En la situació de crisi actual, molta gent pregunta: quan tornarem a la normalitat? És a dir, a la situació d'abans de l'any 2006? Volen tornar a poder consumir com aleshores i no es plantegen la pregunta correcta, que és la següent: què podem aprendre d'aquesta situació?

I ens hem de preguntar, com hem arribat al moment actual? Com hem arribat al punt en què molts de nosaltres ens negariem a viure amb menys?

Es tracta d'un procés molt llarg que va donant prioritats des de fa uns tres o quatre segles a l'interès individual i a la consecució del benefici material. Això ha estat útil i ha contribuït al progrés material de la humanitat, ja que bona part del progrés material és degut a l'acció de qui busca el seu benefici, però alhora troba innovacions que afavoreixen a tothom. La innovació ha aconseguit posar nous productes útils al mercat. Però deixar via lliure a la cerca del benefici ha estat un error: els impulsos econòmics són bons criats però mals mestres, tal com diu R. H. Tawney a *Religion and the rise of capitalism* (1926). En el darrer segle hem deixat que els criats (impulsos econòmics) es convertissin en els nostres mestres, fins al punt que la persecució del benefici material s'ha convertit, segons els economistes, en la conducta racional. És absurd voler edificar una societat sobre l'única base de l'interès egoista. D'aquí sorgeixen tres aspectes: 1) és impossible edificar una societat que es regeixi només pel mòbil econòmic; 2) d'altra banda, és estúpid ignorar la força d'aquests impulsos econòmics, que són molt poderosos (voler regular la societat sense tenir en compte aquests impulsos és una batalla perduda), 3) és absurd canviar l'acció dels impulsos econòmics mitjançant enginyeria social (incentius). Voler canviar l'estat de les coses amb incentius es contradictori, ja que es volen resoldre els problemes des del mateix pla del conflicte i s'han de resoldre en un altre pla.

La crisi, ens pot servir?

Una societat es pot considerar un ecosistema. Necessita una base material adequada, uns ingredients determinats. Aquesta base la tenim. El planeta la té: a escala planetària, tot indica que es produeix una quantitat d'aliments suficient per proporcionar una dieta adequada a tota la humanitat.

El que passa és que l'animal humà necessita altres coses. L'animal humà necessita justícia, i si no hi ha justícia, tard o d'hora la societat es rebel·larà. Un altre factor necessari és el de la fraternitat. Les societats que no tenen justícia i fraternitat no poden subsistir; desapareixen per mort natural o violenta. La crisi, en la mesura que crea una atmosfera on l'exercici dels impulsos econòmics es veu necessàriament frustrat, crea un clima favorable a la proposta de viure amb menys, que és una bona manera de gestionar la sostenibilitat. Però el canvi d'actitud no es produeix per reacció a l'atmosfera exterior. L'element que fa que sor-

geixi una nova actitud cap a un món més sostenible ha de venir de dins, d'un compromís personal de cadascú.

Per tant, la lliçó que podem treure de la crisi és aquesta: hem arribat on hem arribat donant molta importància als impulsos econòmics; hem deixat que els impulsos econòmics siguin els nostres mestres i nosaltres, els esclaus. Hem de revisar aquesta situació. Hem de superar la idea que només val la consecució del benefici. Hem de recordar que els individus no existeixen, sinó que el que existeix són les persones, amb la seva capacitat de compromís, de justícia i de fraternitat.

Què passaria si no traguéssim aquestes lliçons? El més probable és que tinguéssim una altra crisi, ja que el sistema financer actual és inherentment inestable.

El cervell: com respon als reptes i canvis de l'entorn

Mara Dierssen

Neuròloga. Investigadora del Centre de Regulació Genòmica

Podem visualitzar el cervell com una ciutat on la xarxa neuronal permet connectar àrees llunyanes i sectors independents. Seguint aquest paral·lisme amb la ciutat, si aquestes connexions funcionen bé en una urbs, el trànsit urbà rodarà de forma fluïda i harmònica. En el cas del cervell, nosaltres construïm els carrers i sistemes de comunicació que permeten a aquest òrgan realitzar les seves funcions.

El projecte Brain City Lab està basat en aquesta arquitectura neural i es fonamenta en la idea d'aprofitar la informació que tenim sobre com funciona el nostre cervell per crear una integració perfecta a les ciutats. El Brain City Lab és un projecte d'investigació on interactuen els arquitectes amb els neurocientífics per avançar en noves estratègies de desenvolupament humà. Es basa en les teories del neurocientífic Wolf Singer, que va observar una analogia entre l'arquitectura del cervell i la de la ciutat. Les estructures que es generen en el model de ciutat s'assemblen a la que trobem en el cervell. Fent servir aquesta comparació com a punt de partida, el Brain City Lab ha formulat una investigació que modela matemàticament el desenvolupament d'estructures urbanes complexes. Amb aquesta aproximació s'està progressant cap a una nova estratègia de planificació urbana. Els fluxos d'informació que corren per tots dos mitjans, sigui cervell o ciutat, no són gratuïts i seria interessant comprendre com es produeixen aquests moviments.

Prenent com a base aquest model, intentaré explicar la interacció directa existent entre l'entorn i el cervell. Amb tècniques de neuroimatge, podem veure les àrees que s'activen en realitzar certes tasques. Comparant aquestes imatges entre persones provinents d'entorn rurals i urbans, veiem que existeixen diferències importants. Es va realitzar un experiment consistent a proposar un problema que no es podia resoldre a diverses persones d'entorn urbà i rural. Davant la seva resposta, forçosament deficient i precària, se'ls amonestava, la qual cosa, com-

prensiblement, generava una gran frustració i agressivitat, i aquesta agressivitat es podia mesurar. Els resultats van indicar que la reacció violenta s'activava de manera diferent segons la procedència de la persona: les persones d'entorns rurals no van reaccionar d'una manera tan virulenta com les de la ciutat. Així que podem concloure que nosaltres canviem les ciutats, però les ciutats també ens canvien a nosaltres. La idea de fons és que nosaltres som participants actius, dinàmics, agents de la creació de la ciutat, però també és important reconèixer la influència que després la ciutat té en nosaltres. Per exemple, la ciutat influeix en la creativitat: ciutats amb molta connectivitat i diàleg són ciutats més creatives, que es nodreixen de la informació procedent de moltes fonts diferents. I aquí podríem fer un paral·lelisme amb el cervell, on s'ha vist que la creativitat té a veure amb un augment de connectivitat entre les àrees cerebrals.

Com explorem aquesta capacitat plàstica del cervell? Aquí entrem en el debat sobre la influència genètica i la influència de l'entorn. Normalment, es pensa que la genètica determina l'organisme i després la influència de l'entorn actua per modificar-lo. Però ara sabem que no solament és això: sabem que l'entorn és capaç de modificar el nostre ADN. Una funció molt important de l'ADN és la formació de proteïnes, però hem de saber com es fabriquen. Perquè es pugui transcriure l'ADN, aquest s'ha d'obrir i en els brins oberts s'acobra l'ARN que donarà lloc a les proteïnes. Ara sabem que els fragments d'ADN oberts depenen d'unes marques, i aquests senyals els pot modular l'entorn. Així doncs, l'entorn és capaç de modificar la lectura i la transcripció de l'ADN i, per tant, la potencialitat genètica.

A més, s'ha vist que aquestes modificacions epigenètiques es poden transmetre a les generacions següents. Fixem-nos, per exemple, en la influència de la conducta materna sobre les cries. Les cries de mares més «maternals» són menys ansioses i més resistents a l'estrès quan arriben a adultes. Això té un gran impacte en la capacitat cognitiva. En buscar una causa física, es va veure que les marques epigenètiques de les mares «maternals» es col·locaven de manera diferent en l'ADN, la qual cosa afectava la transcripció d'unes proteïnes lligades a les hormones de l'estrès. Continuant amb l'experiment, en donar certs productes bioquímics «estressants» a les cries «ben cuidades», aquestes es tornaven ansioses, és a dir, s'anul·lava la seva bioquímica «calmada». Això va demostrar que es pot reproduir l'efecte de l'entorn sobre les rates per manipulació farmacològica modificant-ne l'epigenètica.

Com a corol·lari veiem, doncs, que l'entorn canvia al cervell, i aquests canvis poden ser molt més ràpids del que ens pensem, poden actuar de

manera immediata i afectar molts altres processos, a més de la qüestió de l'estrès que hem comentat.

Els efectes de l'entorn poden influir sobre la memòria, el llenguatge, les funcions executives, etc. D'això parla la neuroplastoconomia. Posem-ne un exemple: en els cervells de les persones privades d'algun sentit (sordes, cegues) hi ha una reorganització de l'escorça cerebral. En persones cegues, les àrees que normalment s'activen amb la visió s'activen amb altres funcions, com per exemple amb el tacte (per això podem dir que els cecs hi veuen amb les mans). Igualment, en persones sordes, les àrees cerebrals que normalment s'activen en escoltar s'activen quan es reben altres senyals que no són auditius. En realitat, les connexions entre aquestes àrees no són com ens havíem pensat. Tenim moltes més connexions de les que pensem, però no s'usen, estan silents; no obstant això, segons els condicionants de l'entorn es poden desvetllar. Podem fer un experiment: si ens tapem els ulls durant uns dies, aquesta plasticitat sensitiva es comença a manifestar.

Un altre exemple de plasticitat cerebral la tenim en la constatació que en els violinistes les àrees de representació cortical dels dits que utilitzen són molt més grans que les dels altres dits. O l'experiment fet amb taxistes de Londres, als quals se'ls va demanar que s'imaginessin el recorregut entre dos llocs. Es va veure que l'hipocamp dels taxistes tenia una activació proporcional al nombre d'anys que feia que treballaven. En els estudiants, hi ha diferències en àrees cerebrals relatives a la cognició entre èpoques d'exàmens i èpoques en què no n'hi ha.

Hi ha unes àrees del cervell que s'encarreguen de la funció motora i somatosensorial. El famós homuncle de Penfield representa proporcionalment les diferents funcions sensorials i motores en el cervell: si mirem les àrees de la mà, veiem que cada dit té una àrea de representació proporcional a la seva activitat, i així mateix els altres òrgans del nostre cos. Si una persona perd una extremitat, no arriba informació d'aquesta extremitat a l'àrea corresponent del cervell. El Dr. Ramachandran ha estudiat intensament el fet que pacients amputats tenen sensacions físiques molt reals de membres que han estat amputats (el que en argot mèdic s'anomena membres fantasma). El Dr. Ramachandran, en veure que una pacient trobava alleujament de la coïssor en el membre fantasma en tocar-se la cara, es va adonar que les regions de representació veïnes a la zona de representació del membre que faltava estaven envaint les seves zones de representació inicials. Aquest descobriment es fa servir ara per tractar persones amb membres amputats i alleujar-los els símptomes.

En resum, la complexitat i l'arquitectura de les neurones varia en funció dels estímuls sensorials. La forma de les neurones determina com

estan connectades i com interpreten la informació que reben. L'arbre dendrític connecta diferents neurones i els contactes es produeixen a les espines dendrítiques. Si no es rep informació, la sinapsi es perd. La informació arriba a la neurona a través d'aquestes sinapsis, la neurona computa aquestes informacions i produeix un «llenguatge» neuronal en forma d'un potencial electroquímic que viatja per l'axó fins a arribar a la sinapsi. Aquest missatge elèctric arriba al terminal presinàptic, on es transforma en un missatge químic en forma de neurotransmissors que, en ser expulsats, influeixen sobre les neurones següents. Aquesta configuració neuronal depèn en part de la nostra dotació genètica. Per exemple, persones amb discapacitat mental tenen neurones amb axons més curts i menys complexos. Però, a més, hi ha dos tipus de plasticitat. Quan naixem, el mapa de connexions no està format, i a partir dels estímuls del període postnatal es van incrementant les connexions que després es refinaran. Així doncs, l'arbre dendrític depèn de l'entrada d'informació que es rep en els primers anys de vida. Després hi ha altres canvis, tot i que més petits, en l'adult. Cada persona té el seu propi mapa de connectivitat neuronal personal, i així podríem parlar del «connectoma» de la persona. En el futur es podrà predir qui és qui mitjançant el connectoma.

I això, què té a veure amb el que hem parlat al principi de la creativitat? Doncs hi té molt a veure, ja que la nostra creativitat depèn de com estiguem connectats. Podem definir creativitat com la capacitat de veure les coses de manera original, de qüestionar el que està establert. Normalment, les persones creatives se situen en professions creatives, que impliquen maneres no convencionals de pensar i actuar. Aquesta forma singular de veure el món es manifesta en peculiaritats mentals. Ara parlaré d'un fenomen que està molt relacionat amb la creativitat i la connectivitat: la sinestèsia. La sinestèsia es caracteritza per barrejar els diferents sentits. Per exemple, els sinestèsics poden «sentir un color» o «veure els sons». Això antigament es considerava un do. Molt freqüentment els sinestèsics veuen els nombres en color, cada nombre té un color determinat. La freqüència de la sinestèsia en la població és del 2 % i el percentatge augmenta entre els artistes (12,5 %). Tot i això, de vegades es fan metàfores sinestèsiques, com per exemple en dir que un formatge és suau (s'atribueix una propietat tàctil a un sabor), la qual cosa suggereix que tots som una mica sinestèsics.

Per estudiar el fenomen de la sinestèsia, primer s'ha d'objectivar, la qual cosa a primera vista sembla difícil. El Dr. Ramachandran va abordar el problema establint un patró generat per ordinador amb els nombres 2 i 5 embeguts dins una trama. Els sinestèsics van reconèixer el patró molt

més ràpidament que els altres perquè veien els números d'un color diferent. Això va demostrar que la sinestèsia era un fenomen real. A continuació calia entendre-ho. Per això es va estudiar com era l'activació del cervell en aquestes persones i es va veure que l'àrea dels grafemes (la que reconeix la forma dels nombres) es troba al costat de l'àrea de reconèixer els colors. Les persones del grup de control no mostraven superposició entre les dues àrees, però en els sinestètics sí que n'hi havia. De fet, la informació del còrtex visual primari s'activava en paral·lel.

Quan naixem, el mapa de connexions és redundant: tot està connectat amb tot. No s'ha modelat el cervell i això té conseqüències funcionals en la manera com aprenem les coses. Quan naixem som capaços de discriminar tots els sons. Per això els bebès són tots sintestèsics i els nens petits poden aprendre idiomes molt ràpidament. Per exemple, els nens japonesos no discriminen entre els sons *r* i *l*, però si creixen a Espanya, on estaran exposats a tots dos sons, els podran distingir i pronunciar.

Finalment, us explicaré un experiment fet al meu laboratori. Estem estudiant uns models de ratolí que tenen problemes cerebrals i genètics similars als de les persones amb síndrome de Down. Vam voler veure com l'entorn enriquit amb diferents tipus d'estimulacions (social, motora), similars als tractament d'estimulació primerenca, podien modificar les neurones, concretament les connexions neuronals i els arbres dendrítics. Per fer-ho, vam estudiar ratolins sotmesos a diferents estímuls i vam veure que en els estimulats es desenvolupava una major longitud i complexitat de branques neuronals (dendrites). Aquests estudis van servir per veure que també aquest tipus d'estimulació servia per a les persones amb síndrome de Down i, per tant, es podia modular el cervell i estimular l'aprenentatge.

I en l'adult, què passa? També es pot aprendre? Pensem que la ciència pot ajudar a millorar les capacitats cognitives fins i tot en l'adult, ja que a edats més avançades encara es reté una certa capacitat plàstica. I també pensem que aquesta aproximació conceptual pot ajudar-nos a crear ciutats neuronals que afavoreixin la creativitat i la sociabilitat per tal que les persones desenvolupin el seu potencial en tota la seva mesura.

Vegetació i canvi climàtic

Santi Sabaté

Biòleg. Professor del Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona
i investigador del CREAF

L'equilibri del sistema climàtic depèn de factors externs a la Terra (com la radiació solar que arriba al cim de l'atmosfera o la rotació de la Terra al voltant del Sol) i interns (com l'estructura de la superfície terrestre i la composició química de l'atmosfera). Si algun d'aquests factors s'altera, aquest equilibri es pot veure desplaçat i es produeix un canvi en el clima.

El Sol ens forneix una quantitat d'energia radiativa que es pot descompondre de la manera següent: de l'entrada d'energia al planeta, n'hi ha una part (aproximadament un 30 %) que és reflectida abans d'arribar a la superfície a causa de la reflexió que en fan els núvols i els aerosols atmosfèrics. Un cop arribada a la superfície, una altra part és reflectida per l'albedo de la superfície de la Terra. La resta, energia absorbida, es pot dissipar participant en molts processos, com l'evaporació de l'aigua, el vent, els corrents marins, la fotosíntesi, etc. El total de l'energia que entra a la Terra i de la que surt tendeix a equilibrar-se. Si en algun moment n'entra més de la que surt, per exemple per l'absorció que en fan els gasos d'efecte d'hivernacle, la temperatura de la Terra pot augmentar fins que s'assoleix un nou equilibri en el qual les entrades tornen a equilibrar-se amb les sortides. De fet, a causa de l'existència de gasos d'efecte d'hivernacle a l'atmosfera de la Terra, la temperatura mitjana a la superfície és més calenta (al voltant dels 15 °C) del que ho seria sense aquests gasos (al voltant de -18 °C). Actualment, els humans, amb les intenses emissions que fem d'aquests gasos, estem provocant l'augment de la seva concentració i, com a conseqüència, l'augment de la temperatura d'equilibri de la Terra. Descriure el clima és molt complicat, ja que hi intervenen molts processos, tant atmosfèrics com biològics i geològics. Si, a més, volem afegir una bona resolució en l'espai i el temps, la predicció encara és més complicada.

Segons els registres d'observatoris situats a llocs com Mauna Loa i Monte Cimone, es veu que en les darreres dècades s'ha incrementat la

concentració de CO_2 i, a més, l'amplitud estacional de la seva oscil·lació anual depèn de les condicions de cada any. Aquesta oscil·lació està relacionada amb la retirada de CO_2 atmosfèric per l'activitat fotosintètica de la vegetació. L'augment de l'amplitud en alguns anys indica que la vegetació és més activa, i això es produeix en anys en què les condicions són més favorables per al creixement i l'acumulació de carboni a la biomassa i als sòls. D'aquesta manera s'evidencia com la vegetació també afecta la concentració de CO_2 atmosfèric, encara que aquesta capacitat depèn de les condicions ambientals, com per exemple de les restriccions que li imposen les sequeres.

Si amb els registres recents es veu que estem accelerant les emissions de CO_2 i, com a conseqüència, estem provocant l'escalfament del planeta, pel que fa a la pluviometria els patrons són més complicats. Bàsicament, els estudis recents, dels quals es deriven els informes de l'IPCC (2007), indiquen que hi ha una disminució de la pluja sobre terra als tròpics i subtòpics, i que les condicions de sequera es veuen accentuades per l'increment de la demanda evaporativa a causa de l'escalfament global. L'evolució de les condicions de sequera es pot veure a la figura 1, on es mostra l'evolució entre 1900 i 2002 de l'índex mensual de severitat de sequera de Palmer. L'evolució cap a valors positius d'aquest índex indica la tendència esmentada en el planeta en conjunt. Sols l'augment de la temperatura ja afecta les condicions de sequera en provocar un augment de la capacitat de l'atmosfera per acumular aigua, que, segons la relació de Clausius-Clapeyron, s'incrementa en un 7 % per cada 1 °C d'augment de la temperatura.

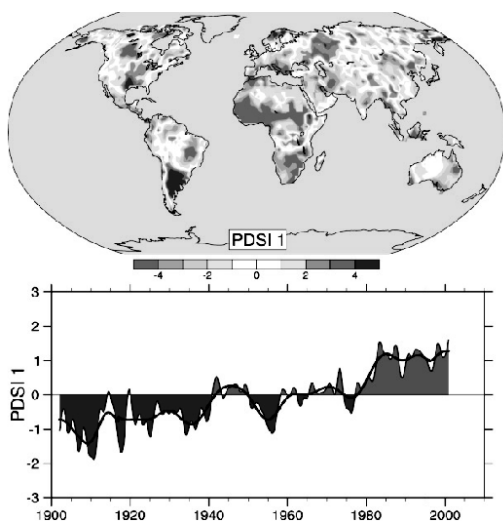


Figura 1. Índex mensual de severitat de sequera (Monthly Palmer Drought Severity Index – PDSI) entre 1900 i 2002. Al mapa superior es representa la distribució espacial del canvi cap a més o menys sequera (colors més vermells o més blaus respectivament). A sota es mostra l'evolució global de l'índex en el període 1900–2002. (Font: IPCC 2007).

Quin paper hi té la vegetació, en aquest canvi climàtic?

L'augment de les emissions de CO_2 no només és degut a la combustió de combustibles fòssils, sinó també a la desforestació i la crema de la biomassa.

Part del CO_2 emès a l'atmosfera és retirat pel creixement de la vegetació terrestre i una altra part s'incorpora als oceans. De les emissions globals anuals de CO_2 , el 47 % es queda a l'atmosfera, el 27 % és retinut pels boscos i el 26 % pels oceans. Aquesta acumulació de CO_2 a l'atmosfera té efectes en el clima, com ja s'ha esmentat. El nostre repte actual com a societat és l'estabilització del clima. Cal estabilitzar les emissions per evitar un augment excessiu de la temperatura, augment ja irreversible en la nostra escala temporal, però que tindrà efectes més adversos a tots nivells com més grans siguin les emissions i l'augment de temperatura consegüent.

Gran part de la recerca a tot el món es dedica a estudiar el paper de la vegetació en el segrest del CO_2 atmosfèric. Per això s'estudien els estocs de C (en els sòl, en la vegetació, en la biomassa morta, etc.) i els fluxos de CO_2 (la fotosíntesi, la respiració, la descomposició) en els ecosistemes terrestres. Es fa un balanç en el territori per estudiar si hi ha una retenció o una emissió neta de CO_2 . Un bosc en creixement reté CO_2 , ja que el carboni queda incorporat a la seva nova biomassa, però aquesta capacitat es va reduint amb el temps perquè els boscos no poden créixer indefinidament. Els processos com la fotosíntesi, que incorporen CO_2 al bosc, tendeixen a equilibrar-se a la llarga amb els processos que el retornen a l'atmosfera, com són la respiració (de les plantes i dels organismes no fotosintètics, inclosos els microorganismes que descomponen la matèria orgànica). En un termini més llarg, també s'han d'incorporar als balanços d'entrades i sortides les pertorbacions (com ara els focs i les exportacions de biomassa per a gestió forestal).

La major part del carboni és als sòls, però això depèn dels ecosistemes: als boscos tropicals sol haver-hi més carboni a la vegetació, i als boscos boreals hi ha molt de carboni al sòl a causa de la dificultat de descomposició de la matèria orgànica per les baixes temperatures dels sòls. Actualment, estem canviant les condicions ambientals de contorn, de manera que hi ha un potencial molt alt de pèrdua de carboni tant dels sòls boreals, per escalfament, com de les zones tropicals, per pèrdua de biomassa. A més, la desforestació als tròpics no només afecta el clima, sinó també la biodiversitat, en eliminar ecosistemes amb una gran riquesa d'espècies. La desforestació pot ser per tala o per crema. En un treball recent s'ha estimat que cada any es cremen de 3 a 4,5 milions de

km² de superfícies terrestres amb vegetació. Aquestes cremes representen una mineralització de la matèria orgànica i de les emissions de CO₂ a l'atmosfera de 2 a 3 Pg de C anuals, equivalents al 20–30 % de les emissions degudes als combustibles fòssils. Els anys amb un fenomen del Niño fort, augmenten les condicions de sequera en algunes zones tropicals (com a l'Amazònia i a Indonèsia), la qual cosa afavoreix de forma dramàtica els grans incendis en zones de la pluvüsilva que abans pràcticament no cremaven, procés que, a més, està accentuat per les desforestacions.

Cal afegir que els incendis provoquen canvis en les propietats del terreny. Als llocs que han patit un incendi, hi queden cendres i restes de carboni que fan disminuir l'albedo; per tant, la temperatura del sòl en aquests llocs és més alta que en llocs no cremats. Això afecta la producció del bosc, que es pot veure reduïda entre un 20 i un 60 % respecte de la producció abans de l'incendi. Per tant, els incendis, a més d'alliberar CO₂ de la vegetació cap a l'atmosfera, poden frenar la capacitat de les plantes de fixar-lo en empitjorar les condicions de creixement posterior.

Pel que fa a la vegetació i als balanços d'energia, hi ha altres aspectes que cal tenir en compte, com ara la transpiració de la vegetació. Amb la transpiració, part de l'energia que incideix a la superfície de les plantes s'usa per evaporar l'aigua. Així doncs, aquesta part de l'energia no es destina a l'augment de la temperatura (calor sensible) sinó al canvi d'estat de l'aigua en passar de líquid a gas (calor latent). En zones de pluvüsilva, amb molta pluja i una demanda evaporativa alta, aquesta via de dissipació d'energia és important, especialment en zones com l'Amazònia, on l'extensió de la selva té escala continental. També s'ha trobat, a partir d'anàlisis isotòpiques de l'aigua de pluja, que una bona part d'aquesta aigua podria ser aigua reciclada que primer s'ha evaporat i després es retorna en forma de pluja (en algunes zones pot representar al voltant del 40 % del que hi plou). Aquesta aigua «entretreguda» en aquest circuit vertical es pot perdre amb la desforestació, quan es disminueix la capacitat de transpiració sobre el terreny, amb la conseqüent reducció d'aquesta via de dissipació d'energia (calor latent) que no implica un augment de la temperatura. D'altra banda, les emissions de compostos orgànics volàtils per part de la vegetació també poden incidir en el clima modificant les propietats físiques (albedo, núvols) i químiques de l'atmosfera en ser molècules altament reactives que afecten la concentració de l'ozó i altres oxidants.

Quins efectes té el canvi climàtic en la vegetació?

El canvi climàtic i l'increment de les concentracions de gasos d'efecte d'hivernacle també afecten l'ecofisiologia i la fenologia de la vegetació. Les espècies vegetals han d'ajustar-se a les noves condicions ambientals climàtiques. Pel que fa a les comunitats, el canvi climàtic pot modificar les interaccions entre espècies, amb la possibilitat que algunes s'extingixin localment, i pot provocar canvis en la seva distribució geogràfica (latitudinal i altitudinal). Les noves condicions de temperatura i humitat es poden haver mogut cap a un rang desfavorable per a la seva supervivència als llocs on es troben actualment. A la llarga, això pot comportar canvis en l'estructura i la composició de les comunitats. D'altra banda, l'augment de concentració de CO_2 pot tenir un efecte positiu per a la fotosíntesi (ja que n'és substrat), però aquest efecte positiu no té per què persistir, atesa la interacció amb altres limitacions, siguin de disponibilitat de nutrients, com per exemple de nitrogen, o de disponibilitat d'aigua. Les condicions de temperatura (que afecten directament l'activitat metabòlica) també tenen el seu paper, sigui per augmentar el període vegetatiu (escurçant els hiverns), més temps per créixer, o per augmentar l'activitat respiratòria, reduint el balanç net de carboni fixat, especialment si la disponibilitat d'aigua és baixa i es frena la fotosíntesi.

Pel que fa a la part d'intervenció i gestió dels ecosistemes forestals, les formes d'actuació sovint encara estan massa lligades a l'experiència del passat, però les noves condicions climàtiques imposen que s'hagin d'actualitzar els criteris i els itineraris de gestió. S'han d'incorporar noves eines, com per exemple la modelització i l'experimentació, per avaluar i proporcionar nova informació sobre les possibles respostes de la vegetació davant les noves condicions ambientals que es projecten amb el canvi climàtic.

Experiments que simulen aspectes del canvi climàtic

Per exemple, a les Muntanyes de Prades (Baix Camp) s'han fet experiments desenvolupats pel grup del CREAF, dirigit per Josep Peñuelas, on s'aplica una reducció de la disponibilitat d'aigua mitjançant l'exclusió d'una part de la precipitació (amb una reducció del 20 % en la humitat del sòl). Com a resultat d'aquest canvi de condicions, s'ha produït una disminució del creixement diametral del tronc de l'alzina, tant en l'estrat arbori com en l'arbustiu, mentre que no s'han vist efectes negatius en la forma arbustiva de l'aladern fals (*Phyllirea latifolia*). Així, veiem que

determinats canvis poden afavorir certes espècies i canvis d'estructura en detriment d'altres. A Castelltallat (Bages) també hem fet un experiment d'exclusió de pluja (al voltant d'un 15 %). En aquest cas, s'ha mesurat una reducció significativa de la respiració del sòl (al qual s'ha disminuït experimentalment la humitat), i també s'han donat efectes negatius en la producció de fulles tant de l'alzina (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) com del roure (*Quercus cerrioides*).

La modelització permet altres vies d'exploració

El model Gotilwa+, desenvolupat per Carles Gràcia, jo mateix i altres investigadors del nostre grup en el marc de diferents projectes de recerca, incorpora variables climàtiques, paràmetres per descriure l'estructura del bosc i paràmetres per definir l'ecofisiologia de les plantes. Amb aquest model, a més dels efectes de les condicions ambientals climàtiques i dels sòls, també es poden explorar els efectes de diferents actuacions de gestió forestal. Utilitzant aquest model, vam poder avaluar el comportament del bosc en diferents condicions. Per exemple, vam estudiar la reserva hídrica del sòl a diferents fondàries per explorar quines serien les conseqüències de diferents escenaris climàtics. El model també ens permet determinar els efectes de la gestió en condicions climàtiques projectades per al futur. Aquesta aproximació s'ha aplicat en simulacions d'àmbit europeu, usant bases de dades i inventaris forestals i de sòls i dades climàtiques d'Europa.

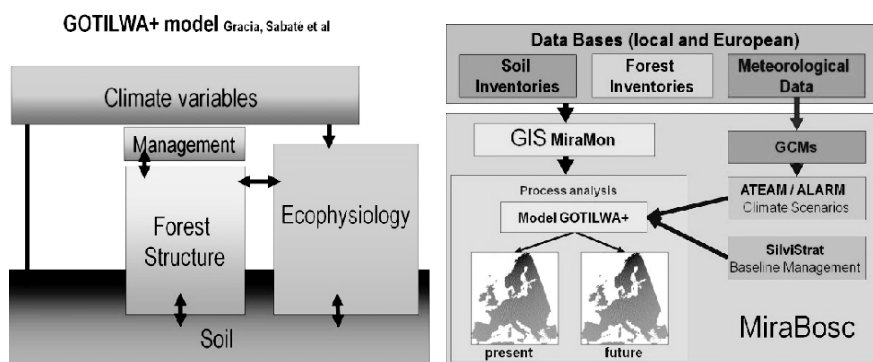


Figura 4. Esquema dels principals components que intervenen en el model Gotilwa+ (esquerra) per descriure el creixement del bosc, i del tipus d'aplicacions per estudiar els possibles efectes del canvi climàtic (dreta).

Alguns dels resultats del model Gotilwa+, en aquestes aplicacions, coincideixen amb observacions de camp, com ara el fet que augmenta el període vegetatiu de les plantes (període durant el qual les plantes són fotosintèticament actives), especialment en zones on les temperatures baixes són limitants. El model també projecta una futura disminució de la quantitat d'aigua del sòl, fet que determinarà condicions de creixement pitjors per als nostres boscos mediterranis, que ja estan molt limitats per la disponibilitat d'aigua.

En síntesi

Tot apunta que el món va cap a condicions d'un escalfament més gran, fet que provocarà una demanda evaporativa també més gran. A més, també es pronostiquen més esdeveniments extrems. Els boscos tenen un doble paper. D'una banda, la pèrdua dels sistemes forestals per desforestació provoca un augment de les emissions de carboni. De l'altra, el creixement de biomassa captura una part dels gasos d'efecte d'hivernacle i retira part del CO_2 atmosfèric. Les condicions futures poden limitar el paper de la vegetació com a embornal de CO_2 , especialment en aquelles zones on les temperatures ja són altes i la disponibilitat d'aigua es vegi reduïda. A més, els boscos poden arribar a estadis de maduresa en què no incorporin biomassa nova i, per tant, estabilitzin la seva capacitat de segrest del carboni. Una altra qüestió és que es pugui continuar acumulant en els sòls, i aquí cal força més investigació per poder fer millors estimacions.

A causa dels canvis climàtics actuals, que van en el sentit d'un empitjorament de les condicions de creixement a la zona mediterrània, els nostres ecosistemes poden experimentar reduccions en la seva producció i canvis importants en la distribució de les espècies i en la seva cobertura. Tots aquests canvis afectaran els múltiples serveis que els ecosistemes terrestres ens forneixen: subministrament de béns naturals renovables (fusta), manteniment de la biodiversitat, regulació de la composició atmosfèrica i del clima, conservació dels sòls, manteniment de la qualitat de l'aigua, emmagatzematge de carboni i també serveis socials. Cal prendre mesures ràpides per reaccionar davant d'uns canvis accelerats que poden tenir importants repercussions socials a escala local, regional i global.

Com s'adapten les ciutats al canvi climàtic

Andreu Ulied

Enginyer. Director d'MCRIT, SA

L'any 2007, amb la redacció de l'informe *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability* per part del Panell Intergovernamental per al Canvi Climàtic, es posà de manifest que, tot i que avui s'emprenguessin mesures decidides per mitigar el canvi climàtic, hi hauria una vulnerabilitat en determinades comunitats, les quals haurien d'adaptar-se a conviure amb un risc més elevat. Per tant, en aquestes poblacions vulnerables s'ha de treballar per aconseguir inserir més flexibilitat i resiliència en les seves societats.

Jo proposo una aproximació a la qüestió del canvi climàtic des del punt de vista del risc. En temps passats, el risc es relacionava amb catàstrofes naturals aleatòries; però en la societat contemporània el concepte ha canviat: el risc es veu com un producte social que es produeix al mateix temps que produïm riquesa. El risc és un element fonamental en la societat contemporània. Malgrat aconseguir nivells de confort molt millors que fa un temps, tenim la percepció de viure enmig d'un risc creixent. No vol dir que les societats de fa centenars d'anys no visquessin amb risc, però nosaltres tenim una percepció del risc molt elevada. Som una societat més rica i hi tenim més a perdre si ocorre un esdeveniment perillós, i per això som molt conscients del risc.

Primer parlaré d'elements d'adaptació al canvi climàtic centrats en Catalunya, a continuació presentaré actuacions que es duen a terme en diferents ciutats del món per adaptar-se al canvi climàtic, i finalment proposaré un cas pràctic d'anàlisi del risc d'inundacions a Catalunya.

Elements d'adaptació al canvi climàtic

Les comunitats s'hauran d'adaptar a les noves condicions del clima i s'hauran de fer més flexibles i resilients. Les ciutats són sistemes molt vulnerables en el sentit que hi tenen molt a perdre amb el canvi de les

condicions ambientals. Les ciutats han d'internalitzar mecanismes de gestió d'espai públic en els seus processos de planejament, i entre aquests mecanismes han de considerar el concepte de risc.

La regió mediterrània (per tant, Catalunya i Barcelona) és una de les regions del món on es preveu un major impacte del canvi climàtic. Es preveu que les conques mediterrànies patiran un estrès hídric de magnitud mitjana o severa cap als anys 2020–2030, cosa que tindrà impactes negatius sobre el turisme i altres activitats econòmiques. Un dels efectes esperables d'aquest canvi és sobre la salut, ja que es preveu un augment de la incidència de cops de calor. Una altra qüestió també important és la de les inundacions, i per això la Generalitat ha desenvolupat el pla Inuncat i altres plans de protecció civil. Protecció Civil té plans vigents de compliment obligat que s'han de tenir en compte en els projectes de desenvolupament urbanístic i en les infraestructures. Per exemple, les zones inundables del delta del Llobregat tenen planejaments urbanístics que s'han de revisar pel que fa al risc d'inundació. En altres llocs, com el Maresme, hi ha zones inundables a la llera de les rieres on s'ha construït i aquesta edificació difícilment serà reversible. Caldrà establir projectes de canalització o de control d'avingudes per protegir aquestes construccions. Així doncs, ara mateix no complim els criteris que defineixen aquests plans, normatives i reglaments tècnics. Si en el futur augmenten els requeriments i els criteris estàndard es fan més restrictius, encara els complirem menys. I això posa en crisi no només els estàndards sinó també la manera de projectar aquestes infraestructures.

Una altra qüestió és l'efecte del canvi climàtic en les platges, ja que les prediccions indiquen que els temporals seran més freqüents o més intensos i, a més, els rius, amb cabals minvats, no aportaran tant de sediment a la costa. Actualment, les platges perden la sorra cada cop que hi ha una llevantada forta i s'han de refer contínuament. Es preveu una tendència a l'augment d'aquestes pèrdues a les platges, cosa que pot afectar el turisme. Sumant tots els efectes mencionats, Barcelona i Catalunya apareixen molt destacades en els mapes de previsió d'impactes negatius.

Un altre impacte des del punt de vista logístic és la competitivitat de les principals rutes marítimes. Les fins ara dominants rutes septentrionals, sostingudes pels grans ports de Rotterdam, Hamburg i Anvers, podrien perdre protagonisme davant l'augment de trànsit per la Mediterrània dels vaixells que, procedents d'Àsia, circulen cap a l'Amèrica Central i l'Amèrica del Sud. Però si, a causa del canvi climàtic, hi ha un desgel del pol nord, es podran desenvolupar rutes directes des d'Àsia fins a Rotterdam. És possible que aquest desgel polar només duri unes quantes setmanes a l'any, de manera que tindria molt poc efecte per als

ports de la Mediterrània, com el de Barcelona, però en tot cas s'ha de tenir en compte.

Actuacions a diferents ciutats del món

Tot i que Barcelona està situada en una zona d'elevats impactes potencials del canvi climàtic, actualment no existeix un pla de mitigació del canvi climàtic, encara que sí que s'han fet força estudis sobre els riscos i la perillositat associada.

Respecte d'altres ciutats del món, Durban va ser la primera que va redactar un pla d'adaptació al canvi climàtic l'any 2009. Des d'aleshores, unes trenta ciutats han redactat els seus plans. Són algunes de les ciutats que tindrien més a perdre-hi si es materialitzessin els desastres potencials predits pels models de canvi climàtic. El 95 % estan ubicades en zones de risc d'inundació o zones costaneres, com Los Angeles i San Francisco. Són ciutats grans, de la mida de Barcelona (comptant la seva àrea metropolitana) i amb un nivell de renda similar.

A continuació repassarem breument el que fan algunes d'aquestes ciutats. A Londres hi ha el pla *London, action today to protect tomorrow*. En aquest pla es defineix una estratègia d'adaptació al canvi climàtic basada en tres punts: 1) identificar la població o els béns més vulnerables al risc, 2) analitzar com el canvi climàtic canviarà els riscos d'inundació, de sequera i d'onades de calor al segle XXI, i 3) descriure les accions necessàries per gestionar les actuacions i definir qui n'és el responsable. A més, proposen unes accions clau, com ara: *a)* incrementar el coneixement i la gestió del risc d'inundació, *b)* fer un programa de «reverdiament» per incrementar la qualitat i la quantitat d'espai verd i de vegetació a Londres com a mitigador de les inundacions i de les onades de calor, i *c)* millorar l'eficiència i la gestió de l'aigua als habitatges. Es tracta d'accions que ajuden a fer que la ciutat sigui més resilient i pugui créixer de forma més sostenible. El canvi climàtic confereix un punt d'urgència sobre aquestes qüestions, que sense aquest motiu ja serien interessants per elles mateixes.

A Rotterdam s'ha aprovat el pla *The Rotterdam challenge on water and climate change*. Un dels aspectes d'aquest pla preveu els subsidis a les cobertes verdes dels edificis. Però sobretot el pla se centra molt en els problemes que poden resultar d'un increment del nivell del mar i de l'augment de la freqüència dels temporals marítims. Amb un disseny molt avançat, es presenten solucions capaces de laminar avingudes temporals i increments del nivell del mar. Per exemple, s'han dissenyat espais que permeten la inundabilitat i ajuden a controlar avingudes màximes

augmentant la capacitat d'emmagatzematge d'aigua de les avingudes en diferents espais de la ciutat. Es dissenyen espais públics que accepten la possibilitat d'inundar-se durant determinats períodes de temps, de manera que permeten conviure amb el risc de forma flexible, com també pavellons flotants i zones urbanitzables en parts inundables, la construcció de les quals va començar el setembre de 2009. Aquests projectes i dissenys es desenvolupen en centres de recerca i enginyeria molt potents que atresoren un gran coneixement de la dinàmica marina i de la gestió de l'aigua.

A Nova York tenen el pla anomenat *Climate change adaptation in New York City*. Aquest pla es basa en el fet que les estratègies de gestió de risc poden ajustar-se per arribar a assolir els reptes que ens posa el canvi climàtic, ara i en el futur. Per fer això, dissenyen estàndards que es poden recalibrar per incloure les projeccions del canvi climàtic, de manera que les infraestructures es preparen per resistir amenaces futures. Per exemple, a Espanya el període de retorn de l'avinguda màxima es calcula a deu, cent o cinc-cents anys. A Nova York aquests estàndards s'han de revisar perquè consideren que no funcionen. Per incloure els impactes del canvi climàtic, augmenten el marc legal i la indústria de les assegurances contribueix a l'adaptació per mitjà de productes que responen a riscos a llarg termini. Després del que va passar a Nova Orleans, i a causa de l'afició dels novaïorquesos a les pel·lícules de desastres, els ciutadans tenen una percepció una mica paranoica dels riscos. A més, per la *Liability Act*, els novaïorquesos són responsables dels impactes. Per tant, es prenen molt seriosament els riscos del canvi climàtic i les empreses d'assegurances són molt exigents per les possibles responsabilitats imputables per llei.

A la ciutat de Chicago han desenvolupat el *Chicago climate action plan*. Aquest pla també planteja temes de disseny de l'espai públic. Preveu la participació ciutadana, la protecció de la qualitat ambiental i la millora del clima amb sistemes de refredament de la ciutat. Per exemple, alguns espais pavimentats es transformen en zones verdes plantant-hi arbres adaptats a les temperatures més elevades esperades; s'incorporen sistemes de recuperació de l'aigua de les calçades per al reg; i es busca la implicació de les empreses privades en una planificació a mitjà i llarg termini.

A la ciutat de Los Angeles han dissenyat el pla *Green Los Angeles*, on la preocupació per l'adaptació al canvi climàtic ha comportat el replantejament del concepte de ciutat des del punt de vista del transport. Per tant, s'estan modificant aspectes que no formaven part de la ideologia de la ciutat des que es va fundar; i això ha suposat un canvi radical. El pla

també impulsa l'economia ambiental, promou la reducció de l'ús d'aigua i d'energia, la millora de la gestió de residus i el disseny sostenible de les grans infraestructures.

A Buenos Aires s'han fet plans amb una visió globalitzadora que inclouen elements específics per a la ciutat. Aquestes actuacions s'haurien d'haver tingut en compte igualment, però en incloure-les en un pla d'acció sobre el canvi climàtic adquireixen una solidesa més gran. Per exemple, es té en compte la millora del drenatge, el sanejament ambiental, el disseny de corredors verds urbans, la vigilància de les condicions meteorològiques, etc.

Es pot comprovar que cada ciutat analitza els riscos específics segons les característiques de la ciutat; són riscos característics de cadascuna que el canvi climàtic ha exacerbat.

Cas d'estudi a Catalunya

A continuació presentem un cas d'estudi sobre la planificació i gestió del risc d'inundacions al nostre país. Es tracta d'un estudi que vam abordar a partir de la metodologia oficial per calcular projectes de canalització de rieres, i pel qual vam elaborar un full de càlcul per analitzar els elements de risc segons la normativa vigent. Aquests càlculs permeten avaluar diferents maneres d'enfocar les actuacions segons diferents escenaris d'usos de sòl a la conca. Està pensat per a una conca d'una riera del Maresme, i aquí ho enfocarem, des d'un punt de vista teòric i il·lustratiu, a la riera d'Arenys de Mar. Aquesta riera ha tingut avingudes molt grans que en algunes ocasions han causats grans estralls.

Al mapa d'inundabilitat de l'Inuncat es veu que la part inundable se situa justament on s'assenta la vila d'Arenys de Mar; per tant, la població està obligada a conviure amb aquest risc. El nostre mètode permet calcular el cabal que suportarà la llera de la riera a diferents intensitats de pluja i veure si serà capaç de desguassar-lo. Hem analitzat les conseqüències d'una pluja de 200 mm/dia, la màxima intensitat de pluja per a un període de retorn de cent anys, que és el període que preveu la normativa actual, però aquesta quantitat es pot variar projectant diferents períodes de retorn. Segons aquesta metodologia, augmentant la canalització de la llera no es produeix desbordament. Però cal tenir en compte altres components de la conca que també intervenen en el sistema, com ara la població d'Arenys de Munt. Si s'incorpora als càlculs la possibilitat d'un creixement de la urbanització a la capçalera de la conca, veiem que hi ha una transferència del risc de la part alta a la part baixa de la conca, perquè l'aigua s'infiltra menys, l'escorrentiu augmenta de

velocitat i augmenta molt el cabal a la part baixa de la conca. En conclusió, no es pot fer una lectura simple del risc; cal mirar el sistema complet, en totes les seves interdependències. La urbanització i canalització aigües amunt pot provocar riscos creixents d'una forma exponencial aigües avall perquè el canal ha de desguassar la pluja caiguda a l'àrea d'una conca cada cop més impermeabilitzada. I aquesta anàlisi també s'hauria d'estendre incorporant-hi l'erosió del sòl i l'arrossegament d'àrids (de sauló en el cas del Maresme). Altres riscos fan referència a l'estabilitat precària de les platges i a la vulnerabilitat del front litoral, on es localitzen grans infraestructures com el ferrocarril, depuradores i col·lectors, entre d'altres.

El canvi climàtic exacerba els riscos i ens fa pensar en les vinculacions existents entre diferents parts del sistema, relacions que cal tenir en compte per minimitzar la transferència del risc. Si Barcelona ha de fer un pla per adaptar-se al canvi climàtic, hauria sobretot d'integrar l'anàlisi de riscos sinèrgics amb l'objectiu de projectar conjuntament la ciutat per fer-la més resilient.

Barcelona, cap a un model de ciutat autosuficient

Salvador Rueda

Biòleg i psicòleg. Director de l'Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

Les incerteses que planen sobre les ciutats són cada vegada més grans, i això fa que moltes es plantegin ben seriosament els temes de sostenibilitat i autosuficiència. Si els combustibles fòssils pugen de preu, poden resultar inassolibles per a bona part de la població. Aquesta situació serà complicada per a la gent, però també per a l'organització de la ciutat. Si volem caminar cap a indrets menys incerts, haurem de generar escenaris en l'àmbit dels recursos que ens permetin abordar la incertesa i els conflictes derivats. Ara, alguns països fan provisió de certs materials estratègics. Les perspectives són que disposem d'energia per a uns 30–40 anys, el temps d'una generació. A mesura que l'energia escassegi, es traduirà en uns preus progressivament més alts. Avui mateix, ja hi ha gent que a fi de mes no agafa el cotxe perquè no pot pagar els preus de la benzina. Però, a més, s'ha de tenir en compte que, quan els preus de l'energia pugen, s'incrementen tots els preus, també els dels productes alimentaris. En conseqüència, tots els escenaris en què puguem desenvolupar l'autosuficiència ens reportaran una capacitat d'anticipació més gran.

De fet, això ens porta a la necessitat de replantejar l'estratègia per competir pel territori. Malauradament, des de sempre, i avui també, l'estratègia emprada pels territoris per posicionar-se ha estat el control dels recursos: qui ha estat capaç de consumir més és qui aconsegueix una posició millor. El problema és que això ens porta actualment a un problema doble: 1) la crisi impedeix aquesta obtenció de recursos i no sabem fer-ho d'una altra manera, i 2) aquesta estratègia està renyida amb les estratègies de sostenibilitat. Tenim un problema molt greu que només podem solucionar si canviem l'estratègia per competir entre territoris.

Des del meu punt de vista, l'única estratègia factible és la que es basa en la informació i el coneixement. Això dóna la possibilitat de generar estructures més organitzades sense que representi una disminució dels recursos; ans al contrari, n'hi ha una nova producció. Aquest procés cap

a la complexitat reduint el consum de recursos és l'única estratègia de futur, també per a Barcelona, i haurà de permetre que es pugui competir entre territoris, entenent que la competència és un fet essencial inevitable que pot ser esperó de millores.

L'ideal seria que els canvis es poguessin fer obviant l'actual competitivitat basada en el metabolisme, que poguéssim passar a altres escenaris més «desmaterialitzats», on el servei, la informació i el coneixement fossin els motors. La meua opinió és que en aquestes condicions estariem en millor posició per encarar el futur.

Per parlar de com ha d'anar una ciutat cap a l'autosuficiència, primer s'han de dissenyar i desenvolupar les estratègies que s'han de seguir. Veritablement, el més interessant i trencador és plantejar un canvi d'estratègia profund que permeti que un increment de la capacitat d'anticipació vingui acompanyat de nous plantejaments. Actualment i havent entrat en l'era de la informació i el coneixement, seria el moment apropiat per plantejar-les. Ara es parla molt de models urbans, *smarts cities*, *slow cities*, que cerquen això mateix. Possiblement, en aquestes definicions hi ha més màrqueting que realitat, però si s'aprofundeix en aquests plantejaments, es pot arribar a escenaris capdavanters com a ciutat.

La ciutat de Barcelona té la sort de ser molt compacta. El 19 % dels viatges que es fan diàriament a la ciutat es fan amb vehicle privat (un 33 % comptant els que vénen de fora). I encara podem reduir aquests percentatges. Pel que fa al consum d'energia, distribuït per sectors en resulta la repartició següent: 30 % al sector serveis, 27 % al domèstic, 24 % al transport i 17 % al sector industrial.

Aquest és l'escenari en què ens movem en el pla de l'energia i el canvi climàtic i la contaminació atmosfèrica de la ciutat de Barcelona recentment desenvolupat. Les energies renovables representen un petit percentatge respecte del consum total d'energia. Una prioritat important és veure que som capaços de reduir-ne la demanda. Això ens obliga a abordar cada sector consumidor d'energia per tal d'augmentar la seva eficiència i reduir la seva demanda. Avui m'agradaria parlar d'un dels sectors principals: el transport.

El model actual de transport reparteix en parts iguals el mode privat, el metro i l'autobús. Però cal plantejar-nos la conveniència de canviar aquest repartiment modal per aconseguir un model de mobilitat lligat a un consum d'energia menor. I aquest canvi exigeix decantar els viatges amb vehicle privat cap als altres modes. Per això, cal desenvolupar les xarxes de bicicletes, pensar en una xarxa de vianants en condicions diferents i millorar el transport públic. En replantejar com reduïm el consum d'energia usada pel transport, podem introduir canvis que,

d'altra banda, redundin en la millora de la qualitat urbana i la qualitat de vida dels ciutadans.

En aquests moments estem dissenyant el pla de mobilitat de Barcelona i ja hem començat a planificar mesures en aquesta direcció. Ara mateix, estem a punt de publicitar la nova xarxa d'autobusos de la ciutat. Es tracta d'una proposta sobre la qual estem treballant des de l'any 1987, quan vam fer el mapa de sorolls de Barcelona. En aquest treball ens vam adonar que el soroll només es podia gestionar i reduir atenent al trànsit de cotxes: per allí on passaven cotxes, el nivell de soroll sempre estava per sobre dels nivells admesos (65 decibels, el nivell que permet que dues persones puguin mantenir una conversa a un metre de distància i entendre's sense haver d'aixecar la veu). Per obtenir nivells de soroll dins dels límits admesos, els carrers havien de ser veïnals o molt més pacífics.

Aleshores, a partir dels mapes de sorolls, vam començar a estudiar per on havien de passar els cotxes i per on era millor que no passessin. Arran d'aquests treballs, es va desenvolupar un nou element topològic lligat a la funcionalitat de la ciutat que va més enllà de les repercussions del soroll: la superilla. La creació de noves cèl·lules, formades per 3 x 3 de les actuals illes de l'Eixample, fa que el trànsit rodat hagi de passar per la perifèria de les superilles, mentre que els carrers interiors suporten el transport dels veïns, els vehicles de càrrega i descàrrega o els vehicles d'emergències i els taxis. Els vehicles de pas no tenen entrada dins de les superilles. I això comporta millors condicions per a la fluïdesa del trànsit a les parts perifèriques i una pacificació del trànsit (10 km/h) a l'interior de les illes, on només accedeixen els residents.

Abans de l'existència del vehicle privat, la ciutat estava ocupada per tothom de forma més o menys caòtica. Al carrer es podia fer qualsevol cosa sense generar conflictes: festes, mercat, jocs dels nens. Ara no, el dret de pas fa que s'expulsin del carrer altres funcions de l'espai públic. Les persones que van a peu no poden passar per on volen i es restringeix el seu pas a les voravies. Al ciutadà, no li queda altra opció que passar per allà on els cotxes ho permeten. Però un ciutadà ho és perquè ocupa l'espai públic, que és el que fa ciutat, la casa de tots. Si no hi ha espai públic no hi ha ciutat, hi ha urbanització. Els ciutadans haurien de poder fer tot allò que la ciutat els proporciona. Si la ciutat està ocupada pels cotxes, el ciutadà deixa de ser-ho i passa a ser un mer vianant.

Per al nou model de mobilitat i espai públic de Barcelona, pensem retornar al ciutadà la carta de natura que no havia d'haver perdut mai; pensem restituir les funcions que va perdre. La nova cèl·lula urbana for-

mada per 3 x 3 illes podria regir tota la xarxa de transport urbà, i això possibilitaria l'alliberament de molt d'espai a la ciutat sense que la seva funcionalitat patís en excés.

Amb aquesta nova topologia, totes les funcions i activitats de la ciutat es poden mantenir havent alliberat quasi el 70 % de l'espai que avui ocupa el cotxe comptant circulació i aparcament. No obstant això, també és molt important garantir que els desplaçaments habituals es podran fer. La proposta en què treballem incorpora canvis de direcció de carrers que milloraran la mobilitat de la circulació.

Per tant, estem dissenyant una nova xarxa que dona servei al vehicle de pas i que permet fer funcionar el trànsit actual. Amb aquesta nova xarxa hi haurà un 24 % menys de cotxes circulant pels carrers. Aquesta disminució representa mig milió de cotxes menys circulant, i s'haurà de veure on es posen. És això assumible? Per absorbir els no-desplaçaments dels cotxes caldrà desenvolupar la resta de xarxes per fer-les més competitives, de manera que a l'usuari del cotxe utilitzar la xarxa pública li resulti tant o més còmode que utilitzar el seu vehicle privat. Per aconseguir-ho cal augmentar la velocitat del transport públic, oferir una xarxa de bicicletes millorada i, fins i tot, que es puguin fer combinacions de bicicleta amb transport públic. Amb la millora de la xarxa de transport públic es produirà una reducció del consum de combustibles fòssils, cosa que repercutirà en l'autosuficiència de la ciutat.

El nou pla de mobilitat inclou la creació d'una nova xarxa de transport públic en superfície i l'ampliació de la xarxa de metro, ferrocarril i tramvia. Alguns d'aquests treballs ja s'estan desenvolupant, com l'ampliació de les línies 3 i 6 i la construcció de la línia 9, ara aturada. I en el transport públic de superfície es treballa en un nou esquema de la xarxa d'autobusos. Actualment, a la xarxa d'autobusos hi ha una gran redundància de recorreguts i per alguns carrers hi passen moltes línies. La ineficiència del sistema és òbvia.

A més, la xarxa d'autobusos ha perdut un 10 % del passatge en els darrers tres anys a causa de l'increment de passatgers en la xarxa transport fix, i encara es preveu una reducció més dràstica (possiblement del 30 %). Si això continua així, l'empresa d'autobusos haurà de plegar, i no només per raons energètiques, sinó també perquè s'ha fet obsoleta.

Avui puc presentar el nou mapa de transport d'autobusos a Barcelona pactat amb l'Ajuntament, l'anomenada xarxa ortogonal. Les primeres sis línies de la nova xarxa ortogonal es posaran en funcionament aquesta tardor amb la idea que en dos anys es pugui aplicar tot el dispositiu. Seran 28 línies que substituiran 84 de les línies actuals. Amb aquest dispositiu s'aconsegueix donar servei al 99 % dels usuaris a menys 300 m

de la parada del bus; això vol dir que unes 30.000 persones més tindran ara una parada a menys de 300 m.

A Vitòria s'ha assajat una xarxa similar i, per sort, ha donat bon resultat: un increment d'usuaris de prop del 50 %. Crec que a Barcelona encara podem obtenir millors resultats. Amb la xarxa de Barcelona aconseguim que els 14 minuts de freqüència mitjana actual passin a menys de 4 minuts, i el temps mitjà d'espera estarà entorn d'1–2 minuts. A més, en qualsevol punt de la xarxa es tindran les mateixes condicions. El disseny combinat de línies verticals i horitzontals permetrà que es pugui anar d'un punt a un altre de la ciutat amb un sol transbordament.

La topologia és molt senzilla; hem fet un esforç per poder lligar les diferents peces dins el territori geogràfic de Barcelona, cosa que sembla fàcil però que no ho és tant: hi ha turonets, carrerons estrets, teixits per on els busos no poden penetrar. S'ha buscat la màxima eficiència de cobertura i extensió i ajustar l'oferta amb la demanda. Per satisfer la demanda en punts de demanda alta s'usaran busos articulats; es busquen solucions que s'acomodin a la xarxa ortogonal i que donin servei a la demanda de la població.

Amb una xarxa d'aquest tipus, el nombre de parades disminuirà molt a causa de la seva bona distribució. Els punts d'intercanvi (parades) seran nodes de primer ordre dins la ciutat. Es preveu que s'utilitzin els xamfrans per a les parades, però la qüestió encara no està totalment resolta.

Aquesta xarxa de transport assegurarà que la majoria de ciutadans tinguin la destinació a menys de 35 minuts de recorregut. Aquesta xifra no és casual: segons estudis psicològics, el temps per fer el viatge d'anada i tornada d'una persona no ha de superar 1 h i 10 minuts, ja que altrament es descartarà el mitjà de transport per buscar-ne un de millor. Així doncs, hem estudiat la xarxa per tal que la majoria de la població pugui fer els desplaçaments dins d'aquests paràmetres.

Aquesta xarxa permet incorporar els transports dels vehicles que hauríem d'eliminar de la circulació, cosa que no és possible de fer amb la xarxa actual. La reducció de la circulació de cotxes permet reduir la contaminació atmosfèrica a la ciutat per sota dels nivells exigits per la legislació europea i espanyola.

Amb l'aplicació d'aquesta nova xarxa de transport urbà, tot canvia sense canviar res: no es fa cap demolició ni cap nova construcció i, no obstant això, s'obté un gran canvi en la mobilitat. Amb passos com aquest anem construint una ciutat més autosuficient.

L'aprofitament de les aigües del subsòl a Barcelona

Ramon Arandes

Enginyer. Funcionari jubilat de l'Ajuntament de Barcelona

L'any 2000, l'organització de l'Aula d'Ecologia em va convidar a impartir una conferència amb el mateix títol que l'actual. En aquells moments, l'Ajuntament de Barcelona iniciava un projecte per gestionar les aigües del subsòl de la ciutat i, per tant, el plantejament de la conferència versava sobre els objectius que es volien assolir. Ara, transcorreguts dotze anys, amb un projecte totalment consolidat, estic en disposició de fer una valoració dels resultats assolits en relació amb les previsions i un judici crític del model adoptat, ressaltant-ne els punts forts i els potencials punts febles.

Antecedents

Hem de recordar que a Barcelona, des de la seva fundació, s'ha fet un aprofitament dels recursos hídrics locals, primer a través de pous i posteriorment complementat amb mines a Montjuïc, a Collserola, als turons (especialment al del Coll) i a les lleres del Besòs i el Ripoll. Aquest aprofitament en alguns moments ha estat el principal mitjà per obtenir aigua.

En relació amb aquests antecedents, ens podem referir a dos moments rellevants. En primer lloc, al final del segle XIX i la primera part del XX, moment del desenvolupament industrial de la ciutat, que li va donar un impuls i una empenta de futur decisius. Si aquest desenvolupament es produeix a Sant Andreu i al Poblenou (Sant Martí) i arriba fins a la Barceloneta, és precisament perquè el curs baix del Besòs i el seu delta proporcionaven els recursos hídrics que necessitaven les indústries. Un recurs, en principi, abundant i de qualitat, a poca fondària i, de vegades, a sota de les mateixes indústries. Les antigues captacions de la fàbrica Fabra i Coats, de La Maquinista i d'altres indústries, com Tintes Nubiola i Pintures Folch, i fins i tot les de la Sociedad General de Aguas de Barcelona (central de Sant Andreu, que va iniciar l'exploració de l'a-

qüífer profund del Besòs el 1878) i d'Aigües del Besòs (captació i torre de distribució a la plaça de Ramon Calsina) són testimonis que han perdurat fins als nostres dies. En aquesta època es troben referències sobre l'existència de més de nou mil pous a la ciutat.

D'aquestes captacions, en podem extreure una lliçó. Els més de 50 hm³ que s'extreien cada any a la conca del Besòs durant els anys seixanta del segle passat eren molt superiors als 8 hm³ que els models desenvolupats per la Càtedra d'Hidrogeologia Subterrània del Departament d'Enginyeria del Terreny i Cartogràfica de la UPC estableixen com a màxim per realitzar una explotació sostenible en aquesta conca. Aquesta sobreexplotació dels anys seixanta va originar un descens molt important del nivell freàtic, amb la consegüent entrada d'aigua del mar i la salinització de l'aqüífer, la qual cosa el va inutilitzar durant molts anys. A causa d'aquesta salinització, actualment al Poblenou no es poden utilitzar els recursos locals i s'ha de portar l'aigua de zones allunyades de la costa, fet que obliga a disposar d'una xarxa de certa complexitat.

Al pla de Barcelona les indústries també disposaven de les seves captacions, com la fàbrica Batlló i, fins i tot, l'Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau. A l'Eixample, hem de destacar l'associació de Propietaris de l'Eixample, amb un pou i la seva torre a l'illa formada pels carrers de Llúria, Diputació, Bruc i Consell de Cent, i el Fénix de las Aguas Potables, amb dos pous i un gran dipòsit al passeig de Sant Joan amb la Diagonal, que van distribuir aigua per l'Eixample fins a finals del segle passat. En aquell moment, la contaminació per nitrats la va incapacitar per al consum humà.

Amb la progressiva desaparició de l'activitat industrial a la ciutat, desapareixen les indústries i es produeix un gradual abandonament de les captacions del subsòl. Això va fer que el nivell freàtic anés recuperant les seves cotes naturals. Per exemple, al nus de la Trinitat es va constatar, l'any 1992, que la cota del nivell freàtic havia pujat uns 10 m en setze anys. Això ocasionava problemes a les infraestructures que s'havien construït quan el nivell estava anormalment baix, especialment a les instal·lacions del ferrocarril metropolità i també als soterranis d'alguns edificis. En aquest moment, les quantitats obtingudes a les captacions són molt baixes: a finals del segle passat, el conjunt de captacions al subsòl de la ciutat, públiques i privades, no arribava a 1 hm³.

La constatació que aquest recurs es podia utilitzar per a determinats usos i, alhora, per resoldre els problemes de filtracions en infraestructures i soterranis d'edificis va donar lloc al projecte d'aprofitament de les aigües del subsòl pels serveis municipals que presentem aquí. El primer pla es va redactar l'any 1997 per donar compliment a l'acord del Consell Plenari de l'Ajuntament de Barcelona que, en la sessió del 25

d'abril de 1997, va disposar que es presentés «una proposta per a l'exploració sostenible i racional de l'aquífer que permeti mantenir el seu nivell a cotes raonables».

Plantejament de l'aprofitament de l'aigua del subsòl pels serveis municipals

En primer lloc, s'ha de deixar constància que l'objectiu de l'Ajuntament de Barcelona en relació amb l'aigua és la racionalització del consum. Una racionalització implica un consum eficient i sostenible en la mesura que la utilització de l'aigua del subsòl pot estalviar aigua potable. Es tracta, per tant, de substituir el consum d'aigua apta per al consum humà (distribuïda per Agbar) per aigua del subsòl de la ciutat en aquells serveis urbans que no requereixen que l'aigua tingui la qualitat exigida per a l'aigua de consum humà. Però aquesta substitució s'ha de realitzar optimitzant els recursos disponibles i minimitzant les infraestructures necessàries per gestionar-la.

Els serveis urbans de què parlem són:

- El reg de les zones verdes
- La neteja viària
- La neteja del clavegueram
- La neteja dels vehicles dels contractes de neteja i de manteniment del clavegueram
- Les fonts ornamentals i les làmines d'aigua
- El reg de les zones esportives

Els requeriments de qualitat que es demanen a l'aigua per a aquests usos són diferents per a cadascun d'ells, però tots es poden abastir amb l'aigua del subsòl, de condicions bacteriològiques i fisicoquímiques suficientment bones. Tanmateix, se'n fa una desinfecció per cloració.

A la pregunta de si realment és racional aquesta substitució, respondrem amb una altra pregunta. Ens podem plantejar si és racional portar l'aigua des d'un ecosistema natural llunyà, com pot ser el Ter o l'Ebre, o fins i tot el Roine, i privar la zona d'aquest recurs, per després haver de fer un tractament complex i costós que comporta un important consum de matèries primeres i d'energia. I quan l'aigua tingui les característiques que s'exigeixen —cada vegada més— per al consum humà, llavors és raonable que aquesta aigua es destini a la neteja de carrers, al reg de parcs i jardins i a les fonts ornamentals i làmines d'aigua, procediments que no requereixen que l'aigua tingui aquesta qualitat?

Evidentment, no sembla racional. D'altra banda, caldria esperar que aquest recurs local, sense cap tractament i sense els costos derivats del transport, fos més barat que l'aigua procedent de la xarxa de distribució. Després analitzarem aquesta qüestió, que en principi sembla òbvia, però vull deixar constància que l'Ajuntament de Barcelona mai no s'ha plantejat aquest aprofitament des del punt de vista econòmic: el plantejament és més global, ecològic. Altres ajuntaments sí que s'ho han plantejat únicament per raons econòmiques.

A banda de la utilització pels serveis municipals que hem esmentat, també les indústries podrien utilitzar aquesta aigua per a la refrigeració i per facilitar l'evacuació al clavegueram dels productes sobrers. La veritat és que actualment la indústria utilitza molt poca aigua del subsòl. També alguns centres, públics i privats amb un únic operador, podrien utilitzar aquesta aigua per a les cisternes dels inodors. L'ús en habitatges es presenta més problemàtic per la dificultat de controlar que es faci un ús correcte de l'aigua, i els riscos que això implica.

Un altre ús important de l'aigua del subsòl pot ser la climatització d'edificis, a vegades lligant-ho amb l'aprofitament de les condicions geotèrmiques del terreny.

Raons de la infrautilització dels recursos locals

Basant-nos en consideracions de sostenibilitat ambiental, cal preguntar-se per què s'havia arribat a aquesta situació d'abandonament pel que fa a la utilització dels recursos locals? Podríem considerar tres raons. En primer lloc, per la persistència de les teories higienistes de la segona meitat del segle XIX, que van impulsar el desenvolupament de les xarxes d'abastament i de clavegueram en el marc de la protecció de salut, en una època amb una forta incidència de malalties hídriques (tifus, verola, còlera, disenteries, etc.). Això implicava la necessitat d'extremar tot tipus de precaucions en la distribució de l'aigua. No obstant això, l'aigua del subsòl no té especials riscos associats, ja que el contingut de nitrats i sulfats i l'elevada conductivitat, que són els paràmetres que localment caracteritzen l'aigua del subsòl de Barcelona, juntament amb una nul·la contaminació bacteriana en general, la fan apta per a molts usos. En tot cas, cal fer-ne un seguiment analític, tal com es fa amb l'aigua apta per al consum humà. Se sap que, generalment, la qualitat de l'aigua del subsòl és millor que la de l'aigua superficial i que la contaminació de l'aigua del subsòl acostuma a ser d'origen antròpic.

En segon lloc, per la creença que les actuacions que podien fer servir aigua no potable representaven una fracció molt reduïda del consum

total d'aigua i, per tant, no es considerava rellevant fer-ne una doble xarxa. En realitat, el conjunt dels consums domèstics, industrials i de serveis municipals que poden usar aigua no potable pot representar un volum significatiu. A més, la segona xarxa pot ser molt senzilla.

Finalment, per raons d'ordre econòmic, ja que a partir de comparacions simplistes s'atribueix un cost més gran a l'aigua sense tractar. En realitat, si es vol fer una comparació rigorosa internalitzant tots els costos, no hi ha cap dubte que l'aigua potable té un cost molt superior (una altra qüestió és el preu).

D'aquestes consideracions, és lògic deduir que per criteris de racionalitat no hi ha impediments perquè l'aigua apta per al consum humà sigui exclusivament per a aquells usos que requereixen que l'aigua tingui una alta qualitat (consum humà, higiene personal, usos alimentaris, sanitaris, etc.) i que l'aigua de qualitat «inferior», com pot ser l'aigua del subsòl sense tractar i l'aigua regenerada, sigui per als altres usos.

Sobre aquest plantejament de racionalitzar l'ús de l'aigua em permetran que faci una reflexió, ja que aquest tipus de gestió no és tan nou com sembla i realment està arrelat als orígens de la nostra cultura, a la cultura romana. Vegem el que descriu Juli Frontí (30–103 dC) al seu llibre *Els aqüeductes de Roma*. Juli Frontí, en assumir el càrrec de *curator aquorum* després d'una impressionant trajectòria política i militar al servei de Roma (a l'època de l'emperador Nerva), va constatar que l'aigua de l'aqüeducte Anius Vetus era de mala qualitat i tèrbola, però s'utilitzava per beure. En canvi, la de l'aqüeducte Aqua Marcia era bona, tal com diu: «La Marcia mateixa, que per la seva frescor i el seu esclat era agradable, jo l'he trobada consumida en els banys, en els tints i en altres usos que honestament hem de silenciar». A partir d'aquesta constatació, va prendre la decisió de remodelar la distribució de l'aigua: «Així es resolgué la separació de tots els aqüeductes i després la reclassificació de cadascun d'ells, de forma que la Marcia es pogués destinar sols a la beguda i que immediatament cada un dels restants es destinés a usos adequats a la seva característica, i així, per exemple, l'Anius Vetus que, per moltes raons i precisament perquè es captava a un nivell inferior és menys saludable, es podia utilitzar per regar els jardins i per a serveis menys nobles de la vila».

Frontí era un home pragmàtic, com tots els romans. Podem dir que els romans, que practicaven una agricultura arrelada a les condicions del terreny (garrofers, oliveres, vinya) i fent un consum d'aigua reduït, van fer el primer pas en la racionalització de l'ús de l'aigua. Per aquesta raó, quan dissenyem una xarxa secundària per distribuir aigua de qualitat inferior a l'aigua potable, tornem als nostres orígens.

Anàlisi dels recursos disponibles i dels consums potencials

Per plantejar un pla d'aprofitament de les aigües del subsòl cal analitzar dos factors: els recursos disponibles (en el marc d'una explotació sostenible) i la quantitat d'aigua del subsòl utilitzable per als diferents usos. A partir dels estudis amb modelització matemàtica realitzats, sabem que els recursos existents al subsòl utilitzables amb un ús sostenible són de 7 a 11 hm³/any (al Besòs, de 5 a 8 hm³/any i al pla, de 2 a 3 hm³/any), a més dels 3 hm³/any addicionals d'aigua que es filtra al metro.

En un segon nivell, convé analitzar tècnicament i econòmicament quina part d'aquests volums és susceptible d'una explotació.

Actualment l'Ajuntament de Barcelona disposa d'una concessió administrativa de l'ACA per vint-i-cinc anys per aprofitar 1,8 hm³/any que procedeixen de l'aqüífer del Besòs, del pla i de les filtracions al ferrocarril metropolità. Al quadre 2 es detallen els recursos potencialment aprofitables i els que actualment s'utilitzen. L'aqüífer està alimentat per aigua que es filtra naturalment al terreny fins a arribar a les capes més impermeables, sobre les quals l'aigua es desplaça seguint els pendents, que generalment coincideixen amb el pendent superficial. Al subsòl l'aigua té una distribució irregular i es concentra en alguns llocs de condicions de permeabilitat i pendents més favorables; però, a més, la presència d'aigua al subsòl està molt condicionada per la pluviometria. També existeix una alimentació de l'aqüífer addicional per a les pèrdues en les xarxes de distribució d'aigua i del clavegueram, aportació que es detecta fàcilment a partir de les anàlisis de l'aigua. Aquestes darreres fonts lògicament tenen més importància a les zones on el sòl és molt impermeable.

Pel que fa a l'aigua filtrada al ferrocarril metropolità, és d'uns 10 hm³, dels quals aproximadament la meitat corresponen al terme municipal de Barcelona i estan molt concentrats al front litoral i al Besòs (línia 4), al tram Triomf – Glòries (línia 1), al Paral·lel i a l'eix Penitents, Vallcarca i Lesseps (línia 3) i també a Badal (línia 5). És una aigua que penetra als túnels a través de les parets de formigó, motiu pel qual acostumen a carregar-se de sals. Aquesta aigua, pel fet que ha travessat les parets i ha circulat per les vies, ha perdut qualitat i requereix un dipòsit d'acumulació per impedir que vagi al clavegueram. Per aquestes raons, es considera molt millor fer pous de captació entorn del túnel del metro i captar l'aigua abans que entri a les seves instal·lacions i túnels. En la mesura que la captació rebaixi el nivell freàtic, es reduirà l'entrada d'aigua al metro i, per tant, serà de millor qualitat (això es veu a la captació al metro prop de l'estació de Besòs (línia 4), que alimenta el dipòsit d'Alfons el Magnànim).

En segon lloc, ens hem de preguntar quina quantitat de l'aigua potable que consumim a la ciutat es pot substituir per aigua del subsòl. A Barcelona ha baixat el consum total d'aigua potable prop d'un 30 % entre l'any 1985 i el 2011 com a resultat del descens dels consums domèstic i industrial. A més, també ha baixat el consum d'aigua per part dels serveis municipals —s'ha reduït a menys de la meitat— com a fruit d'una gestió racional dels recursos, especialment en el reg dels parcs i jardins.

Pel que fa al consum domèstic, assenyalem que representa menys de 110 litres per habitant i dia i el consum total a la ciutat ($97,46 \text{ hm}^3$), repercutit sobre la població, representa 166 litres per habitant i dia. Es tracta de consums molt baixos i allunyats de les previsions fetes els anys seixanta del segle passat. Aquests consums unitaris disminueixen any rere any i ara estan arribant a nivells molt ajustats.

Un altre aspecte destacable és l'important descens del consum d'aigua en els serveis municipals, fruit de la situació de sequera del 2008. Aquest descens s'ha mantingut posteriorment.

Per obtenir els consums totals d'aigua dels serveis públics (bàsicament de l'Ajuntament de Barcelona), cal sumar als $5,20 \text{ hm}^3$ d'aigua potable (consum de l'any 2011) el poc més d' 1 hm^3 d'aigua del subsòl. Els serveis urbans que es poden substituir per aigua del subsòl són un 40 % del consum municipal d'aigua potable (tot i que aquest percentatge pot variar en funció de la pluviometria). Per tant, les necessitats potencials d'aigua del subsòl es poden estimar en $0,4 \times 5,2 = 2,0 \text{ hm}^3$. Si hi sumem 1 hm^3 que es consumeix actualment, el total són $3,0 \text{ hm}^3/\text{any}$.

Constatem que aquest volum és inferior als recursos disponibles d'aigua del subsòl i, per tant, queda marge per a altres usos, com els industrials. Un altre aspecte serà analitzar on estan localitzats aquests recursos i on se'n concentra la demanda, ja que per satisfer-la s'hauran de realitzar infraestructures i per minimitzar aquestes infraestructures caldrà planificar els aprofitaments.

En relació amb la ubicació dels recursos al subsòl, cal assenyalar que els terrenys corresponents al quaternari modern (llims, sorres i argiles), que constitueixen el front litoral a ponent del port, és a dir el delta del Besòs i el seu curs baix, són molt rics en aigua, tot i que la salinització la inhabilita per al reg de zones verdes. Un avantatge d'aquesta zona és que l'aigua es troba a molt poca fondària.

Pel que fa al quaternari antic, que ocupa la major part de la plana de Barcelona, algunes capes transmissores acullen aquífers més o menys importants, amb variacions locals. També el terciari (pliocè i miocè), que es manifesta a Montjuïc, a la plaça d'Espanya i a part de Sants, té importants aquífers, amb capes molt transmissores alternant amb capes imper-

meables (bàsicament argiles). El terciari constitueix el sòcol de la plana de Barcelona, sobre el qual s'ha dipositat el quaternari antic a partir de l'erosió de Collserola i els turons. En aquesta capa es troben les principals captacions de l'Eixample mitjançant pous de relativa poca fondària.

Finalment, els terrenys paleozoics que afloren a Collserola i als turons (pissarres i granits) són molt impermeables quan les roques són sanes; però el sauló, segons el seu nivell d'alteració, presenta certa permeabilitat. Tanmateix, cal dir que les roques paleozoiques estan molt fracturades i presenten fissures i diàclasis a través de les quals l'aigua pot circular. En aquests terrenys la captació s'ha de fer a través de mines.

Situació actual del consum d'aigua del subsòl

Al quadre 1 es detalla l'evolució del consum d'aigua del subsòl i d'aigua potable per part de l'Ajuntament de Barcelona al llarg dels darrers anys. També es detalla un indicador de sostenibilitat, paràmetre recollit a l'Agenda 21 de l'Ajuntament com a indicador del consum d'aigua. L'indicador és el quocient entre el consum d'aigua del subsòl i el consum total d'aigua (aigua del subsòl més aigua potable) expressat en tants per cent. Lògicament, mai podrà arribar al 100 %, ja que almenys la meitat del consum municipal actual d'aigua potable sempre haurà de ser potable. L'indicador, com a molt, podria arribar al 58 %. L'indicador de sostenibilitat és un bon instrument de gestió, ja que permet establir objectius quantificables i controlar els resultats.

Ús municipal d'aigua del subsòl a Barcelona amb indicador de sostenibilitat:

Any	Aigua del subsòl	Aigua de xarxa	Total	Indicador (%)
1999	301.730	8.490.617	8.792.347	3,43
2000	305.551	8.114.371	8.419.922	3,63
2001	429.408	8.158.331	8.587.739	5,00
2002	459.728	6.818.770	7.278.498	6,32
2003	538.831	7.848.243	8.387.074	6,42
2004	697.786	7.611.057	8.308.843	8,40
2005	719.312	6.538.304	7.257.616	9,90
2006	705.201	6.256.619	6.961.820	10,10
2007	789.006	6.374.058	7.163.064	11,00
2008	943.315	4.138.969	5.082.284	18,60
2009	945.952	4.652.595	5.598.547	16,90
2010	967.233	4.761.787	5.729.020	16,90
2011	1.033.269	5.202.601	6.235.870	16,60

El fet que l'Ajuntament de Barcelona tingui prop d'un 17 % d'autoconsum d'aigua és realment significatiu. A més, les perspectives són d'una important millora el 2012, ja que s'estan posant en servei les actuacions finalitzades els darrers mesos de 2011 i que inclouen noves connexions a parcs.

Criteris per al projecte d'aprofitament

Per desenvolupar la distribució d'aigua del subsòl sense haver de desenvolupar una segona xarxa duplicant la xarxa de distribució d'aigua potable, i per aprofitar al màxim els avantatges que ofereix el recurs, es preveuen diverses situacions. En primer lloc, el fet que el mateix subsòl fa de dipòsit i només cal treure'n l'aigua quan cal. En segon lloc, el fet que l'aigua no està concentrada en un punt, sinó dispersa en diferents indrets. Aquestes condicions permeten utilitzar directament l'aigua del subsòl a partir de pous propers al punt de consum sense necessitat de fer cap dipòsit (llevat que el cabal de punta requereix superi el rendiment del pou, cosa que obligaria a fer un dipòsit per garantir el cabal de punta requereit). Com que els hidrants per carregar cisternes (per a la neteja viària i del clavegueram i per al reg de l'arbrat d'alineació i jardineres) subministren com a mínim uns 10–20 litres per segon, un camió pot carregar la cisterna de 10 m³ en uns quinze minuts, comptant les operacions de connexió i desconnexió. El volum del dipòsit dependrà del rendiment del pou, però la capacitat màxima no acostuma a superar els 40 o 50 m³.

L'aigua potable generalment es distribueix per gravetat a partir d'un dipòsit situat a una cota superior a la del punt de consum, però en l'aprofitament de l'aigua del subsòl la distribució es fa per impulsió amb una bomba, sigui directament des del pou de captació, sigui des del dipòsit, és a dir en una única etapa o en dues. La bomba ha de tenir una potència suficient per elevar l'aigua des del subsòl fins al punt d'utilització i per facilitar la pressió que requereix el tipus de consum. Aquest fet aconsella, per optimitzar les prestacions, disposar de dues bombes (i dues canonades diferents), ja que l'alimentació de l'hydrant requereix, com hem vist, un cabal important (20 l/s) i poca pressió, uns 2 kg/cm², i canonades de 180 mm. El subministrament d'aigua per al reg dels parcs requereix un volum en funció del nombre de sectors que s'han de regar simultàniament, però els parcs més freqüents tenen comptadors de 30 mm (1 ¼"), que proporcionen un cabal nominal de 6 m³/h amb un màxim de 12 (entre 2 i 3 l/s), així que les canonades poden tenir un diàmetre petit (com a molt de 110 mm). En contrapartida, requereixen

una pressió al punt de reg de 5 kg/cm², és a dir uns requeriments molt diferents dels dels hidrants.

Un altre punt que s'ha de tenir en compte és el fet que, en el cas dels hidrants, són els vehicles els que es desplacen a carregar l'aigua; per tant, cal distribuir-los bé i amb certa densitat per reduir els temps de desplaçaments i les molèsties als veïns. En els cas dels parcs i les fonts, cal portar l'aigua fins al punt de consum, fet que obliga a fer canonades més o menys llargues.

Els criteris bàsics per desenvolupar el projecte d'aprofitament de les aigües del subsòl es basen en aquests requeriments i es mira de minimitzar les infraestructures necessàries per arribar a substituir al màxim l'ús d'aigua potable. Alhora, s'intenta fer pedagogia i conscienciar els ciutadans sobre la importància de respectar i protegir el medi ambient.

En resum, no es pretén construir una xarxa alternativa a la xarxa de distribució actual, sinó realitzar petites captacions als punts on hi ha aigua i fer una segona xarxa secundària constituïda per petites xarxes lligades als llocs de captació per abastar els punts de consum situats a l'entorn immediat de les captacions i evitar, així, grans inversions en canonades. També es tracta d'aprofitar l'oportunitat de diferents actuacions municipals a la via pública per anar estenent els aprofitaments (sempre d'acord amb el pla). En relació amb aquest aspecte, cal deixar constància de la complicitat entusiasta dels companys de les diferents empreses municipals, d'altres sectors i dels districtes, per incorporar als seus projectes les actuacions previstes d'aprofitament d'aigua del subsòl, cosa que ha facilitat el compliment dels objectius.

La planificació de l'aprofitament

La demanda d'aigua s'ha de coordinar amb els recursos disponibles, i això requereix, d'una banda, un bon coneixement dels recursos, de la seva distribució, quantitat i qualitat, i de l'altra, conèixer la ubicació del punts que potencialment poden utilitzar aquesta aigua i els requeriments qualitatius i quantitatius. A partir d'aquesta informació, podrem establir uns objectius i prioritzarem les actuacions segons l'oportunitat que presentin.

El primer pla es va redactar el 1997 per donar compliment a l'acord del Consell Plenari del 25 d'abril de 1997. Els seus objectius en relació amb el subministrament d'aigua del subsòl eren:

- Abastir el 15 % de l'aigua que es consumeix per al reg de les zones verdes de la ciutat.

- Subministrar un 20 % de l'aigua que s'utilitza per a l'aigüaleig dels carrers.
- Subministrar 0,35 hm³/any d'aigua a les fonts ornamentals i làmines d'aigua.
- Utilitzar 0,025 hm³/any per a la neteja del clavegueram, bàsicament als dipòsits de regulació d'avingudes.

Amb els consums actuals d'aigua, aquest objectiu representa un total de 772.000 m³/any.

Assolits els objectius, el 23 de desembre de 2009 es va presentar al Consell Plenari una nova planificació, el Pla tècnic per l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius, elaborat per la Direcció de Serveis del Cicle de l'Aigua, que preveu aprofitar, conjuntament amb l'aigua del subsòl, 2,6 hm³/any d'aigua regenerada a la Planta de Tractament del Prat, fonamentalment a les indústries de la Zona Franca (un altre indret on els recursos locals tenen una conductivitat molt alta).

En relació amb les aigües del subsòl, el pla planteja els objectius següents:

- Abastir totes les zones verdes que requereixen més de 3.000 m³/any i d'altres de menor consum situades a les proximitats de les actuacions programades.
- Subministrar aigua no potable a la totalitat dels centres de treball i parcs de neteja viària i parcs de bombers de la ciutat.
- Subministrar aigua no potable a la totalitat de les instal·lacions esportives ubicades a Montjuïc, com també a les més importants de la ciutat.
- Abastir llacs i fonts singulars de la ciutat, com ara la Font Màgica de Montjuïc, les cascades i les fonts de l'eix Maria Cristina, el llac del parc de l'Espanya Industrial i aquelles situades a l'entorn de les actuacions en la via pública projectades pels operadors de la ciutat.

Amb aquests objectius les actuacions recollides al Pla permeten abastar el 90 % dels 3,70 hm³/any en què hem estimat la demanda municipal potencial d'aigua del subsòl.

És un pla tècnic i per aquesta raó no inclou cap programació temporal, però sí la valoració de les actuacions previstes: una inversió de 58 milions d'euros, dels quals en el quadrienni passat ja se'n van invertir 8,58 milions, és a dir al voltant del 15 % de les previsions.

Situació actual de l'aprofitament de les aigües del subsòl

En aquests moments es disposa de vint-i-un punts de captació (algun amb dos pous), comptant els dipòsits del clavegueram, en els quals temporalment s'acumula pluja. Es tracta d'aigua del clavegueram que barreja aigua de pluja i aigua residual. En el temps que l'aigua és al dipòsit, se sedimenten sorres i llots i, per tant, després d'utilitzar-lo s'ha de netejar. Aquesta neteja es fa en tots els casos amb aigua del subsòl emmagatzemada en un dipòsit auxiliar. Aquesta utilització de l'aigua és compatible amb la seva utilització per al reg dels jardins situats al voltant del dipòsit i per alimentar un hidrant destinat a carregar els camions cisterna. Aquests sistemes són:

- Escola Industrial (Rosselló/Borrell)
- Bori i Fontestà (sota els jardins DIR Diagonal)
- Zona Universitària (campus sud)
- Jardins dels Doctors Dolsa
- Parc Central de Nou Barris
- Joan Miró
- Taulat (anti-DSU)
- Urgell

Altres sistemes s'han executat al voltant d'antics aprofitaments, com ara:

- Torre de les Aigües (Llúria–Consell de Cent)
- Edifici de les Aigües (Wellington)
- La Maquinista
- Mina del Viver de Tres Pins
- Torre Llobeta (ampliat amb un pou nou)
- Can Cadena

A partir de filtracions al ferrocarril metropolità o de perforacions al seu voltant:

- Alfons el Magnànim (línia 4)
- Paral·lel – Calàbria (línia 3)
- Lesseps (línia 3)
- Baró de Viver

Alimentats a partir de filtracions a soterranis o al seu voltant:

- Liceu
- Sant Ramon de Penyafort–Taulat (Sant Adrià)
- Fira 2

Altres aprofitaments antics que actualment estan fora de servei són la mina de Sants i les del parc de l'Oreneta o el Laberint. També els pous de la Ciutadella i el de Can Mestres.

Els principals punts de subministrament d'aigua són les captacions al metro d'Alfons el Magnànim, que alimenten l'anella del Poblenou amb més de 150.000 m³/any, i els pous de Sant Ramon de Penyafort, tocant al parc del Besòs, que alimenten el dipòsit del carrer del Taulat, prop del Fòrum, amb més de 120.000 m³/any. També proporcionen més de 120.000 m³/any al pou del Dipòsit de les Aigües del carrer de Wellington.

Es disposa de divuit hidrants a la via pública, més tres a Montjuïc (per a protecció en cas d'incendi), tres de neteja viària i un al parc de bombers de Joan Miró. Instal·lar un punt de càrrega als parcs de neteja és un plantejament prioritari, ja que d'aquesta manera els vehicles inicien la seva jornada amb les cisternes plenes.

En analitzar les raons que podrien explicar l'abandonament de la utilització dels recursos locals, hem plantejant algunes objeccions que es podrien formular al projecte de l'Ajuntament de Barcelona d'aprofitar els recursos locals per als serveis municipals. En finalitzar aquest recorregut sobre el que es fa i el que es farà, hem apuntat algunes respostes a les possibles objeccions.

En primer lloc, parlàvem de la por d'una contaminació derivada de la qualitat de l'aigua. És cert que parlem d'aigua sense tractar. Fins a l'any 1985, Agbar i altres empreses distribuïen aquesta aigua per beure. No està tractada, però està subjecta a un control analític rigorós i, a més, els principals aprofitaments tenen una desinfecció per cloració similar a la de l'aigua per al consum humà. Gestionada correctament, no existeix cap risc. El major risc podria venir de la legionel·la pneumòfila en cas que la seva utilització impliqui la formació d'aerosols.

En segon lloc, es podria dir que els usos que es poden abastar amb aquesta aigua representen un volum marginal; per tant, no valia la pena fer una inversió important per duplicar la xarxa. Respecte d'això, pot semblar que els 3,4 hm³/any que té com a objectiu el pla representen només prop d'un 4% de l'aigua que actualment arriba a la ciutat. Aquest seria el volum que ocupen quatre illes de l'Eixample de 90 m d'alçada. I a la utilització per als serveis municipals (un 5,3 % del total), hi podrí-

em afegir els usos industrials i els usos per particulars per al reg de les zones verdes privades en una segona etapa del desenvolupament del projecte. En definitiva, es disposa d'uns 10 hm³/any que es poden aprofitar.

La tercera observació és en relació amb el cost. S'ha d'indicar que en la qüestió de l'aigua són molt diferents els termes valor, preu i cost. El valor podríem dir que és infinit, ja que sense aigua no hi ha vida. El preu és un element que sovint es fixa atenent a raons alienes al cost real i que, en tot cas, no internalitza alguns factors rellevants, com poden ser els ambientals, o la repercussió en el cost de les grans infraestructures, com els embassaments. No és estrany que la Comunitat Europea propugni que gradualment el preu s'apropi al cost real (el metre cúbic costa prop de 5 euros a Berlín i 2,6 euros a Londres).

La pregunta és: què hem de comparar? El preu que es paga per l'aigua potable amb el cost real de producció de l'aigua del subsòl? Probablement la tinenta d'alcalde d'Hisenda respondrà afirmativament, ja que el que es paga per l'aigua potable és un cost per a l'Ajuntament, encara que sigui un preu. Llavors, quins conceptes hem de considerar en el càlcul del cost de l'aigua del subsòl? Doncs, els costos de producció, els de manteniment i els d'explotació, incloent-hi la gestió; és a dir, tots.

Els costos de producció són molt petits, ja que l'aigua la tenim de franc i, si tenim en compte que la despesa energètica per elevar 1 m³ d'aigua un metre d'altura és de 4,2 watts per hora (tenint en compte les pèrdues pel rendiment de les bombes), en el pitjor dels casos (captació a 30 m de fondària i impulsio de 50 m de columna d'aigua) suposaria 0,36 kw hora, és a dir, menys de 0,05 €/m³.

Tenint en compte les reparacions, la neteja i la desinfecció anuals, les analítiques, el cost de les comunicacions i els costos de gestió, resulta un cost total per sota dels 0,50 euros per any, és a dir, un cost competitiu comparat amb el que es paga per l'aigua. I a més, podem afegir-hi una reflexió sobre el valor que té cada m³ d'aigua que es pugui quedar al Ter o al Llobregat.

Creiem realment que apostar per utilitzar les aigües del subsòl és apostar per fer un ús més racional de l'aigua.

Aigua i canvi global a Catalunya

Eduard Pla

Biòleg. Investigador del CREAF

El canvi global inclou diferents aspectes: el canvi climàtic, l'extracció de recursos naturals, els canvis d'usos del sòl o els canvis en la biodiversitat. De tots ells, potser el canvi climàtic és el més conegut. En les darreres dècades s'ha produït una acceleració de l'escalfament global i diferents estudis de modelització han demostrat que aquest augment de la temperatura s'ha degut a l'acció antròpica.

Impactes a la Mediterrània

La conca mediterrània és un ambient heterogeni on la pluja hi és especialment variable, tant en l'espai com en el temps. Tal com cantava Raimon: «Al meu país la pluja no sap ploure: o plou poc o plou massa». Normalment, es produeixen fortes pluges a la tardor i a la primavera i un eixut estival coincidint amb les altes temperatures. La vegetació està adaptada a aquesta variació anual i els paisatges són més aspres que en altres llocs de precipitació similar però amb un repartiment molt més constant al llarg de l'any, com per exemple a Anglaterra, on la vegetació és molt més verda.

Els impactes del canvi climàtic poden variar en diferents zones del planeta. Les projeccions indiquen que al llarg del segle XXI la temperatura augmentarà a la franja mediterrània europea, especialment a l'estiu, i es produiran disminucions importants de la precipitació. Això farà que la descàrrega d'aigua dels rius també disminueixi de forma important. En canvi, al nord d'Europa s'espera que augmenti la precipitació. Això indica que la zona mediterrània és especialment vulnerable al canvi climàtic.

Què passarà amb els recursos hídrics a la regió mediterrània? Un treball del Ministeri de Medi Ambient, i Medi Rural i Marí (CEDEX MARM, 2011) indica que l'escolament superficial i la recàrrega sub-

terrània es podrien veure reduïdes en un 8 % de mitjana en un primer període (2011–2040), en un 15–16 % en el període del 2041 al 2070 i en un 27–28 % en el període del 2071 al 2100 (tenint en compte un escenari de canvi climàtic sever). Un informe de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA 2009) va obtenir uns resultats similars. Aquest treball apunta que també hi haurà més episodis extrems, amb aiguats més intensos que produiran crescudes més acusades i eixuts més perllongats durant els quals disminuirà la recàrrega dels cabals de base amb aigües subterrànies.

A més, es preveu un augment de la població de la Mediterrània, especialment als països de la riba sud, població que necessitarà el recurs aigua i, per tant, augmentarà la pressió sobre aquest recurs.

Paral·lelament, es produeixen canvis d'usos del sòl. A la riba nord de la Mediterrània hi ha un abandonament de les terres agrícoles i aquests terrenys s'han anat recobrint de matollars i boscos. Això dóna lloc a dos processos encadenats: la continuïtat del bosc associada a l'abandonament rural i a la manca de gestió fa que tinguem boscos amb molta densitat i una alta competència, i d'altra banda, els episodis d'augment de temperatura i manca de precipitacions durant períodes perllongats pressionen els boscos i fan augmentar l'estrès hídric. Com a resultat d'això es produeixen episodis massius de mortalitat i grans incendis. El Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) estudia els episodis de defoliació i danys en arbres i s'interessa per la manera com es produeix la mortalitat dels arbres.

El projecte ACCUA

El projecte ACCUA (Adaptacions al Canvi Climàtic en l'Ús de l'Aigua) resulta de la preocupació per aquests impactes a Catalunya. Es tracta d'un projecte científic per avaluar la vulnerabilitat de la franja catalana al canvi global, especialment enfocat a estudiar els aspectes relacionats amb la disponibilitat d'aigua i a establir opcions d'adaptació per donar-hi resposta. ACCUA ha estat un projecte de tres anys de durada, finançat per l'Obra Social de Catalunya Caixa, en què han participat grups de recerca de disciplines diferents: el CREAM, que coordina el treball i que s'ocupa de l'avaluació de la vulnerabilitat dels sistemes naturals, la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), que s'ocupa de temes d'hidrologia superficial i subterrània, l'IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries), que es dedica a temes agrícoles, i l'ETC/SIA (European Topic Centre for Spatial Information and Analysis), que fa les cartografies i el sistema d'informació geogràfica.

Una virtut del projecte ha estat enfocar la resolució espacial (píxel) de centenars de quilòmetres propis de les projeccions climàtiques a l'escala local, de conca hidrogràfica mitjana i petita de les nostres terres. Hem escollit les conques del Fluvià, de la Tordera i del Siurana. Són conques de superfície similar i poc regulades pel que fa a embassaments o altres infraestructures. En canvi, es distingeixen pel règim climàtic. La conca del Fluvià és plujosa (precipitació anual: 977 mm; temperatura mitjana anual: 13 °C), la conca de la Tordera també és relativament humida (precipitació anual: 819 mm; temperatura mitjana anual: 14 °C) i presenta certa diversitat de cobertures, i la del Siurana és bàsicament agrícola i amb menys precipitació (precipitació anual: 589 mm; temperatura mitjana anual: 13 °C). Estudiant l'evolució climàtica dels darrers anys hem detectat que hi ha un increment de quasi 2 °C a les tres conques des del final dels anys setanta. En canvi, la precipitació inter-anual presenta pocs canvis significatius, tot i que sí que hi hem vist canvis en la distribució de la precipitació (disminució de la precipitació al març, cosa que pot tenir repercussions en l'agricultura i la fenologia de les plantes). Pel que fa a canvis d'usos del sòl, a totes les conques s'ha constatat un augment de terrenys forestals, una disminució dels conreus i un augment de la superfície urbana, especialment rellevant a la Tordera.

Això ens fa plantejar què passarà en el futur. Ens preguntem: com serà el clima en el futur? I com serà el territori i les demandes d'aigua en aquestes conques?

Per parlar dels escenaris climàtics hem adoptat dos escenaris proposats pel Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC). En primer lloc, un escenari de canvi climàtic sever, anomenat A2, que simula un món on se segueixen consumint intensivament combustibles fòssils i això acompanyat d'un augment demogràfic important; en aquestes condicions, l'augment de temperatura és més important. I en segon lloc, un escenari de canvi moderat, l'escenari B1, que representa un món on s'han pres mesures de contenció a escala planetària tant de consum de recursos com de creixement demogràfic; per tant, el canvi climàtic esperat seria més moderat (< 2 °C, un objectiu per assolir al llarg del segle XXI).

A ACCUA hem aplicat models que treballen amb una resolució espacial molt adequada a la nostra regió d'interès i hem utilitzat sèries climàtiques adaptades a les nostres condicions locals. Es tracta de dades diàries proporcionades pel Servei Meteorològic de Catalunya. Usem aquestes dades per plantejar-nos la pregunta: què pot passar amb la precipitació a les conques objecte del nostre estudi?

Els models indiquen que hi haurà una disminució de la precipitació, i aquesta serà més important en l'escenari més sever. Per exemple, a la conca del riu Fluvià la disminució serà relativament moderada en un primer període (2006–2030), amb reduccions al voltant del 5,5–6 % en tots dos escenaris; però en un període més llunyà, les projeccions indiquen una disminució molt més destacada en l'escenari sever (20–26 % entre 2076 i 2100), mentre que en l'escenari moderat aquesta reducció variaria entre el 15 i el 17 %.

Amb la temperatura el patró és semblant, i s'obtenen augments més rellevants en l'escenari més sever. Ens pot semblar que un augment d'1 o 2 °C és poca cosa, però hem de pensar que un augment de 2 °C de mitjana és el que separa la temperatura de Barcelona de la d'Alacant. Lleus augments de temperatura mitjana tenen repercussions importants en els ecosistemes i el paisatge.

La fina regionalització aplicada als models ens ha permès de veure on es localitzarien els descensos més importants de pluja. Els models indiquen reduccions de la precipitació a la capçalera del Fluvià i a la Tordera.

En relació amb les preguntes apuntades inicialment sobre com serà el territori, hem plantejat dos escenaris:

- 1) Un escenari en què es prenen mesures adaptatives (escenari sostenible), que preveu un creixement econòmic moderat, una contenció de la despesa energètica i un augment moderat de la població.
- 2) Un escenari de continuació de les mateixes dinàmiques actuals (escenari tendencial), que preveu un creixement econòmic ràpid, un creixement demogràfic elevat i l'ús intensiu de combustibles fòssils.

A la conca del Siurana la demanda d'aigua es dispara en l'escenari tendencial, ja que aquest considera el desenvolupament dels projectes de nou regadiu previstos i planificats a la conca, i això té un impacte molt gran.

Hem associat aquests escenaris a com serà el territori. Utilitzant el programa Land Change Modeler (Idrisi), que permet veure com serà el territori en el futur, hem modelat les cobertes a l'any 2030 tenint en compte un escenari tendencial i un de sostenible.

Tot això ens dibuixa la matriu dels quatre escenaris que hem utilitzat a ACCUA (figura 1) combinant dos escenaris de clima (sever i sostenible) i dos escenaris socioeconòmics (tendencial i sostenible). Aquestes

combinacions dibuixen un gradient d'escenaris de menys a més pessimista. S'ha de fer esment que parlem de models i escenaris i, per tant, s'accepta un cert grau d'incertesa que s'amplifica al llarg del temps. Així, quan fem projeccions al final del segle, el nivell d'incertesa és molt elevat. En fer aquestes projeccions som molt conscients que usem una eina on introduïm la informació disponible en l'actualitat. Això té el valor que té, i no podem dir amb exactitud què passarà, però podem generar hipòtesis sobre com respondrien els sistemes naturals en el futur tenint en compte aquestes tendències. I, a partir d'això, hi podem associar mesures d'adaptació amb vista a fer més robustos els sistemes per enfrontar-nos a les condicions que implicarien aquestes projeccions.

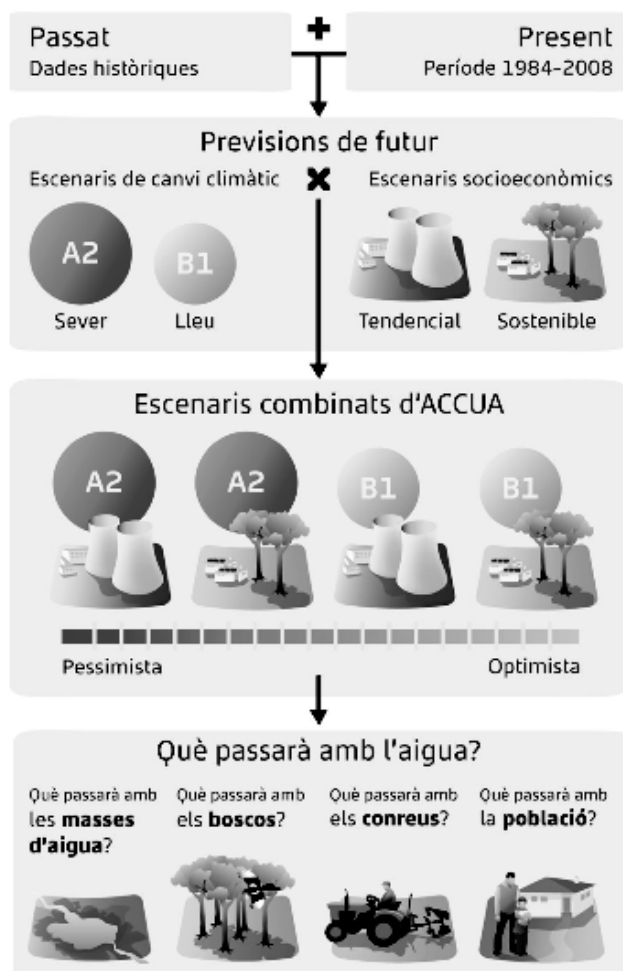


Figura 1. Esquema general del projecte ACCUA.

Primerament ens preguntem: què passarà amb les masses d'aigua? Atenent al balanç hídric, la precipitació d'una banda s'escola superficialment i va als rius, una altra part recarrega els aqüífers subterranis i alhora es produeixen pèrdues cap a l'atmosfera per evapotranspiració. Per modelar el cabal superficial hem fet servir el model SWAT. Per a l'any 2030 es preveuen reduccions generalitzades dels cabals, més importants en l'escenari més sever de canvi climàtic. Les conques del Fluvià i de la Tordera, com que estan cobertes de boscos, tenen una capacitat de tamponament més gran i els canvis d'usos del sòl i les demandes associades no hi són tan importants com a la conca del Siurana. Aquí les demandes associades als canvis d'usos del sòl amplifiquen l'efecte del canvi climàtic i es preveuen les reduccions més severes de cabal en l'escenari socioeconòmic més sever. Al final del segle (període 2076–2100), el model preveu reduccions del cabal al tram final del riu entre un 22 % i un 25 % en l'escenari climàtic lleu, i entre un 33 % i un 39 % en l'escenari sever. Pel que fa a la recàrrega dels aqüífers, hem projectat unes reduccions de prop del 10 % el 2030; per tant, les reduccions de les quantitats d'aigua als aqüífers són menys importants que les obtingudes per als cabals superficials.

Un altre exercici estudia com variaran els cabals de manteniment. Aquests són els cabals que proposa l'ACA per a diferents trams dels rius per garantir el funcionament dels seus ecosistemes aquàtics. Hem projectat per als dos escenaris el nombre de dies en què el cabal seria inferior al cabal de manteniment definit per l'ACA. Al final del segle s'incrementa el nombre de dies amb un cabal inferior al llindar per al manteniment.

Pel que fa a l'impacte sobre els boscos, hem modelitzat com variarà la idoneïtat bioclimàtica de les principals espècies forestals amb l'algoritme Bioclim, que estima les envolupants d'idoneïtat a partir de la distribució de les espècies i de variables climàtiques. Adrecem la pregunta següent: si les condicions climàtiques canvien en el futur, seran més o menys favorables per a les espècies? Com a variables climàtiques usem la precipitació anual i la temperatura mitjana del mes més fred, i com a distribució de les espècies usem les dades de l'inventari forestal nacional (IFN3). L'algoritme genera mapes amb tres classes: 1) apte (localitzacions òptimes per a l'espècie), 2) subòptim/marginal (l'espècie pot ser-hi però no en el seu punt òptim, 2) no apte (no hi pot viure). Això ho hem representat cartogràficament a cada conca per a les principals espècies. Les espècies pròpies de zones més humides i que ara es troben en condicions òptimes (per exemple, faig, roure, pi roig, castanyer, pinassa) a mitjan segle es trobaran en condicions subòptimes. Aquestes matei-

xes espècies, si actualment estan en zones subòptimes, poden veure compromesa la seva viabilitat. Les espècies escleròfil·les i perennifòlies (alzina surera, alzina, pi blanc, pi pinyoner) estenen el seu punt òptim cap a zones de més altitud.

També hem avaluat el risc d'incendi associat a les projeccions climàtiques. Hem usat un índex que només està determinat per variables climàtiques com la temperatura i la precipitació. L'índex estima el nombre de dies de l'any en què la sequedat ambiental és molt elevada, de manera que en aquests dies el risc d'incendi és molt gran (anomenat DC, de *drought*, desenvolupat per científics canadencs). Treballs previs del CREAM indiquen que, quan el valor d'aquest índex està per sobre de 600–800, hi ha un risc molt elevat de patir grans incendis. Hem avaluat el nombre de dies de l'any que sobrepassen el llindar anterior i hem trobat que, efectivament, al final del segle a totes les conques hi ha un nombre elevat de dies amb un gran risc d'incendi que afectaran algunes parts d'aquestes. Aquest augment del risc d'incendi pot agreujar la vulnerabilitat dels boscos mediterranis.

En un altre exercici hem avaluat quines implicacions hidrològiques tindria el fet que es cremés la part on hi ha un elevat risc d'incendi i, per tant, que es passés de bosc a matollar. El resultat és que es faria més extrem el règim hidrològic, amb un augment dels cabals màxims i una disminució dels cabals mínims. Veiem, però, que el bosc té un efecte regulador, ja que allibera l'aigua de forma progressiva al llarg del temps.

També ens hem preguntat què passaria amb els conreus. Com variarien les necessitats de reg a les conques en funció dels diferents escenaris climàtics. Pel que fa al blat de moro, al Fluvià augmenten les necessitats de reg i s'amplia l'època de conreu en el temps. S'avançaria el període de sembra perquè les condicions climàtiques ho permetrien. Actualment hi ha deu dies d'estrès tèrmic ($> 30^{\circ}\text{C}$ al juliol i a l'agost) i es preveu que augmentarien el doble. El blat de moro necessita uns cent seixanta dies per assolir la maduresa fisiològica al tram baix del Fluvià, però al final del segle aquest temps es podria reduir en uns vint dies.

Aquests resultats donen marge de maniobra per pensar estratègies per adaptar els conreus a les condicions climàtiques que s'esperen. Els treballs es poden consultar a la pàgina web del projecte ACCUA (www.creaf.uab.cat/accua), on es presenten unes fitxes amb els principals impactes, les mesures d'adaptació i les principals incerteses, i on es pot consultar tota la memòria tècnica del projecte.

El Museu Blau de Barcelona: un museu de ciències naturals per al segle XXI

Anna Omedes

Biòloga. Directora del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

La missió del Museu de Ciències Naturals de Barcelona és generar i compartir coneixement sobre la diversitat i l'evolució del món natural amb el propòsit de contribuir a la seva conservació i de crear una societat més connectada i responsable amb la natura, segons el recentment aprovat pla estratègic. Per aconseguir aquest objectiu preservem unes col·leccions que són testimoni material del patrimoni natural de Catalunya i terres properes, fem recerca sobre diversitat biològica i geològica, posem en pràctica activitats que estimulen l'exploració, l'aprenentatge, l'estimació i el gaudi de la natura i fomentem la participació d'un públic el més ampli possible. En aquest pla també hem definit els nostres valors, com ara l'excel·lència, la integritat, la responsabilitat i la transparència, la sostenibilitat, la rellevància, el compromís, el pensament crític, el treball en equip, l'aprenentatge continuat i la història. Tot això no són paraules buides, sinó el producte d'una reflexió que volem incorporar al nostre quefer quotidià.

El Museu de Ciències Naturals de Barcelona començà l'any 1872 amb el projecte arquitectònic del parc de la Ciutadella dissenyat per Josep Fontserè. Es tractava d'un parc de caire científic que contenia el Parc Zoològic, l'Umbracle, l'Hivernacle, etc. L'inici del museu actual deriva del llegat de Francesc Martorell i Peña, qui l'any 1882 va donar les seves col·leccions a la ciutat i va fer una aportació a un fons monetari per construir un museu. Fou el primer museu públic de la ciutat de Barcelona. Està en part inspirat en el Museu de Ciències Naturals de París, que s'havia construït només uns quaranta anys abans. El Museu de Ciències Naturals de Barcelona va créixer i les disciplines es van separar: el Museu de Zoologia es va instal·lar al Castell dels Tres Dragons; el Jardí Botànic va anar a Montjuïc; i el Museu de Geologia va romandre a la seu original. No obstant això, a partir de l'any 2000 es decidí de tornar a reunir aquests equipaments, que ara es gestionen com a únic

museu. L'any 2008 es va incorporar el Jardí Botànic al Museu de Ciències Naturals i llavors va sorgir l'oportunitat d'usar l'edifici triangular dels arquitectes Herzog & De Meuron, situat a l'espai del Fòrum, per al Museu. Això constituï una oportunitat per poder utilitzar un edifici pensat per a exposicions per a la part expositiva del Museu i per al desenvolupament de diferents activitats. L'any 2011 es va inaugurar la nova seu, a la qual es va donar el nom de Museu Blau, i des d'aleshores el Museu de Ciències Naturals de Barcelona està conformat pel Museu Blau a l'espai Fòrum, dos edificis al parc de la Ciutadella (el Laboratori de Natura, situat al Castell dels Tres Dragons, i el Museu Martorell), i a Montjuïc hi ha el Jardí Botànic Històric, el Jardí Botànic i l'Institut Botànic (centre mixt Ajuntament de Barcelona-CSIC).

Les instal·lacions del Museu estan al servei de tothom, siguin escoles, famílies, especialistes o persones discapacitades. S'hi duen a terme projectes de recerca en biodiversitat i geodiversitat, ecologia evolutiva, control de poblacions i projectes de conservació, entre d'altres.

El fet de tenir col·leccions i patrimoni pot ser molt útil per a la recerca, que sovint requereix molts exemplars per poder fer estudis comparatius i per aplicar tractaments estadístics correctes. Només una petita part de la col·lecció del Museu està exposada: aproximadament, per cada espècimen exposat, en tenim deu mil al magatzem. En total, tenim emmagatzemats més de dos milions d'exemplars. Al Jardí Botànic hi ha planta viva i banc de llavors, i a l'Institut Botànic, un herbari amb més de 850.000 plecs. El Museu té 38.000 exemplars de mineralogia i petrologia, més de 150.000 fòssils; unes 1.900 unitats de registre i uns 8.700 tipus d'animals (exemplars que han servit per descriure una espècie). Altres col·leccions de què disposem són els bancs de llavors, el banc de teixits, làmines primes, fonoteca, cartoteca, etc. En resum, tenim una càrrega de patrimoni molt important.

El Jardí Botànic, de catorze hectàrees, està especialitzat en plantes de clima mediterrani i comprèn una representació de comunitats vegetals de les diferents zones de clima mediterrani del món. Es tracta d'un centre de referència per a la conservació de la flora mediterrània a partir de les seves col·leccions de planta viva i llavors.

El que es coneixia com a Museu de Zoologia ara és el Laboratori de la Natura, i aquí s'ubica la part científica del Museu, amb les col·leccions, la recerca i el centre de documentació. Treballem per obrir aquests espais al públic i per acostar el patrimoni al ciutadà proposant visites, petites exposicions i activitats per a grups naturalistes.

El Museu Martorell, conegut com a Museu de Geologia, té una superfície d'uns 1.200 m². Aquí hi ha el projecte de fer un museu dins del

museu: es preveu una exposició de 750 m² per explicar la història dels museus de ciències naturals, des dels gabinets de curiositats i jardins renaixentistes fins als museus actuals. Es mostrarà la història comuna a tots els museus d'història natural d'Europa que es van formar i créixer gràcies a les expedicions científiques i a les exploracions de territoris llunyans del món occidental.

El Museu Blau constitueix la part que es destina al públic per fer-hi exposicions per a tots els públics i oferir activitats. És un edifici singular dissenyat per Herzog & De Meuron que reflecteix la Barcelona del segle XXI. Té una forma característica de triangle, amb una longitud de 180 m de costat i una superfície de 9.000 m² per al Museu Blau. En aquest espai, hi tenim l'exposició permanent «Planeta Vida» (que ocupa uns 3.000 m² i mostra uns 4.500 exemplars), 900 m² per a exposicions temporals i espais com el vestíbul (amb petites exposicions), l'espai Ciència i Més per a exposicions on la ciència arriba a altres àmbits, una mediateca, una zona per a nens (Niu de Ciència), una sala d'actes, sales de tallers, espais per a associacions, botiga i cafeteria.

Per muntar l'exposició «Planeta Vida» vam haver de preparar les col·leccions, decidir què volíem mostrar-hi i, llavors, restaurar-ho, preparar-ho i condicionar-ho per a l'exposició. Es van restaurar un munt de peces històriques. El trasllat de les col·leccions va ser molt complicat. Va caldre documentar-ho tot molt bé i cada peça es va embalar amb un embolcall específic.

L'exposició «Planeta Vida» és molt diferent de les habituals descripcions de l'evolució de la Terra i dels éssers vius que fan altres museus. Té com a objectiu atreure persones molt diverses pel que fa a inquietuds, preparació i edat, i a totes elles es pretén ensenyar, entretenir i complaure. És una exposició sobre l'evolució conjunta de la vida i de la Terra, que inclou el patrimoni de col·leccions del Museu amb explicacions actualitzades, i ho fa d'una manera atractiva i entenedora, aprofitant els recursos museogràfics del segle XXI.

A «Planeta Vida», hi trobem «La biografia de la Terra» (700 m²), «La Terra avui» (1.700 m²) i «Illes de ciència» (600 m²), i unes zones de descans, amb una àrea per escoltar sons de la natura i una altra per visualitzar el món microscòpic.

En entrar, una gran esfera de 4 m de diàmetre ens dona la benvinguda. Mostra des del moment del *Big Bang* i l'evolució de la Terra fins a l'època recent, i després continua projectant cap al futur. Hi ha un comptador d'anys que mostra la Terra en els diferents moments de la seva història. Volem mostrar que la Terra està viva, que va canviant, tot i que els canvis són molt lents, al ritme del temps geològic. Hi ha un

audiovisual que mostra que l'ésser humà sempre ha tingut molta curiositat per saber d'on ve, i què és el que l'empeny a fer recerca i investigar. Tot el que ara sabem està basat en les descobertes de persones que abans s'han fet moltes i bones preguntes. Es presenten alguns científics que van canviar la nostra visió del funcionament del món i s'acaba amb James Lovelock i la seva teoria de Gaia. A través d'alguns científics, gràcies a la visió dels quals va canviar la concepció del món, es reflexiona sobre el mètode científic.

A la primera part de l'exposició presentem «La biografia de la Terra». Es tracta d'un recorregut cronològic pensat de manera que el visitant no es pugui perdre: se'l guia per anar avançant en l'evolució de la Terra, l'evolució de la vida i la seva interacció, entenent que la Terra és habitable perquè la vida l'ha fet habitable. S'ha dividit la història en set èpoques i en cadascuna es recrea la vida existent aleshores. S'han encarregat pel·lícules que presenten una simulació de com era la vida en cada època basant-nos en la millor evidència científica. El resultat és bonic i alhora rigorós científicament. També hi ha una sèrie de pantalles interactives que mostren els principals fets geològics i els invents de la vida en cadascuna de les èpoques, i també s'hi exposen roques i fòssils de la col·lecció del Museu, cadascun dels quals ens explica una part d'aquesta història biogràfica de la Terra. Trobem uns grans plafons que mostren l'arbre de la vida a les diferents èpoques i es va ensenyant com aquest es va anar omplint des dels inicis de la Terra fins als nostres dies. A cada plafó es mostra una imatge de com era la Terra en aquells moments, una línia cronològica que indica l'època de què es tracta i l'arbre de la vida on es ressalten els grups que van aparèixer en aquells moments. Per il·lustrar aquest arbre s'han triat unes peces que s'exposen dins d'unes campanes de vidre i tenen un tractament molt detallat.

A continuació s'arriba a la part més gran, «La Terra avui», que ocupa una superfície de 1.700 m², on s'exposen unes 4.500 peces. S'han creat set àmbits: registre fòssil, roques i minerals, fongs, microbis, algues, plantes i animals. Una de les novetats és que s'hi ensenyen fongs, animals i plantes que normalment no es veuen als museus. El material s'exposa en unes «taules» que suporten grans peces al damunt i que tenen una pantalla que llisca per les vores de la taula. Aquestes pantalles, en enfocar cert element de la taula, permeten interactuar per obtenir informació sobre l'element en qüestió. A la banda on no hi ha pantalla, s'hi afegirà informació en braille sobre el contingut de la taula. En cadascun dels àmbits, hi tenim grans panells amb fotografies on s'expliquen els grans grups en què es classifiquen els organismes d'aquell àmbit.

Les vitrines es van dissenyar expressament per a aquesta exposició. Poden acomodar tot tipus de peces i les fan lluir al màxim. L'estructura interna de la vitrina es pot modificar perquè el contingut sigui variable i molt flexible. Als expositors, organitzats segons temàtiques transversals, no s'hi donen moltes explicacions sinó conceptes generals que permeten entendre la unitat del que s'exposa. Per exemple, s'exposen els bolets segons els hàbitats on es troben, les llavors s'ordenen per tipus de dispersió, i els animals, per tipus de mobilitat o d'alimentació. Creiem que aquest tipus d'exposició permet gaudir més de les peces i, en cas que es vulgui aprofundir més, es pot anar a buscar informació addicional a les pantalles.

El tercer àmbit de l'exposició el forma «Illes de ciència». Són com habitacions de 50 a 100 m², pensades perquè hi càpiga un grup de 25 o 30 persones. Es tracta de petites exposicions, amb la seva particular manera d'explicar les coses i la seva estètica segons les temàtiques i les persones que les han comissariat. Actualment s'han presentat les «Illes de ciència» corresponents a: 1) La Mediterrània, 2) Classificació i nomenclatura, 3) Evolució i 4) Comportament animal. Cada any anirem obrint una o dues exposicions noves i al cap del temps s'aniran renovant totes.

Amb aquest projecte museogràfic intentem fer lluir al màxim les peces de les nostres col·leccions perquè la gent gaudeixi de la visita mentre s'interroga i aprèn sobre el seu entorn natural. Hem intentat posar en context tota la informació i ens agradaria pensar que hem aconseguit que les peces expliquin una història interessant.

