

Som Natura

El repte de
l'Antropocè





Som Natura

El repte de
l'Antropocè

Dades CIP

Som Natura. El repte de l'Antropocè.
1a edició
Publicat amb motiu de l'exposició del mateix títol, celebrada al Museu de Ciències Naturals de Barcelona del 16 de gener al 10 de novembre de 2019.

Bibliografia

I. Castell Puig, Carles, editor literari
II. Terradas, Jaume, editor literari
III. Som Natura (Projecte)
IV. Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat
V. Museu de Ciències Naturals de Barcelona
VI. Títol: Repte de l'Antropocè
1. Vida (Biologia)
2. Ecologia humana
3. Biodiversitat-Conservació
4. Home-Influència sobre la natura
573
502.11
502.211:502.17
504.61

Per citar aquesta obra:
Castell, C. i Terradas, J. (eds.). 2019.

Som Natura. El repte de l'Antropocè. Generalitat de Catalunya i Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Barcelona, 184 pp.

© Generalitat de Catalunya.
Departament de Territori i Sostenibilitat
© Consorci del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

Coedició

Generalitat de Catalunya.
Departament de Territori i Sostenibilitat
Consorci del Museu de Ciències Naturals de Barcelona
(Ajuntament de Barcelona i Generalitat de Catalunya)

Editors

Carles Castell i
Jaume Terradas

Consell d'edició

Carles Castell, Anna Omedes, Josep Planas i Jaume Terradas

Concepció gràfica i disseny

pfp, disseny

Dibuixos

Perico Pastor

Correcció lingüística

Adolf Fuertes

Impressió

Gràfiques Ortells, Barcelona
1a edició: juny 2019
Tiratge: 1000 exemplars

Dipòsit Legal

B 14967-2019

Som Natura

El repte de
l'Antropocè

Carles Castell i
Jaume Terradas
(editors)

Índex

Presentacions institucionals	10
Prefaci	14
Carles Castell	

Introducció	16
Antropocè: l'era en què els humans canviem el mon	
Carme Rosell, Jaume Terradas	

01	El funcionament de la biosfera	27
	La biosfera, la seva evolució i funcionament	28
	Jaume Terradas, Carme Rosell	
	Els microbis, peces bàsiques en la construcció de la vida	37
	Ricard Guerrero	
	La prodigiosa diversitat de la vida, o el barroc de la natura	40
	Xavier Bellés	
	Encara trobem nous mons	44
	Josep Maria Gili	
	Les espècies d'humans	47
	Jaume Terradas	

02	La xarxa de la vida	53
	La xarxa de la vida: som un tot	54
	Jaume Terradas	
	El cos humà: ecosistema d'ecosistemes	58
	Mireia Gascón	
	Cerebro y mente	61
	Mara Dierssen	
	Natura i cultura	64
	Jordi Pigem	

03

La biodiversitat a Catalunya 69

**La biodiversitat a Catalunya.
Estat, amenaces i tendències** 70

Santi Pérez, Eulàlia Comas
Catalunya, un país de paisatges 78

Joan Nogué
La biodiversitat del mar 82

Joandomènec Ros
Explotació dels recursos 86

Montserrat Demestre
Les invasions biològiques 89

Joan Pino
Les col·leccions biològiques 93

Eulàlia Garcia, Anna Omedes

04

Els límits d'un planeta únic 99

La qüestió ambiental: vivim en un planeta únic 100

Jaume Terradas
**Efectes del canvi climàtic i global sobre
els ecosistemes i els seus serveis** 105

Josep Peñuelas
Contaminació de l'aire i salut humana 108

Olga Margalef
Desigualtats, coneixement i ciència. 111

Com democratitzar els debats científics?
Joan Subirats

05

Sentir la natura 117

La Terra, casa nostra: recull de textos 118

Jaume Terradas, Carles Castell
Amar la Tierra 126

Heike Freire
**Redescobrir l'espiritualitat de la natura al segle XXI:
un repte inesperat i esperançador** 129

Josep Maria Mallarach
Naturalmente 132

Perico Pastor

06

Actuem!

Actuem! Els reptes de la conservació per a l'espècie humana

Carles Castell

Boscós

Míriam Piqué

Rewilding

Jordi Palau

Un mar de reptes

Lydia Chaparro

Agricultura i ramaderia davant el canvi

Marc Costa

Rius

Núria Bonada, Antoni Munné, Narcís Prat

Actuem... per la ciutat sostenible

Teresa Franquesa

Ciència ciutadana i biodiversitat.

Els riscos d'una aliança natural

Dacha Atienza, Francesc Uribe

El Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona: del concepte a la pràctica

Frederic Ximeno

L'Estratègia de conservació del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya

Ferran Miralles

137

138

144

147

151

154

158

161

164

169

173

Àlbum fotogràfic de l'exposició *Som Natura*

176

Presentació

El planeta està en emergència climàtica i també ambiental per pèrdua de biodiversitat global. És un fet del qual els científics ens alerten des de fa anys però que només recentment ha saltat a les primeres planes de diaris i mitjans de comunicació d'arreu del món i ha començat a sacsejar la consciència de l'opinió pública, sobretot dels joves.

Aquest reconeixement mediàtic i social de dues de les amenaces més grans a les quals s'enfronta el planeta coincideix a Catalunya amb l'exposició més important que s'ha fet mai al país en aquesta matèria. La mostra *Som Natura*, promoguda pel Departament de Territori i Sostenibilitat i el Museu de Ciències Naturals de Barcelona, pretén conscienciar la ciutadania a partir dels missatges i els ambients que aquesta es va trobant en el seu recorregut, però, sobretot, vol arribar a impactar en ella a través de l'emoció, a fi d'assolir canvis de comportament significatius que ens ajudin a revertir aquesta situació d'extrema gravetat.

L'exposició també coincideix amb el desplegament de l'Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya 2030, aprovada pel Govern de la Generalitat el mes de juliol de l'any 2018, un document que fixa els objectius estratègics, els operatius i les principals línies d'actuació que marcaran la tasca de l'Administració de la Generalitat durant els propers anys.

A la publicació *Som Natura. El repte de l'Antropocè*, que acompanya l'exposició, es dedica un capítol a explicar els continguts i la significació de l'Estratègia, un dels àmbits més significatius de la qual, el número 6, està dedicat íntegrament a la implicació de la societat en la conservació del patrimoni natural.

Tal com remarquem a l'Estratègia, la conservació de la biodiversitat i de la vida a la Terra requereix la implicació de tothom. L'Administració hi té un paper important, però sola no ho pot fer tot. La ciutadania s'hi ha d'implicar i ha d'entendre que la seva actitud pot potenciar la degradació dels hàbitats o, ben al contrari, afavorir-ne la conservació i millora.

Exposicions com la de *Som Natura*, amb les seves activitats complementàries o publicacions com la que teniu a les mans, són eines que posem a disposició de tothom perquè es conegui millor l'entorn natural i entre tots prenguem consciència de la nostra responsabilitat en la seva conservació i millora.

En tot aquest recorregut són moltes les persones i institucions a qui vull agrair la seva participació: al Museu de Ciències Naturals de Barcelona, per la seva disposició a tirar endavant la producció de l'exposició *Som Natura*, les activitats complementàries i la publicació d'aquest llibre; als equips de disseny i producció, pel seu encert a l'hora d'aportar solucions a les idees que la Carme Rosell i en Carles Castell, com a ideòlegs i assessors de l'exposició, van proposar i desenvolupar, i als quals també agraeixo profundament la seva dedicació i professionalitat; al Consell Assessor, per les seves aportacions, que de ben segur van millorar i fer més entenedors els missatges i el relat de tot plegat; i, finalment, a en Jaume Terrades, per la seva implicació tant en l'exposició com en l'edició d'aquesta publicació.

Així mateix, vull tenir un record molt especial i sentit pel nostre estimat company i amic Salvador Grau i Tort, que ens va deixar el juny de 2016. En Salvador va dedicar la seva vida professional a la protecció de la natura d'aquest país, i sense la seva empena i el seu entusiasme no hauríem iniciat aquest projecte. A ell, amb una gran enyorança, li dediquem l'exposició.

Marta Subirà i Roca
Secretària de Medi Ambient
i Sostenibilitat
Generalitat de Catalunya

Presentació

El llibre *Som Natura. El repte de l'Antropocè*, juntament amb l'exposició i un seguit d'activitats, és un dels resultats del projecte *Som Natura* realitzat en col·laboració amb el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

Som Natura neix, com tots els projectes, de la història del sentit de responsabilitat de tots els que hi estem més implicats, de la col·laboració i de la il·lusió i la feina de moltes altres persones.

El Museu de Ciències Naturals de Barcelona és una institució amb 141 anys d'història que conserva un patrimoni de més de tres milions d'exemplars en els àmbits de la mineralogia, la petrologia, la paleontologia, la zoologia i la botànica. L'any 2011 va inaugurar una nova seu al Fòrum que li va permetre oferir molts més serveis i disposar d'una gran exposició de referència, *Planeta Vida*, que interpreta la Terra actual com a resultat de la interacció entre l'ambient químic i físic del planeta i els éssers vius.

Des que l'any 2012 es va constituir el Consorci del Museu, format per l'Ajuntament de Barcelona i la Generalitat de Catalunya, va quedar palès l'interès de les dues institucions per col·laborar a fi d'assolir objectius comuns. Aquestes intencions van començar a cristal·litzar al juny de 2014, en una reunió que vaig mantenir amb Salvador Grau on, entre d'altres projectes, vam parlar de fer una exposició on el fil conductor fos la biodiversitat a Catalunya. Aquesta exposició i els productes que se'n derivessin acostarien els nostres visitants a la natura que ens envolta per tal que la valoressin i coneguessin el paper que hi exerceixen. En Salvador ja no hi és, però la seva il·lusió i el seu treball sí.

Exposició, activitats i llibre són aquí i tots ajuden a conscienciar i conscienciar-nos de la natura que tenim i del que podem fer per conservar-la. A més a més, amb la voluntat de potenciar la feina feta, una part del projecte *Som Natura* passarà a formar part de l'exposició *Planeta Vida*, de manera que la seva visió planetària es vegi enriquida amb la visió local. Tal com s'expressa en la missió del Museu, aquest vol ser un fòrum per al compromís directe amb la societat civil, que és indispensable per ajudar a provocar aquells canvis de comportament dels quals depenen el nostre futur comú i el futur de la natura.

Voldria agrair als autors del llibre la seva col·laboració i l'interès que han mostrat en el projecte. A Jaume Terradas i a Carles Castell, la dedicació, saviesa i bon criteri editant i coordinant el llibre.

I a Josep Planas i al Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, la col·laboració amb el Consorci i la confiança que ens han demostrat al llarg de la consecució del projecte *Som Natura*, projecte que anima la ciutadania a sumar esforços en la lluita per conservar la biodiversitat.

Anna Omedes

Directora del Consorci del Museu
de Ciències Naturals de Barcelona

Prefaci

El present llibre es publica amb motiu de l'exposició del mateix títol, *Som Natura*, coproduïda pel Museu de Ciències Naturals de Barcelona i el Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, que va ser inaugurada a les instal·lacions del Museu al Fòrum el dia 15 de gener de 2019.

L'exposició anima la ciutadania a sumar esforços en la lluita per conservar la biodiversitat a través d'una experiència immersiva amb 18 instal·lacions audiovisuals, amb l'objectiu de despertar emocions i consciències, i incitar a l'acció.

Al llarg del recorregut, l'exposició proporciona informació bàsica sobre l'estat de la biodiversitat i les problemàtiques ambientals a Catalunya i al conjunt del planeta. Tanmateix, per tal de facilitar la visita i la comprensió del missatge de fons, no incorpora aspectes més científics ni dades exhaustives.

És per això que en aquest llibre, amb la participació d'una trentena de reconeguts científics i pensadors, oferim informació i reflexions complementàries a l'exposició, que és eminentment audiovisual i sensorial. L'objectiu final és el mateix: despertar sensacions, fer reflexionar i animar a passar a l'acció, en aquest cas a partir de nombroses aportacions des de molt diversos camps de la ciència i la cultura.

Els humans som poderosos. Som capaços de malmetre el planeta amb les nostres accions però també podem actuar per conservar-ne la biodiversitat i els ecosistemes. Moltes persones i organitzacions ja ho estan fent. El canvi està en marxa.

Esperem i desitgem que aquest llibre ajudi a convèncer moltes persones de sumar-s'hi.

Carles Castell

Assesor científic i divulgatiu
de l'exposició *Som Natura*

Antropocè: l'era en què els humans canviem el món

Carme Rosell

Minuartia

Jaume Terradas

CREAF-UAB

Ara, l'any 2019, uns 4.500 milions d'anys després que es formés el planeta Terra, uns 300.000 anys després que els primers humans de la nostra espècie, *Homo sapiens*, comencessin l'expansió a partir del continent africà, d'on procedim... Ara és quan la humanitat encara el seu repte més gran. És en aquest segle XXI, que ja s'ha anomenat *el segle de la Gran Prova* (Riechman, 2018), quan afrontem una crisi global en la qual, per primera vegada, el que està en risc no és només l'extinció de moltes espècies, sinó també la possibilitat que el planeta pugui continuar sent un lloc on la humanitat tingui una vida saludable, confortable i digna. Molts pensadors de tots els àmbits –de les humanitats, les ciències i les arts–, ens parlen de canvi de paradigma i del sentiment que el temps de la vida dels humans a la Terra es pugui estar acabant (Garcés, 2016). Hi ha realment raons per a aquesta alarma? Podrem redreçar el rumb per escapar a aquests mals auguris? Reconciliar-nos amb el planeta, amb la resta d'éssers vius i amb els ecosistemes que integren la biodiversitat (la part viva de la natura), és, en tot cas, un element clau per aconseguir superar amb èxit el repte que afrontem col·lectivament.

Evidències del risc de col·lapse

Tenim la certesa que l'espècie humana, una sola entre les desenes de milions de les que habiten el món, i els molts més milions que l'han habitat al llarg de la seva història, genera grans canvis, d'escala planetària. Certament som poderosos, l'espècie més intel·ligent i amb el més alt desenvolupament cultural; també, la més agressiva amb el nostre entorn. Tenim un rol predominant a la Terra, que ha portat alguns autors (Crutzen, 2006; Ruddiman et al., 2015) a definir el temps en què vivim com "l'Antropocè": l'era en la qual les conseqüències de l'activitat humana són el principal motor de canvi en el planeta. Durant milions d'anys, els principals agents de les modificacions que han afectat la vida han estat variacions en les condicions del medi (la temperatura de l'aire, la seva composició, les condicions de l'aigua...), moltes de les quals producte de l'activitat de multitud d'organismes. Potser el cas més espectacular fou l'increment de la concentració d'oxigen a l'atmosfera fins a assolir la proporció actual propera al 21% (Lovelock, 1993); aquest progressiu canvi, que permet als humans respirar i, doncs, existir, fou producte de l'activitat microbiana. Però en la història recent del planeta (i, de fet, particularment en els últims 300 anys) una sola espècie, els humans, hem pres el protagonisme, amb un rapidíssim desenvolupament de tecnologia que, associat al creixement de població (Fig. 1), ha canviat les "regles del joc". Deixem una petjada molt intensa en el planeta, amb tot el poder que suposa

la capacitat d'evolucionar culturalment, i amb un gran desplegament de tecnologies, entre les quals destaca la biotecnologia, que ens permet somniar amb la immortalitat i amb cibernètics, la fusió d'humans i màquines. Els 7.700 milions de persones que habitem el món som els inductors de grans canvis que no només afecten la nostra espècie sinó també les condicions de vida de tota la biodiversitat en el planeta.

L'acció quotidiana de moltes persones, i principalment dels habitants dels anomenats "països desenvolupats", amb societats basades en el consum de combustibles fòssils, està causant greus impactes, que es retroalimenten i s'acceleren. Els científics alerten de la ràpida escalada en la concentració de CO₂ a l'atmosfera i en la temperatura mitjana del planeta, així com dels devastadors efectes, ja ben manifestos, en la conservació de la biodiversitat. Tenim l'evidència d'una ràpida degradació dels ecosistemes i de l'empobriment de la biodiversitat, i hem començat a albirar el risc que la nostra espècie també en surti molt malparada, tal com ajuda a posar de manifest l'article "World's Scientists Warning to Humanity" (Ripple et al., 2017; vegeu la Figura. 2), al qual han donat suport més de 15.000 científics d'arreu del món.

La pèrdua de biodiversitat

La vida es troba només en una fina capa que embolcalla la part més externa del planeta: entre uns 10 km per damunt de la superfície terrestre, on arriben alguns bacteris enlairats durant les tempestes, i uns 11 km de profunditat, a les fosses oceàniques on encara viuen microorganismes (Nunoura et al., 2015; Wilson, 2017 ; Boeuf, 2014). De moment, no se n'ha trobat enlloc més de la part d'Univers que coneixem, d'aquella a la qual podem accedir, ni que sigui indirectament, amb la tecnologia actual. A aquesta capa li donem el nom de *biosfera*, per analogia amb els termes més antics d'*atmosfera* o *litosfera*. Sabem que la vida va aparèixer a la Terra fa uns 3.800 milions d'anys i que en aquest temps ha passat per trasbalsos considerables que es reflecteixen en les diferents eres geològiques i que han comportat, entre altres de menors, cinc períodes amb grans extincions d'espècies. Els humans han viscut una part molt petita d'aquest temps: l'origen dels humans més arcaics devia ser fa uns 4 milions d'anys, i la nostra espècie va aparèixer fa només uns 300.000 anys (Hublin et al., 2017), així que hem viscut menys d'un 0,007% del temps de vida del planeta. Tot i així, amb una trajectòria tan curta estem provocant la sisena gran extinció. Segons la UICN (2012), en els quatre darrers segles han desaparegut, que sapiguem de manera fefaent,

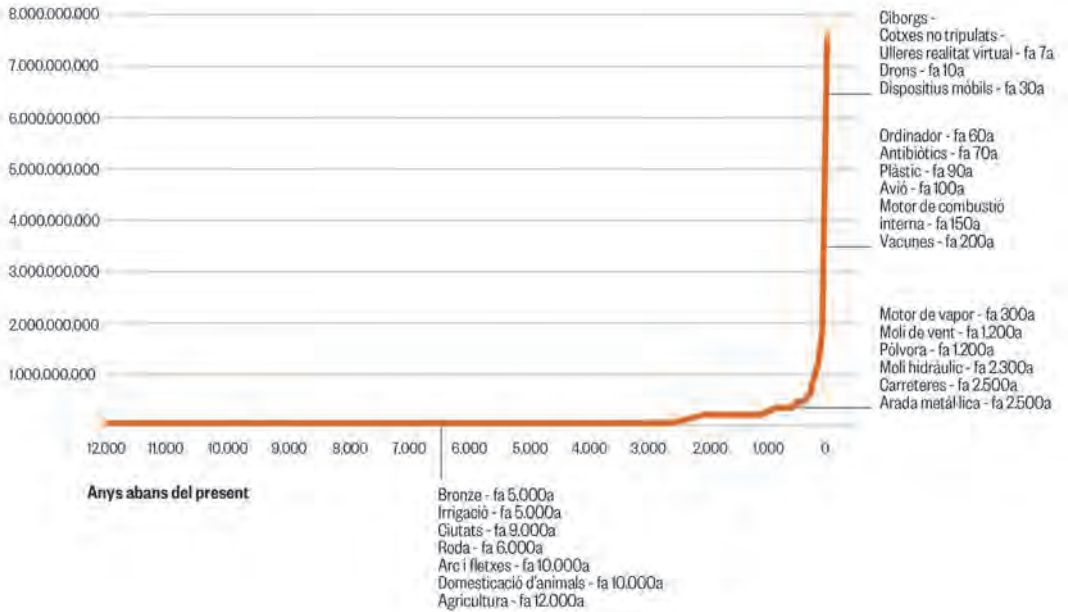
Figura 1

Evulsió de la població mundial i dels avenços de la humanitat. Alguns autors situen l'inici de l'Antropocè fa uns 250-300 anys, a partir de la invenció de màquines de vapor, però bé que altres reculen fins al Neolític, moment en què van començar les pràctiques d'agricultura. Font: adaptat de Nekola et al., 2013.

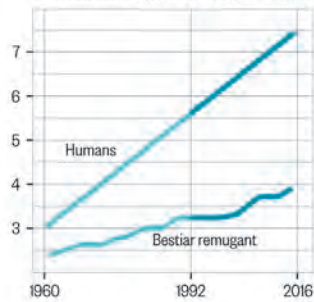
Figura 2

Tendències entre 1960 i 2016 d'algunes variables ambientals. Font: "World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice", Ripple et al., 2017.

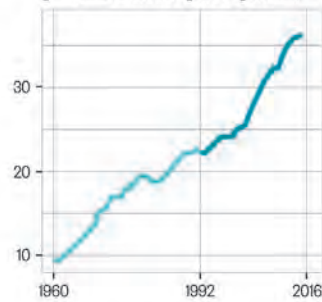
Població mundial



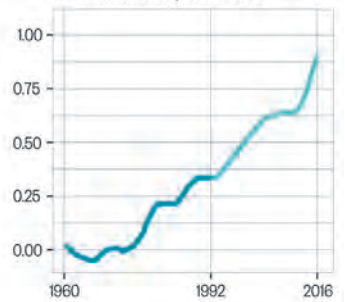
i. Població humana (milers de milions)



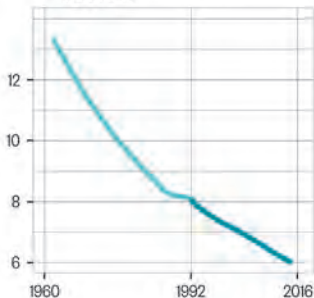
g. Emissions de CO₂ (Gt CO₂ anuals)



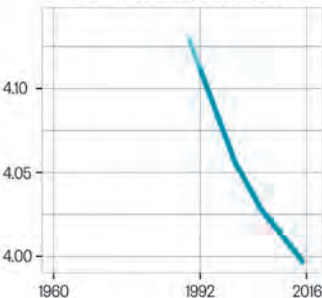
h. Canvi de temperatura (°C)



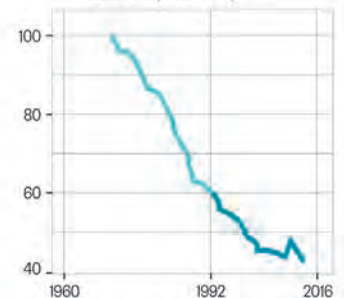
b. Recursos d'aigua dolça per capita (1000 m³)



e. Superfície total de boscos (milers de milions d'hectàrees)



f. Abundància en espècies de vertebrats (% de 1970)



856 espècies continentals i 18 espècies marines. També la UICN (2013) calcula en 3.600 les espècies vegetals amenaçades d'extinció i en 3.500 les de vertebrats. Ja han mort el 19% dels esculls de corall del món i el 38% de les 44.838 espècies associades als coralls és vulnerable o està en perill, mentre que en les aus és el 14%, el 22% en els mamífers i el 31% en els amfibis (World Wildlife Fund, 2018). Però, de moltes espècies, no en sabem ni l'existència, així que aquestes estimacions són probablement massa baixes (cada any es descriuen entre 16.000 i 18000 espècies noves, i sens dubte moltes s'extingeixen abans que les descobrim).

Segons el treball de De Voss et al. (2015), basat en anàlisis filogenètics, les taxes prehumanes d'extinció eren de 0,1 espècies per cada milió d'espècies i per any, mentre que ara tindriem 100 espècies per milió i per any, una taxa mil cops superior, i els autors creuen que aquestes taxes es podrien multiplicar per deu encara en un futur proper. El darrer informe de la Plataforma Intergovernamental sobre la Biodiversitat i els Serveis Ecosistèmics (IPBES, 2019), presentat a París el maig de 2019 considera que una de cada vuit espècies conegudes està en risc d'extinció. L'Antropocè pot ser realment un canvi catastròfic en la biodiversitat.

Per bé que només la coneixem en una part encara petita, manipulem la natura a l'engròs. Segons l'informe d'Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), del 2018, hem alterat més del 75% de la terra ferma i, el 2050, aquesta proporció ja arribarà al 90%, amb l'agricultura i la ramaderia com a causes principals d'aquesta alteració.

Les causes i els efectes per a les societats humanes

S'identifiquen quatre causes majors de pèrdua de biodiversitat:

1. Destrucció i pol·lució dels hàbitats, que expliquen per elles soles dos terços de la pèrdua (inclosa la destrucció per ampliar zones agrícoles o urbanes); la contaminació arriba a l'Àrtic, es troben plàstics a les més grans fosses marines i hi ha munts de ferralla en òrbita a l'espai més proper.
2. Sobreexplotació de recursos naturals: en aquells que són renovables, aquesta sobreexplotació fa que no es recuperin; un exemple clàssic d'això són els recursos pesquers (es redueixen les espècies i la mida dels individus pescats).
3. Disseminació anàrquica d'espècies per tot el planeta (d'això, se n'ha dit "ruleta ecològica"): ajudem a la dispersió, entre moltes altres, d'algunes espècies que són invasives i causen impactes negatius; en trobem exemples habituals en els viviers i en les pràctiques d'omplir

i buidar els dipòsits d'estabilització (*tankers*) dels vaixells, que transporten 12M Tm d'aigua/any carregades d'espècies, part de les quals poden ser invasores i/o tòxiques.

4. Escalfament climàtic, que també comença a tenir efectes deletèris: a més de l'augment de temperatura de l'aigua i de l'aire, pujarà el nivell dels oceans, n'augmentarà l'acidesa i disminuirà l'oxigen de l'aigua; les espècies es desplaçaran seguint el canvi del clima, però aquest és tan ràpid que no totes ho faran a temps (Bertrand et al., 2011; Devictor et al., 2012) ni totes tindran on anar.

La natura ens forneix nodriment, medicaments, cosmètics i models per resoldre qüestions agronòmiques, mèdiques o fins i tot d'enginyeria; la vegetació del planeta genera l'oxigen que ens permet respirar, i en el verd i els entorns naturals hi trobem espais per al lleure, l'esport, la meditació o el recer espiritual. I bellesa, també la bellesa d'infinites formes i colors, en una gran diversitat de paisatges.

És el barroc de la natura, com solia dir Margalef, davant del qual hom es pregunta si són necessàries tantes espècies; i la resposta és que els ecosistemes suporten algunes pèrdues, però no sabem ni quines (hi ha espècies que, si desapareixen, provoquen una allau d'extincions i el col·lapse del sistema) ni quantes.

El lector pot preguntar-se quines raons hi ha perquè no sigui possible prescindir de molta biodiversitat sense conseqüències desastroses. En primer lloc, cal dir que el 40% de l'economia mundial es basa en productes biològics i processos ecològics. Per començar, mengem bàsicament biodiversitat i obtenim molts medicaments dels organismes. A més, la biodiversitat té un paper clau en la regulació de grans equilibris en la biosfera i dels grans cicles biogeoquímics (Rockström et al., 2009; Cardinale et al., 2012; Thuiller et al., 2011; Reid et al., 2016). Els treballs indiquen que els ecosistemes aporten cada any serveis a la humanitat que, si els haguéssim de pagar, assolirien un valor de l'ordre dels 33 milers de milions de dòlars, que equival a més del doble de la suma del PBI de tots els estats. Només la pèrdua dels pol·linitzadors ens costaria més de 180.000 milions d'euros anuals.

Una inquietud compartida

Ja no ho podem negar, doncs. Estem provocant el progressiu escalfament del planeta, que amenaça de provocar efectes desastrosos; destruïm ecosistemes sencers, causem pol·lució massiva de l'aire, les aigües i el mar; sobreexplotem recursos, i els mateixos estocs d'espècies de les quals ens alimentem, i disseminem arreu del món espècies que, en alguns casos, esdevenen invasores i causen danys

a la salut, les infraestructures, les activitats humanes i els ecosistemes locals.

Amb tot això, han començat a emergir preguntes inquietants: fins quan podrem seguir tenint aire de qualitat per respirar, aigua de qualitat o conreus saludables per alimentar tota la humanitat? Com s'alimentaran els prop de 10.000 milions d'humans que s'estima que habitaran la Terra el 2050 sense destruir la biodiversitat, sense ampliar radicalment les superfícies agrícoles, sense malbaratar aigua dolça i sense utilitzar fertilitzants i pesticides, perillosos per a la salut de les persones?

La inquietud ja ha traspassat els àmbits científics i els cercles sensibilitzats per l'ecologia. Fins i tot grans poders econòmics, com el Fòrum Econòmic Mundial, en el seu informe anual sobre les grans amenaces del món, el *Global Risk Report 2019* (World Economic Forum 2019), situa la "pèrdua de biodiversitat i col·lapse dels ecosistemes" entre els deu majors riscos que amenacen el món. I Yuval Noah Harari, en el seu cèlebre *Homo Deus*, subratlla que "la nèmese real de l'economia moderna és el col·lapse ecològic" (Harari, 2016). També ha emergit el concepte d'*humanitats ambientals*, tot referint-se a estudis filosòfics, estètics, religiosos, literaris i audiovisuals amb un interès comú per la natura, el medi ambient i la sostenibilitat (Adamson, 2018); són indicis que la inquietud comença a desvetllar aliances possibles entre diferents disciplines, que comparteixen el sentir que cal canviar de rumb per allunyar-nos de la por al risc de col·lapse. La filòsofa Marina Garcés, en la seva xerrada "Condicció pòstuma" exposada a la conferència Mextròpoli, que tingué lloc a Ciutat de Mèxic el març de 2017, interpel·lava així: "¿Fins quan volem seguir reproduint un sistema que posa seriosament en perill la vida digna dels humans en aquest planeta?".

Tanmateix, molts pensadors, activistes o polítics que s'interroguen sobre el futur del planeta massa sovint ho fan sense que els mots *natura* i *biodiversitat* presideixin les reflexions. Potser són la nostra prepotència i la creença en la fal·làcia que podem viure "sense natura" les que són a la base del nostre creixement agressiu contra la resta d'espècies i ecosistemes. Recuperar la connexió amb la natura, el sentiment de biofília (Wilson, 1984), d'íntima vinculació i pertinença, a la natura, potser és el que desvetllarà la força i el coratge de les moltes persones que volen reconciliar-se amb el planeta.

L'acció com a resposta

Les dades són extremadament preocupants; però això no ha de ser paralitzant, ans al contrari, ens ha d'empènyer a buscar esperança

en l'acció, i particularment en l'acció col·lectiva, i fent ús de la intel·ligència cooperativa.

S'ha demostrat reiteradament que no són les dades, la informació i la reflexió analítica el que motiva més l'acció en les persones. Ben al contrari, la major part de les nostres decisions quotidianes es prenen a partir d'emocions i sentiments, i aquesta és una característica adaptativa: si ens amenaça una fera, o un cotxe corre cap a nosaltres, no ens podem posar a pensar en la bellesa o ferocitat de l'animal, o en el color i la marca de l'auto. Prendre decisions ràpides ens pot salvar d'una amenaça imminent, però superar grans reptes no ha de requerir acció instantània, sinó decisió sàvia i ben orientada cap a l'objectiu. Sabem que en aquest món de presses i immediatesa on vivim, ens domina el "pensar ràpid" en lloc del "pensar a poc a poc", manllevant les paraules del psicòleg israelià i Nobel d'economia Daniel Kahneman (2012). Partint d'aquestes premisses, el present llibre pretén desvetllar el sentiment de comunió amb la natura i la convicció que és possible imaginar un futur per al món on la humanitat hi tingui cabuda, i teixeixi vincles més amables i duradors amb la natura i amb la resta d'éssers vius. Sentint la natura no com un "recurs" per explotar, o com una "proveïdora de serveis", sinó com un gran sistema del qual formem part. Sentir que "som un tot" ens ha d'ajudar a mobilitzar-nos contra la lògica de l'explotació sense límits, l'agressió i la destrucció de la biosfera. Aplicant el nostre poder per conservar, rehabilitar o restaurar ecosistemes, conciliant la nostra activitat amb la de la resta de biodiversitat.

Considerant la biodiversitat, com deia Blondel a Boeuf, 2014;

1. com una prioritat científica, per comprendre'n el funcionament i aturar-ne la pèrdua;
2. com una qüestió de gran rellevància econòmica, per valoritzar els recursos biològics i genètics;
3. com una qüestió ètica, reconeixent el dret a la vida de totes les espècies;
4. com una qüestió de justícia social, del dret de compartir els valors i beneficis que ens aporta la natura.

Veiem avenços en moltes estratègies d'acció, i infinitud d'exemples concrets d'actuacions que estan en marxa per part de tot tipus de col·lectius i que mostren la possibilitat de fer les coses d'una altra manera. Aquest llibre no és ni un enfilall de terrors apocalíptics ni un receptari de solucions. No és tan pretensiós. El que es proposa és tractar diversos aspectes parcials, podríem dir que en forma de flaixos, des de molt diverses perspectives, de la nostra posició en la natura, com a part d'ella, de com estem actuant i de com podríem actuar millor. Un bon nombre de destacats experts ofereixen aquests punts de vista diversos, que no esgoten certament el tema, però que

sí pretenen reivindicar vincles que molt sovint oblidem, i que també proposen modèstia i respecte davant la grandiositat de la natura i de l'estricta dependència que tenim en relació amb la resta d'éssers vius i per a la nostra pròpia supervivència. Exigeixen, tots ells, un ferm pas endavant: emprendre accions, establir noves regles de funcionament i generar nous instruments de governament per desenvolupar noves formes de relacionar-nos amb la resta de la natura. Clamen per una reacció que haurà de ser urgent, perquè el temps s'esgota i els canvis s'acceleren. No sabem del cert si encara som a temps d'aturar mals majors, però tenim la certesa que com més triquem a posar-nos en marxa, menys possibilitats tindrem d'evitar-los.

En aquest any 2019 en què celebrem el centenari del naixement del nostre gran ecòleg Ramon Margalef, voldríem acabar aquesta introducció amb una frase seva, amb la qual acaba el darrer llibre, *Our Biosphere*, que va publicar el 1997 i que està traduït al català (Margalef, 2012):

Tinc una forta sospita que m'ha mogut el desig moralitzant de mostrar que la Terra, o Gaia, o qualsevol altre planeta on s'hagi desenvolupat una biosfera, poden ser considerats "responsables" dels episodis crítics de la seva pròpia història. A més, a mesura que l'evolució orgànica avança, uns organismes tan poderosos com els humans poden esdevenir, haurien d'esdevenir, conscientment responsables. Això és el que caldria esperar, un cop que han afegit la seva cultura al repertori ja existent de mecanismes mitjançant els quals hauria de continuar l'evolució.

Referències

- ADAMSON, J. 2018. Las humanidades ambientales globales: ampliando la conversación, imaginando futuros alternativos. 256 p.
- BERTRAND, R. J. et al. 2011. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 19, 479, p. 517-20. doi:10.1038/nature10548
- BLONDEL, J. 2012. *L'Archipel de la vie. Essai sur la diversité biologique et une éthique de sa pratique*. París: Buchet-Chastel. 256 p.
- BOEUF, G. 2014. *La biodiversité, de l'océan a la cité*. París: Librairie Arthème Fayard et Collège de France. 84 p.
- CARDINALE, B. J. et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486, p. 59-67. doi:10.1038/nature11148
- CRUTZEN, P. J. 2006. The Anthropocene. A: Ehlers, E. i Krafft, T. (ed.), *Earth System Science in the Anthropocene*. Springer, p. 13-18.
- GARCÉS, M. 2016. *Filosofia inacabada*. Barcelona: Galaxia Gutenberg. 336 p.
- DEVICTOR, V. C. et al. 2012. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature climate change*, 2, p. 121-124.
- DE VOSS, J. et al. 2015. Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation Biology*, 29, 2: 452-462. IPBES. 2019. <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>
- HARARI, Y. N. 2016. *Homo Deus: breve historia del mañana*. Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial España. 496 p.
- HUBLIN, J.J. et al. 2017. New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of Homo sapiens. *Nature*, 546, p. 289-292.
- KAHNEMAN, D. 2012. *Thinking, Fast and Slow*. Random House, Mondadori. 499 p.
- LOVELOCK, J. 1993. *Las edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo*. Metatemas. 266 p.
- MARGALEF, R. 2012. *La nostra biosfera*. Trad. d'Our biosphere, 1997. Publicacions de la Universitat de València i Institut d'Estudis Catalans. 220 p.
- NEKOLA, J.C. et al. 2013. The Malthusian-Darwinian dynamic and the trajectory of civilization. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(3): 127-130.
- NUNOURA, T. et al. 2015. Hadal biosphere: Insight into the microbial ecosystem in the deepest ocean on Earth. *PNAS*, 112(11), p. E1230-E1236. doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1421816112>
- MILLENNIUM ASSESSMENT, 2005. *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Informe de Síntesis*. millenniumassessment.org.
- RIECHMAN, J. 2018. Una nueva estética para una edad solar. A: Albelda et al. (coord.). *Humanidades ambientales. Pensamiento, arte y relatos para el siglo de la gran prueba*. Madrid: Catarata, p. 34-51.
- RIPPLE, W.J. et al. 2017. World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *Bioscience*, 67 (12), p. 1026-1028.
- ROCKSTRÖM, J. et al. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), p. 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- RUDDIMAN, W. F. et al. 2015. Defining the epoch we live in. *Science*, 348 (6230), p. 38-39.
- THUILLER, W. et al. 2011. Consequences of climate change on the tree of life in Europe. *Nature*, 470(7335), p. 531-534. doi:10.1038/nature09705
- UICN 2012. The UICN Red List of Threatened Species.
- UICN. 2013. The UICN Red List of Threatened Species
- WILSON E. O. 1984. *Biophilia*. Harvard University Press.
- WILSON, E. O. 2017. *Medio planeta. La lucha por las -tierras salvajes en la era-de la sexta extinción*. Madrid: Errata Naturae.
- WORLD ECONOMIC FORUM. 2019. *Global Risk Report 2019*, 14a ed. Ginebra: WEF. 107 p.
- WORLD WILDLIFE FUND. 2018. *Living Planet Report -2018: Aiming Higher*. Grooten, M. i Almond, R. E. A. (ed.). Gland (Suïssa): WWF. 144 p.



El funcionament de la biosfera

El nostre planeta

El planeta Terra es va formar fa uns 4.540 milions d'anys (Ma), a partir de la condensació de partícules materials que gravitaven al voltant del Sol, i poc després va topiar amb un altre cos planetari, Theia, segurament de la mida de Mart. El xoc va desprendre un cos més petit que va donar lloc a la Lluna i va fer que l'eix de rotació de la Terra s'inclinés 23,5°, fet que es troba en l'origen de les estacions de l'any. Els elements més pesants es van anar concentrant al centre de la Terra mentre l'exterior es refredava i s'hi formaven crostes, alhora que durant els primers temps rebia constants xocs de meteorits i altres objectes. Les roques més antigues de la superfície actual daten de fa uns 4.000 Ma. Les escorces superficials que van acabar formant el que coneixem com a continents suren damunt el magma fluid i calent i es desplacen lentament. Al llarg de la història, les plaques continentals, que es van generar per materials produïts en el fons de les zones centrals dels oceans, s'han ajuntat i separat i les friccions, xocs o solapaments entre elles han provocat la formació de seralades de muntanyes i han influenciat la distribució de formes de vida. La tectònica

de plaques va donar una teoria seriosa, pels volts dels anys seixanta del segle xx, a la intuïció genial de Wegener de la "deriva dels continents", de primers d'aquell segle.

Evolució de la vida

Quan el període de grans perturbacions degudes a la pluja de meteorits va acabar, es va iniciar una evolució química d'una varietat de molècules orgàniques cada cop més complicades i relacionades per cicles de reaccions. Algunes d'aquestes molècules, potser primer unes d'RNA, tenien la capacitat de fer còpies d'ella mateixa, més o menys perfectes. L'RNA és una molècula que no sols es replica i, per tant, transmet informació genètica, sinó que també pot funcionar com a catalitzadora de reaccions. Conjunts de molècules relacionades en hipercicles de reaccions catalitzades per l'RNA devien quedar incloses en "bombolles" isolades per bicapes de fosfolípids, precursors de les actuals membranes. Així es devia iniciar un procés selectiu, en funció de com responien les diferents variants a les condicions del medi. Hi ha diverses teories sobre on va començar tot això, però una de força probable és que fos prop de les

fumaroles volcàniques submarines, on hi havia energia, temperatura i nutrients abundants. Segurament ja abans de fa 3.500 Ma, una d'aquestes bombolles va arribar a una composició prou estable i es va multiplicar per esdevenir l'avantpassat comú de tots els éssers vius: una cèl·lula coneguda com a *LUCA* (o *primer ancestre comú*) que tenia membrana, i potser ja DNA a més d'RNA, però no nucli ni orgànuls com les cèl·lules actuals. Aquest organisme era heteròtrof: captava molècules orgàniques de l'entorn i en treia l'energia que necessitava. No seria fins fa uns 3.000 milions d'anys que es desenvoluparia el sistema de reaccions que constitueixen la fotosíntesi, que permet obtenir energia de la llum del Sol. La fotosíntesi desprèn oxigen. Aquest, a l'inici, reaccionava amb minerals, però de mica en mica els excedents escapaven a l'atmosfera, on abans no n'hi havia, i aquest oxigen produït per la vida va canviar les condicions d'aquesta de manera substancial. Una part formà ozó, que va fer de barrera a les radiacions ultraviolades, de manera que en va reduir l'acció mutàgena. La resta era tòxica per a la majoria d'organismes, així que es va produir una gran extinció de formes de vida, però les supervivents van poder emprar l'oxigen en la seva activitat metabòlica per obtenir més energia de la matèria orgànica.

L'evolució posterior de la vida no es deu només a mutacions del material genètic i selecció. Ha estat molt important la incorporació de blocs sencers, mitjançant simbiosi, de processos metabòlics per incorporació d'organismes petits que els havien desenvolupat. Aquest és l'origen de la cèl·lula eucariota, amb el seu nucli, i de mitocondris i plastidis. Naturalment, cada incorporació ha requerit ajustaments genètics tant en la cèl·lula receptora com en les hi estan integrades, i amb el temps

la cèl·lula gran incorporava part dels gens de les petites al seu propi material genètic. D'altra banda, aquest genoma també rebia aportacions d'organismes paràsits o d'altres d'externs, mitjançant virus o per hibridació. Per tant, l'evolució en alguns aspectes es pot comparar amb un procés d'autoorganització, fruit de canvis per errors en les còpies del material genètic, però també de barreges atzaroses i afortunades amb material genètic exogen; com, així mateix, de processos d'associació amb cèl·lules filles successives (en la formació d'organismes pluricel·lulars), fet que ha permès estructures més i més complicades, com en un joc de construcció (Terradas, 2006). Al final, les plantes i els animals pluricel·lulars tenen en el DNA i en els orgànuls cel·lulars vestigis d'altres organismes incorporats, i en la seva superfície i en molt diverses parts de la seva anatomia, organismes més petits que els fan part de la feina metabòlica o que viuen en l'hàbitat que ells representen com a simbiotes, comensals o paràsits.

Algunes de les fites més destacades en la història de la vida al planeta Terra es resumeixen a la taula següent. Actualment, la diversitat de formes de vida s'agrupen en 31 *Phyla*, 12 dels quals són marins. Els mars i oceans també concentren una enorme quantitat de la biomassa total, i només els bacteris de la coberta i sotsuperfície dels oceans s'estima que constitueixen el 10% de la biomassa del planeta. El medi marí segueix, doncs, tenint un rol clau per a la vida al planeta.

Pel que fa als animals grans, de més d'uns pocs kg de pes, les espècies salvatges sumen només unes 100 MTm, mentre que els animals domèstics fan 700 MTm i els humans unes 300 MTm. Així que el 90% de la biomassa dels animals grans al planeta som els humans i els animals que criem o que ens acompanyen com a mascotes (Harari, 2016).

Temps (abans del present)	Event
4.500 Ma	Formació de la Terra.
3.900 Ma	Inici de la vida; evolució química, hipercicles, protocèl·lules.
3.400-3.200 Ma	Primers microorganismes (cianobacteris); sense oxigen a l'atmosfera.
3.500 Ma	Apareix la fotosíntesi (a partir de CO ₂ , aigua i llum produeix O ₂ i hidrats de carboni).
2.300 Ma	Augment progressiu i important de O ₂ a l'atmosfera.
2.100 Ma	Aparició d'organismes pluricel·lulars.
1.500 Ma	Aparició de la sexualitat. La reproducció sexuada permet una barreja genètica que obre portes a una "explosió" en la creació de noves formes d'aparició de paràsits.
570 Ma (Precambrià)	Aparició de metazous dels oceans.
450 Ma (Silúric)	Primeres plantes vasculares.
410 Ma	Primers artròpodes i vertebrats. El pas de la vida aquàtica a la terrestre i la respiració aèria suposen un esdeveniment únic en la història de la vida (Boeuf, 2011). La vida "surts de l'aigua" de diferents maneres i en diferents llocs. Tenen més oxigen però han d'afrontar la radiació ultraviolada i la deshidratació, i han de modificar els esquelets i les masses musculars per sostenir el cos fora l'aigua.
345 Ma (Carbonífer)	La vida terrestre "explota" als boscos del Carbonífer. Gran expansió dels artròpodes.
210 Ma (Triàsic)	Desenvolupament de la termoregulació en els dinosaures, els mamífers i els ocells. El cost energètic és enorme, però també ho són les possibilitats que obre d'adaptació al medi.
135 Ma (Cretaci)	Les plantes amb flors coevolucionen amb els insectes pol·linitzadors (10% de les espècies conegudes). S'assoleix la composició actual de 21% de O ₂ a l'atmosfera. Primers peixos moderns teleostis i dels taurons moderns. Abundància d'ammonites, belemnites, esponges, mol·luscs bivalves, etc. Gran diversificació dels dinosaures. Aus modernes. Aparició de monotremes, marsupials i mamífers placentaris. Alguns vertebrats retornen als oceans (cetacis, partint d'artiodàctils primitius).
65 Ma (final del Cretaci, inici del Paleocè)	Període de grans erupcions volcàniques. Gran extinció del Cretaci-Terciari (K-T): es correspon amb la presència d'una capa d'iridi que es correspon amb la caiguda d'un meteorit al Yucatán, a Mèxic, que forma el cràter Chicxulub. Cinquena gran extinció, desaparició dels dinosaures.

8-1.8 Ma (fins l'inici del Pleistocè)	Clima moderadament càlid. Gran expansió dels mamífers primitius. Formació de grans sabanes a les Amèriques, refredament del clima, reducció de les precipitacions. Apareixen micos i simis, i els primers homínids. Crisi messiniana, assecament de la Mediterrània. Orogènia alpina. Es completa la configuració dels continents amb la formació de l'istme centroamericà.
1.8 Ma-10.000 anys (Pleistocè)	Cicles repetits de glaciacions. En els màxims glacials, un cada 100.000 anys aproximadament, el 30% de la Terra estava coberta de gel i el nivel del mar era de l'ordre de 100 m per sota de l'actual. Al final, extinció de la megafauna eurasiàtica (mamuts, tigres de dents de sabre, etc.). El període acaba amb la gran expansió d'agricultura i ramaderia que començà fa 11.500 anys al Creixent Fèrtil.

Història de la vida.
Font: adaptat a partir
de Boeuf, 2014.

La vida depèn de les condicions físiques i químiques del medi. Necessita energia, aigua, nutrients. Per tant, la distribució de l'activitat de la vida es relaciona amb els moviments laterals i verticals de l'aire i de l'aigua, i el transport de materials pel vent, els rius o els corrents marins, les emissions dels volcans i fumaroles, les pujades i baixades del mar, els desplaçaments dels continents, etc. En l'aire hi ha organismes fins més amunt de les muntanyes més altes, i fins almenys 3.000 m de fondària en l'escorça terrestre, i a uns 11.000 m a les profunditats de l'oceà. La majoria depenen en darrera instància de les plantes que capten energia solar per a la fotosíntesi, però hi ha força organismes que treuen l'energia que els permet construir les seves molècules orgàniques de la transfor-

mació química de determinades molècules (quimiosíntesi), com feien els primers organismes abans de l'aparició de la fotosíntesi.

Una història accidentada

La història de la vida a la Terra ha estat força accidentada. S'han produït canvis més o menys graduals i esdeveniments catastròfics. En alguns d'aquests canvis, els mateixos organismes hi han tingut un paper, com hem vist en el cas de la formació de l'oxigen i l'ozó a l'atmosfera. En altres, s'han vist sorpresos per forces poderoses nascudes de la mateixa Terra (canvis de clima o períodes d'intensa activitat volcànica i sísmica, per exemple) o de fora (xoc amb meteorits o cometes). Com a resultat, s'han produït variacions en les taxes d'extinció d'espècies.

Hi ha hagut molts moments amb taxes d'extinció locals o globals superiors a les mitjanes però, sobretot, hi ha hagut sis períodes d'extinció d'abast global que han afectat una gran proporció d'espècies. Cinc d'aquests períodes han servit per marcar els límits de les principals eres geològiques, i les causes no sempre són ben conegudes. Quasi tothom pensa que la caiguda d'un meteorit a la península de Yucatán desencadenà l'extinció dels grans rèptils al final del Cretàcic. També és possible que un meteorit caigut a Groenlàndia originés el que es coneix com a *Petita Edat del Gel*. Altres causes poden haver estat canvis importants del clima, intensificació del vulcanisme o emissions sobtades de gasos del fons oceànic. El cas més clar és el de la sisena extinció, que

estem vivint ara mateix: la causa en som nosaltres. Però, d'això, se'n parla força en altres capítols d'aquest llibre. De moment, la vida ha continuat, tot i haver patit algun que altre daltabaix considerable. No sols ha continuat, sinó que ha esdevingut més complexa (d'una banda, amb una immensa diversitat de petits organismes unicel·lulars capacitats per fer una igualment esbalaïdora quantitat de processos químics diferents per viure arreu; de l'altra, amb éssers d'anatomia molt més complicada) i ha adquirit un control parcial però creixent damunt el medi físic. Després de "l'invent" de la fotosíntesi, la vida és qui ha mantingut una composició atmosfèrica pràcticament estable que difereix del tot de les atmosferes, molt semblants entre elles, dels planetes propers Venus i Mart.

Grans extincions	Efectes
1a: 440 Ma (entre Ordovicià i Silúric)	Desapareix el 85% d'espècies (aleshores totes marines) entre les quals es troben molts braquiòpodes i trilobits. Es produeix al llarg d'entre 1 i 2 Ma.
2a: 370-365 Ma (entre Devonian i Carbonífer)	Desapareix el 75% d'espècies marines. Afecta principalment ammonoïdeus, braquiòpodes i peixos.
3a: 252 Ma (entre Pèrmic i Triàsic)	La crisi més gran d'extinció que es coneix. S'estima que va desaparèixer el 96% de les espècies (marines i continentals). Suposa el final dels trilobits, i també afecta moltes espècies de coralls, cefalòpodes i vertebrats.
4a: 215-200 Ma (entre Triàsic i Juràssic)	Desapareix el 75% d'espècies marines, d'aigua dolça, d'amfibis i rèptils. Es produeix al llarg d'uns 15 Ma.
5a: 65,5 Ma (entre Cretaci i Terciari, coneguda com a K-T)	Desapareix el 70% d'espècies marines i els dinosaures, entre moltes altres.

Les grans extincions.

Font: adaptat a partir de diverses fonts per Carme Rosell.

Mecanismes globals i funcionament de la vida

La vida a la superfície del planeta s'estructura sobretot en relació amb la captura d'energia per les plantes. Això val tant per als oceans com per als boscos. A Ramon Margalef li agradava posar en relleu aquest paral·lelisme entre dos ambients tan diferents, i entre el fitoplàncton i els arbres com a productors primaris dominants en un cas i l'altre: "En tots dos casos, l'organització i la funcionalitat estan estretament associades amb la dimensió vertical, definida per la gravetat i per la direcció aproximada de la llum incident" (Margalef, 2012). En el mar, la llum penetra fins a una fondària aproximada de 200 m i és en aquesta zona on és possible la fotosíntesi, però la producció de matèria orgànica consumeix nutrients del medi i els cadàvers i excrements cauen cap al fons, de manera que la capa il·luminada podria quedar estèril en poc temps. Calen mecanismes que tornin nutrients a la superfície. Això passa als oceans en els centres dels girs ciclònics, a la divergència equatorial i en les zones d'aflorament, com són les costes de Namíbia, les que hi ha entre Mauritània i el sud de Portugal, les del Perú i Califòrnia... Aquestes darreres són especialment riques en pesca per la pujada de nutrients, i estan situades en les vores occidentals de l'Atlàntic i el Pacífic, on els vents, per l'efecte de Coriolis provocat per la rotació de la Terra, allunyen l'aigua superficial de la costa, fet que permet l'ascens d'aigua de fons. És a dir, que la producció és mantinguda per una potent maquinària que manté la circulació dels nutrients. En els boscos, la llum és absorbida per les fulles dels arbres a una certa alçada. Però també en aquest cas cal que les fulles disposin de nutrients per poder produir. Les fulles, fruits, branquetes, etc., cauen al terra

amb part dels nutrients (altre cop la gravetat) i la producció s'aturaria si no hi hagués un mecanisme de retorn, que en aquest cas és la transpiració dels mateixos arbres: les fulles transpiren aigua que puja des de les arrels, arrossegant nutrients del sòl. "L'ascensor hidràulic" dels nutrients està mogut per l'energia solar: sols un 1% de l'energia solar que reben les fulles s'empra en la fotosíntesi, però un 60% evapora l'aigua i mou l'ascensor. La vida treballa emprant energia (somàtica, perquè serveix per formar les molècules dels mateixos organismes) en mantenir-se (tots els organismes són sistemes dissipatius, que empenen energia d'alta qualitat i l'acaben dissipant en forma de calor, com els motors), però a més s'aprofita de quantitats molt més grans d'energia exosomàtica, o externa, que és la que permet que circulin els nutrients i no quedin tots fora de l'abast dels organismes fotosintetitzadors: remena l'atmosfera i els oceans i "tira" de l'aigua de pluja enriquida amb nutrients del sòl cap amunt, cap a les fulles. Una diferència entre els oceans i els boscos és que els arbres i totes les plantes vasculars han après, evolutivament, a interioritzar la circulació de l'aigua i els nutrients, mentre que en el cas del fitoplàncton ell mateix està sotmès a la turbulència de l'aigua i es mou amb ella.

Els animals obtenen l'energia que els cal mitjançant l'alimentació. No són autòtrofs sinó heteròtrofs. Depenen de les plantes o de microbis fotosintètics o quimiosintètics. En els continents, els paisatges es caracteritzen sobretot per la vegetació, principalment gràcies al fet que, a més de la fotosíntesi, hi ha un altre "invent evolutiu químic", la fusta, que els animals, amb l'excepció dels tèrmit, no poden digerir. Els arbres, organismes de vida molt llarga i estructura complexa, dominen molts ecosistemes terrestres. Només en

llocs on no hi ha arbres els animals poden tenir una part considerable de la biomassa de l'ecosistema, per exemple en les grans praderies i sabanes. En els mars, en canvi, els animals solen ser més dominants i mantenen el fitoplàncton explotat, format per individus petits, de vida curta i reproducció ràpida.

On hi ha nutrients i energia fotosintètica o quimiosintètica, hi ha vida. On hi ha matèria orgànica viva o morta apareixen organismes que se n'aprofiten, en una barroca riquesa de formes i mides. Entre els microbis més menuts i els animals més corpulents hi ha molts ordres de magnitud de diferència, però els lligams entre ells són molt complicats. Els animalons que filtren partícules orgàniques de l'aigua s'alimenten també dels microbis que colonitzen aquestes partícules. Animals més grans s'alimenten dels organismes petits. A cada pas és perd part de l'energia de l'aliment, consumida en l'activitat del depredador. Per això, el nombre de passos és limitat; els grans depredadors no poden ser massa abundants, no queda marge per a un superdepredador que s'alimentés de catxalots o de *Tyrannosaurus rex* vius. Però quan els grans animals moren, esdevenen matèria orgànica que alimenta éssers molt més petits i, fins i tot quan són vius, tenen petits depredadors que s'alimenten d'ells com fan els mosquits amb nosaltres. La complicació és la llei: Margalef deia sovint que la vida és "embolica que fa fort". I per això la xarxa de la vida té tantíssims nusos –la biodiversitat és tanta– i també tantíssims fils: l'evolució no és sols evolució, és coevolució, cada espècie construeix el seu nínxol i canvia els d'altres, que, al seu torn, han d'evolucionar per adaptar-se als canvis. Alguns parells o grups d'espècies coevolucionen mantenint lligams molt forts, com el cas famós de la llargada de la corol·la de l'orquí-

dia i la de la probòscide de la papallona, però normalment les connexions són més febles. Dins una xarxa hi solen haver, així, agrupacions d'espècies amb lligams molt forts i també espècies amb més lligams que altres, que exerceixen el rol dels nusos en una xarxa de comunicacions, i que tenen més importància en el manteniment del sistema (espècies clau en la conservació).

Biodiversitat, estratègies vitals i pertorbacions

La multitud de formes de vida implica molt variades estratègies. Tanmateix, hi ha característiques que estan correlacionades, per exemple, la durada mitjana de la vida, la mida del cos, el nombre de fills... En general, hi ha espècies oportunistes, amb gran capacitat per colonitzar llocs que han quedat buits o recursos nous, i aquestes solen ser de vida curta i deixar molts descendents (en forma de llavors, espores, ous o petits...), dels quals no tenen cura però que es dispersen molt fàcilment; i espècies conservadores, que són de vida més llarga, mida més gran, poca descendència amb poca capacitat de dispersió, però de la qual tenen cura o que posseeix reserves (per exemple, en llavors o ous) que li donen més probabilitats de sobreviure. Les primeres són freqüents en llocs que han estat pertorbats recentment, mentre que les segones s'instal·len amb més lentitud però ocupen més temps l'espai mentre no hi hagi una nova pertorbació.

També, quant a l'ecosistema, trobem una forta influència del règim de pertorbacions que l'afecta. Les característiques de cada ecosistema el faran més o menys resilient davant les pertorbacions. Naturalment, un ecosistema sotmès a pertorbacions freqüents (aigües turbulentes, llocs de repòs de ramats, etc.) estarà format per espècies

oportunistes descrites al paràgraf anterior, mentre que una selva tropical plujosa pot haver-se mantingut amb una estructura similar molt de temps i estarà composta sobretot per espècies conservadores. Però sempre hi ha lloc per a les espècies oportunistes, perquè en una selva primària la caiguda de branques o fruits, la mort d'algun arbre o l'activitat dels animals creen una dinàmica de petites perturbacions que aquestes espècies poden aprofitar. Hi ha una regla molt general i força òbvia: les perturbacions de baixa intensitat que afecten àrees petites són molt freqüents, mentre que les grans perturbacions d'enorme extensió són molt rares (és evident que, en cas contrari, no hi hauria vida complexa). Després d'una perturbació, el sistema torna a organitzar-se, primer amb espècies oportunistes i, a poc a poc, amb les més conservadores (és el que s'anomena successió). El procés de construcció és lent, mentre que la destrucció pot ser molt sobtada (un foc crema un bosc en hores) i la recuperació dependrà de la intensitat, l'extensió i la recurrència de la perturbació, la severitat dels danys i el llogat que hagi sobreviscut (soques que rebroten, llavors, refugis, punts de suport, individus vinguts de la perifèria, etc.). Quan les perturbacions d'un determinat tipus són prou freqüents, les espècies evolucionen per suportar-les, com han evolucionat per adquirir ritmes dia-nit i ritmes estacionals. Però les perturbacions poc freqüents i grans que només es donen cada moltes generacions no poden ser "apreses" evolutivament.

L'impacte d'una espècie singular

La vida ha evolucionat per respostes adaptatives mitjançant canvis genètics que alteren el fenotipus de les espècies i per incorporacions associades a la hibridació,

la transferència de gens entre espècies o la simbiosi, però també per altres vies com la modificació genètica o cultural del comportament. Les formes de vida social han tingut molt èxit evolutiu: les formigues formen sovint la meitat de la biomassa animal en selves plujoses. Els grans herbívors són moltes vegades socials i també hi ha depredadors que cacen socialment animals més grans que ells. L'aprenentatge cultural ha estat avantatjós en diverses espècies d'aus i mamífers i ha tingut especial èxit en els humans, que l'han usat per desenvolupar una immensa quantitat d'habilitats i eines per ocupar quasi tots els ambients. El nostre procés de construcció de nínxol ha tingut un impacte extraordinari, fins al punt que podem estar iniciant un nou període geològic, a causa de la nostra capacitat creixent per manipular l'entorn, emprar materials presents i fer-ne de nous, i canalitzar en benefici propi enormes quantitats d'energia externa. Però, d'això, se'n parla en altres capítols. El que aquí volem fer present és que la biosfera no sols ens envolta sinó que ens ha creat i, com les altres espècies, en som part. No podem no ser-ne. Per tant, més ens val entendre cada cop millor com funciona i ser curosos amb no fer-la creuar l'indar que segurament no farien impossible certes formes de vida, però sí la nostra.

En efecte, les activitats humanes poden interferir amb la composició de l'aire (emissions), amb el clima (escalfament), amb els cicles dels nutrients (accelerant les pèrdues de fòsfor i nitrogen disponibles pels fotosintetitzadors, embrutant les reserves d'aigua dolça), alterant la composició dels ecosistemes en afavorir espècies invasores o eliminant espècies que poden ser clau, reduint la biodiversitat i amb ella la resiliència dels ecosistemes, etc. El més greu

és que podem iniciar processos que després s'autoaccelerïn: per exemple, l'escalfament climàtic fon el glaç, però com menys glaç hi ha, més quantitat de radiació és absorbida pel mar i no reflectida pel glaç i, per tant, més s'escalfa l'aigua... N'hi ha molts altres casos. Entre els límits que no s'haurien de traspassar se n'han assenyalat els relatius a la concentració de CO₂ a l'atmosfera i l'acidificació oceànica, la concentració d'ozó estratosfèric, la fixació de nitrogen i l'abocament de fòsfor al mar, el consum d'aigua dolça, la proporció de terres cultivades i la pèrdua de biodiversitat, així com la càrrega d'aerosols i la contaminació química. Més enllà de certs llindars, en tots aquests aspectes es poden disparar processos no lineals potencialment catastròfics que els interrelacionen, i pot ser que ja n'haguem superat tres, CO₂, nitrogen i pèrdua de biodiversitat (Terradas 2009).

No podem evitar que els efectes negatius per a la biosfera ens afectin si no comprenem com funciona la mateixa biosfera i quins són els seus límits.

Referències

- BOEUF, G. 2014. *La biodiversité, de l'océan a la cité*. París: Librairie Arthème Fayard et Collège de France. 84 p.
- MARGALEF, R. 2012. *La nostra biosfera*. Trad. d'*Our biosphere*, 1997. Publicacions de la Universitat de València i Institut d'Estudis Catalans. 220 p.
- TERRADAS, J. 2006. *Biografia del món*. Barcelona: Columna. 501 p.
- TERRADAS, J. 2009. Límits planetaris. *Ambienta*, dic. 09, p. 8-19.

Ricard Guerrero

Academia Europaea-

Barcelona

Knowledge Hub

Els microbis, peces bàsiques en la construcció de la vida

*“Faith” is a fine invention
When Gentlemen can see—
But Microscopes are prudent
In an Emergency!*

Emily Dickinson (1830-1886)

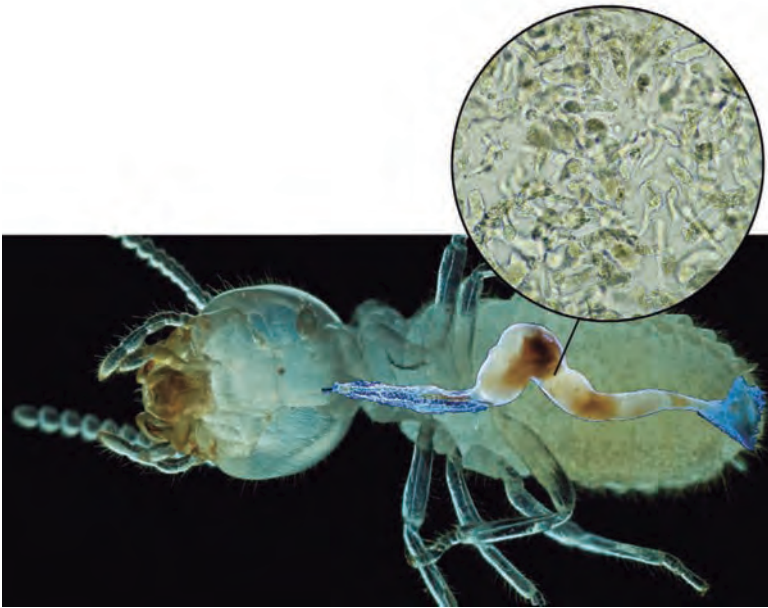
Els éssers vius sorprenen per la seva diversitat. El nombre total d'espècies actuals es calcula en més de 30 milions, i moltes més espècies han viscut, i s'han extingit, al llarg de la història de la vida. De totes les espècies que hi ha o hi ha hagut a la Terra, la majoria són microorganismes. Quan parlem de microorganismes, o microbis, ens referim a organismes d'estructura cel·lular molt diferent; generalment, però no sempre, de mida microscòpica, i freqüentment, però no sempre, unicel·lulars.

La vida que coneixem actualment es va originar fa uns 3.850 milions d'anys, només uns 700 milions d'anys menys que l'edat del planeta (4.550 ± 20 milions d'anys). L'origen de la vida, o biopoesi, potser es va produir diverses vegades, però només una, la que coneixem, s'ha mantingut ininterrompudament fins a l'actualitat. El que va fer possible el manteniment de la vida a la Terra va ser

el desenvolupament dels ecosistemes, o ecopoesi, que va evitar l'esgotament dels elements biogènics de la superfície del planeta, cosa que hauria passat en un temps màxim de 200 o 300 milions d'anys i que hauria provocat l'extinció primigènia de la vida.

L'activitat d'aquests primitius ecosistemes microbians va determinar l'evolució posterior del planeta. En el món procariota la diversitat s'expressa en termes de metabolisme, en comptes de fer-ho en termes d'estructura, com passa en els organismes eucariotes.

Tots els sistemes vius produeixen dues formes d'energia útil: (i) els enllaços químics, rics en energia de l'ATP (i molècules similars), i (ii) els gradients iònics transmembrana, com els utilitzats en el moviment flagel·lar i en l'absorció de certs nutrients. L'ATP es pot generar per fosforilació a nivell de substrat (els passos clau en les vies de fermentació) o per gradients electroquímics generats en la cadena de transport d'electrons durant la respiració o la fotosíntesi. Els procarotes són capaços d'utilitzar una àmplia gamma de substàncies reduïdes (orgàniques i inorgàniques) i d'agents oxidants (oxigen, nitrat, sulfat, Fe[III], Mn[VI], As[IV], Se[VI], etc.) per generar gradients electroquímics. Els euca-



Aspecte macroscòpic d'una obrera del tèrmit inferior *Reticulitermes grassei*, que mostra l'aspecte microscòpic del tracte intestinal i un detall de la seva microbiota complexa.

riotes, per contra, generalment utilitzen uns pocs compostos orgànics reduïts (glucosa, piruvat, etc.), i preferentment un únic agent oxidant (l'oxigen).

Durant molt de temps, es va pensar que alguns metabolismes bacterians, com el creixement anaerobi a partir de compostos de metà o amoni, no eren possibles. Això va portar a la idea que l'amoni i el metà eren inerts en condicions d'anòxia. No obstant això, es va observar que un consorci microbià podia oxidar el metà a diòxid de carboni acoblat a la desnitrificació, procés que tenia lloc en absència total d'oxigen. D'altra banda, l'oxidació anaeròbia de l'amoni (procés que rebé el nom d'*anamnox*) contribueix de manera significativa al reciclatge biològic del nitrogen, i s'estima que representa fins el 50% de la producció de N_2 al mar.

Les roques amb una antiguitat inferior a 2.500 milions d'anys presenten una gran diversitat morfològica de microorganismes. Les micrografies de seccions mostren els principals tipus d'estructures que es tro-

ben també en els bacteris actuals. Això indica que els procariotes, com a grup, van desenvolupar una notable variabilitat morfològica i metabòlica a partir de fa 2.500 milions d'anys. Després d'aquesta primera fase d'evolució metabòlica, exclusivament procariota, l'evolució posterior es va centrar principalment en variacions cel·lulars, des dels primers eucariotes (fa uns 1.800 milions d'anys) fins a l'actualitat. La simbiosi entre bacteris i arqueus va originar els primers tipus de cèl·lules eucariotes. Alguns orgànuls de la cèl·lula eucariota es van formar a partir d'associacions permanents de determinats organismes procariotes. Els més evidents són els mitocondris, que deriven dels proteobacteris, i els cloroplasts, que deriven dels cianobacteris.

Cap entitat biològica ha evolucionat sense ser modificada per la presència d'altres organismes. Els animals, i les plantes i els fongs, tenen molts microorganismes que cobreixen la superfície del seu cos, i sovint també el seu interior. Tradicionalment, els

biòlegs han vist com a principal font de variació les mutacions en gens individuals que condueixen a l'adaptació per selecció natural. Avui dia, es pot considerar també la importància del microbioma (conjunt d'informació genètica de la microbiota d'un hoste eucariota) en el procés d'evolució de l'individu (planta i fong o animal).

Tots els éssers vius de la Terra depenen de la vida procariota. I els procariotes estan per tot arreu. La ubiqüitat dels procariotes es basa en cinc característiques essencials: (i) la seva mida petita, que els permet una gran capacitat de dispersió; (ii) la seva variabilitat, que els permet ocupar nínxols ecològics molt diversos; (iii) la seva flexibilitat metabòlica, que els permet tolerar i adaptar-se ràpidament a condicions ambientals desfavorables; (iv) la seva plasticitat genètica (o gran capacitat de transferència horitzontal de gens), que els permet recombinar i recol·lectar els caràcters favorables; i (v) la seva capacitat d'anabiosi o "letargia" (amb formes no actives), que els permet persistir durant molt de temps adaptant-se a condicions ambientals canviants.

El manteniment de la biodiversitat és imprescindible per a la Terra, perquè hi ha una interacció constant –unes vegades de forma evident, altres de manera menys notòria– entre les diferents espècies que poblen el nostre planeta. El manteniment de la diversitat dels microorganismes, a vegades negligit, és essencial per a la sostenibilitat de la vida i per a la diversitat dels "macroorganismes". L'evolució és més que la "selecció natural dels organismes". Avui dia la veiem com a un procés planetari que sempre es produeix per la interacció entre l'ambient i els éssers vius. Les roques, els sòls, els rius, els llacs, els mars, els ambients "normals" o "extremes" –com ara els salins, els àcids, els marins o de

roques profundes–, estan íntimament relacionats amb les miríades d'organismes que els habiten, i fan un únic sistema d'evolució.

En les cinc darreres dècades ens hem adonat que la superfície del nostre planeta ha canviat com a resposta a les activitats de la vida que s'hi desenvolupa, igual que la mateixa vida ha canviat com a resposta als canvis geològics. El descobriment de la biodiversitat ens ha ajudat a conèixer i comprendre el món natural. Però, encara que la més gran part dels processos ecològics essencials de la biosfera estan regulats per les activitats dels microorganismes, la majoria de les persones tenen una consciència emocional i una percepció de la natura que es limita als gran vertebrats, a alguns insectes de colors cridaners i a determinats espais naturals emblemàtics. A La muntanya màgica, Thomas Mann escriu:

*L'ordre i la simplificació són les etapes
prèvies per dominar una matèria
—l'autèntic enemic és el que es desconeix.*

Referències

BERLANGA., M. 2015. *Int. Microbiol.* 18, p. 159-169.

La prodigiosa diversitat de la vida, o el barroc de la natura

El tema de la diversitat de la vida, o biodiversitat, neologisme proposat per Edward Wilson en el seu llibre *The diversity of life*, es va fer molt popular en els anys posteriors a la publicació d'aquesta obra (1992), no només entre els cercles naturalistes, sinó també entre el públic general. Wilson ens explica que la diversitat de la vida es manifesta a escales diferents. En el marc dels grans ecosistemes trobem, per exemple, diferències notables entre la flora i la fauna d'una selva tropical i un desert. Dins d'un ecosistema podem mesurar la diversitat de la vida combinant el nombre d'espècies amb la presència relativa de cadascuna. Un índex de diversitat calculat d'aquesta manera dona idea de la complexitat de l'ecosistema en qüestió. També ens referim a la diversitat de la vida quan estudiem les espècies diferents, és a dir, la biodiversitat específica, d'un lloc determinat. Finalment, podem parlar també de la diversitat intraespecífica quan tractem de diversitat genètica dins d'una mateixa espècie. Una altra manera d'anomenar la variabilitat genètica, en la qual es basa l'evolució biològica.

Aquí ens referirem sobretot a la diversitat específica de la vida, i veurem de seguida

que el qualificatiu de “prodigiosa” ve a tomb i no és gratuït, com ho testimonien les més de milió i mig d'espècies diferents que avui coneixem. Espècies descrites formalment, que disposen d'un nom científic d'acord amb els codis internacionals de nomenclatura biològica. Val a dir, però, que de la major part d'aquest milió i mig d'espècies –posem d'un 90%– sabem molt poc més que el nom. Ultra això, aquest milió i mig d'espècies descrites és tan sols un petit percentatge de les realment existents. Les estimacions més fiables apunten que a la Terra han de quedar encara uns 6 milions d'espècies per descobrir i descriure.

Finalment, la distribució per grups biològics de les espècies descrites sembla molt esbiaixada. Per exemple, un 60% són insectes, mentre que menys d'un 1% són bacteris, un 15% plantes i un 18% animals no insectes (Fig. 3). És clar que aquests valors no responen als percentatges reals que representen aquests grups a la natura, sinó que responen més aviat a l'esforç que s'ha dedicat a estudiar cada grup, i també a l'accessibilitat de cada grup. És a dir, és molt probable que hi hagi molts més bacteris per descriure que no pas plantes. En qualsevol cas, la biodiver-

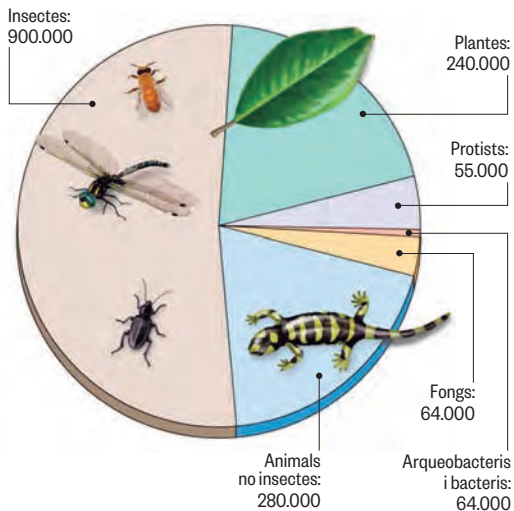


Figura 3
Distribució per grans grups de les espècies descrites. Inspirat en Maden, 2019.

itat que tenim és aclaparadora, prodigiosa, com dèiem abans. Ramon Margalef s'hi referia com el "barroc de la natura" (vegeu, per exemple, Margalef, 1992), expressió que hem manllevat per al subtítol d'aquest capítol, en homenatge seu, especialment escaient en el centenari del seu naixement. Margalef pensava sovint en l'enorme diversitat dels éssers vius. En una tombarella metafòrica, o gairebé filosòfica, deia que semblava com si la natura tingués horror al buit.

Però la diversitat de la vida no és tan sols riquesa i bellesa, sinó que també té aspectes funcionals molt importants. Un dels mes estudiats ha estat el de la relació entre la biodiversitat i l'estabilitat dels ecosistemes. Una visió intuïtiva ens diu que una biodiversitat més gran donarà més estabilitat a l'ecosistema, encara que sigui per l'efecte esmorteïdor de les espècies redundants. L'esquema de la Figura 4 mostra que si una comunitat vegetal conté diverses espèci-

es que varien en les seves respostes a les fluctuacions ambientals, els processos que s'esdevenen als ecosistemes seran més estables que si la comunitat té una diversitat alta. Les comunitats biològicament diverses també tenen més probabilitats de contenir espècies que confereixen resistència a aquest ecosistema, una explicació que es coneix com a *hipòtesi de l'assegurança* (Yachi i Loreau, 1999). De tota manera, els models teòrics suggereixen que podria haver-hi relacions múltiples entre diversitat i estabilitat, depenent de com definim l'estabilitat i si considerem la biodiversitat com a riquesa d'espècies (nombre d'espècies en una comunitat local) o valorem més aviat la seva composició d'espècies (en termes de funció ecològica de les espècies) (Balvanera

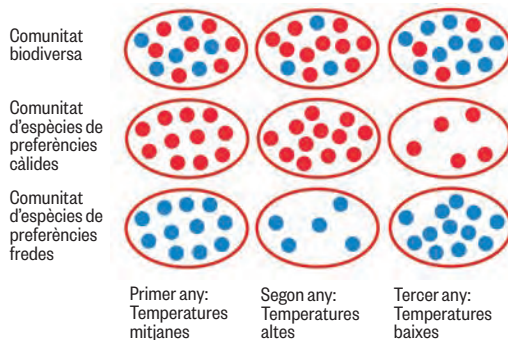


Figura 4
Esquema que mostra com l'augment de la biodiversitat pot estabilitzar el funcionament dels ecosistemes. Cada oval representa una comunitat vegetal que conté individus d'espècies de preferències càlides (vermelles) o fredes (blaves), i el nombre total d'individus correspon a la productivitat de l'ecosistema. Les espècies vermelles augmenten en anys càlids, mentre que les es-

pècies blaves augmenten en anys freds, de manera que la biomassa d'una comunitat que conté només espècies vermelles o blaves fluctuarà quan hi hagi fluctuacions del clima. Per contra, en la comunitat que conté individus vermells i blaus, la disminució d'unes espècies es veu compensada per un augment de les altres, la qual cosa fa més estable la productivitat de l'ecosistema. Inspirat en E. E. Cleland, 2011.

et al., 2006; Hooper et al., 2005; Ives i Carpenter, 2007; McCann, 2000; Tilman et al., 2006). Els resultats més recents, per exemple, en estudis de gran abast en comunitats de ciliats aquàtics (Pennekamp et al., 2018), o en comunitats vegetals (García-Palacios et al., 2018), s'ha vist que el context climàtic (i del canvi climàtic) pot tenir una influència decisiva en les relacions biodiversitat-estabilitat. I del bon funcionament dels ecosistemes depèn que segueixin generant de manera eficaç allò que ha vingut a anomenar-se *serveis ecosistèmics*. És a dir, tota la sèrie de beneficis que els ecosistemes reporten a l'home, com l'aigua potable, la pol·linització o el reciclatge de nutrients, posem per cas, dels quals depenem absolutament.

Veiem, doncs, la rellevància que té per a nosaltres la biodiversitat, no tan sols com a patrimoni natural, sinó també com a generadora de serveis fonamentals (i que, a més, són de franc), la qual cosa evidencia que hauríem de posar una gran cura a preservar-la. Malauradament, però, aquest no és el cas, ja que sabem que la biodiversitat s'està reduint significativament, fonamentalment a causa de l'activitat humana. Les dades paleontològiques indiquen que, abans de l'aparició de l'home, la taxa aproximada d'extinció anual era d'una espècie extingida per cada milió d'espècies. Wilson, en el seu darrer llibre *Half-Earth* (2016), ens diu que actualment el ritme d'extinció d'espècies és entre 100 i 1.000 vegades superior. I, com dèiem, les causes es deriven molt majoritàriament de les activitats humanes, de les quals val a destacar les cinc següents: la destrucció d'hàbitats (que inclou els efectes del canvi climàtic), la introducció d'espècies exòtiques (que poden desplaçar i arribar a eliminar les espècies autòctones), la contaminació (abocaments letals per a la vida), el creixement

de la població humana (que sobrepassa llargament els 7.000 milions de persones) i la sobreexplotació (especialment d'espècies marines). Les conseqüències d'aquesta pèrdua vertiginosa d'espècies poden ser catastròfiques per a nosaltres, per al nostre benestar, i aturar-la haurà de ser una de les nostres principals prioritats. Per posar-ne un exemple puntual, pensem en el cas de les abelles. Només a Europa, el 84% dels cultius i el 80% de les flors silvestres depenen de la pol·linització, en particular de la que fan les abelles. El valor de la pol·linització s'ha estimat en uns 22.000 milions d'euros anuals (153.000 milions d'euros a escala mundial), i és un servei ecològic que regalen els pol·linitzadors. Imaginem-nos quina situació tindríem si desapareguessin les abelles, o en minvessin dràsticament les poblacions, amb la conseqüent pèrdua, o minva dràstica, dels 84% dels cultius que mengem.

Aquestes consideracions utilitàries són prou clares per entendre que ens importa molt preservar la biodiversitat. Però n'hi ha més. La diversitat de la vida és també d'una gran bellesa de la qual ens agrada gaudir, i una font de serenor i assossec, que tanta falta ens fa en aquests temps que corren. La majestuositat d'un desert és d'una bellesa colpidora, però la mescla de color, olors, sons i textures d'un bosc madur és d'una bellesa més rica, que ens fa vibrar tots els sentits i ens fa sentir emocions pregones difícils de descriure. Ens importa també conservar la biodiversitat per aquests valors estètics i emocionals. No podem deixar que el barroc de la vida es transformi en un gòtic de la vida. O en un romànic. També són formes belles, com ho són les del desert, però...

Referències

- BALVANERA, P. et al. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9, p. 1146-1156.
- CLELAND, E. E. 2011. Biodiversity and Ecosystem Stability. *Nature Education Knowledge*, 3(10), p. 14.
- GARCÍA-PALACIOS, P. et al. 2018. Climate mediates the biodiversity-ecosystem stability relationship globally. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 115, p. 8400-8405.
- HOOPER, D. U. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge and needs for future research. *Ecological Monographs*, 75, p. 3-35.
- IVES, A. R. i CARPENTER, S. R. 2007. Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317, p. 58-62.
- MADER, S. 2019. *Conservation biology*, 13a ed., McGraw Hill. 262 p.
- MARGALEF, R. 1992. *Planeta azul, planeta verde*. Barcelona: Ediciones Investigación y Ciencia. 265 p.
- MCCANN, K. S. 2000. The diversity-stability debate. *Nature*, 405, p. 228-233.
- NAEEM, S. i LI, S. 1997. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature*, 390, p. 507-509.
- PENNEKAMP, F. et al. 2018. Biodiversity increases and decreases ecosystem stability. *Nature*, 563, p. 109-112.
- TILMAN, D., REICH, P. B. i KNOPS, J. M. H. 2006. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature*, 441, p. 629-632.
- WILSON, E. A. 1992. *The diversity of life*. Harvard University Press. [N'hi ha traduït al castellà: *La diversidad de la vida*, Barcelona, Crítica, 1994, a càrrec de Joandomènec Ros. 440 p.
- WILSON, E. A. 2016. *Half-Earth. Our Planet's Fight for Life*. W. W. Norton & Company. [N'hi ha traduït al castellà: *Medio planeta. La lucha por las tierras salvajes en la era de la sexta extinción*, Madrid, Errata Naturae, 2017, a càrrec de Teresa Lanero Ladrón de Guevara. 272 p.
- YACHI, S. i LOREAU, M. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 96, p. 1463-1468.

El fet àmpliament reconegut que els oceans són encara l'indret més desconegut del nostre planeta fa esperar que un increment de l'exploració ens durà grans descobertes i sorpreses. Hi ha un consens generalitzat que sols coneixem mínimament bé, com a molt, el 10% de l'oceà. Una de les causes és la dificultat d'explorar els seus 360 milions de km² i els seus 1.300 milions de km³. Però el que fa més inaccessible l'estudi de l'oceà és la seva fondària. Hi ha més distància de la superfície al punt més profund del mar que des de nivell del mar fins al cim més alt del planeta. La fossa de les Marianes arriba a 11 km de fondària. Cada 10 m de fondària augmenta una atmosfera la pressió. Tot això fa que avui dia l'exploració dels oceans sigui encara un autèntic repte per a la humanitat. Fa unes dècades, la tecnologia va obrir un ampli ventall de possibilitats per accedir a l'oceà i poder-s'hi moure pel fons. Tot i que podem observar la vida marina en el seu hàbitat natural mitjançant tècniques directes com l'escafandre autònom, els vehicles marins dirigits per control remot i els submarins, i indirectes però molt precises, com l'acústica o la teledetecció marines, ens queda quasi el 90% dels oceans per explorar.

Els oceans han canviat molt durant les darreres dècades. L'impacte antropogènic continuat ha accelerat canvis tant qualitius com quantitius en la biodiversitat que han influït en el funcionament en àmbits locals i global de l'oceà. La pèrdua generalitzada d'espècies i, en concret, la disminució dràstica de les poblacions d'espècies d'interès comercial, el fraccionament dels hàbitats, l'increment global de la contaminació, etc., són fets que caracteritzen el medi marí actual. En molt pocs indrets del planeta podríem dir que encara trobem mars "prístins", que es conservin com eren abans de l'impacte global dels humans. Recentment, s'han pogut explorar indrets com l'oceà Antàrtic o zones de mar obert del Pacífic, i s'estan descobrint comunitats biològiques extremadament riques i molt ben preservades (Ambroso et al., 2018). Això ha estat un gran estímul per a la comunitat científica per seguir estudiant zones desconegudes. Una de les sorpreses que han tingut els investigadors és que molts descobriments d'hàbitats singulars s'han fet en mars propers, i no s'havien fet abans per manca d'esforços i possibilitats d'exploració.

Hem de trobar maneres de preservar el futur de l'oceà. Una de les més eficients per

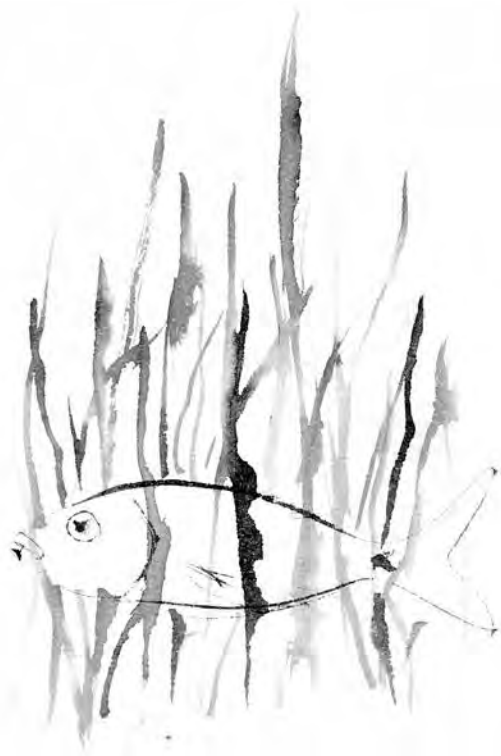
tal que la biodiversitat marina garanteixi el normal funcionament del mar ha estat la declaració d'àrees marines protegides. Perquè aquestes àrees siguin realment útils, cal que tinguin unes dimensions adequades respecte a les seves pròpies característiques ambientals i a les dels organismes que hi viuen. Això suposa àrees de gran extensió més enllà de la zona costanera. Per justificar la declaració d'una àrea marina protegida, cal un estudi rigorós i exhaustiu que demostrï la importància del patrimoni natural i del seu estat de conservació. Per fer aquests estudis cal emprar un ampli ventall de noves tecnologies i una logística complexa que permeti explorar les zones més profundes dels mars. Els darrers deu anys se n'han fet al Mediterrani, per primer cop, en els fons marins de més fondària, fins a 1.000 m, que connecten amb les zones costaneres. Això ha permès “redescobrir” un mar gairebé desconegut (Gili et al., 2017), amb una fauna sorprenent. S'hi han trobat comunitats de coralls d'aigües fredes a més de 150 m de fondària, en els recs submarins del golf de Lleó, al sud d'Itàlia o a Còrsega, que es cre-

ien gairebé extingides al Mediterrani. També s'hi han trobat comunitats inesperades d'alcionaris i altres grups d'animals sèssils que, per la seva composició, recorden més un mar tropical que un de temperat. Algunes de les espècies més freqüents d'aquestes comunitats són noves per a la ciència, i les espècies cogenèriques es troben al mar Carib o a l'oceà Índic. Això ens ajuda a replantejar la història dels últims cinc milions d'anys al Mediterrani. S'està parlant d'espècies relictos del mar Tethys i que els seus ancestres varen sobreviure a la “crisi Messiniana”.

Molts d'aquests fons marins recentment descoberts al Mediterrani es troben al final de la plataforma continental o fins i tot al talús continental, allunyats de la deposició de sediments i substàncies associades dels continents. Són zones que, pel fet d'estar en el pendent del talús, han quedat relativament fora de l'abast de l'activitat de la pesca de ròsec industrial, una de les activitats humanes que més mal han fet als fons marins mediterranis, i molt especialment als de la plataforma continental. També s'han descobert comunitats en zones més



Fons d'alcionaris (*Chironephthya mediterranea*) i gorgònies (*Viminella flagellum*) del canal de Menorca, a 250 metres de fondària.



© Perico Pastor

someres de la plataforma continental, en llocs com el canal de Menorca, Sardenya o Tunísia, amb un estat de conservació excepcional, dominades per organismes sèssils com esponges, coralls, gorgònies, briozous, etc., amb abundàncies que és rar trobar en altres indrets del Mediterrani. L'existència d'aquestes comunitats s'explica perquè són lluny de zones d'emissió de contaminants i no hi ha pesca industrial: l'activitat pesquera ha estat i és artesanal, respectuosa amb els hàbitats marins. Aquest indrets ens mostren com eren els fons del nostre mar abans de l'explotació continuada dels recursos i dels impactes ambientals que són més evidents en les zones properes a la costa. Avui, alguns nous projectes de recerca d'ambients desconeguts o indrets ben preservats parteixen

d'un estudi previ de les activitats antropogèniques locals. Els llocs allunyats unes milles de la costa i que han estat poc afectats per la pesca industrial són indrets potencials de noves troballes. Cada descoberta confirma l'excel·lent biodiversitat del Mediterrani. És urgent conèixer-la bé i protegir-la abans que es malmeti, com ha passat a tants llocs.

Tantes sorpreses en un dels mars més estudiats del planeta ens diuen que han de ser in comptables els indrets encara per descobrir als mars i oceans del món. Un dels factors que han perjudicat la conservació de l'oceà ha estat el poc coneixement que encara en tenim. Hi ha diverses iniciatives, molt importants, per tal d'incrementar-lo; per exemple, l'*Ocean Literacy*. Cal treballar amb noves propostes que, tant en l'àmbit educatiu com en el divulgatiu, apropin més i millor l'oceà a la ciutadania (Gili i Vendrell, 2013). Tanmateix, el que ha de canviar innegablement és la nostra actitud envers el medi marí. Si ens adonem que seguim fent als mars allò que avui dia ja no se'ns acudiria fer a terra, potser aconseguirem revertir la tendència actual i tindrem l'oportunitat de seguir descobrint nous mons, desconeguts i sorprenents dins del gran món oceànic del planeta.

Referències

AMBROSO, S. ET AL. 2018. La vida en condicions extremes. La Paradoxa de la biodiversitat marina antàrtica. *Mètode*, 98, p. 19-25.

GILI, J. M., GORI, A. i REQUENA, S. 2017. El redescubrimiento del Mediterráneo. *Investigación y Ciencia*, 488, p. 34-42.

GILI, J. M. i VENDRELL, B. 2013. Coneixem realment els oceans? La desforestació dels boscos del mar com a exemple. *L'Atzavara*, 22, p. 61-71.

Els humans ara som una sola espècie, però això no ha estat sempre així. Al llarg de l'evolució, una branca que se separà de la dels ximpanzés fa 7 milions d'anys donà lloc a un bon nombre de gèneres i d'espècies, tots extingits menys nosaltres. Un d'aquests gèneres, amb força espècies, és *Homo*. De part de les espècies d'*Homo* en tenim restes fòssils; pot ser que hi hagi fòssils no descoberts i que d'altres espècies no deixessin cap vestigi. Les troballes d'espècies humanes noves no sovintegen, però de vegades se'n fan, com l'home nan de Flores, *Homo floresiensis*, fa pocs anys. De dues espècies humanes a més de la nostra, els neandertals i els denisovans, en coneixem, totalment o parcial, el DNA. Tenim també mostres d'artefactes i d'activitats culturals d'aquestes espècies i algunes més d'humans i australopitecs.

Els comportaments són determinats sobretot pels gens (per exemple, els complexos comportaments dels insectes socials) i per la cultura. La cultura existeix en animals no humans, sobretot mamífers i ocells, però fins i tot en peixos o insectes. Definir la cultura ha fet escriure molt, però el que aquí interessa és que és un producte de l'evolució que permet canvis per adaptar-se

al medi i per transformar-lo, que té relació amb la capacitat d'aprendre i la sociabilitat i que interactua amb l'evolució biològica (Geertz, 1973; Mesoudi, 2011; González-Forero i Gardner, 2018). Perquè hi hagi cultura, cal que alguns gens afavoreixin la sociabilitat i la comunicació. Gens, cultura i medi han coevolucionat: cada innovació cultural o cada canvi en el medi poden obrir les portes a l'èxit d'un canvi genètic, i molts canvis genètics permeten canvis en l'aprenentatge, la comunicació o la sociabilitat (Cavalli-Sforza i Feldman, 1981; Boyd i Richerson, 1985; Richerson i Boyd, 2005). L'evolució cultural no sols neix de la biològica, sinó que en certa mesura segueix essent darwiniana (Mesoudi et al., 2004; Mesoudi, 2015).

Molts animals fan servir elements del seu entorn com branques o pedres per fer niu, per trencar cloves d'ous o closques de marisc, etc. És indubtable l'ús d'eines en els australopitecs (que ja eren bípedes i erectes fa 3,5 milions d'anys), pedres i pals. Els neandertals van desenvolupar comportaments que anaven des de l'ús d'eines i la seva fabricació (tecnologia) fins a rituals de caràcter màgic i religiós, i ja pintaven en coves. El 2018 s'han descobert pintures en tres

coves a Espanya (Cantàbria, Extremadura i Andalusia), de més de 64.000 anys d'antiguitat, atribuïdes als neandertals. La nostra espècie, que no sabem si va eliminar les altres espècies humanes amb les que va coexistir (neandertals, denisovans, homenets de l'illa de Flores...) o només les va absorbir, ha portat el fenomen cultural a dimensions vastíssimes. L'evolució cultural li va permetre adaptar-se a ambients molt diversos, des de les tundres i els glaços del nord fins a les selves tropicals i els deserts càlids, fent ús d'objectes i organismes manipulats. També té canvis biològics per afavorir l'adaptació. Els humans s'han desplaçat molt al llarg de la història, bé forçats, responent a canvis ambientals o a la recerca de recursos, o com a resultat de conflictes entre ells, i en funció de noves possibilitats ofertes per la domesticació. El nostre gènere, com els australopitecs, va evolucionar inicialment en zones de contacte entre el bosc i les sabanes africanes (Serrallonga et al., 2004). Els fòssils més antics d'*Homo sapiens* són del Marroc i tenen uns 315.000 anys. En el que ve a continuació, segueixo sobretot Nielsen et al. (2017). Els fòssils d'*Homo sapiens* més antics trobats fora d'Àfrica són de l'Orient Mitjà, de fa uns 180.000 anys (una mandíbula i dents trobades a Israel), i de la Xina, d'en fa uns 80.000. Tanmateix, els neandertals eren a Euràsia fa 400.000 anys i altres homínids europeus són almenys el doble d'antics. Així, no som sinó una de les nombroses espècies d'humans que han voltat pel món.

Els més antics, fins a *H. habilis*, són molt propers als australopitecs, que foren els primers homínids i vivien a l'Àfrica oriental i austral fa entre 1 i 4 milions d'anys. Dues innovacions culturals que van canviar el nínxol ecològic dels humans van ser les armes, com a apèndix de les nostres mans per caçar o

lluitar contra depredadors, i un increment de la capacitat de desplaçar-se de pressa i més lluny per domesticació de cavalls, bous, rens, gossos, etc. (Fan et al., 2016).

És a l'Àfrica on la nostra espècie mostra més diversitat genètica. Els humans moderns fora de l'Àfrica semblen procedir tots d'un mateix grup ancestral, encara que després hi hagi hagut alguna altra onada africana amb petites aportacions genètiques. Els descendents del primer grup que va sortir de l'Àfrica s'estengueren per Euràsia cap a Occident i cap a l'Extrem Orient, i van saltar, fa uns 60.000 anys, a l'arxipèlag de la Sonda i Austràlia. Progressivament, ocuparen moltes illes del Pacífic.

Pel que fa a la hibridació amb neandertals, es creia fins ara que va ser fa uns 50.000-65.000 anys, segurament a l'Orient Mitjà i potser a altres llocs, però els nous descobriments que s'han fet a Israel fan pensar que podia haver estat força anterior. La proporció de gens neandertals és un 20% superior en els humans de l'est d'Àsia, però probablement les introgressions genètiques es produïren més d'un cop. La proporció mitjana de gens neandertals en un individu humà actual és del 4%, però els gens neandertals que tenim entre tots sumen el 20% del genoma neandertal, genoma que coneixem gràcies als treballs de Svante Pääbo i altres. Almenys una quarta part d'aquests gens neandertals nostres són encara actius en el control de processos metabòlics importants. També tenim en el nostre genoma uns gens procedents dels denisovans, humans dels quals només s'han trobat unes restes escasses a la cova de Denisova, a les muntanyes Altai de Sibèria, i que haurien viscut fins fa uns 40.000 anys. Potser eren una subespècie d'*Homo sapiens* que es va creuar tant amb altres *sapiens* com amb neandertals.

Les espècies d'*Homo* que coneixem són:

Homo naledi. Trobat a Gauteng (Sud-àfrica), és de fa uns 2 milions d'anys, potser proper a *H. rudolfensis*, *erectus* i *habilis*.

Homo rudolfensis. Trobat prop del llac Turkana, a Kenya, és de fa 1,9-2,4 milions d'anys.

Homo habilis. Trobat per Louis Leakey a la gorja d'Olduvai (Tanzània); restes importants també a Kenya. És de fa 1,6-1,9 milions d'anys.

Homo georgicus. Trobat a Dmanisi (Geòrgia), és de fa 1,6-1,8 milions d'anys.

Homo sp. Trobat a Atapuerca, és de fa 1.200.000 anys. Tenia eines de sílex i era proper a espècies d'*Homo* antigues de l'Àfrica i a *H. georgicus*. Encara per confirmar.

Homo antecessor. Trobat a Atapuerca, és de fa uns 900.000 anys. *Homo cepranensis*, trobat a Ceprano, Frosinone (Itàlia), podria ser igual a antecessor, com també podrien ser d'aquesta espècie les petjades i estris trobats a Norfolk.

Homo helmei. Trobat a Florisbad (Sud-àfrica), sembla que va viure fins fa uns 250.000 anys. També anomenat *H. sapiens arcaicus*.

Homo tsaichangensis, del qual es coneix només mitja mandíbula trobada a Taiwan.

Homo rhodesiensis. Trobat a Rodèsia, és de fa uns 160.000 anys. Possible avantpassat d'*H. sapiens idaltu* i/o *H. neanderthalensis*.

Homo erectus. Restes abundants fins fa uns 70.000 anys. Probablement, ja dominava el foc i n'hi havia diverse subespècies: *erectus* –de Java–, *pekinensis*, *soloensis*, *lantianensis*, *nankinensis*, *yuanmouensis*, *potser ergaster*, *palaeojavanicus*, *tautavelensis*...

Homo floresiensis, l'humà nan de l'illa de Flores, és de fa 60-100.000 anys.

Homo denisoviensis. Trobat a Denisova (Sibèria), és de fa uns 40.000 anys.

El nen de Lapedo o Lagar Velho, a Portugal, que és de fa 24.000 anys. Podria ser un híbrid *H. sapiens-x-neanderthalensis*.

Homo neanderthalensis. N'hi ha restes de fins fa 28.000 anys.

L'home de la Cova del Cèrvol Roig, a la Xina. Tot i que mostra caràcters força arcaics, vivia fa només 11.500-14.500 anys; no sembla haver-se hibridat amb la nostra espècie.

Homo sapiens. És l'única espècie d'*Homo* que queda.

A l'abril passat es va descriure una nova espècie d'*Homo* fòssil de fa 67000 anys (Détroit et al., 2019), *Homo luzonensis*

Els primers europeus anatòmicament moderns eren caçadors-recol·lectors i daten de fa uns 43.000 anys. Fa 11.000 anys va aparèixer un estil de vida diferent, agro-ramader i sedentari, al Creixent Fèrtil, inicialment entre Síria i el sud de Turquia, amb producció de cervesa de blat i ordi, i conreus d'un parell de blats silvestres, ordi, llenties, pèsols i cigrons, sobretot, i alguns animals domèstics. Les primeres ciutats conegudes, més aviat pobles molt grans, són de fa 9.000 anys. La més antiga és Çatalhöyük, a Anatòlia. Hi hagué una migració massiva d'aquests agricultors neolítics des d'Anatòlia cap a Europa, per les illes gregues, Grècia, Macedònia i a través dels Balcans, per pujar cap a Hongria i Polònia i avançar pel sud. Es van barrejar amb els antics caçadors-recol·lectors indígenes, que no cultivaven però recollien i molien cereals silvestres. Els agricultors arribaren a la península Ibèrica fa 7.000 anys i a les illes britàniques i Escandinàvia mil anys més tard. Sembla que durant molts segles van coexistir els agricultors, a l'interior dels territoris, i els caçadors-pescadors a la costa. Aquests moviments migratoris no foren sempre desplaçaments en massa. Sovint es tractava d'un lent procés d'ocupació de noves terres lligat al creixement de la població i a la millora de la tecnologia. Les condicions del medi que anaven trobant suposaven nous reptes: no era igual cultivar sòls forestals tous i rics en matèria orgànica que sòls durs i pobres. Els mètodes van passar de rompudes seguides de la crema de restes i conreu damunt les cendres (slash and burn) al llaurat manual i després amb bous i arada. Fa 4.500 anys, al Neolític i inici de l'Edat del Bronze, una nova onada migratòria arribà a Europa, aquesta de pastors procedents de les estepes entre el Don i el Volga, per via de la conquesta guerrera i emprant cavalls,

que ja feia almenys mil anys que havien estat domesticats a les estepes, i carros de bous. Aquesta gent van difondre, a més de la roda, les llengües indoeuropees, la llana i el bronze (Bouckaert et al., 2012). Les tres grans onades que he comentat expliquen en una gran part l'actual diversitat genètica europea. Una diversitat que varia, ja que disminueix amb la latitud. El pes relatiu dels tres components també canvia entre llocs. La successió de migracions no va absorbir totes les diversitats preexistents.

La manera com es poblà Àsia és menys coneguda que la d'Europa. En tot cas, fou un procés ràpid, perquè fa 47.500-55.000 anys ja hi havia humans moderns a Oceania i aquesta gent, després, va tenir certa diversificació genètica lligada a canvis ambientals; s'hi produïren introgressions de gens denisovans, de manera que avui, alguns grups, entre els melanesis, aborígens australians i gent de Papua-Nova Guinea, tenen fins a un 3-6% de gens denisovans.

Fa 15.000 anys, grups humans van passar Beringia (llavors un territori emergit molt més ample que l'actual estret de Bering) i es començaren a expandir per Amèrica en un procés lent, que durà potser un mil·lenni. Fa uns 5.000 anys, amb el retrocés del glaç, pujaren cap a la tundra àrtica i penetraren en els deserts gelats del nord, a la recerca de caça, a mesura que trobaven solucions apropiades per a viure-hi. Cap al sud, tampoc anaren molt de pressa, però hi ha dubtes sobre altres arribades relativament recents, per mar, des de la Polinèsia o la Xina.

El tema de l'expansió per mar a les illes és complicat, ja que no sempre és fàcil datar el moment en què les illes es van formar o es van separar dels continents. Les dades recents assenyalen la presència d'humans (potser *H. erectus*) a Indonèsia (Flores i

Sulawesi, per exemple) fa un milió d'anys. A la Mediterrània s'han trobat artefactes de fa 130.000 anys que poden ser deguts a *H. erectus* o, potser, a neandertals, en llocs com les illes de Naxos o Creta (aquesta, voltada de mar des de fa 5 milions d'anys almenys). Com van arribar aquells humans tan aviat a creuar mars? Per desgràcia, la fusta dels possibles vaixells no es conserva tant de temps (Lawler, 2018). Només l'Antàrtida quedà lliure de la presència humana permanent fins a les bases fixes que s'hi han establert als segles xx i xxi. Els humans han visitat les grans fondàries marines i la Lluna, però no s'hi han establert. Tanmateix, els efectes de la seva activitat arriben en tot moment a l'Antàrtida, als fons abissals, on s'han vist bosses de plàstic, i a part de l'espai exterior, on ja hi ha molta brossa (que va caient, però no para d'augmentar), a més de satèl·lits artificials i estacions espacials encara en funcionament.

Referències

- BOUCKAERT, R. et al. 2012. Mapping the origins and expansion of the Indo-European language family. *Science*, 337(6097), p. 957-960.
- BOYD, R. i RICHERSON, P. J. 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago: University of Chicago Press. 340 p.
- CAVALLI-SFORZA, L. L. i FELDMAN, M.W. 1981. *Cultural transmission and evolution*. Princeton: Princeton University Press. 388 p.
- DÉTROIT, F. et al. 2019. A new species of *Homo* from the Late Pleistocene of the Philippines. *Nature* 568, p. 181-186.
- FAN, S., HANSEN, M. E. B., LO, Y. i TISHKOFF, S. A. 2016. Going global by adapting local: a review of recent human adaptation. *Science*, 354(6308), p. 54-58.
- GEERTZ, C. 1973. The interpretation of cultures. Nova York: Basic Books. [N'hi ha traducció al castellà: *La interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa, 1988. 470 p.
- GONZÁLEZ-FORERO, M. i GARDNER, A. 2018. Inference of ecological and social drivers of human brain-size evolution. *Nature*, 557, p. 554-557. doi:10.1038/s41586-018-0127-x
- LAWLER, A. 2018. Searching for a stone agent Odysseus. *Science*, 360(6387), p. 362-363.
- MESOUDI, A. 2011. *Cultural evolution*. Chicago: University of Chicago Press. 280 p.
- MESOUDI, A. 2015. Cultural Evolution: A Review of Theory, Findings and Controversies. *Evol Biol*, 43(4), 481-497. doi:10.1007/s11692-015-9320-0
- MESOUDI, A., WHITEN, A. i LALAND, K. N. 2004. Is human cultural evolution Darwinian? Evidence reviewed from the perspective of The Origin of Species. *Evolution*, 58(1), p. 1-11.
- NIELSEN, R., et al. 2017. Tracing the peopling of the world through genetics. *Nature*, 541, p. 302-310.
- RICHERSON, P. J. i BOYD, R. 2001. Built for speed, not for comfort: Darwinian theory and human culture. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 23, p. 423-463.
- RICHERSON, P. J. i BOYD, R. 2005. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago: University of Chicago. 342 p.
- SERRALLONGA, J. 2004. Evolució biològica versus evolució cultural: ecologia i comportament dels primers homínids. Dissetè Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana (València). Fundació Alsina i Bofill (ed.), Llibre de ponències, p. 207-233. <https://taller.iec.cat/cmibllc/fons/17/17.01.022.pdf>



02

La xarxa de la vida

Introducció

Els humans tenim un fort sentit de la individualitat. En el pensament occidental s'accentuen tant l'antropocentrisme com la importància del jo individual. Mentre que en les filosofies i religions orientals, com el confucianisme, el taoisme o el budisme, les dels japones i esquimals, els indis de Nord-Amèrica o els animistes, els humans estan lligats a la natura i l'individu té una importància relativa, les grans religions monoteistes i les filosofies d'Occident han vist més la natura com una font de recursos i perills que calia aprendre a controlar i han exaltat el paper de l'individu, subjecte de drets i protagonista d'un diàleg entre Déu o el món i la seva consciència. La Il·lustració i el Romanticisme posen tot l'accent en la responsabilitat i la llibertat de l'individu.

Potser aquesta manera de veure el món no ens facilita entendre'n l'organització, la complexíssima xarxa de lligams en què consisteix la vida i de quina manera en depenem. Lligams que es donen a múltiples nivells, des dels àtoms i les molècules fins al conjunt de la biosfera. Una persona és un ecosistema ambulat, ja que duu diverses microbiotes en la seva pell, boca, orelles,

nas, tub digestiu, etc., de manera que hi ha força més cèl·lules no humanes que humanes, en un cos humà. Aquest cos està constantment intercanviant energia i materials en forma de sòlids, líquids i gasos amb l'entorn físic i biològic. Mengem altres organismes (i de vegades, vius o morts, som menjats per feres o, sobretot, per larves). Un flux d'àtoms i molècules ens manté vius. I aquest flux és possible perquè hi ha microbis, plantes i animals que produeixen el que anomenem *aliments*. I també les plantes i els altres animals són, cadascun, ecosistemes que transporten diverses microbiotes. Entre les espècies hi ha xarxes d'interrelació: les plantes són pol·linitzades per insectes que en busquen el nèctar i les seves llavors de vegades les disseminen ocells, rèptils o mamífers. L'atracció de les flors sobre els insectes no depèn només de la seva forma, color i aroma, ja que aquesta també resulta dels microbis que viuen en les flors. El manteniment de la biodiversitat no és només el de les espècies sinó també el de la xarxa d'interaccions entre elles i amb el medi fisicoquímic. (Fig. 5)

Hi ha, doncs, lligams a nivell molecular; al dels microbis; al de les poblacions, ja que interactuem amb altres persones (en el nostre

cas, les interaccions socials poden ser de cooperació o lluita, sexuals, culturals, etc.); al dels ecosistemes, en la interacció amb altres organismes no humans del nostre entorn proper; i a escala de la biosfera i planetària, ja que els grans corrents en l'atmosfera i els oceans mouen nutrients per tot el món, la vegetació actua a través del clima a escala global, molts animals fan grans migracions, entre els fons oceànics i la superfície o entre les regions polars i les tropicals, etc., i tot això ens afecta de múltiples maneres. La introducció pels humans de l'ús d'energies externes, com els combustibles fòssils i, abans, l'eòlica o els corrents marins, ha augmentat molt el transport horitzontal. Això ha afavorit l'expansió i el creixement demogràfic de la nostra espècie arreu amb l'exploració del sòl, l'aigua i moltes espècies, sobre la base d'una economia cada cop més globalitzada. El nostre paper en les xarxes de relacions ha esdevingut cada cop més important, gràcies a la combinació en l'ús d'enormes quantitats d'energia externa (exosomàtica, que no prové de la transformació metabòlica dels aliments dins dels nostres cossos, sinó dels combustibles fòssils, el vent, l'aigua, el sol, etc.) amb el poder de la nostra evolució cultural, que ens permet dirigir cap a nosaltres una proporció creixent dels fluxos energètics i materials dels ecosistemes.

Una espècie enginyera

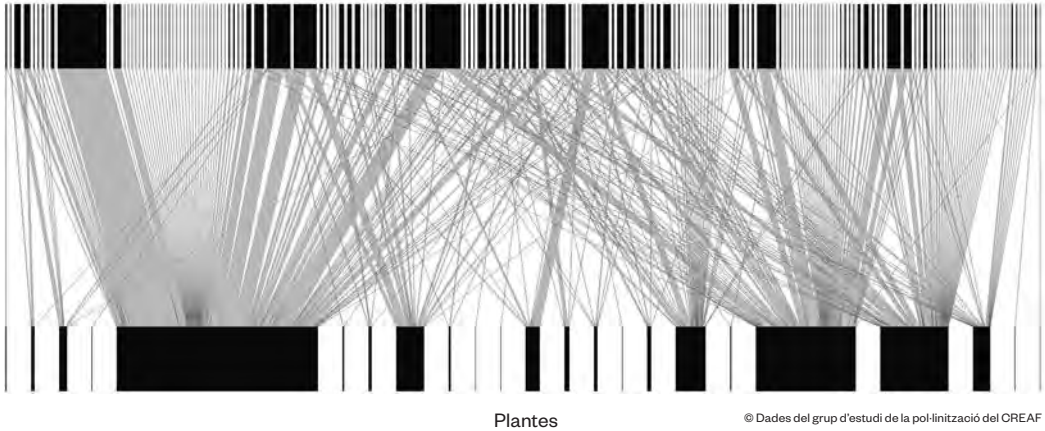
Però això té un cost. Afavorim les relativament poques espècies que ens interessin com a aliment o per altres conceptes (ens donen productes amb un valor de mercat o ens són útils d'alguna manera), i fins i tot en dirigim l'evolució mitjançant la selecció artificial i, cada cop més, la manipulació genètica. Però, en transformar els ecosistemes (canviant les cobertes vegetals, adobant el

sòl, emprant plaguicides i altres substàncies químiques, alterant les disponibilitats d'aigua, sobreexplotant poblacions terrestres o marines, introduint espècies en llocs on no hi eren, modificant el clima, etc.), també alterem la xarxa de la vida. I ho fem en gran part a cegues: quan tallem un bosc i el substituïm per un conreu, no sabem pràcticament res de com era aquesta xarxa. No ens preocupa la biodiversitat que minva (com s'explica en altres capítols d'aquest llibre). Pensem només a promoure la producció de determinats béns.

Quan els humans eren només uns pocs milions d'individus, això no tenia massa importància, però primer la invenció de l'agricultura i la ramaderia, després la revolució agrícola i industrial dels segles XVIII-XIX i, finalment, l'enorme transformació tecnològica iniciada a finals del XIX i accelerada fins ara, han fet que una enorme transformació d'escala planetària estigui destruint, esquinçant, la complexíssima xarxa de la vida.

Som fruit de l'evolució

Totes les espècies modifiquen el seu entorn. Diem que construeixen el seu nínxol. Algunes, de manera notòria. En la història de la Terra n'hi ha algun exemple: l'oxigen que respirem és el producte de l'activitat d'uns microbis que van evolucionar cap a un metabolisme que alliberava aquest gas, i això va canviar la composició de l'atmosfera, en detriment dels organismes que, fins llavors, havien viscut en un ambient on l'oxigen era rar. Altres organismes modifiquen el seu entorn mitjançant la seva pròpia estructura, com els arbres, o perquè construeixen nius de grans dimensions, com alguns tèrmits i formigues. L'ombra dels arbres crea una heterogeneïtat en el medi (amb gradients de llum, temperatura i humitat) que condiciona la vida d'altres organismes. Sobre termiters

**Figura 5**

La xarxa de la vida és immensament complexa. La figura mostra les relacions entre 24 plantes d'una brolla mediterrània del Garraf amb els insectes que les pol·linitzen. En l'estudi fet per Sara Reverté, del CREAF, s'ha vist que aquests insectes pertanyen a 169 espècies diferents! L'amplada de les bandes indica la freqüència d'interacció entre una planta i un insecte concrets. No totes les interaccions són igualment importants, però la riquesa de possibilitats dona estabilitat al sistema: si canvien les condicions ambientals una relació que era important pot ser-ho menys i una que no n'era gaire esdevenir-ne molt. En el sistema hi ha molts més elements que no entre en aquest estudi: animals que mengen plantes i dispersen llavors; animals, fongs i microbis que s'alimenten de restes al sòl; Les plantes poden competir entre elles, competint per l'aigua, la llum o els nutrients; els animals entre ells de moltes maneres. I la xarxa de la brolla està connectada a la d'altres ecosistemes veïns i així successivament...

i formiguers abandonats hi ha plantes que troben el lloc adient per arrelar. L'exemple dels castors constructors de preses és ben conegut. Els estromatòlits i tapets microbians són mostres d'enginyeria de la vida. Però la nostra espècie, gràcies a ser social, amb capacitat de comunicació per la parla, generalista i dotada de mans i un cervell complex, ha desenvolupat moltes maneres d'emprar objectes i altres organismes, de construir amb pells, palla, fang, pedra, metalls i materials sintètics, i d'aquesta manera adaptar-se a les condicions més variades i modificar l'ambient d'acord amb les seves conveniències immediates, en un grau més o menys gran.

Hi ha també molts exemples que la transformació humana del medi no sempre ha estat convenient a llarg termini. La tala i crema de boscos i el sobrepastoreig han provocat l'erosió de grans superfícies, i el reg ha produït la salinització de molts milions d'hectàrees al món. Les conseqüències d'una determinada manera de gestionar el territori no sempre són evidents en el curs d'una o dues generacions, i això explica que civilitzacions senceres hagin arribat a provocar que el seu entorn es tornés incapaç de mantenir-les,

amb l'ajut dels processos de canvis climàtics naturals. De manera semblant, caçadors o pescadors han esgotat les seves preses en l'entorn proper i han hagut d'anar-les a buscar més lluny, de manera que han entrat en conflicte amb altres grups humans, o s'han vist forçats a canviar de manera de viure. Però el fet incontestable és que els humans són activíssims modificadors de l'entorn i capaços de construir ecosistemes nous, alguns dels quals han perdurat molt. Les pastures a gran part del món han estat modelades per l'activitat dels ramats controlats pels humans. Els ecosistemes agrícoles tenen conjunts d'espècies no cultivades que s'han adaptat evolutivament a l'entorn dels conreus, creats pels pagesos, i algunes fins al punt que ja no poden viure en altres llocs. Les ciutats són un tipus peculiar d'ecosistema antropògen. Es pot pensar que les ciutats són sistemes insostenibles per si sols, ja que han de rebre constants entrades de recursos de fora per existir, però això també passa amb alguns ecosistemes naturals: els deltes dels rius i tots els seus habitants microbians, vegetals o animals només existeixen per les aportacions d'aigua i sediments dels rius. Cap ecosistema està del tot isolat; els ecosistemes també formen xarxes a través de la biosfera-geosfera. Naturalment, els humans introdueixen formes de transport que no existien abans que ells les inventessin, però no es pot dir que els ecosistemes urbans siguin "antinaturals", ja que els humans som una espècie fruit de l'evolució i el nostre comportament i la nostra cultura han desenvolupat molt el que ja s'inicia en altres organismes.

En definitiva, hem aparegut en el decurs d'un procés evolutiu, no només com a éssers biològics sinó també com a éssers enginyers, socials i productors de cultura. Res

d'això ha aparegut amb nosaltres per primer cop. Res ha sortit al marge de la natura, res s'ha després mai de la natura, que ens és mare i embolcall i en la qual construïm, com les altres espècies, el propi nínxol. I, com les altres espècies, ara per ara som incapaços de predir amb certesa les conseqüències de la nostra activitat sobre les condicions de vida que generarà aquesta activitat en un futur de dècades o segles. Només podem entreveure unes tendències que, tanmateix, hem d'emprar com a guies, perquè no fer-ho fora assumir la ceguesa absoluta, la pitjor ceguesa, que és la de qui no vol veure-hi. Si el pensament occidental ha tendit a pensar-nos com el centre de l'Univers, la ciència, que ha sortit sobretot d'aquest pensament occidental, ja fa temps que ens va demostrar, amb Copèrnic i Gal·lileu, que la mateixa Terra està molt lluny de ser al centre de l'Univers, i, amb Darwin, que, lluny de ser productes d'un disseny ben pensat, som, com els altres éssers vius, el resultat d'un procés contingent, atzar i necessitat. Potser hem perdut el lligam emocional amb la natura de les antigues maneres de pensar, però si hem decidit creure en la Raó ens hem d'adonar de quines són les nostres limitacions i que la Raó mateixa ens empeny ara a recuperar els lligams emocionals trencats amb la xarxa de la vida, perquè en som part i destruir-la seria un suïcidi. És hora que el pensament occidental racionalista deixi de centrar-se en l'Un i torni a mirar cap al Tot, des de la raó i des del sentiment.

El cos humà: ecosistema d'ecosistemes

El conjunt de bacteries, virus, fongs i d'altres microorganismes que viuen en un hàbitat concret conformen el que es coneix com a *microbiota*. De microbiotes en podem trobar al nostre entorn (a la fulla d'un arbre, en una pedra volcànica, al gel àrtic...), així com al nostre organisme (a la pell, a l'intestí, a la boca...) (Ursell et al., 2012). Tot i que les estimacions han anat variant amb el temps, els últims càlculs indiquen que els humans tenim quatre cèl·lules microbianes per cada tres cèl·lules humanes, posant de manifest la importància de la microbiota. Ara bé, la composició de la microbiota varia en cada zona del cos, de manera que podríem parlar de petits ecosistemes microbians dins del gran ecosistema del cos humà. Normalment la relació entre el nostre organisme i la *microbiota* es de benefici mutu (el que es coneix com a *simbiosi*). A vegades, però, hi ha certes disfuncions que poden tenir un efecte negatiu en la nostra salut, ja sigui perquè una bactèria que aporta beneficis deixa d'estar present, o bé al contrari, una que provoca infeccions entra al nostre organisme i causa malaltia (per exemple, la coneguda *Salmonella*). De la mateixa manera, en altres ocasions els efectes positius o negatius depenen

de la quantitat relativa de certes bacteries en una zona concreta del nostre organisme i de la relació que els diversos microorganismes estableixen entre ells i amb el nostre sistema immunitari. De fet, hi ha qui diu que la microbiota es podria considerar un altre òrgan del cos humà, donat el paper que juga en el desenvolupament i salut humana (McDonald et al., 2018; Ursell et al., 2012).

Els estudis sobre la microbiota humana van començar al voltant dels anys 1680 amb Antonie van Leewenhoek. Leewenhoek va comparar la seva pròpia microbiota oral i fecal i va observar diferències en la composició microbiana entre aquests dos hàbitats. També va observar que hi havia diferències en la composició en funció del seu estat de salut. Avui en dia, però, existeixen tota una sèrie de tecnologies que permeten quantificar i avaluar millor la microbiota i l'impacte que aquesta pot tenir en la salut (McDonald et al., 2018). El fet que el 95% de la microbiota en humans es centri a l'intestí ha fet que la majoria de la recerca feta fins ara sobre microbiota s'hagi focalitzat en estudiar la relació entre microbiota intestinal i salut (John and i Mullin, 2016). Però també hi ha altres raons que justifiquen aquesta decisió; es calcula que entre

el 75-80% del sistema immunitari es situa a l'intestí, on juga un paper molt important, per exemple, evitant l'entrada de microorganismes al sistema circulatori. A més, existeix una estreta relació entre el sistema digestiu i el sistema nerviós, fins al punt que es parla del sistema digestiu com un "segon cervell".

Una de les preguntes que els científics s'han fet fins ara ha estat en quin moment comencem a establir aquesta relació amb la microbiota. Fins ara es pensava que la placenta era un ambient estèril, però cada cop hi ha més estudis que demostren que l'exposició a microorganismes ja comença durant l'embaràs, a través de la transferència de microorganismes de l'intestí de la mare al fetus. Tot i així, encara no es té informació de com això influencia el desenvolupament del fetus (Vallès i Francino, 2018). El que sí se sap és que des del naixement, la composició i diversitat de la microbiota del nadó es veu influenciada pel tipus de part; aquells nadons que neixen per cesària solen tenir una microbiota menys diversa i amb una composició diferent a aquells nadons que neixen per

part vaginal. En aquest sentit, hi ha estudis que mostren que els nadons nascuts per part vaginal tenen menys risc de patir asma o al·lèrgies (Jatzlauk et al., 2017). Ara bé, durant els primers anys de vida hi ha altres factors, potser fins i tot més importants, que també juguen un paper rellevant en la composició de la microbiota i en la nostra salut, com el tipus d'al·letament, el nombre de persones amb qui s'està en contacte, la presència d'animals a casa, o posteriorment la dieta (Ursell et al., 2012). També se sap que des de que naixem, la microbiota intestinal va evolucionant fins a aproximadament els 3 anys de vida. Arribat aquest moment, la microbiota intestinal s'estabilitza i es manté més o menys estable al llarg de la vida, fins arribar a la vellesa. Tot i que, com hem dit, al llarg de la vida hi ha factors que poden influenciar la microbiota, s'ha vist que la variació d'aquesta al llarg del temps dins d'una mateixa persona és menor que les diferències que es poden observar entre individus.

Conèixer el paper de la microbiota en la nostra salut té i tindrà moltes aplicacions.



“Viure o estar en contacte amb un entorn amb més biodiversitat pot incrementar la biodiversitat de la microbiota humana. (Imatge de la intervenció popular a la Font de Can Moritz de Rubí, en el marc del projecte BlueHealth)”

Per exemple, una de les línies d'investigació que ara s'està potenciant és veure si és possible curar certes malalties o millorar la salut del pacient a partir de trasplantaments fecals, tenint en compte l'estabilitat relativa de la microbiota intestinal humana. En aquest sentit, ja hi ha hagut experiències amb èxit per tractar infeccions intestinals persistents mitjançant trasplantament de femta. Tot i així, encara hi ha preguntes per resoldre sobre la millor comunitat a subministrar. Per exemple, és millor rebre la comunitat fecal d'un familiar proper o la d'un individu (e.g. parella) amb el que es conviu i que per tant la microbiota pot ser similar (mateix entorn, mateixos estils de vida)?

Finalment, i entenent que l'ésser humà forma part d'un ecosistema, i que a l'hora conté l'ecosistema microbià, també fa falta més recerca per entendre com l'ambient exterior afecta la microbiota humana. Per exemple, hi ha estudis que indiquen que l'exposició a contaminació de l'aire també podria estar afectant la composició i funcionament de la microbiota, provocant alteracions a l'intestí que permeten la introducció dels propis contaminants i de productes microbians al sistema circulatori (Vallès i Francino 2018). En canvi, hi ha diversos estudis que estan demostrant que viure en un entorn amb més biodiversitat (e.g. més verd urbà) pot incrementar la biodiversitat de la microbiota humana, estimulant de manera positiva el sistema immunitari i reduint el risc de desenvolupar malalties immunitàries i al·lèrgies (Aerts et al., 2018; Jatzlauk et al., 2017). Tot i que encara falta molta recerca per entendre els mecanismes exactes d'aquesta relació entre entorn i microbiota humana, sí que cal recordar que la salut humana està estretament lligada als sistemes naturals del nostre planeta, i que la preser-

vació d'aquests sistemes és imprescindible per al futur de la humanitat. Així doncs, la hipòtesis d'una relació entre biodiversitat i microbiota i salut humana pren tot el sentit.

Referències

- AERTS, R., HONNAY, O. i VAN NIEUWENHUYSE, A. 2018. Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *Br. Med. Bull.*, 127, p. 5-22.
- JATZLAUK, G. et al. 2017. Influences of environmental bacteria and their metabolites on allergies, asthma, and host microbiota. *Allergy*, 72, p. 1859-1967.
- JOHN, G.K. i MULLIN, G.E. 2016. The Gut Microbiome and Obesity. *Curr. Oncol. Rep.*, 18, P. 45.
- MCDONALD, D. et al. 2018. American Gut: an Open Platform for Citizen Science Microbiome Research. *mSystems*, 15;3(3), p. 18. American Gut: an Open Platform for Citizen Science Microbiome Research. C.S. Greene, ed. *mSystems* 3.
- URSELL, L.K. et al. 2012. Defining the human microbiome. *Nutr. Rev.*, 70, p. 38-44. Defining the human microbiome. *Nutr Rev* 70: S38-S44.
- VALLÈS, Y. i FRANCINO, M.P. 2018. Air Pollution, Early Life Microbiome, and Development. *Curr. Environ. Heal Reports*, 5, p. 512-521. Air Pollution, Early Life Microbiome, and Development. *Curr Environ Heal Reports* 5: 512-521.

La llamada *teoría de procesamiento de la información* sustenta la metáfora de que la mente es como un ordenador. Se concebiría el cerebro como el soporte físico (*hardware*) de funciones (memoria, lenguaje, etc.) que equivaldrían a los programas (*software*). Una especie de computadora orgánica (*wetware*). El *hardware* sería el sustrato biofísico, la estructura cerebral, las neuronas, en tanto que el *software* sería la mente y los procesos mentales. Así, por ejemplo, la amnesia se debería a la pérdida de información, como si se borrarán los datos de un disco duro. La comparación entre personas y máquinas no es nueva. Por ejemplo, Thomas Hobbes ya sugiere que las personas son “animales máquina”. Cisneros Araujo (2011) lo explica muy bien: “Hobbes presenta un hombre muy parecido a una máquina o autómatas, que posee dentro de él un equipo por el cual modifica su movimiento como respuesta a las diferencias del material y al impacto de otra materia sobre él. Este equipo se compone de los sentidos, que reciben la presión de los cuerpos exteriores y los transmiten a través de los nervios al cerebro y al corazón. A ello se agrega la imaginación o memoria, que puede recordar las impresi-

ones sensoriales pasadas y almacenar su experiencia en ellas”.

Mucho más tarde, Alan Turing, en el artículo “Maquinaria computacional e inteligencia”, publicado en 1950, describió lo que posteriormente se conocería como *inteligencia artificial*. Empieza este artículo preguntando: “¿Pueden pensar las máquinas?”. Turing sugiere que en vez de tratar de determinar si una máquina está pensando, debemos preguntarnos si una máquina puede ganar un juego llamado El juego de la imitación. Posiblemente el lector haya visto la película del mismo nombre, *The imitation game*, que narra la historia de Turing. El juego de la imitación es un juego por turnos en el que participan tres jugadores, un hombre, una computadora y un tercer jugador que no puede ver ni al jugador A ni al B y, mediante preguntas, ha de determinar cuál es hombre y cuál computadora. Tanto la computadora como el jugador B tratarán de convencer al juez de que son humanos. Si el tercer jugador no puede decir quién es quién de manera consistente, la computadora gana el juego. Su obra tuvo una gran influencia en el ámbito de la psicología científica, y las propuestas psicológicas de tipo



© Perico Pastor

computacional abrieron el camino a la “revolución cognitiva”.

Obviamente, aunque con un gran valor desde el punto de vista conceptual, se trata de una visión muy reduccionista. Hoy sabemos que la mente, nuestro mundo interior, no es otra cosa que una colección de funciones del cerebro estrechamente relacionadas, como sentir, percibir, motivarnos, recordar, emocionarnos o simplemente pensar e imaginar. La concepción neurobiológica de la mente en este momento propone que esta se manifestaría por los continuos cambios de conexiones físicas e influencias químicas, propagándose a través de amplios espectros de áreas cerebrales como un proceso emergente. Sería, pues, a todas luces erróneo confundir al cerebro humano con un poderoso ordenador. Una de las diferencias

fundamentales es la capacidad del cerebro de adaptarse y aprender. El desarrollo del cerebro y su funcionamiento no son concebibles sin la aportación permanente de su entorno, sea este el propio organismo o el medio ecológico o social en el que se desenvuelve. Durante la evolución, las neuronas se especializaron en captar la información del ambiente (luminosa, mecánica, etc.) que los organismos necesitaban para su supervivencia. Sin embargo, nuestros procesos perceptuales dependen de la arquitectura y la conectividad cerebral, ya que a medida que el medio se hacía más complejo nuestro cerebro se especializaba también en el análisis preciso y en la valoración del significado de los cambios ambientales. Ello permitió perfeccionar procesos como el aprendizaje, la memoria, las motivaciones y las emociones,

es decir, los constituyentes de la mente, que trascienden una programación genética innata, o la experiencia previa. Así, cuando los cerebros alcanzaron mayor complejidad, una parte de esos procesos empezó a ser percibida por los propios organismos permitiendo la aparición de lo que denominamos la consciencia, que no es más que un estado informativo de la mente que nos permite conocer el resultado final del sofisticado análisis y procesamiento de información que tiene lugar continuamente en nuestro cerebro. Es decir, aparecieron experiencias lúcidas, el pensamiento, el razonamiento y la imaginación creativa. Lo que hasta entonces había sido una mente desapercibida y automática se torna mente consciente y reflexiva. Resulta interesante que, frente a la visión tradicional que sugiere que percibimos la realidad porque esta se refleja en nuestra mente como lo hace en una cámara fotográfica, cada vez conocemos mejor la distancia que existe entre la realidad física y nuestra impresión de la realidad. Es decir, no somos receptores pasivos de la información, sino que la sensación se transforma en nuestro cerebro. Percibir significa identificar, interpretar y comprender la información que nos proporcionan nuestros sentidos. De hecho, la información perceptible está limitada en origen; por ejemplo, el mundo se refleja en nuestra retina en dos dimensiones, pero “creamos” la tercera dimensión y sabemos que los colores solamente existen en tanto en cuanto hay cerebros que los perciben. La realidad percibida es, por tanto, la interpretación de una pequeña parte de la información disponible.

Así pues, la experiencia subjetiva es real, no hay duda de ello. En cambio, la hipótesis objetiva es fruto de una combinación de imaginación y percepción, susceptible de

error, y siempre sujeta a revisión, y nuestra experiencia previa permite lanzar hipótesis de los que percibimos aunque la información sea incompleta.

La neurociencia cognitiva está ahora en condiciones de desenmascarar muchas de las estructuras y procesos fisiológicos del cerebro que se relacionan con fenómenos como la percepción y las motivaciones, las emociones, el aprendizaje y la memoria, el lenguaje o la conciencia. Al mismo tiempo, los teóricos de la cognición y los ingenieros informáticos son capaces de diseñar y construir redes neurales artificiales y máquinas inteligentes que emulan a la inteligencia biológica. Pero sería ingenuo pensar que el camino por andar es corto o fácil. En realidad, mucho de lo que sabemos son solo aproximaciones parciales o correlaciones entre la actividad del cerebro y los procesos mentales, sin que todavía hayamos sido capaces de establecer relaciones consistentes de causa-efecto en fenómenos cognitivos fundamentales, como el de la conciencia.

Referencias

CISNEROS ARAUJO, M. E. 2011. La naturaleza humana en Hobbes: antropología, epistemología e individuo. *Andamios*, 8(16), p. 211-240.

TURING, A.M. 1950. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 49, p. 433-460.



1. No hi ha cultura sense natura

En sentit originari, natura és tot allò que és generat (*natus*, ‘nascut’) sense intervenció humana, sinó per si mateix; en són testimoni la mateixa paraula llatina *NATURA* i els seus equivalents en grec clàssic (φύσις, *physis* –de φύω, *phyō*, ‘generar, donar a llum’–) i en xinès (自然, *ziran*, “el que és espontàniament en si mateix”, concepte clau en la filosofia taoista). En sentit ampli, *cultura* és tot allò generat per l’acció humana. En llatí *cultura* significa ‘conreu’, i aquest conreu requereix terra, aigua i aire (i llum: la foscor és enemiga de la cultura). La cultura no pot existir sense la natura, pel fet que no hi ha cultura sense sòl on créixer, aigua per beure i aire per respirar, però també, més significativament, perquè la cultura no es produeix en uns llimbs abstractes i incorporis, sinó que tota cultura s’encarna en un entorn geogràfic, climàtic i paisatgístic, i aquest entorn no és un simple embolcall extern (com podria suggerir el terme, desafortunat i redundat, *medi ambient*) sinó una dimensió que el constitueix. No hi ha cultura sense natura, com no hi ha vent sense aire o colors sense llum.

Si visualitzem la natura com a biosfera, el conjunt de les produccions humanes constitueix una antroposfera. No hi ha antroposfera sense una biosfera que la sostingui. Quan l’antroposfera guanya massa terreny a la biosfera i deixa de ser sostenible, entrem en l’Antropocè.

Però també hi pot haver una coevolució entre les comunitats humanes i els espais naturals. No som només espectadors sinó també coautors, cocreadors dels paisatges que contemplem i que ens acullen. Un ampli estudi publicat a *Science* (Levis et al., 2017) mostra que en les zones habitades durant mil·lennis pels pobles amazònics la biodiversitat no ha disminuït, sinó que ha augmentat.

Les comunitats indígenes han influenciat la flora amazònica des de fa com a mínim 8.000 anys, afavorint determinats arbres i plantes en el seu hàbitat original i ajudant-los a estendre’s en altres indrets. Es tracta, però, de cultures que han après a anar a favor dels processos naturals.

2. Desnaturalitzar/renaturalitzar

La història cultural ha estat en gran mesura un projecte d’allunyament de la natura, cap a un món deslocalitzat, destemporalitzat, abstracte i artificial: un món *desnaturalitzat*. Això es concreta avui especialment en el món digital, que sembla que s’ha desvinculat definitivament de l’espai, del temps, de la terra, de l’aigua i de l’aire (miratge que s’esvaeix tan bon punt examinem els seus requeriments materials i energètics, que al capdavant depenen de l’equilibri de la biosfera). Aquest projecte d’allunyament de la natura s’ha manifestat amb especial intensitat a Occident. Potser per això no és casualitat que la primera reflexió filosòfica moderna sobre el vincle profund entre natura i cultura vingui de l’Extrem Orient. El 1935, el filòsof japonès Tetsurō Watsuji va publicar *Fūdo* (風土), títol que senzillament significa ‘vent/aire’ (風) i ‘terra’ (土), i que es fa més comprensible en veure com s’ha traduït a altres llengües com l’anglès (*Climate and culture*) o el castellà (*Antropología del paisaje*). Watsuji remarca que l’experiència del territori, del clima i del paisatge és un element fonamental de la nostra existència quotidiana, personal i col·lectiva. La nostra història, personal o cultural, no es dona mai en el buit, sinó en continua relació amb una geografia, un clima i un paisatge. Per això, escriu, “la història és història dins el paisatge; el paisatge és paisatge dins la història” i, al capdavant, “geografia i història, paisatge i cultura són inseparables” (Watsuji, 2006).



Desnaturalitzar significa, en la primera accepció del diccionari, “alterar profundament (alguna cosa) fent-li perdre les qualitats característiques essencials”, i no per millorar-la, sinó per corrompre-la. No és això el que estem fent amb la natura i amb la naturalesa humana, desnaturalitzar-les? El Progrés com a projecte de desnaturalització avui es revela com una utopia falsa i buida –com la falsa primavera de les flors de plàstic-. L'evidència del fet que ens toca canviar de rumb és cada vegada més aclaparadora: articles científics recents que mostren la gravetat de l'actual crisi biosfèrica (vegeu Steffen et al., 2018; Ceballos et al., 2017) acaben remarcant la necessitat d'un canvi profund de valors –o, en altres paraules, una profunda transformació cultural. Ens cal aprendre a renaturalitzar-nos i a rein-

tegrar-nos en la biosfera. Ens cal prendre la natura no com a magatzem de recursos i embornal de residus, sinó com a model, mestra i mentora.

3. La intel·ligència de la vida

Com més a fons coneixem els processos naturals, més ens adonem que desborden la nostra comprensió. Per exemple, què hem inventat que sigui més eficient que un arbre? Un arbre produeix oxigen, absorbeix diòxid de carboni, fixa nitrogen, genera sucres complexos, destil·la l'aigua, produeix fusta, aprofita l'energia solar de manera extraordinària, esdevé una escultura policroma i canviant, crea un microclima, es crea a si mateix i es reproduïx en in comptables variacions. I cada vegada tenim més exemples de la intel·ligència no tan sols de mamí-

fers i ocells, sinó de tota mena d'éssers vius (n'he recollit exemples, publicats en algunes de les millors revistes científiques, al llibre *Intel·ligència vital*; Pigem, 2016)

En un breu assaig sobre Montserrat, el poeta i pensador Joan Maragall va escriure: “Ben cert és que el gran miracle és la natura mateixa, però l'home encara és massa nin per adonar-se'n”. Som com criatures o adolescents que juguen a creure que el món que veritablement importa és el de les pantalles, els discs durs i els motors. Si som capaços de créixer, de madurar, ens adonarem que no hi ha res en els nostres invents i en les nostres fantasies que superi els prodigis de la natura. Maragall també escriu en un altre lloc: “Aquí m'estic tot sol a vora el mar. Sóc la natura sentint-se a si mateixa”. Som natura. I ho sabem. I de vegades, vora el mar o dins el bosc, caminant damunt la terra, sota el cel, podem sentir-ho.

Referències

CEBALLOS, G., EHRLICH, P. R. i DIRZO, R. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), E6089-E6096. doi:10.1073/pnas.1704949114

LEVIS, C. et al. 2017. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science*, 355, p. 925-931.

PIGEM, J. 2016. *Intel·ligència vital*. Barcelona: Kairós. 192 p.

STEFFEN, W. et al. 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), p. 8252-8259. doi:10.1073/pnas.1810141115

WATSUJI, T. 2006. *Antropologia del paisaje*. Ed. Sigueme, Salamanca. 253 p.



**La biodiversitat
a Catalunya**

Santi Pérez

Servei de Planificació
de l'Entorn Natural,
Generalitat de
Catalunya

Eulàlia Comas

CADS, Generalitat
de Catalunya

La biodiversitat a Catalunya. Estat, amenaces i tendències

Malgrat ser un territori petit (30.000 km²) i amb milers d'anys de poblament humà, la ubicació geogràfica a cavall entre l'Europa continental, la Mediterrània i l'Àfrica i una orografia diversa amb condicions ambientals variades, que s'expressen en paisatges naturals molt heterogenis, fan que Catalunya allotgi una diversitat d'hàbitats i espècies de les més altes de l'àmbit europeu i de la conca mediterrània. El nostre territori forma part de l'anomenat *hotspot* del Mediterrani, una de les 34 zones del món més "calentes" per a la conservació de la biodiversitat. Aquesta categorització (Myers, 1988) determina que a la regió hi ha més de 1.500 espècies de plantes vasculares endèmiques i un elevat grau d'amenaça pel fet d'haver perdut més del 70% dels seus hàbitats originals. D'acord amb les dades disponibles, s'hi han identificat 33.059 espècies (dades fins al 2015) de flora, fauna, fongs i algues, que és un 36% de la riquesa total de les identificades a l'Estat espanyol i el 26% de la coneguda a la Unió Europea per als mateixos grups. És molt, si es té en compte que Catalunya representa només el 0,7% del territori de la Unió. Tenim també una llarga tradició científica i naturalista que ha permès avançar

en la descoberta i caracterització del nostre patrimoni natural. Especialment durant el segle xx es va bastir un sòlid coneixement de la natura del país, i hi ha molts projectes en curs que donen una visió força àmplia de la nostra biodiversitat. Però sabem menys de l'estat de conservació d'aquesta biodiversitat o de les tendències poblacionals de moltes espècies, i les llacunes d'informació són molt limitadores en un moment en què la complexitat de l'escenari econòmic i social fa que la presa de determinades decisions sobre la planificació i la gestió de la natura sigui més necessària i urgent que mai. Per comprendre millor les particularitats de la biodiversitat a Catalunya, ens cal abans exposar algunes dades a nivell global, revisar alguns conceptes i definicions i fer una mirada retrospectiva: conèixer el passat és essencial per entendre el present i afrontar amb més garanties els reptes de futur de la conservació de la natura.

A què ens referim exactament quan parlem de biodiversitat?

Segons el Conveni sobre la diversitat biològica, l'acord de les Nacions Unides signat l'any 1992 a Rio de Janeiro per conservar la natu-

ra del planeta Terra, la biodiversitat –o diversitat biològica– és l'àmplia varietat d'éssers vius que poblen la Terra i els patrons naturals que conformen. Mai en la història del planeta hi ha hagut tanta diversitat d'espècies com ara. Gràcies als 4.000 milions d'anys d'evolució des de l'aparició dels primers organismes vius, la biodiversitat ha estat modelada pels canvis ambientals: mitjançant processos d'extinció i especiació actuant sobre totes les espècies, s'ha construït una xarxa vital de què depenen tots els organismes, inclosa l'espècie humana. Com diu Edward O. Wilson (2001), "la biodiversitat ha creat les condicions que ens han creat a nosaltres".

Hi ha vida fins i tot en els entorns més extrems i aparentment més inhabitable del planeta. L'estimació més acceptada del total d'espècies que hi podria haver és d'11-15 milions (Mora et al., 2011), de les quals només n'hem identificat uns 2 milions. Però aquestes xifres podrien subestimar les formes de vida microscòpiques, com bacteris o fongs, molt poc conegudes. Investigadors de la Universitat d'Indiana (EUA), en un treball basat en mètodes escalars de càlcul aplicats a dades de tot el món i en els darrers avenços genètics, apunten que la biodiversitat global podria assolir un bilió d'espècies (1×10^{12}), sobretot bacteris marins, de les quals en l'actualitat només coneixeríem el 0,001% (Locey i Lennon, 2016). Així, per cada espècie coneguda n'hi hauria 100.000 més de no comptabilitzades: seria un canvi d'ordre de magnitud extraordinari. Una de les conseqüències més sorprenents és que més del 70% de les formes de vida serien microscòpiques. De moment, el projecte *Earth Microbiome* (<http://www.earthmicrobiome.org/>), que té per objectiu caracteritzar els microorganismes de la Terra, ha catalogat gairebé 10 milions d'espècies.

Com és la biodiversitat a Catalunya?

La nostra biodiversitat s'associa a microclimes molt diversos (secs, plujosos, càlids o freds), gran riquesa de substrats, paisatges que van des d'extenses planúries de secà fins a muntanyes de més de 3.000 m, i centenars de quilòmetres de costa mediterrània molt diversa geològicament i morfològica. La combinació d'aquestes heterogeneïtats fa de Catalunya un territori molt singular. A banda de les dinàmiques introduïdes per l'ésser humà, que exerceixen una gran pressió sobre la biodiversitat, els factors abiòtics (temperatura, llum, precipitacions, humitat, vents o sòls) creen les condicions necessàries perquè prosperin unes espècies o altres i determinen el caràcter del paisatge vegetal, que és un element de referència a l'hora d'explicar la biodiversitat. Tenim representats pràcticament tots els paisatges vegetals de l'Europa occidental, agrupats en tres grans regions biogeogràfiques: la mediterrània, l'eurosiberiana i la boreoalpina. A l'alta muntanya dels Pirineus, per sobre de 1.600 m d'altitud, la vegetació és boreoalpina. El nostre prat alpi té un 80-85% d'espècies coincidents amb el dels Alps (Bolòs i Vigo, 2001). Els boscos de fullatge caduc i flora eurosiberiana, com la fageda i la roureda humida, són presents en el territori català en diversos estadis de degradació i successió, amb pins i altres coníferes. La gran riquesa d'espècies de roure (pèrol, reboll, valencià, martinenc, de fulla gran...) indica aquest caràcter eurosiberià. En les zones mediterrànies, de períodes estivals secs difícils de suportar per aquestes espècies, hi apareixen la màquia, el bosc escleròfil·le, la garriga, els prats secs i llistonars, les brolles o les timonedes; són hàbitats amb estacionalitat climàtica marcada per les altes temperatures a l'estiu i les precipitacions escasses.

S'han descrit fins a 680 hàbitats terrestres i marins diferents al nostre territori: fons marins, estuaris, deltes, costes arenoses i rocalloses, platges sorrenques i de còdols; illots, farallons i penya-segats; rambles, torrents, rieres i rius; llacunes litorals, llacs i aiguamolls; matollars, bosquines mediterrànies i boscos caducifolis; prats secs i humits de terra baixa, i prats d'alta muntanya; boscos perennifolis i boscos de ribera; roquissars i tarteres; pastures, conreus i altres hàbitats seminaturals... De tots aquests, 133 corresponen a hàbitats d'ambients litorals i salins; 65 als d'aigües continentals; 217 a vegetació herbàcia i arbustiva; 117 a boscos; 45 a molles; 35 a roques i tarteres; i 68 a terres agrícoles i altres àrees antropitzades. Dins la xarxa Natura 2000, el sistema d'espais naturals protegits europeu (que inclou 117 espais d'interès per a la conservació a Catalunya), tenim 12 vegades més hàbitats d'interès comunitari per unitat de superfície que en el conjunt d'Espanya, 6 vegades més que Itàlia, 3 més que Portugal, 13 més que França, 14 més que Suècia o Gran Bretanya o 15 més que Alemanya. Això evidencia l'enorme riquesa vegetal de Catalunya, que determina una riquesa d'espècies de fauna igualment rellevant: des d'espècies pròpies d'ambients de l'alta muntanya fins a d'altres pròpies d'ambients subdesèrtics. De les 18.078 espècies de fauna identificades, més del 90% són invertebrats –el 75% artròpodes (13.704 espècies) i un 16,5% invertebrats no artròpodes (2.988 espècies)–, proporcions com les de la biodiversitat de tot el planeta. D'altra banda, hi ha 95 espècies de mamífers terrestres de les 115 citades a la península Ibèrica, i 415 espècies d'ocells de les 569 peninsulars, gairebé la meitat de les d'aquest grup presents a Europa. Per ambients, la riquesa biològica del medi marí és més

desconeguda que la terrestre: les darreres avaluacions periòdiques de la xarxa Natura 2000 evidencien que el desconeixement de l'estat de conservació afecta un 75% de les espècies marines.

Mirant enrere: el paper de l'espècie humana en la biodiversitat a Catalunya

La biodiversitat actual és fruit dels processos d'especiació i extinció de les espècies que han poblat el planeta en el passat. Pel camí s'han perdut milions d'espècies que no van sobreviure a canvis ambientals. Però cada cop es fa més evident el protagonisme de l'espècie humana en el modelatge de la biodiversitat. Alguns investigadors apunten que els humans ja s'haurien convertit en els principals responsables de dirigir l'evolució i els processos naturals de creació i destrucció de la biodiversitat (Palumbi, 2001; Bull i Maron, 2016). L'*Homo neanderthalensis* vivia a Catalunya fa uns 250.000 anys. L'*Homo sapiens* hi arribà a través dels Pirineus –des de l'Orient Mitjà– fa uns 40.000 anys. Els nous humans que en el Paleolític formaven petites societats caçadores-recol·lectores, durant el Neolític ocuparen pràcticament tots els ecosistemes i dispersaren l'exitosa cultura agrícola-ramadera arreu. Els ecosistemes haurien començat a experimentar un procés de transformació per l'acció humana durant la transició del Pleistocè cap a l'Holocè, fa 25.000-10.000 anys. La tesi que els humans van ser els principals responsables de l'extinció massiva de la megafauna del Quaternari, també a Catalunya (Smith et al., 2018), va prenent força. Més de la meitat de les espècies d'animals de grans dimensions que havien poblat el sud d'Europa no es van poder adaptar al depredador més formidable de tots els temps. Els grans animals van sucumbir a l'acció de petits grups de

caçadors armats amb una tecnologia molt primitiva en qüestió de pocs milers d'anys. Sabem pel registre fòssil que a tot Europa s'extingiren, amb força rapidesa i sense cap altre motiu aparent, dues espècies d'elefants, quatre de rinoceronts, el lleó europeu, la hiena tacada o de les cavernes, el lleopard, el bisó europeu i el tarpan o cavall salvatge. Altres espècies, com l'ur, avantpassat dels bovins domèstics, van sobreviure al sud d'Europa una mica més, fins als temps de l'Imperi romà i l'Edat mitjana. La pràctica eliminació de la megafauna de grans herbívors i carnívors a Europa, amb la moderació del clima, va donar lloc a una expansió molt important dels boscos.

L'expansió humana a partir del Pleistocè i el Neolític podria considerar-se l'inici de l'anomenada sisena gran extinció massiva de la biodiversitat. A la pèrdua dels grans animals seguí el declivi o extinció per causa humana de les poblacions de centenars d'espècies de tots els grups, avui molt accelerada. Alguns autors consideren que ha començat una nova era: l'Antropocè (Steffen et al., 2011). Fa milers d'anys que els humans generem canvis crucials als ecosistemes i les espècies, pràcticament arreu del planeta, però comprendre aquesta història, lluny de fer-nos caure en l'autocrítica estèril o l'autocomplaença –en definitiva, en la rendició i inacció–, ens obre l'oportunitat de canviar amb coneixement la manera de relacionar-nos amb la natura.

Les amenaces: què provoca avui la pèrdua de la biodiversitat a Catalunya?

Espècies i ecosistemes estem estretament lligats: la capacitat de resiliència i recuperació d'un ecosistema després d'una pertorbació depèn de mantenir un nombre d'espècies i interaccions entre elles suficient. Per

això, les alteracions o pertorbacions no afecten sempre d'igual manera tots els ecosistemes, i depenen de la intensitat amb què es produeixen i de les espècies que hi havia i de les que romanen. Actualment, les causes de pèrdua de biodiversitat són compartides arreu del planeta i tenen un component majoritàriament humà. L'increment de la població mundial i, en conseqüència, de la pressió humana sobre els sistemes naturals és la font principal de les amenaces a la integritat dels recursos naturals dels quals depèn la humanitat, i a la mateixa biodiversitat. Els factors principals que estan provocant la pèrdua global de biodiversitat són la degradació dels hàbitats naturals, la sobreexplotació de les espècies, la contaminació ambiental, l'arribada d'espècies invasores i el canvi climàtic. N'hi ha que afecten els hàbitats, com la fragmentació o la contaminació; d'altres, directament les espècies, com la sobreexplotació dels recursos vius –un exemple d'amenaça característic en els ecosistemes marins–; o el desplaçament d'espècies autòctones per part d'espècies invasores i exòtiques, sovint facilitat per canvis en factors abiòtics derivats del canvi climàtic. A Catalunya, es podrien considerar més greus les amenaces sobre els hàbitats que no pas sobre les espècies directament, però l'efecte acaba essent el mateix. En el cas del canvi climàtic, com a tendència generalitzada s'ha detectat un avançament de la primavera i un endarreriment en l'arribada de l'hivern, que afecta el període vegetatiu de diverses espècies. Les evidències registrades (Generalitat de Catalunya, 2016) van des de canvis genètics fins a canvis en la composició dels ecosistemes del país, passant per canvis en el metabolisme dels organismes, la demografia de les poblacions vegetals i animals, la composició de les co-

munitats, i l'estructura i el funcionament ecològic dels sistemes naturals. De totes les amenaces i pressions, la pèrdua d'hàbitats, per ocupació directa, o per degradació i fragmentació, és la principal causa de pèrdua de diversitat biològica a escala mundial. Només en els darrers 25 anys, els humans hem destruït el 10% dels ecosistemes intactes i lliures de l'acció humana que encara romanen en el planeta (Watson et al., 2016).

Al llarg de les darreres dècades, el territori català ha sigut l'escenari de canvis territorials, econòmics i socials: la industrialització i la intensificació del model productiu, que ha conduït a la simplificació dels ecosistemes agraris; l'abandonament d'activitats agràries tradicionals, extensives i respectuoses amb la biodiversitat; l'increment de la població en l'entorn urbà, sobretot en la franja costanera; l'expansió consegüent de la urbanització i de les infraestructures de mobilitat i transport; l'augment de la contaminació del medi atmosfèric, terrestre i marí; i la sobreexplotació i l'aprofitament de recursos naturals sense una visió ecosistèmica són les principals causes de la degradació del patrimoni natural i la pèrdua de biodiversitat. La fragmentació d'hàbitats, la pèrdua d'espècies i l'alteració dels processos ecològics han estat les conseqüències principals d'aquestes dinàmiques territorials. L'índex de connectivitat ecològica (ICE) de Catalunya, calculat pel Departament de Territori i Sostenibilitat l'any 2012, és més elevat al Pirineu oriental, al Prepirineu central i a la serralada Transversal; mitjà a la resta del territori prelitoral i interior; i baix a totes les àrees urbanes i periurbanes. En les àrees més intensament humanitzades, la creixent artificialització del sòl i la intensificació en l'ús dels recursos naturals han multiplicat les pressions sobre els ecosiste-

mes i han reduït tant la superfície com el nombre i la qualitat dels processos ecològics essencials que hi tenen lloc. És en aquestes regions on viu la major part de la població catalana i on la conservació de la natura i dels beneficis que ofereix a la societat (serveis dels ecosistemes) és un repte especialment important per atendre. Si bé el territori urbanitzat a Catalunya només ocupa un 6% de la superfície, també és cert que en només 16 anys (període 1993-2009) l'espai vinculat a usos urbans va augmentar gairebé un 64%, mentre que la població tan sols va créixer un 5%.

Paradoxalment, i de manera simultània a la intensificació i l'expansió de la urbanització, també s'han donat processos en sentit contrari: grans zones del territori s'han naturalitzat com a conseqüència de l'abandonament de l'activitat agrària: s'han incrementat els prats i les pastures (21,6%) i la superfície arbrada (10,7%), mentre que s'han reduït les superfícies dels conreus (un 15,1% menys) i matollars (un 14,5% menys), ecosistemes de transició molt interessants per a la biodiversitat. Malgrat que aquest abandonament de les activitats agropecuàries tradicionals sovint es percep com una situació negativa des del punt de vista social i econòmic, també pot esdevenir una oportunitat per revertir la pèrdua de biodiversitat i generar nous espais on la conservació de la natura sigui el centre de noves formes de productivitat econòmica i prosperitat social en els territoris rurals.

Els tres processos descrits –l'increment de sòl urbanitzat, la fragmentació territorial i la intensificació dels models agraris– afecten hàbitats naturals i seminaturals, és a dir, més del 60% del territori, i es consideren entre les principals causes de pèrdua de biodiversitat a Catalunya, però no són les úniques.

ques. La contaminació química, i els efectes que té sobre la biodiversitat, per exemple, són difícils de valorar, però en els ambients fluvials se n'ha fet un seguiment constant i l'avaluació de les propietats fisicoquímiques de l'aigua reflecteix que el 52% de les masses d'aigua (rius, estanys, zones humides, estuaris, badies, embassaments, aigües costaneres i aigües subterrànies) tenen signes evidents d'alteració (Agència Catalana de l'Aigua, 2012). El cas dels ecosistemes marins serà tractat en un altre capítol d'aquest llibre, però també hi ha una forta davallada d'espècies clau, des dels taurons fins a la sardina i el seitó.

Les activitats de lleure al medi natural, cada vegada més populars, entren de vegades en conflicte amb actuacions de conservació de la biodiversitat, de manera que requereixen una atenció especial, sobretot en termes de conscienciació i educació ambiental: cada cop són més les persones que "utilitzen la natura" en termes de lleure i menys les que en fan un ús productiu directe com l'agricultura o la ramaderia extensiva.

Les tendències: cap a on anem?

Els humans hem esdevingut els veritables nous arquitectes dels ecosistemes en condicionar i modelar la biodiversitat que els integra originàriament. La nostra activitat està impactant sobre quasi tots els grups d'espècies. Aniquilada la megafauna a gairebé tots els continents, hem començat a traslladar la pressió sobre la resta d'espècies de la xarxa tròfica. És especialment preocupant l'efecte que pot estar tenint aquesta acció sobre la microfauna i la resta de biodiversitat més desconeguda i de difícil seguiment: insectes, fauna del sòl i microorganismes simbiotes o descomponedors són protagonistes invisibles d'una desaparició silenciosa. El més

segur és que estiguem perdent biodiversitat que ni tan sols sabem que existeix. A l'hora de posar xifres als canvis, les dades disponibles amb un cert detall abracen una fracció de temps molt breu –insignificant en termes de temps geològic– i un nombre d'espècies molt reduït. Per tant, es fa difícil contextualitzar la pèrdua de biodiversitat actual amb les tendències precedents i les previsibles. Recentment, en el marc de l'elaboració de l'Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya 2030 per part del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, s'ha adaptat a Catalunya el càlcul de l'índex LPI (*life planet index*, WWF-ZLS), un indicador internacional que mesura l'estat general de la diversitat biològica a partir de les tendències poblacionals d'espècies de vertebrats. El resultat d'aquest càlcul, obtingut a partir de dades de 258 espècies de vertebrats i invertebrats, és molt preocupant: entre els anys 2002 i 2016 s'han perdut a Catalunya el 22% de les poblacions de les espècies analitzades. Aquesta davallada greu no es pot relacionar amb precisió amb tendències precedents de fa dècades o centenars d'anys, per manca d'informació de context. Malgrat tot, aquest declivi en un període tan curt és molt significatiu pel que fa als ràpids canvis que estem provocant en els sistemes naturals.

Per identificar tendències, són d'importància cabdal els programes de seguiment de grups d'espècies. A Catalunya se n'han identificat fins a 65. Si bé es limiten a determinades espècies o habitats, els programes aporten el valuós atribut de la continuïtat en la presa de dades i són una bona aproximació a la mesura de les tendències actuals, vinculables a canvis ambientals presents i recents. De tots els programes, en destaquen els seguiments sobre els ocells co-

muns a Catalunya (SOCC), actiu des de l'any 2002 i coordinat per l'Institut Català d'Ornitologia, i el de papallones diürnes de Catalunya (*Butterfly Monitoring Scheme*, BMS), actiu des de l'any 1994 i coordinat pel Museu de Ciències Naturals de Granollers, tots dos referents a Europa. Tots dos programes compten amb el suport del Govern de la Generalitat de Catalunya, i han proporcionat informació molt valuosa per avaluar l'estat de conservació del patrimoni natural, tenint el compte el caràcter bioindicador dels ocells i les papallones. Els seguiments permeten relacionar els declivis amb el canvi climàtic i el canvi d'usos del sòl que han tingut lloc o s'han accentuat al llarg dels darrers anys. Un estudi recent, en què han participat investigadors catalans, ha quantificat una disminució d'un 21% en les poblacions de 44 espècies d'ocells de muntanya ibèrics als Pirineus per culpa del canvi climàtic i la pèrdua d'hàbitats, mentre que la mitjana a Europa és del 10%. A l'hora d'avaluar tendències, però, convé recordar les limitacions d'indicadors com l'LPI. Es considera un període breu, limitat i recent, i les prospeccions se centren en poques espècies, de pocs grups (mamífers i avifauna principalment), i en ambients principalment terrestres.

Les determinacions de vulnerabilitat de les espècies són una altra aproximació per mesurar les tendències de la biodiversitat, i per relacionar-les amb les amenaces. A Catalunya, gairebé un 1% de la flora coneguda (es consideren espermatòfits i briòfits) està en perill i un 1,8% més es considera vulnerable. Entre la fauna, hi ha 14 espècies considerades extintes com a reproductores (13 vertebrats i 1 invertebrat); els ocells en són els més afectats (7), seguits dels mamífers (5). En conjunt, per als vertebrats hi ha 47 espècies en perill d'extinció (més del

4% de les conegudes) i 81 de vulnerables (gairebé el 8%); per als invertebrats els percentatges són menors, però també hi ha un major grau de desconeixement –gairebé un 0,2% estan en perill d'extinció i el 0,6% són vulnerables, la majoria artròpodes–. Pel que fa als hàbitats, els ambients més amenaçats són les molleres i els prats alpins (34,6% dels hàbitats amenaçats), els boscos (28,8%) i els ambients litorals i salins (28,3%). Tenint en compte que, de tots els hàbitats terrestres, litorals i marins identificats i tipificats a Catalunya, la major diversitat biològica es troba en els arbustius i herbacis, seguits dels marins, litorals i salins, i en tercer lloc dels boscos, queda palès que les amenaces afecten molts hàbitats especialment biodiversos.

La biodiversitat: una expressió de riquesa

Tot territori allotja tres formes principals de riquesa: la material o econòmica, la cultural i la biològica o natural. Menystenir-ne alguna comprometrà, sens dubte, la prosperitat i el futur de les societats que en depenen. Catalunya posseeix una riquesa natural extraordinària en comparació d'altres territoris europeus de mida similar. Tenim l'obligació moral d'assegurar-ne la conservació i evitar-ne la degradació. Com a espècie, mai com ara hem tingut tanta capacitat de transformar i condicionar les formes de vida amb què compartim l'existència, però tampoc tanta informació com ara per ser conscients que som natura i que no podem viure sense ella. Ens toca decidir si amb les nostres actituds volem continuar compromentent el propi futur i el de moltes altres espècies o si, per contra, ens convertim en curosos custodis de totes les formes de vida amb què vivim al planeta Terra.

Referències

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. 2012. *Estat de les masses d'aigua a Catalunya*.

BOLÓS, O. i VIGO, J. 2001. *Flora dels Països Catalans*. Barcelona: Barcino.

BROTONS, L. et al. 2018. Declining population trends of European mountain birds. *Global Change Biology*, 25(2), p. 577-588.

BULL, J. W. i MARON, M. 2016. How humans drive speciation as well as extinction. *Proceedings of the Royal Society B*, 283(1833).

GENERALITAT DE CATALUNYA. 2016. Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. http://cads.gencat.cat/web/content/Documents/Publicacions/tercer-informe-sobre-canvi-climatic-catalunya/TERCER_INFORME_CANVI_CLIMATIC_web.pdf

GENERALITAT DE CATALUNYA. 2018. *Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya 2030*. http://mediambient.gencat.cat/web/content/home/ambits_dactuacio/patrimoni_natural/estrategia_patrimoni_biodiversitat/ESNATURA.pdf.

LOCEY, K. J. i LENNON, J. T. 2016. Scaling laws predict global microbial diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(21), p. 5970-5975. doi:10.1073/pnas.1521291113. Vegeu també: <http://www.earth-microbiome.org/>

MORA, C. et al. 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean. *Plos Biology*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>

MYERS, N. 1988. Threatened biotas: "Hot Spots" in tropical forests. *The Environmentalist*, 8(3), p. 187-208.

PALUMBI, S. 2001. Humans as the World's Greatest Evolutionary Force. *Science*, 293(5536), p. 1786-1790.

SMITH, F. et al. 2018. Body size downgrading of mammals over the late Quaternary. *Science*, 360(6386), p. 310-313.

STEFFEN, W. et al. 2011. The Anthropocene: from global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40, p. 739-761.

WATSON, J. et al. 2016. Catastrophic declines in wilderness areas undermine global environmental targets. *Current Biology*, 26(21), p. 2929-2934.

WILSON, E. O. 2001. *The diversity of life*. Londres: Penguin. 432 p.

WWF-ZLS. 2018. *Living Planet Index*. <http://www.livingplanetindex.org/home/index>

Joan Nogué

Universitat de
Girona. Director
de l'Observatori
del Paisatge de
Catalunya
(2005-2017)

Catalunya, un país de paisatges

El territori català gaudeix d'una extraordinària diversitat de paisatges, reconeguda arreu i derivada de la seva particular orografia, varietat climàtica, ecosistemes naturals, estra-tègica localització geogràfica en el corredor mediterrani nord-occidental, llegat històric i personalitat cultural. A vista d'ocell, hom s'adona immediatament dels forts contrastos paisatgístics del país. Als Pirineus són destacables els valors naturals i ecològics de les petites conques fluvials, els boscos i les pastures d'alta muntanya, així com l'extraordinària estructura paisatgística del fons de les valls. En apropar-nos cap a les planes de Lleida des de la muralla pirinenca, el paisatge canvia radicalment: aquí, els ocres i grocs del secà s'estenen cap a uns horitzons sense fi, només solcats per petites elevacions sobre les quals, històricament, s'ha assentat la població i per les extenses plantacions de fruiters. Seguint cap al sud ens trobem amb una realitat paisatgística totalment diferent: la delimitada per l'àmbit fluvial de l'Ebre, un paisatge presidit pel riu i tot el que se'n deriva, així com, per contrast, pels murs, les cabanyes i les estructures de pedra seca presents a tota la zona. El delta de l'Ebre constitueix una veritable icona

paisatgística no només per als habitants de la zona, sinó també per a tots els catalans, i no només pels seus valors naturals i ecològics, sinó també pels paisatges agrícoles que l'han modelat, en especial els arrossars. A la desembocadura d'aquest gran riu, la varietat cromàtica, la lluminositat, l'horizonta-litat i la sensació de tranquil·litat imposen un gran respecte. Des d'allà es divisen amb claredat les serres que delimiten aquest territori del sud de Catalunya i, entre elles, el gran massís dels Ports, tan desconegut com suggeridor. Remuntant cap al nord-est, ens endinsem al Camp de Tarragona, on impera el típic paisatge mediterrani en l'interior del qual –en comarques com el Priorat– es cultiven avui alguns dels vins més apreciats i valorats del país. En pràcticament tota la zona, però molt especialment a la conca de Poblet i a les serres de Vilobí i el Tallat, a les Garrigues Altes i al Montsant, l'arquitectura popular de la pedra seca és present en tot el paisatge, al qual confereix un elevat valor estètic i patrimonial. Pujant pel Penedès i a través de les seves vinyes, hom s'apropa a la conurbació de Barcelona, un petit microcosmos densament poblat configurat per paisatges deltaics i de muntanya baixa

mediterrània hereus d'una història mil·lenària. Cap al nord i el nord-est de la Regió Metropolitana de Barcelona ens trobem amb dues altres configuracions paisatgístiques d'enorme interès: el mosaic agroforestal de l'interior de Catalunya, que ocupa milers d'hectàrees i que es troba en molt bon estat de conservació, i els paisatges més humits, verdosos i internament heterogenis de les comarques de Girona, que apleguen des de les petites valls encaixades en el Pirineu oriental fins als paisatges empordanesos que vessen cap a la Mediterrània. Podríem anar seguint aquest vol imaginari i veuríem com, si en reduíssim l'altura, si n'incrementéssim l'escala d'anàlisi, aquestes grans configuracions paisatgístiques es multiplicarien.

Com es pot identificar, caracteritzar i transmetre a la població, d'una manera ordenada i sistemàtica, aquesta gran diversitat paisatgística i els seus valors inherents? I encara més: com es pot aconseguir que, un cop identificats i caracteritzats aquests paisatges, no a vista d'ocell, com hem fet més amunt, sinó a una escala més detallada, s'hi apliquin polítiques efectives de protecció, gestió i ordenació? No és fàcil, però és possible. Per aconseguir-ho, l'Observatori del Paisatge de Catalunya ha dissenyat una metodologia d'estudi del paisatge inspirada en el Conveni europeu del paisatge i que ha estat avalada pels més importants grups de recerca d'àmbit europeu. El resultat: el mapa dels 134 paisatges de Catalunya (Fig. 6). No són gaires els països que disposen d'un mapa de paisatges semblant. I tenir-ne un és molt rellevant, no només per les extraordinàries aplicacions didàctiques que té en tots els nivells de l'ensenyament, sinó perquè aquests 134 paisatges constitueixen les peces territorials bàsiques sobre les quals hom pot aplicar polítiques de paisatge

concretes. Cadascun d'aquests paisatges s'ha descrit a bastament en una completa fitxa, que es pot descarregar del web www.catpaisatge.net, en què se'n presenten les característiques més notables, l'evolució històrica, les dinàmiques i l'expressió artística a què ha donat lloc, així com els riscos, les amenaces i les propostes de millora.

Els 134 paisatges esmentats més amunt s'agrupen en 8 catàlegs de paisatge, un per cada vegueria. No es tracta d'un mer inventari de paisatges, com podria fer pensar el seu nom. Els catàlegs de paisatge són les eines que ens permeten conèixer com és el nostre paisatge i quins valors conté, quins factors expliquen que tinguem un determinat tipus de paisatge i no un altre, com ha evolucionat el nostre paisatge en funció de les actuals dinàmiques econòmiques, socials i ambientals, i, finalment, quin tipus de paisatge volem i com podem aconseguir-lo. Els catàlegs, per tant, aporten informació de gran interès sobre tots els paisatges catalans, els seus valors existents i aquells que podem potenciar, i contribueixen d'aquesta manera a definir i aplicar una nova política de paisatge a Catalunya, que ha de tenir la connivència i participació activa dels agents socials que intervenen en el territori. Vet aquí un nou instrument que ha de servir per protegir, gestionar i ordenar el paisatge a Catalunya des de la perspectiva del planejament territorial, sectorial i urbanístic, així com per a la sensibilització de la societat catalana sobre el paisatge i els seus valors. El mapa de paisatges que el lector d'aquesta obra pot consultar gairebé com una primícia neix en un moment en què resulta vital implantar una nova cultura de l'ordenació territorial basada en la gestió prudent i sostenible dels recursos naturals, en un tractament nou i imaginatiu del sòl no urbanitzable

i del paisatge en el seu conjunt i en una nova forma de govern i de gestió del territori basada en el diàleg i la concertació social. Es un fet que un entorn atractiu, afable i harmoniós genera una agradable sensació de benestar, que augmenta notablement la qualitat de vida de la ciutadania. Així ho constata també l'esmentat Conveni europeu del paisatge quan afirma que "el paisatge és un element important de la qualitat de vida de les poblacions, tant en els medis urbans com en els rurals, tant en els territoris degradats com

en els de gran qualitat, tant en els espais singulars com en els quotidians". El paisatge, sense cap mena de dubte, és un excel·lent indicador per valorar el nivell de cultura, de civilitat i d'urbanitat d'un territori, a qualsevol escala. I encara més: és un indicador idoni per captar l'estima d'aquella societat pel seu territori i el nivell d'identificació que hi manté.



Figura 6

Els 134 paisatges de Catalunya / Les unitats de paisatge de Catalunya
Font: Observatori del Paisatge de Catalunya

- | | | | | | | | |
|----|----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|-----|----------------------------------------|-----|------------------------------------------|
| 1 | Alt Gaià | 36 | Costers de l'Ebre | 75 | Paisatge Fluvial de l'Ebre | 108 | Sant Gervàs-Montcortès |
| 2 | Alt Maresme | 37 | Costers de la Segarra | 76 | Paisatge Fluvial del Segre | 109 | Sant Llorenç del Munt i l'Obac-El Cairat |
| 3 | Alt Sió | 38 | Cubeta de Móra | 77 | Pastures de l'Alt Pirineu | 110 | Secans d'Utxesa |
| 4 | Alt Ter | 39 | Delta de l'Ebre | 78 | Pla de Bages | 111 | Secans de Belianes i d'Ondara |
| 5 | Alta Garrotxa | 40 | Delta del Llobregat | 79 | Pla de Barcelona | 112 | Serra de Llaberia |
| 6 | Altes Nogueres | 41 | El Montmell | 80 | Pla de Girona | 113 | Serra de Marina |
| 7 | Altiplà de la Terra Alta | 42 | Els Aspres | 81 | Pla de Montserrat | 114 | Serra del Tormo |
| 8 | Ardenya-Cadiretes | 43 | Empordanet-Baix Ter | 82 | Plana d'Algerri-Balaguer | 115 | Serrats de Sanaüja i Llanera |
| 9 | Aspres de la Noguera | 44 | Era Baisha Val d'Aran | 83 | Plana d'Almenar i Alguaire | 116 | Serres d'Ancosa |
| 10 | Baix Gaià | 45 | Era Nauta Val d'Aran | 84 | Plana d'Urgell | 117 | Serres de Bellmunt i Almenara |
| 11 | Baix Maresme | 46 | Escornalbou-Puigcerver | 85 | Plana de l'Alt Camp | 118 | Serres de Cardó-Boix |
| 12 | Baix Montseny | 47 | Estany de Banyoles | 86 | Plana de l'Empordà | 119 | Serres de Montsià-Godall |
| 13 | Baix Priorat | 48 | Garraf | 87 | Plana de l'Hospitalet de l'Infant | 120 | Serres de Pàndols-Cavalls |
| 14 | Baix Segrià | 49 | Garrigues Altes | 88 | Plana de l'Urgellet | 121 | Solana del Baridà |
| 15 | Baix Sió | 50 | Garrigues Baixes i Vall del Corb | 89 | Plana de la Selva | 122 | Terraprimis |
| 16 | Baixa Segarra | 51 | Garrotxa d'Empordà | 90 | Plana de Vic | 123 | Vall Baixa del Llobregat |
| 17 | Baixa Tordera | 52 | Gavarres Marítimes | 91 | Plana del Baix Camp | 124 | Vall Cerdana |
| 18 | Barrufemes | 53 | Guilleries | 92 | Plana del Baix Ebre-Montsià | 125 | Vall de Camprodon |
| 19 | Boumort-Collegats | 54 | Horta de Pinyana | 93 | Plana del Garraf | 126 | Vall de Rialb |
| 20 | Burgans | 55 | La Mussara | 94 | Plana del Penedès | 127 | Vall del Llobregós |
| 21 | Cabrerès-Puigsacalm | 56 | La Terreta | 95 | Plana del Vallès | 128 | Vall del Silenci |
| 22 | Cadí | 57 | La Vansa | 96 | Port del Comte-Vall de Lord | 129 | Valls d'Àneu |
| 23 | Camps de Santes Creus | 58 | Les Gavarres | 97 | Priorat Històric | 130 | Valls d'Olot |
| 24 | Camps del Francolí | 59 | Litoral del Baix Ebre | 98 | Regadius del Canal d'Aragó i Catalunya | 131 | Valls de l'Anoia |
| 25 | Cap de Creus | 60 | Litoral del Camp | 99 | Replans del Berguedà | 132 | Valls del Freser |
| 26 | Capçaleres del Llobregat | 61 | Litoral del Penedès | 100 | Replans del Solsonès | 133 | Vessants de Tivenys-Coll de l'Alba |
| 27 | Cims i Estanys d'Aiguestortes i Sant Maurici | 62 | Los Ports | 101 | Reus-Tarragona | 134 | Xaragalls del Vallès |
| 28 | Cingles de Bertí i Gallifa | 63 | Lluçanès | 102 | Ribera Salada | | |
| 29 | Collserola | 64 | Massís de Bonastre | 103 | Riberes de l'Algars | | |
| 30 | Conca d'Alforja-Vilaplana | 65 | Massís de l'Orri-Valls de Castellbò i d'Aguilar | 104 | Rocacorba | | |
| 31 | Conca d'Òdena | 66 | Mig Segre | 105 | Rodalia d'Oliana | | |
| 32 | Conca de Poblet | 67 | Moianès | 106 | Rubió-Castellalt-Pinós | | |
| 33 | Conca de Tremp | 68 | Montsant | 107 | Salines-L'Albera | | |
| 34 | Conca Salina | 69 | Montsec | | | | |
| 35 | Congost del Segre | 70 | Montseny | | | | |
| | | 71 | Montserrat | | | | |
| | | 72 | Muntanyes d'Ordal | | | | |
| | | 73 | Muntanyes de Prades | | | | |
| | | 74 | Muntanyes de Tivissa-Vandellòs | | | | |

Què és la biodiversitat? En un símil entenedor, Ramon Margalef deia que és com el “diccionari” de la natura: l’inventari exhaustiu de tots els components de la flora o fauna d’una determinada regió, o de tota la Terra. L’ecodiversitat o diversitat ecològica en seria la “gramàtica”: les proporcions entre els diferents components i la manera en què aquests s’organitzen i interactuen dins dels ecosistemes, de la mateixa manera que la gramàtica ens permet organitzar les paraules per tal que formin textos intel·ligibles. Un altre símil: la biodiversitat seria la llista d’actors, tècnics i altres participants en una obra de teatre o de cinema, mentre que l’ecodiversitat en seria l’argument, el guió.

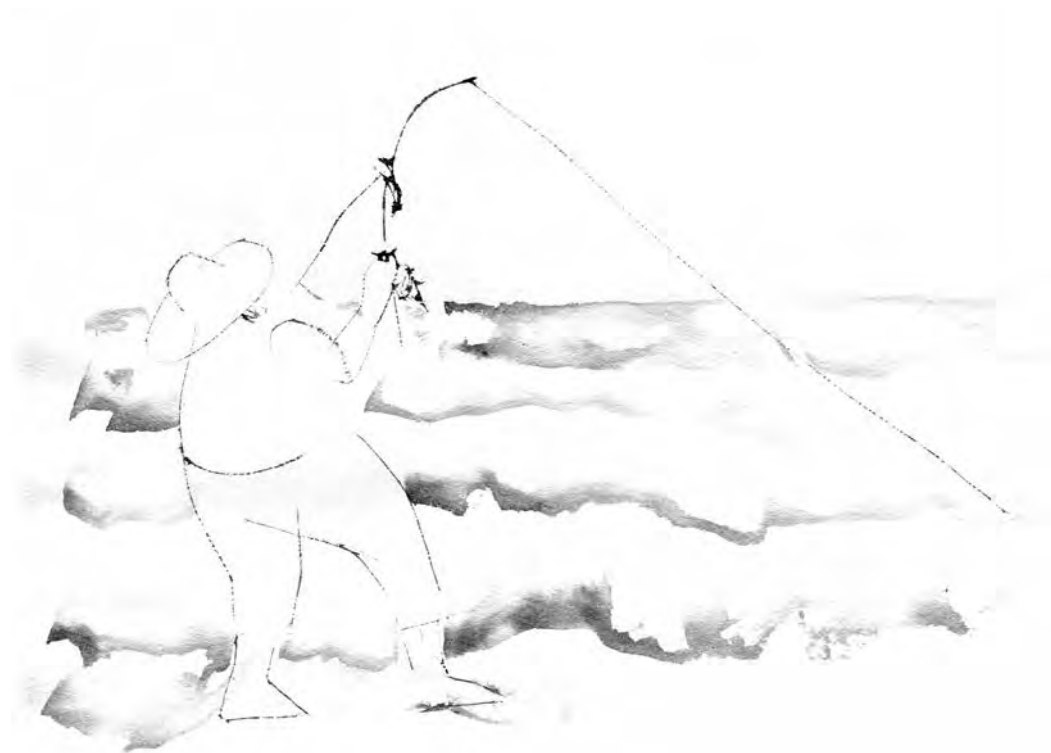
La biodiversitat dels ecosistemes terrestres ens és més coneguda que la dels marins. Hi ha regions continentals que no han estat estudiades fins fa poc, o no ho han estat mai, però els oceans serveixen encara molts més secrets. En podem dir algunes coses generals, i el coneixement ha anat avançant els darrers anys; el panorama d’avui és força diferent del que coneixíem fins fa poc. Pel que fa a grups taxonòmics, l’oceà és més divers que la terra; alguns grups són exclusivament marins, sobretot els més primitius,

encara que n’hi ha que tenen representants en les aigües continentals, però cap, o poquíssims, en ambients terrestres. Esmen-tem, a títol d’exemple, esponges i cnidaris, grups marins per excel·lència, que tenen molt pocs representants d’aigua dolça i cap de terrestre (llevat d’algunes esponges que poden quedar en sec en zones inundables). Hi ha mol·luscs terrestres i d’aigua dolça, però els marins són molt més nombrosos; i pel que fa als artròpodes, els crustacis tenen representats dulciaquícules i algun de terrestre, però els marins són preponderants. Els insectes marins es poden comptar amb els dits d’una mà, mentre que els terrestres i els aquàtics suposen gran part de la biodiversitat de la biosfera. Les plantes fanerògames, molt diverses (i abundants) a terra, són anecdòtiques al mar. Pel que fa als vertebrats, els peixos marins són molt diversos, però els d’aigües continentals també; no hi ha amfibis plenament marins i el nombre de rèptils, ocells i mamífers marins, sense ser petit, és molt menor que el dels seus parents terrestres.

El coneixement de la biodiversitat marina ve d’antic. En ser mengívols, peixos i cefalòpodes nedadors, i el marisc (associat

al substrat), eren ben coneguts. Però com passa en tants àmbits de la ciència, la tecnologia és a la base del coneixement de la biodiversitat marina: fou necessari l'ús de dragues i altres aparells eficients d'extracció d'organismes dels grans fons per rebatre la teoria azoica que, fins a començament del segle XIX, deia que les grans pressions a partir de determinades profunditats feien la vida impossible. El microscopi permeté descobrir els organismes del plàncton en la primera meitat del segle XIX; inclou alguns organismes de mida macroscòpica, però la gran majoria són massa petits per ser vistos

a l'ull nu, i la seva diversitat és enorme: virus, bacteris, microalgues, protozous i invertebrats diversos, que agrupem en bacterioplàncton, fitoplàncton i zooplàncton. Saber que el plàncton no és com un brou diluït a l'oceà, sinó que les seves diferents espècies es distribueixen en funció d'afinitats per les condicions ambientals, es deu, en especial, a Ramon Margalef, que des de la dècada de 1970 l'estudià, sobretot en el mar català, i determinà que la seva distribució i abundància depenen de l'energia auxiliar (en forma de llum i turbulència) i de la disponibilitat de nutrients. L'elevada diversitat del plàncton



© Perico Pastor

gelatinós (meduses, sifonòfors, salpes, etc.) no s'ha pogut començar a estimar fins que no ha estat possible filmar in situ aquests organismes fràgils que el mostreig amb mànegues de plàncton esmicolava i feia impossible de reconèixer.

Pel que fa a les característiques ambientals de l'oceà, fins no fa pas gaire hom creia que els ambients marins eren molt homogenis comparats amb els terrestres i d'aigües continentals. El mar es veia com una gran massa d'aigua en la qual pràcticament només variava la temperatura (superficial segons la latitud i en profunditat), la pressió (en augment en fondària), la llum (que sols penetra unes poques desenes de metres), la concentració de nutrients (que depèn de la proximitat de les costes, desembocadures de rius i àrees oceàniques d'aflorent) i els corrents marins, superficials, profunds, horitzontals o verticals. Però l'exploració del litoral amb escafandres autònoms i la de l'oceà profund amb ginys dotats de càmeres submarines i de sistemes d'obtenció de mostres ha trobat en les darreres dècades molts *hot spots* d'elevada biodiversitat, a més dels que ja es coneixien. La simbiosi dels coralls i altres invertebrats amb algues microscòpiques i la capacitat de construir grans edificis calcaris, que estructuraven i diversifiquen l'espai, explicarien l'elevada biodiversitat dels esculls coral·lins; i els "boscos" submarines que formen les grans algues i les poques espècies de fanerògames marines prop del litoral també representen una producció primària notable i una complexificació de l'espai que permeten una gran biodiversitat. Entre les àrees riques en biodiversitat descobertes, n'esmentarem els canyons, recs o valls submarines, que tallen la plataforma continental i arriben sovint al talús i les planes abissals; en estar aïllats

els uns dels altres, com les valls de les seralades terrestres, són seu d'endemismes. També els guyots o muntanyes submarines que no arriben a la superfície del mar i que funcionen com illes submergides; en alguns casos, la fauna pot estar acompanyada de flora que suporta nivells molt baixos de llum. Potser els ecosistemes més espectaculars són els anomenats *oasis abissals*, illes de biodiversitat i biomassa bentòniques molt elevades en l'entorn desèrtic del mar profund; i els fons litorals antàrtics, aïllats dels altres oceans pel corrent circumpolar antàrtic, amb uns poblaments bentònics gairebé continus d'espècies de grups taxonòmics sovint diferents dels d'altres indrets. Tots aquests hàbitats pregons posseeixen una riquesa faunística enorme. La injecció d'aigua rescalfada i carregada de metalls dissolts per les fumaroles que s'obren en zones de rift, de formació d'escorça marina (en el cas dels oasis abissals), la canalització de nodriment d'origen terrestre a través dels recs litorals (en els canyons submarines) o la gran producció primària i secundària superficial que acaba caient al fons (en el cas del bentos antàrtic) expliquen l'elevada biodiversitat en ambients profunds i poc afectats per l'activitat humana.

El món dels organismes microscòpics marins ens ha de furnir encara moltes sorpreses. Per una banda, les cadenes tròfiques simples que descriuen la transferència de matèria i energia des dels productors primaris fins als grans depredadors van canviar totalment quan hom va haver d'afegir als nivells "clàssics" (algues, herbívors, carnívors, detritívors) l'anomenat *bucle microbià*, constituït per virus, arqueus, bacteris, protozous i altres. A més, en la dècada de 1980 hom va descobrir que una única espècie de cianobacteri fotosintètic del plàncton,

Prochlorococcus marinus, que no arriba a una micra de diàmetre, és abundantíssima (fins a 105 cèl ml⁻¹) i podria ser responsable de fins a un terç de la producció primària total dels oceans (els altres dos terços serien fornits per bacteris fotosintètics, algues microscòpiques i macroscòpiques i les poques fanerògames marines). A partir de la dècada de 1990, de manera contínua, mitjançant anàlisis genòmiques d'aigua dels diferents oceans, s'estan afegint cada dia a la biodiversitat (de fet, genodiversitat) marina gens de bacteris, arqueus, virus i potser altres grups encara no ben definits.

Però la biodiversitat marina té problemes, i no pas petits. Des de fa mil·lennis obtenim recursos alimentaris del mar: peix i marisc, així com altres que en moments diferents de la història han estat cobejats, com el greix de balenes i foques. La sobreexplotació de la biodiversitat marina és greu, amb una tendència general exacerbada en les darreres dècades a la reducció d'espècies de la megafauna i la macrofauna (peixos i altres animals), i a la substitució i ocupació dels seus nínxols per microfauna. Els equilibris ecològics es veuen alterats, sovint de manera permanent. La contaminació química, procedent de les activitats agrícoles, industrials i urbanes, o per vessaments de petroli, o bé la provocada per materials inerts però que s'incorporen a les xarxes tròfiques (en especial, els plàstics) són també greus, i allò que es guanya en polítiques de prevenció es perd perquè el nombre d'humans d'aquest món augmenta, i amb ells l'ús de recursos i la producció de desferres. No és menor l'efecte de la destrucció d'hàbitats, en especial dels litorals, per la construcció, l'extracció de sorra, la pesca de ròssec, l'ús d'explosius... Cal esmentar també la invasió d'espècies exòtiques i afegir les amenaces

associades al canvi climàtic: des de l'escalfament fins a l'acidificació de l'aigua de mar, des de la pujada del nivell del mar fins al possible canvi en la trajectòria de corrents marins, etc.

Hi ha esperances de modificar aquestes tendències negatives amb la racionalització de la pesca, l'establiment d'àrees litorals protegides i la reducció de les entrades de contaminants de tota mena al mar. El mar és un tresor de biodiversitat, i el Mediterrani, en el qual coincideixen una història geològica convulsa i restes de l'oceà ancestral Tetis, entrades successives de faunes i flores procedents de l'oceà Atlàntic (i recentment del mar Roig) i un elevat nombre d'endemismes, és d'una riquesa biològica que cal preservar.

Els recursos són béns que ens ofereix la natura i que els humans sempre hem utilitzat per al nostre propi bé, tot i que massa vegades de manera unidireccional i egoista. Els humans som part integrant de la natura i com a tal hem de saber que tota actuació repercutirà, més tard o més d'hora, en la nostra espècie. Fins ara, en general, es pot considerar que l'explotació dels recursos és un cas paradigmàtic de fracàs en actuacions de gestió que volen controlar l'equilibri entre explotació i conservació, o dit altrament, entre l'economia i l'ecologia. Hi ha recursos energètics renovables (per exemple, solars, eòlics o hidràulics), en contraposició amb els no renovables (carbó, petroli gas, etc.). Actualment, els recursos no renovables són encara més utilitzats i més barats que els renovables, tot i que les projeccions indiquen un canvi de tendència. Si volem que els recursos perdurin, hem de controlar i educar el nostre comportament. Una sobreexplotació, una mala gestió d'extracció o un ús excessiu d'un recurs poden desencadenar el seu esgotament.

Els recursos i la diversitat van molt lligats: el malbaratament dels recursos es pot traduir en una clara amenaça de disminució de la

biodiversitat. En tenim exemples en el camp de l'agricultura, sobretot quan hi ha grans extensions de monocultius; també n'hi ha en el cas dels boscos amb una silvicultura que potencia en excés determinades plantacions. Un altre exemple de la relació directa entre biodiversitat i l'ús que l'home en fa és el cas de l'explotació pesquera, que aprofita la gran diversitat d'organismes marins.

Els éssers vius que habiten els mars s'han adaptat a les condicions fisicoquímiques i ambientals dels múltiples i diferents ecosistemes marins, i així han configurat un gran ventall de comunitats i hàbitats amb característiques ben diferenciades pel que fa a la diversitat, riquesa i abundància dels organismes i les espècies. Simplificant molt, es pot considerar que a l'ecosistema marí hi podem distingir dos grans comunitats: la pelàgica i la bentònica. La pelàgica la formen organismes que viuen suspesos en l'aigua, independents del fons, mentre que la bentònica, amb organismes tant sèssils com mòbils, depèn del fons marí. Tot i això, hi ha molts organismes que durant la seva vida poden pertànyer a l'una o a l'altra: les larves d'un llenguado són pelàgiques i els adults són bentònics.

Moltes de les espècies d'aquestes dues comunitats les explota l'home mitjançant la pesca, tant pel seu interès alimentari com per l'econòmic. Són el que es coneix com a *recurs pesquer*. Els pescadors diferencien *recurs pesquer pelàgic* i *recurs pesquer bentònic* segons si els arts emprats són de tipus pelàgic o bentònic. La majoria dels recursos bentònics explotats s'emmarquen en la denominació de *recursos demersals*, un terme purament pesquer d'origen francès que fa referència a les espècies que viuen a prop i en estreta relació amb el fons, i que alhora poden fer certs desplaçaments diaris o estacionals, tant horitzontals com verticals.

No es pot pescar qualsevol espècie a qualsevol lloc. Cada art està dissenyat pensant en l'espècie que es vol extreure del mar, és a dir, la configuració i el funcionament dels arts tenen en compte característiques molt específiques de cada recurs, principalment el comportament de l'espècie, l'època de reproducció, de què i on s'alimenta, per on es distribueix, quina mida té, etc. Els factors condicionants d'aquesta explotació són distribució (*on*), estacionalitat (*quan*) i amb quin art de pesca (*com*) hem d'aconseguir el recurs (*què*). Hi ha pesqueres que van dirigides a explotar bàsicament un o dos recursos perquè són poques les espècies que tenen interès pesquer. Són les pesqueres monoespecífiques. Exemples clars en tenim en l'explotació del bacallà de les zones de l'Atlàntic nord d'Islàndia i Noruega, el lluç o la rosada de les zones de l'Atlàntic sud com Namíbia o Sud-Àfrica, o les pesqueres dels calamars per les zones de les illes Malvines. En altres indrets, com és el cas de la Mediterrània, moltes espècies s'exploten i s'aprofiten perquè totes tenen interès pesquer, és a dir, es mengen. Aquest és el cas de les pesqueres multiespecífiques, on tot i que

sempre hi ha una espècie objectiu –lluç, moll o roger, escamarlà, llagosta, sípia, gamba, sardina, seitó, bonítol, tonyina, emperador, cargol de punxes, tellerines, etc.–, també es capturen altres espècies anomenades *acompanyants*, o *by-catch* segons el terme anglès –congre, sorell, verat, bròtola, maire, galera, gat, escórpora, garneu, etc.–, que també tenen el seu mercat. L'activitat extractiva de la Mediterrània és escassa i variada, comparada amb d'altres ecosistemes explotats, però alhora és molt apreciada i té un alt valor econòmic.

Dintre dels dos grans grups d'arts de pesca, pelàgics i demersals-bentònics, es pot fer una diferenciació que també té molt a veure amb l'explotació de la biodiversitat. Hi ha arts molt selectius dissenyats per capturar unes poques espècies comercials, de talles concretes i legals. D'altres no són gens selectius perquè ho capturen tot, comercial, no comercial i de totes les talles. Entre els primers tenim el palangre, el tresmall, el cadup, tots ells arts emmarcats en la categoria d'arts menors o artesanals. En el segon grup hi trobem l'arrossegament o bou, que explota espècies demersals i bentòniques; també hi ha la teranyina o encerclament, que captura espècies pelàgiques. De tota manera, les característiques pròpies de les pesqueres, els costums humans, els mercats i les modes dirigeixen les pesques cap a determinades espècies, de manera que provoquen sobre aquests recursos uns nivells d'explotació massa sovint preocupants, que arriben la majoria de vegades a nivells de sobreexplotació: l'extracció és superior a la reposició i comporta l'esgotament i el col·lapse de les seves poblacions. Exemples de sobrepesca n'hi ha molts per tots els mars i oceans: el bacallà de Terranova, l'anxoveta del Perú, la sardina del Cantàbric, el

lluç i el seitó de les nostres costes. Aquests fets són un clar exemple que una espècie, tot i que no s'arribi a extingir per culpa de la seva explotació, sí que desapareix com a recurs pesquer. A més, les abundàncies de les poblacions queden tan reduïdes que és fàcil desequilibrar la biodiversitat dels ecosistemes per causes externes, com l'entrada d'espècies exòtiques o l'augment d'espècies oportunistes o fenòmens de canvis ambientals com la temperatura.

Una consideració molt important que cal tenir en compte en totes les explotacions pesqueres és la quantitat d'organismes, majoritàriament invertebrats, que, tot i que no es consideren recursos, també s'extreuen del mar, però com que no tenen cap tipus de valor comercial se'ls retorna al mar, generalment morts. Aquesta fracció d'individus és el que es coneix com a *rebuig de la pesca*. L'extracció d'aquests individus, juntament amb la destrucció d'hàbitats i la desestructuració de comunitats bentòniques, determina que l'explotació pesquera també contribueixi, encara que indirectament, a posar en perill i, fins i tot, provocar la desaparició d'espècies que no són pròpiament un recurs pesquer. La funcionalitat d'un ecosistema es pot anar mantenint mitjançant la substitució o l'intercanvi entre espècies que tenen els mateixos trets biològics i funcionals. No obstant això, davant d'una dinàmica de sobreexplotació, l'ecosistema s'anirà afeblint perquè l'estructura de les poblacions i comunitats no es podrà mantenir. Aniran disminuint la biodiversitat i el seu nivell de maduresa, es tornarà més vulnerable a possibles fluctuacions externes i arribarà a sofrir canvis irreversibles. L'home ha de recordar que és part de la natura i que hem de conviure amb ella. Si la cuidem ens recompensarà.

Les invasions biològiques han rebut una atenció, tant per les seves particularitats biològiques i ecològiques com pel fet que sovint comporten impactes importants sobre les espècies i els ecosistemes nadius o sobre la pròpia societat humana (Vilà et al., 2019). Es tracta, en tot cas, d'un fenomen fonamentalment antròpic i incrementat en temps recents per la intensificació del comerç global, el turisme i les migracions, fins arribar a ser considerat un dels principals components del canvi global (Simberloff et al., 2013). Cal tenir present que sota el concepte d'*invasions biològiques* s'aplega un conjunt heterogeni d'organismes introduïts, que es troben en moments diferents d'un procés d'invasió sovint llarg i atzarós. Només una petita part d'aquests organismes aconseguen establir poblacions reproductores als nous territoris, i una proporció encara menor aconseguen expandir-s'hi i esdevenir invasors pròpiament dits. I no totes aquestes espècies invasores causaran impactes sobre els ecosistemes o la societat.

L'èxit d'aquest procés depèn en primer lloc de la capacitat invasora (*invasiveness*) de les espècies i de la vulnerabilitat a les invasions (*invasibility*) dels hàbitats i les regi-

ons de recepció, però també –i molt– de la pròpia activitat humana, que en determina la quantitat i intensitat dels esdeveniments d'introducció. És especialment rellevant l'anomenat temps de residència de les espècies, és a dir, el temps que fa que han estat introduïdes (Gassó et al., 2009; Giraldo-Beltrán et al., 2015), però també els cops que s'han introduït, el mode d'introducció i la quantitat d'exemplars que s'alliberen (Sol 2016). La selecció de les espècies introduïdes és, sovint, fortament discrecional i dependent de raons (utilitàries, ornamentals, lúdiques, etc.) molt diverses (Garcia-Berthou 2007) força diferents d'aspectes com els atributs biològics i ecològics de les espècies.

La situació a Catalunya

Catalunya és un territori especialment vulnerable a les invasions biològiques a causa de la seva climatologia relativament benigna i la seva llarga història de transformació humana del paisatge. L'estudi de les invasions biològiques ha comptat amb una certa tradició, especialment per a les plantes vasculares (ex. Casasayas 1989; Pino et al., 2005; Giraldo-Beltrán et al., 2015) i els peixos (Garcia-Berthou et al., 2009), per bé que en

altres grups aquest coneixement és molt més precari. Des de fa 10 anys, el CREAM i el Servei de Flora i Fauna de la Generalitat de Catalunya estan desenvolupant EXOCAT (exocat.creaf.cat), un sistema d'informació que recull la distribució geogràfica de les espècies exòtiques de Catalunya i proporciona dades rellevants de l'estat d'invasió i les iniciatives de gestió de cadascuna d'elles. EXOCAT recull citacions de més de 1250 espècies exòtiques a Catalunya, de les quals aproximadament un 14% són invasores, un 28% són només establertes i un 31% no s'han arribat ni a establir. En qualsevol cas, l'estat de coneixement de les invasions biològiques a Catalunya és encara millorable, ja que d'una quarta part de les espècies (23%) no en sabem res sobre el seu estat d'invasió.

Per grups, les plantes vasculares són les més nombroses (58.8% del total), seguides dels ocells (13.2%) i els invertebrats terrestres i aquàtics (11.8% i 6.1% respectivament). La resta de vertebrats representen un 7.3% del total d'espècies. El percentatge d'invasores varia molt entre grups, i és particularment elevat als peixos continentals (44.2%), mamífers (18.7%) i invertebrats terrestres i aquàtics (22 i 23% respectivament). En canvi, és notablement més baix entre els ocells (2.4%), els rèptils (6.5%) o els amfibis (0%). Les plantes, que constitueixen el grup majoritari d'exòtiques (prop de 730), compten amb un percentatge d'invasores proper a la mitjana (12.7%).

La distribució del conjunt d'exòtiques és força desigual al territori (Fig. 7), amb una concentració a les àrees més poblades i transformades des de temps històrics (àrea metropolitana de Barcelona, resta del litoral i prelitoral nord). Aquesta distribució és, a més, consistent entre grups (Andreu & Pino 2013). D'altra banda, s'observa un increment

de les espècies exòtiques al llarg dels anys (Fig. 8). Bona part d'aquest increment és, segurament, degut a una millora del coneixement, especialment en grups poc coneguts com els invertebrats (amb increments respectius del 138% i el 73% per als terrestres i els aquàtics). No obstant això, en altres grups més ben coneguts com les plantes o els ocells s'ha constatat que aquest increment també continua (Giraldo-Beltrán et al., 2015).

Què fem davant aquesta situació?

Necessitem un pla

Així doncs, les dades disponibles suggereixen que les invasions biològiques continuen tant a Catalunya com arreu. La Unió Europea considera que la situació és especialment preocupant i per això ha inclòs l'objectiu (*Target 5*) de combatre les espècies exòtiques invasores a la seva Estratègia per a la Biodiversitat per al 2020. Més recentment, el Parlament i Europeu i el Consell de la Unió Europea han publicat una regulació (EU1143/2014) que desgrana els mecanismes bàsics per a una estratègia de lluita efectiva contra les invasions biològiques: la prevenció, la detecció i eliminació ràpida de les invasions incipients, i la gestió de les consolidades. En tot cas, cal una estratègia que tingui en compte en compte la diversitat de situacions existents. En molts casos ens haurem d'accontentar amb una estratègia de contenció, però, en tot cas, caldrà prioritzar la prevenció, la detecció primerenca i l'actuació ràpida (Genovesi et al., 2010 ; Roy et al., 2018). Però per a això calen dades i eines específiques, com ara la identificació dels principals punts i dels modes d'entrada de noves espècies, i *llistes negres* de les principals espècies candidates a convertir-se en invasores, ja presents al territori o encara

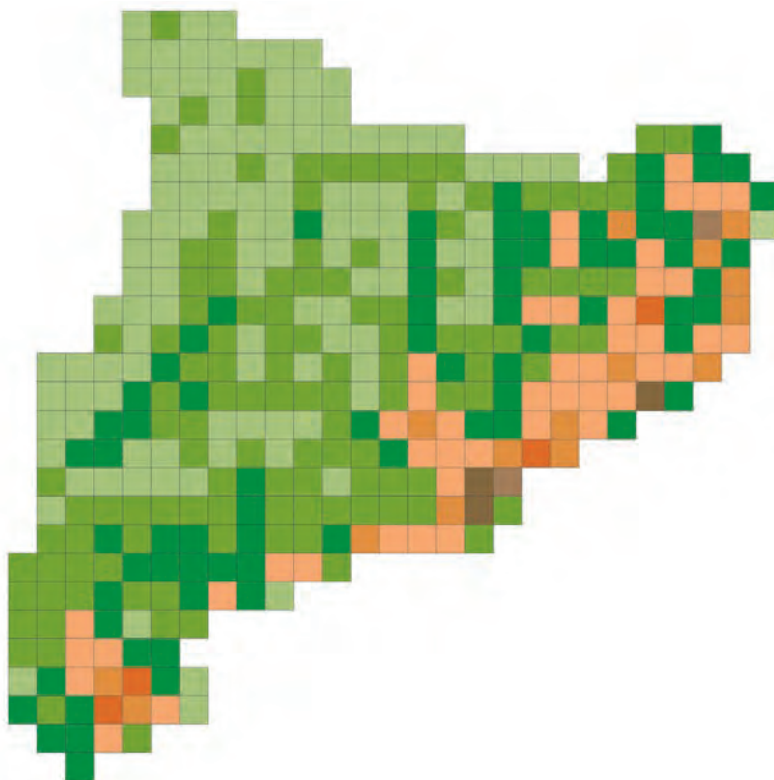


Figura 7

Riquesa d'espècies exòtiques totals a Catalunya per quadrícules UTM de 10x10 km.
Font: EXOCAT (<http://exocat.creaf.cat/>)

Nombre d'espècies

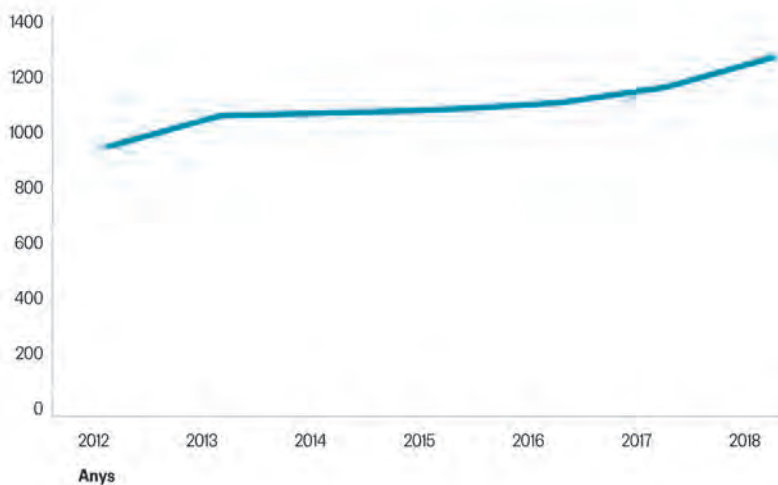


Figura 8

Nombre total d'espècies exòtiques a Catalunya recollides al llarg dels darrers anys.
Font: EXOCAT (<http://exocat.creaf.cat/>)

per arribar. I sobretot ens calen protocols que identifiquin les tasques a fer i els actors implicats en cadascuna d'elles. Els científics, els gestors però també la societat en general –per exemple a través de projectes de ciència ciutadana com els que han proliferat recentment- han de tenir un paper actiu i definit en aquesta estratègia conjunta.

En tot cas, les invasions biològiques són quelcom inherent al nostre mode de vida actual, que comporta una transformació intensa i continuada del territori i un intercanvi de viatgers i mercaderies amb tot el món. Cal una profunda reflexió al voltant de les nostres responsabilitats en tot plegat, i de les possibilitats reals de revertir la situació mentre siguem seguits actuant com actuem. Probablement, caldrà que ens acostumem a que els ecosistemes més humanitzats tinguin una barreja de nadiues antropòfiles i d'exòtiques, probablement força homogènia al llarg del planeta. El paper d'aquesta biodiversitat antropòfila en la provisió de funcions i serveis ecosistèmics en territoris humanitzats pot ser, tanmateix, molt rellevant, per bé que encara sigui molt desconegut i fins i tot menystingut.

Referències

- ANDREU, J., PINO J. 2013. *El projecte EXOCAT, informe 2013*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. <http://exocat.creaf.cat/wp-content/uploads/2015/06/Informe-EXOCAT-2013.pdf>
- CASASAYAS, T. 1989. La flora al·lòctona de Catalunya. Catàleg raonat de les plantes vasculares exòtiques que creixen sense cultiu del NE de la Península Ibèrica. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- GASSÓ, N. et al. 2009. Exploring species attributes and site characteristics to assess plant invasions in Spain. *Diversity & Distributions* 15:50–58.
- GARCÍA-BERTHOU, E., 2007. The characteristics of invasive fishes: What has been learned so far?. *Journal of Fish Biology* 71, p. 33-55.
- GARCÍA-BERTHOU, E. et al. 2009. L'impacte ecològic dels peixos introduïts a Catalunya. *L'Atzavara* 18, p. 25-28.
- GENOVESI, P. et al. 2010. *Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe*. European Environment Agency (EEA) Technical report 5.
- GIRALDO-BELTRÁN, P., ANDREU, J., PINO, J., 2015. Exploring changes in the invasion pattern of alien flora in Catalonia (NE of Spain) from large datasets. *Biological Invasions* 17, p. 3015-3028.
- PINO, J. et al. 2005. Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biological Conservation*, 122, p. 339-350.
- ROY, H. E. et al. 2018. Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species. *Journal of Applied Ecology*, 55, p. 526-538.
- SIMBERLOFF, D. et al. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, p. 58-66.
- SOL, D. 2016. Progresses and controversies in invasion biology. A: *Current Trends in Wildlife Research*, R. Mateo et al. (ed.), Springer, p. 177-200.
- VILÀ, M. et al. 2009. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, p. 135-144.

Al món hi ha més de 1.500 museus que conserven uns 2.000 milions de mostres d'història natural. Les col·leccions de ciències naturals tenen un paper fonamental en la comprensió de la diversitat natural passada i present de la Terra, dels canvis que ha sofert com a resultat de molt diversos processos i, en general, de l'evolució de la Terra i la vida. Les col·leccions d'història natural (originades sobretot a partir del segle XVI) i el seu creixement sostingut ens permeten disposar en l'actualitat de col·leccions històriques, amb llargues sèries temporals de dades que són una finestra al passat. I, el que encara és més rellevant, ens poden servir de base per a comparacions entre períodes i per a la generació de models predictius. Les col·leccions públiques representen una infraestructura científica de primer ordre. En aquest sentit, l'estudi directe dels espècimens i/o de la seva informació associada aporta informació rellevant en projectes de recerca sobre biodiversitat, geodiversitat, evolució, comportament, bioquímica, genètica, clima, biostratigrafia, mineralogia, arqueologia i etnologia, entre d'altres disciplines. I no només això, sinó que faciliten informació rellevant en la presa de decisions sobre polítiques

ambientals que abracen des de l'establiment d'àrees i espècies protegides fins a la seva gestió i restauració o reintroducció. A tall d'exemple, els museus són uns dels principals contribuïdors de les avaluacions de la Llista Vermella de la UICN, així com una eina essencial per desenvolupar les directrius del Conveni sobre la diversitat biològica.

Els espècimens i la informació associada proporcionen una instantània física d'una espècie o comunitat en un moment determinat del temps i de l'espai. En aquest registre físic i únic rau el valor de les col·leccions dels museus. La capacitat d'entendre el món natural depèn de la recollida, la conservació i l'estudi continuat dels espècimens d'aquestes col·leccions. Aquesta és una matèria en permanent estudi i de revisió, condicions que són a la base del mètode científic i de la transparència en l'obtenció de resultats.

Dels espècimens d'història natural es conserva tot o alguna part, com esquelets, pells, preparacions anatòmiques, làmines primes, material genètic, etc. Es conserven en sec, en líquid o en fred. L'avenç tecnològic comportarà noves formes de preparar, preservar i estudiar els espècimens. Les noves tècniques d'estudi permetran als investigadors utilitzar

els mateixos exemplars per mirar de respondre a les noves preguntes que puguin sorgir.

Les col·leccions i el seu estudi documenten la condició del sòl, l'aire i l'aigua, i ajuden a fer un seguiment de la contaminació que és útil per a la millora de la gestió ambiental. En l'alimentació i l'agricultura ho és pel que fa a la identificació, el seguiment i el control de plagues agrícoles. En àmbits de salut, les col·leccions són recursos fonamentals en la lluita per salvar vides i millorar la salut i la seguretat de les persones a tot el món. En l'economia i el comerç, per a regular el moviment d'espècies invasores perjudicials, l'ús de matèries primeres que s'exhaureixen, etc. Recentment s'ha reconegut que els museus, conservant col·leccions que connecten el passat, el present i el futur, i treballant juntament amb els centres de recerca i les universitats, tenen un gran potencial per aportar bases científiques per a les mesures contra el canvi climàtic. Alhora, disposen d'una gran llibertat per dissenyar accions i activitats, crear aliances i convocar les diferents parts interessades, inclosos aquells que dirigeixen i generen polítiques, els investigadors i un ampli ventall de públic.

Conservar i estudiar les col·leccions d'història natural genera un coneixement bàsic i primordial per a la vida al planeta.

El coneixement, gestionat adequadament

per polítics i governants, ha de garantir una societat plena, sana i responsable amb l'entorn natural.

Les col·leccions de ciències naturals a Catalunya

A Catalunya, uns seixanta museus, centres de recerca i universitats conserven col·leccions de ciències naturals tant d'àmbit català com internacional. Aquestes institucions guarden aproximadament 4.400.000 objectes, la gran majoria dels quals (un 95%) està concentrada en sis centres (Fig. 9). Les 54 institucions restants custodien el 4,9% del patrimoni català, i cap arriba a tenir-ne l'1%.

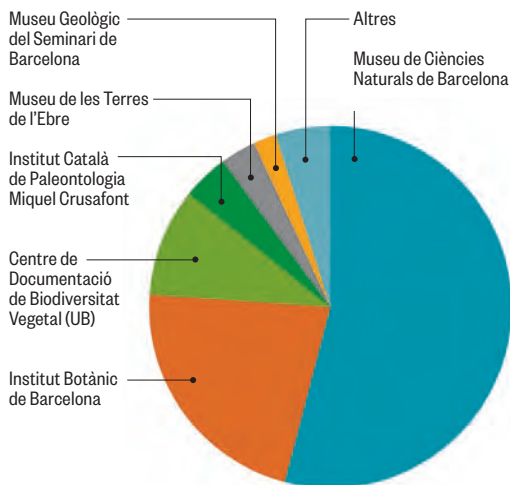


Figura 9
Institucions que custodien el 95% del patrimoni català.

Institucions	Total	%
Museu de Ciències Naturals de Barcelona	2.230.039	54,1
Institut Botànic de Barcelona	908.771	22,0
Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal (UB)	400.000	9,7
Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont	170.000	3,9
Museu de les Terres de l'Ebre	130.000	3,2
Museu Geològic del Seminari de Barcelona	85.000	2,1
Altres	201.573	4,9

Onze institucions custodien només col·leccions de ciències naturals, o gairebé. A més de les sis esmentades: el Museu Darder. Espai d'Interpretació de l'Estany; el Museu de Granollers-Ciències Naturals; el Museu de Geologia Valentí Masachs (UPC); el Museu d'Arenys de Mar-Museu Mollfuleda de Mineralogia; l'Institut de Ciències del Mar (CSIC); i el Museu de les Papallones de Catalunya. Així mateix, el Museu de la Garrotxa-Museu dels Volcans i el CosmoCaixa dediquen a la història natural més del 50% de les seves col·leccions (Fig. 10).

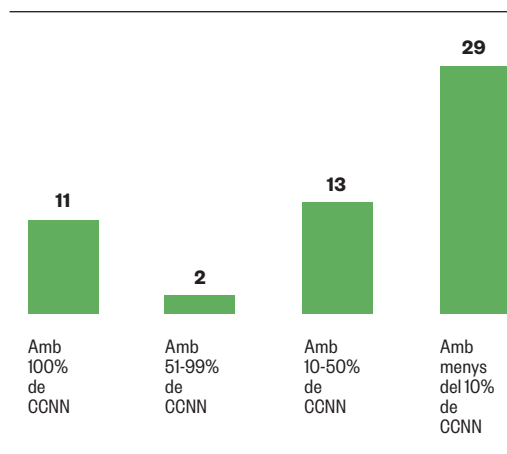


Figura 10
Percentatge de col·leccions de ciències naturals a les institucions de Catalunya.

La resta d'institucions tenen percentatges variables de peces lligades a la natura, segons la seva temàtica, història o relació amb l'entorn.

La distribució de peces dipositades en institucions catalanes, segons si són de zoologia, botànica, paleontologia o geologia, és molt desigual (Fig. 11). Més de la meitat són mostres zoològiques, i només un 2% geològiques.

Disciplines col·leccions a Catalunya	%
Botànica	35
Geologia	2
Paleontologia	10
Zoologia	53

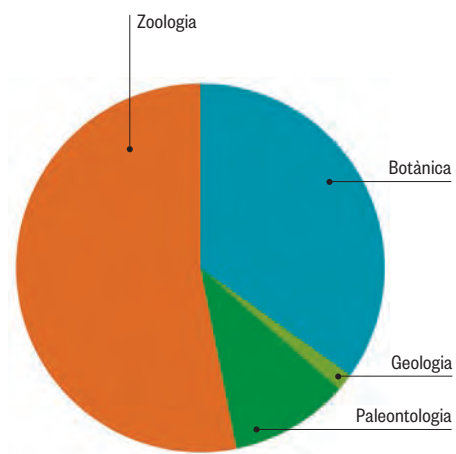
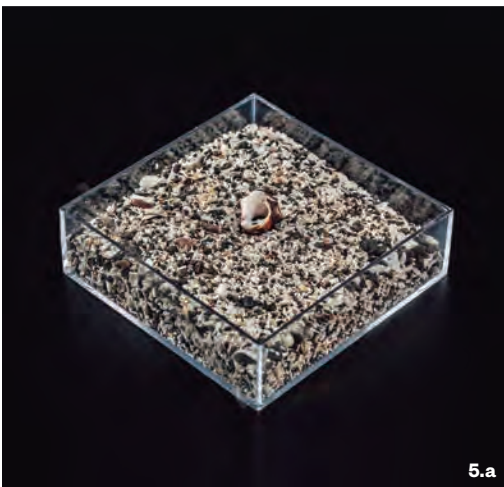
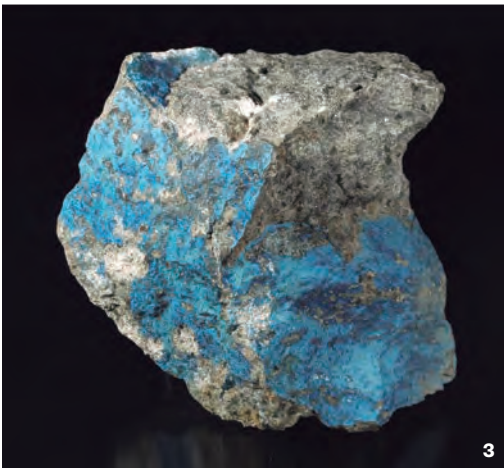
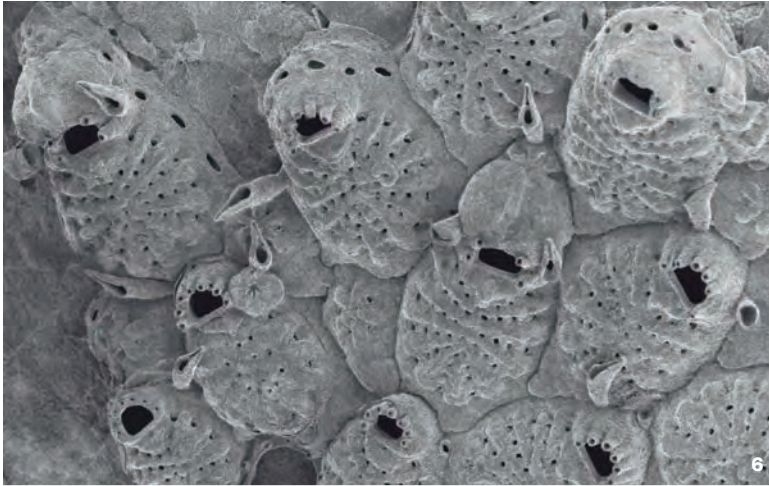


Figura 11
Disciplines de les col·leccions de les ciències naturals a Catalunya.





Mostra de la col·lecció custodiada pel Museu de Ciències Naturals de Barcelona.

1. *Carabus rutilans jeannei* (Lassalle & Pham, 1981). Subespècie endèmica de Tarragona, molt vistosa; antigament els èlitsres s'utilitzaven en joieria. © MCNB. Oriol Granados

2. *Angiosperma Montsechiavidalii* (Zeiller, 1902; Texeira, 1954). Pedrera de Meià, Camarasa (La Noguera, Lleida). Barremià. L'angiosperma més antiga coneguda a Europa. Sintipus figurat. © MCNB. Jordi Vidal

3. Aerinita. Pantà de Canelles (La Noguera, Lleida). Utilitzat com a pigment durant l'època medieval (blau del romànic). © MCNB. Joan Rosell Riba

4. Llavor de Julivert d'isard. *Xatardia scabra*. Serra del Cadí, 2012. Umbel·lífera endèmica dels Pirineus; viu en tarteres mòbils. © MCNB

5a/5b. Sorra. Illes Galàpagos (Col. Lynn Margulis). Formada per fragments bioclàstics i de roca volcànica. Foto capsa: © MCNB. Ismael Tato Bernárdez

6. Colònia de briozous: *Glabrlaria orientalis lusitanica*, canal de Menorca, illes Balears, formen part d'un projecte d'estudi a la mar Mediterrània. © MCNB. Mikel Zabala, Teresa Madurell, Servei de Microscopia Electrònica (CCiT UB).

7. Esturió comú, *Acipenser sturio*, Delta de l'Ebre 1915. Extingit a tota Europa, excepte al riu Garona. © MCNB. Jordi Vidal

8. *Terra sigillata*. Calaix conservat al Gabinet Salvador amb terres segellades (pastilles que s'utilitzaven per a la preparació de medicaments). © MCNB. Jordi Vidal





Els límits d'un planeta únic

La demografia

Ens hem referit, en un capítol anterior, als límits o llindars que no hauríem d'ultrapassar si volem evitar que es disparin mecanismes autoacceleradors que facin la crisi ambiental (i els seus efectes nocius per a nosaltres en els plans biològic i social) molt difícil de controlar. Al llarg d'aquest llibre s'exposen molts aspectes de la problemàtica ambiental i de com podem actuar per superar-la, però potser convé donar una visió de quins són els aspectes més notoris del canvi global que els humans estem provocant i que generen la crisi.

En primer lloc, l'impacte de l'activitat humana depèn de dos factors essencials: el nombre d'humans i el consum de recursos per capita. Comencem per la demografia. La població humana era petita mentre vivia dividida en petits grups de caçadors-recol·lectors. El creixement s'ha produït arran de diversos períodes de canvis culturals-tecnològics que han engrandit el nínxol ecològic de l'espècie, és a dir, han permès als humans obtenir nous recursos i més abundants del medi; en primer lloc, més recursos alimentaris, però això va lligat a millors eines, mitjans de transport i energies externes. La primera

gran revolució es produí fa uns 10.000 anys: apareixen l'agricultura, la ramaderia i les ciutats, i l'augment de la producció d'aliments permet el creixement de les poblacions i que una part d'elles ja no hagi d'estar dedicada a l'obtenció d'aliments i es pugui dedicar a altres feines. Una d'aquestes feines és la militar. Augment de recursos i creixement demogràfic van lligats, però no sempre estan en equilibri: hi ha anys de males collites o plagues i llavors hi ha fam. Cal acaparar reserves per als anys dolents, i una manera de fer-ho és dominar territoris més extensos i, de pas, apropiar-se de mà d'obra barata, o sigui, esclaus. Al llarg de la història, les petites comunitats es van convertir en regnes i imperis. Es van millorar les armes amb metalls més forts i la pólvora, i es van perfeccionar els sistemes de transmissió del coneixement amb l'escriptura i, després, l'impremta. Però fins a mitjan segle XIX la població total d'humans no havia assolit els 1,5 M, i els episodis de guerres, d'epidèmies i de fam delmaven sovint aquesta població. Ja s'havien iniciat, en tot cas, la segona revolució agrícola i la revolució industrial. A les darreries del segle XIX arrenca una enorme acceleració en la cultura tecnològica que es

segueix desplegant avui amb infinitat d'innovacions. Però hi ha una dada que cal retenir. En poc més d'un segle, la població humana ha passat de 1,5 M a 7,5 M. De fet, a mitjan segle xx érem 2,5 M, i en només encara no 70 anys ens hem triplicat, tot i les guerres, més devastadores que mai per l'avenç tecnològic dels armaments i l'abast dels països implicats! És probable que el 2030 ja hi hagi 9 M d'humans que necessitaran aigua potable, aliments, condicions sanitàries decents, feina, habitatge, energia. Fam i epidèmies i guerres no han desaparegut, per desgràcia, però la reducció de la mortalitat infantil i una relativa millora de condicions de vida (deixant de banda els països en conflicte) manté la tendència al creixement demogràfic.

El consum i els recursos

Ara anem als recursos per capita. No tothom al món consumeix la mateixa quantitat de recursos. Des de 1970 fins a 2015, el consum mitjà de les llars al món s'ha duplicat. Però mentre una llar noruega consumia quasi 40.425 \$ (a preus constants de 2010), una de Bangla Desh es limitava a uns 736,5 \$, encara no un 2% de la noruega (<https://datos.bancomundial.org/indicador/ne.con.prvt.pc.kd>). Aquestes desigualtats més aviat augmenten, i força de pressa. El desig dels habitants dels països subdesenvolupats és disposar de les mateixes coses que tenen els més rics, i això esdevé un argument contrari a les mesures de fre en les emissions; per exemple: els més pobres no han estat culpables de les emissions i tenen dret a créixer, són els rics els que han de resoldre el problema, diuen. Tenen raó, però en tot cas no és possible que 9 M d'humans visquin amb el nivell de consum de les llars noruegues. Saltaríem tots els llindars.

La qüestió del consum a les llars es complica per la transformació de la pobla-

ció rural en urbana. Si la demografia s'ha multiplicat per tres des de 1950, també la població s'ha mogut: llavors, menys del 30% vivia en ciutats; avui, més del 50%, i molt aviat ho farà el 80%. La vida a la ciutat té un consum més alt que al camp, perquè les ciutats han d'importar molts més recursos. Pràcticament tot, i ho fan dins d'una economia globalitzada, així que la seva petjada és enorme. El creixement urbà és, de fet, encara més ràpid que el rapidíssim de la demografia. Les ciutats ofereixen l'esperança d'una vida millor. En això hi ha un cert enlluernament, propiciat per les imatges del cinema i la televisió. Les poblacions pobres rurals van a les ciutats a viure en barraques, en situacions extremadament vulnerables, però els hi duu el miratge d'una millora i la desesperació, real, perquè al camp dels països pobres no hi ha possibilitats d'"ascensió social" (tot i que, en general, la supervivència sembla més garantida, si no hi ha situacions de violència). Això, que ho hem viscut en el fenomen del barraquisme a Barcelona (a França es parla de *bidonvilles*, perquè els bidons buits de benzina són un dels materials de construcció més habituals), mal resolt a casa nostra amb el barraquisme vertical, i que encara reapareix puntualment en la forma més crua, té una enorme extensió arreu del món; adquireix proporcions gegants en alguns llocs, com les faveles de Sao Paulo (algunes tenen entorn d'un milió d'habitants) o Rio, i de moltes altres ciutats de creixement vertiginós. Un fenomen similar, però a una altra escala, promou, els darrers anys, el desplaçament a escala global, des dels països pobres cap als rics, i està condicionant situacions polítiques perilloses per a l'estabilitat de les democràcies (com Trump i el seu absurd mur amb Mèxic, o el creixement de la ultradreta europea). Les causes d'aquestes

marees humanes són prou clares, però no hi ha respostes a les causes i posar-hi dics és abocar-nos als conflictes i no resoldre els problemes.

El desenvolupament dels països pobres, el creixement de nous teixits urbans i les migracions cap als països rics constitueixen factors que cal considerar des del punt de vista no sols social sinó també ambiental. Si hi ha un increment del consum mitjà per capita com a resultat d'aquests processos, i això es fa seguint el model econòmic i energètic que ha estat vigent les darreres dècades, ens enfrontarem a una crisi potser insoluble. Alguns experts economistes proposen el decreixement dels països rics, per una raó de justícia social i també per frenar la degradació de l'entorn. Una solució sembla que seria que els països rics ajudessin a créixer els pobres, i això desmotivaria les migracions, però he de insistir que aquest creixement, i les economies dels països rics, han d'emprendre nous camins o depassarem els límits de la sostenibilitat de la vida humana al planeta.

El gran físic anglès Stephen Hawkins donava per perduda la batalla, és a dir, el planeta Terra com a hàbitat per als humans, i proposava la cerca d'altres planetes habitables i el desplaçament amb naus espacials. No és possible saber si algun dia serà possible viatjar a altres planetes habitables –de fet, encara no en coneixem cap–, però el que és impensable és que ho facin uns 9.000 M de persones. La proposta de Hawkins, en el millor dels casos, serviria per salvar una petita mostra de la humanitat i de la seva cultura, i, d'altra banda, la situació encara no és tan irreversible. En aquest llibre mirarem de donar vies d'esperança. Però en aquesta part ens ocuparem de mostrar, almenys, alguns aspectes dels problemes que hem d'afrontar. I

aquests no s'acaben amb el pes creixent de la nostra demografia ni la demanda també creixent dels recursos.

La transformació de l'entorn

Un altre tema de la major importància, lligat als dos esmentats, és l'alteració de les condicions de l'entorn. Això té múltiples aspectes, des de l'alteració de la composició de l'atmosfera i les seves conseqüències climàtiques i sobre el medi marí, fins a la pèrdua de biodiversitat genètica, d'espècies i d'ecosistemes. És en la degradació de l'entorn en el que segurament pensava Hawkins, i és aquesta degradació el que apareix en molta literatura i molt cinema de ciència-ficció que presenten societats futures distòpiques. L'aspecte que més s'ha tractat i estudiat és, sens dubte, l'escalfament climàtic degut a les emissions de gasos d'efecte hivernacle. La majoria de treballs i discussions sobre mesures per prendre s'han referit a les emissions de CO₂, però els canvis d'usos del sòl i el mateix escalfament climàtic generen emissions d'altres gasos, com el metà, també d'efecte hivernacle. Hi ha enormes quantitats d'hidrats de metà en els talussos continentals, en el permagel i sota els gels de les glaceres de Groenlàndia, l'Antàrtida, etc., que poden alliberar metà en desglaçar-se. D'altra banda, la fusió del glaç a les regions polars fa que una proporció major de la radiació solar incident sigui absorbida per l'aigua, que s'escalfa més, fet que pot alterar la circulació general oceànica i, per aquesta via, també el clima. I l'augment de CO₂ a l'atmosfera fa que augmenti la dissolució d'aquest gas a l'aigua del mar i, en conseqüència, es formi àcid carbònic i baixi el pH dels oceans. Això ja està afectant la formació de closques calcàries per part dels organismes marins. Tots aquests són processos globals importants.

N'hi ha més. Deixant de banda els temes lligats als gasos, que tenen, és clar, moltes més connotacions com l'augment d'episodis de clima violent, de sequeres prolongades, etc., un altre conjunt d'aspectes es relaciona amb els usos del sòl. La transformació de l'agricultura i la ramaderia tradicionals en pràctiques agroindustrials comporta la difusió en el medi de plaguicides, herbicides i antibiòtics que posen en perill part de la biodiversitat i, de manera preocupant, els insectes pol·linitzadors. La intensificació també afecta les aigües superficials, per l'augment del consum i per la concentració de contaminants, quan l'aigua dolça de baixa qualitat, afectada també per abocaments urbans i industrials, és reconeguda com el primer problema de salut humana a escala mundial. Els cicles del fòsfor i nitrogen estan seriosament afectats pels processos de producció agroindustrial. El fòsfor, un element indispensable i sovint limitat per a la producció de matèria orgànica viva, es perd en quantitats creixents als fons de l'oceà. Ramon Margalef advertia ja fa molts anys que el cicle del fòsfor era altament vulnerable i que una gestió assenyada ho hauria de tenir molt present. Estudis recents ho confirmen.

Aquest llibre tracta sobretot de la nostra relació amb la natura, i per això no explora molts aspectes significatius del canvi global i fa més èmfasi en els temes de biodiversitat. Naturalment, la biodiversitat es veu afectada per tots els processos globals abans esmentats, però també ho és de manera més directa. En part perquè és tractada com un recurs, i aquí es donen exemples relatius a la sobrepesca, un cas paradigmàtic, però n'hi podríem afegir d'altres sobre la cacera d'aus, la de tota mena d'animals que tenen ullals i banyes grans, l'ús de greix de balenes o

foques, etc. La biodiversitat decreix també, en part, perquè és manipulada sense cura, quan els assentaments urbans, la mineria o la creació d'embassaments destrueixen ambients rics en biodiversitat, quan les vies de transport i comunicació fragmenten el territori i redueixen l'àrea d'alguns ecosistemes a nivells en què ja no es poden mantenir les poblacions de certes espècies, quan s'afavoreix intencionadament o per atzar la dispersió d'espècies invasores, quan s'expandeix l'agroindústria amb plantacions sobre zones de selva tropical plujosa o altres ecosistemes especialment rics...

Veiem clarament, del que anem comentant, que els problemes ambientals són causats socialment, i només socialment es resoldran, mitjançant canvis tecnològics i amb reformes institucionals i culturals que suposin canvis en la percepció i els sentiments a més del coneixement.

El cavall desbocat de la cultura

I aquí arribem a un quart tema que és decisiu: tot el que hem dit fins ara sobre la demografia, el consum i els canvis en la manera com usem el territori, els rius, els llacs i els mars es relaciona amb la nostra evolució cultural. El primer problema planetari és que la rapidíssima evolució cultural-tecnològica que s'està produint i que, amb la globalització de l'economia, es projecta sobre tot el planeta, no està tenint en compte els mecanismes bàsics de funcionament de la nostra única biosfera. S'ha dit, amb prou raó, que cavalquem el cavall desbocat de la cultura, ja que, fe fet, no podem preveure les conseqüències de cadascuna de les in comptables innovacions que apareixen sobre un sistema enormement complicat. Un invent, fins i tot molt ben intencionat, pot tenir efectes nocius molt difícils, si no impossibles, de pre-

veure, de vegades a llocs remots. Internet ha ajudat a passar del predomini de l'economia productiva al de l'especulació, que, en segons, provoca efectes econòmics i socials a milers de kilòmetres i fora de la vista de qui ha donat una ordre de compra o venda d'accions. No és més que un exemple. L'acceleració de les innovacions no afecta només els teixits de la xarxa ecològica, sinó també l'estructura de les xarxes que conformen les societats humanes i la capacitat d'adaptació dels mateixos individus, als qui s'exigeix un esforç d'aprenentatge permanent alhora que moltes de les seves habilitats esdevenen innecessàries perquè les màquines les tenen millors i amb menys cost.

És aquesta societat estressada, constantment depassada pels canvis culturals, cosa que la deixa sense referents sòlids, i a la qual el creixement extrem de la desigualtat li resta capacitat de decisió i informació fiable sobre l'adopció d'opcions col·lectives, la que s'ha d'enfrontar amb les urgències d'edificar uns nous models socioeconòmics més sostenibles. Avui, sota el poder de grans companyies que imposen la seva voluntat als estats i manipulen la política i els mitjans perseguint els seus interessos, les dificultats per canviar l'actitud envers la resta de la biosfera són molt grans. Les possibilitats de fer-ho sens dubte creixeran com més evidents siguin les repercussions del canvi ambiental en la nostra vida, però esperar que això passi tindrà un cost terrible. L'argumentació purament racional no basta: els humans estem fets, com els altres animals, per reaccionar més de pressa a estímuls sensitius i emocionals. Les racionalitzacions, el més sovint es fan a posteriori, per explicar-nos les nostres reaccions. Això té, és clar, els seus perills, i se'n podria parlar molt, però per resoldre els problemes que

la nostra activitat genera en la biosfera hem d'anar a les arrels d'això, arrels que són socioculturals. Ens cal completar, al nivell de les nostres consciències i les nostres organitzacions socials, el gir copernicà que inicià Darwin: entendre que som natura i el nostre destí està lligat irrevocablement al d'aquest planeta únic i a la seva biosfera, de la qual som fills. Aquest és avui el gran repte que es planteja a l'espècie humana.

Efectes del canvi climàtic i global sobre els ecosistemes i els seus serveis

L'escalfament climàtic és una realitat

El canvi climàtic ja està tenint uns impactes evidents sobre els organismes i els ecosistemes, tant els terrestres com els marins, i per tant sobre el que molts anomenen *serveis ecosistèmics* (Peñuelas et al., 2013; Peñuelas et al., 2018, 2017; IPCC, 2018). L'escalfament encara més accentuat que els models projecten per al futur immediat suposa seriosos riscos addicionals per a aquests ecosistemes i serveis, i això fins i tot si l'escalfament fos de només 1,5 °C, fita ben difícil d'assolir si no canviem radicalment i ràpidament el sistema energètic actual (IPCC, 2018). A més, alguns d'aquests impactes són de llarga durada o fins i tot irreversibles, com ara els que comporten la pèrdua d'espècies o d'ecosistemes.

Estem veient que els organismes responen ràpidament al canvi climàtic a través de la plasticitat fenotípica i també de canvis genètics i epigenètics molt més ràpids del que pensàvem (Peñuelas et al., 2013). Així, alteren els seus gens, l'expressió d'aquests gens i el metabolisme, per exemple augmentant les concentracions de diversos compostos antiestrès. Els canvis afecten la fisiologia, la fenologia, el creixement i la reproducció. A més d'aquestes respostes, organismes i poblaci-

ons també migren cap a hàbitats amb millors condicions, a menys que trobin barreres infranquejables. Si tot això no és suficient, s'arriba a l'extinció local de les poblacions.

Organismes i ecosistemes estan sotmesos a altres factors ambientals de canvi, a més dels climàtics, com ara l'eutrofització per N i l'alteració de les proporcions N:P mediambientals, els canvis en els usos del sòl, la contaminació i la invasió d'espècies, entre molts altres, que interactuen de manera complexa i no ben coneguda. Per això parlem de “canvi global”.

Entre els ecosistemes amb un risc més alt hi ha els àrtics, els de regions àrides i els de les illes petites i de baixa altitud. L'escalfament amplifica l'exposició de les illes petites, les zones costaneres i els deltes als riscos associats amb l'augment del nivell del mar, incloent-hi, és clar, la intrusió d'aigua salada i les inundacions (IPCC, 2018). Al mar, un escalfament de 1,5 °C desplaçarà moltes espècies marines cap a majors latituds, al mateix temps que alterarà els recursos costaners i la productivitat de les piscifactories i les explotacions d'aqüicultura, especialment en latituds baixes. Sembla, per exemple, que els esculls coral·lins han de declinar en un



Bosc de Prades, sotmesos a una forta pressió pel canvi climàtic cap a més calor i aridesa

70-90% amb un escalfament de 1,5 °C, i més d'un 99% si l'escalfament és de 2 °C.

Als continents, a molts països, especialment els de zones semiàrides i àrides com ara el nostre, l'increment de la sequera, per la disminució de la precipitació i, també, la pujada de les temperatures, és probablement la principal amenaça ecològica. Els canvis en els usos del sòl, lligats a la demanda de més recursos, i la fragmentació resultant del paisatge, compliquen la gestió orientada a la protecció dels ecosistemes terrestres i dels seus serveis. Les observacions de l'evolució al llarg de les darreres dècades del medi natural i dels gradients climàtics latitudinals i altitudinals, així com els experiments duts a terme amb diferents ecosistemes, simulant el clima previst per a les properes dècades, indiquen que, si els canvis en el clima, en els usos del sòl i en d'altres components del canvi global, com la pol·lució i la sobreexplotació dels recursos, continuen, és probable que se sobrepassi la resiliència de molts d'aquests ecosistemes, i això farà que canviï la seva estructura i funcionament i que s'alteri, principalment disminuint, la seva capacitat de proporcionar els serveis que avui ofereixen.

La resposta al canvi a Catalunya

A Catalunya, tant les observacions de camp com els experiments de manipulació climàtica a llarg termini també proporcionen evidències de com l'increment de la temperatura, els nous patrons de precipitació i altres canvis climàtics estan afectant els ecosistemes (Peñuelas et al., 2017, 2018), i s'hi han descrit ràpids canvis genètics, epigenètics i metabòlics en plantes i modificacions en la morfologia, fisiologia, creixement, reproducció i mortalitat de microorganismes, plantes i animals. Com que algunes espècies són més vulnerables a aquests canvis que d'altres, s'ha alterat la seva competitivitat i, per tant, es produeixen canvis en la composició de les comunitats microbianes, vegetals i animals. S'han observat moltes altres respostes als canvis, per exemple, un increment en l'emissió del compostos orgànics volàtils o un increment del risc d'incendi i una disminució en l'absorció de CO₂ deguda a la sequera. La reducció en la capacitat de la vegetació de retenir nutrients i C es veu acompanyada, a curt termini, per un increment en el contingut de C i nutrients al sòl, on hi ha menys capacitat enzimàtica i la mineralització de la matèria orgànica és més lenta. Com que és

de preveure que l'increment de la sequera vagi acompanyat de l'increment de pluges torrencials, es reforça la idea d'una possible pèrdua de la fertilitat del sòl a llarg termini.

Encarant el futur: recerca i gestió

Malgrat que els coneixements sempre són limitats i les incerteses pel que fa a les previsions per al futur encara són grans, els canvis en la disponibilitat d'aigua i de nutrients suggereixen una pèrdua neta en la capacitat de la vegetació d'actuar com a embornal de C. La recerca futura haurà de quantificar el C contingut a les biomasses aèries i subterrànies i als sòls dels ecosistemes sotmesos a sequera i escalfament. També s'haurà d'investigar la pèrdua de nutrients del sòl per lixiviació i per erosió, i les possibles retoolimentacions dels canvis de la coberta del sòl sobre la disponibilitat d'aigua i el clima local i regional.

Tot i aquesta necessitat d'ampliar la recerca dels efectes del canvi climàtic sobre els ecosistemes, el que sí sabem i ja hem viscut durant les darreres dècades ens esvaeix qualsevol dubte sobre l'evident necessitat que les polítiques de gestió ambiental tinguin ja en compte aquests impactes del canvi climàtic i les condicions projectades per als propers anys i dècades. Per les característiques del nostre territori, un increment de l'aridesa no és en absolut desitjable, i resulta del tot urgent aplicar mesures de mitigació i adaptació i mirar de prevenir-ne els efectes sobre les poblacions més vulnerables.

Referències

IPCC. 2018. *Global warming of 1.5°C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. V. Masson-Delmotte et al. (ed.). Ginebra: World Meteorological Organization.

PEÑUELAS, J. et al. 2013. Evidence of current impact of climate change on life: A walk from genes to the biosphere. *Global Change Biology*, 19, p. 2303-2338. doi:10.1111/gcb.12143

PEÑUELAS, J. et al. 2017. Impacts of global change on Mediterranean forests and their services. *Forests*, 8(12), p. 1-37. doi:10.3390/f8120463

PEÑUELAS, J. et al. 2018. Assessment of the impacts of climate change on Mediterranean terrestrial ecosystems based on data from field experiments and long-term monitored field gradients in Catalonia. *Environmental and Experimental Botany*, 152, p. 49-59. doi:10.1016/j.envexpbot.2017.05.012

Contaminació de l'aire i salut humana

Una persona adulta en repòs inhala entre 7 i 8 litres d'aire per minut per respirar. Un moviment tan inconscient com imprescindible. En les fraccions de segon que expandim el diafragma, part de l'oxigen contingut en aquest aire arriba a absorbir-se en els capil·lars dels alvèols, la ramificació més profunda dels nostres pulmons. Amb la respiració intercanviem oxigen per diòxid de carboni. El que no solem considerar és que, en inhalar els milers de litres que necessitem al llarg d'un dia, inhalem també un còctel de partícules i gasos perjudicials. Un còctel servit per nosaltres mateixos i el nostre *modus vivendi*.

El procés d'industrialització ha transformat profundament les nostres societats. Hem canviat els paisatges que ens envolten, els modes de producció, transport, consum i, en conseqüència, la nostra relació amb la Terra. La velocitat a la qual consumim recursos naturals amb el capitalisme global ha augmentat exponencialment el darrer segle, igual que la velocitat a la qual generem residus i emetem volums ingents de gasos d'efecte hivernacle, però també gasos tòxics i partícules contaminants a l'aire.

Avui dia, la contaminació atmosfèrica és una amenaça global. L'Organització Mundial

de la Salut (OMS) estima que aquesta causa al voltant de 7 milions de morts prematures a l'any. És la quarta causa de mort al món i el primer condicionant de salut ambiental. Les fonts de contaminació atmosfèrica són múltiples; per exemple, indústries químiques, incineradores, centrals tèrmiques o el trànsit marí. Una font important de contaminació en països de baixa renda és l'ús domèstic de carbó o altres combustibles per a cuina i calefacció. Però la causa de pol·lució atmosfèrica que afecta un major percentatge de població mundial és l'elevada densitat de cotxes i motos de les ciutats. Aquest és un denominador comú de totes les zones urbanes del planeta: una contribució tòxica difusa dels milions de vehicles de combustió que circulen i s'embussen pels seus carrers. I encara més en el model de ciutat dominant: aquella en què l'espai públic és ocupat principalment per automòbils i el seu creixement i població s'organitza i s'estructura al voltant de la circulació d'aquests. Segons projeccions de les Nacions Unides, el 68% de la població mundial viurà en ciutats cap a l'any 2050. Això exposa la major part de la població mundial a un aire insalubre.

A Catalunya s'han desenvolupat nombrosos treballs sobre la qualitat de l'aire que respirem i els seus efectes sobre la salut. Per això podem dir que tenim una excel·lent diagnòsi. També esfereïdora. Des que va entrar en vigència la normativa europea de qualitat de l'aire, la majoria de la població respira un aire que no compleix els valors legals. I encara som més lluny de complir el que requereix les recomanacions de l'OMS, més exigents encara que la normativa. El còctel tòxic es compon de gasos com els òxids de nitrogen o sofre, l'ozó troposfèric, el benzè o benzo(a)pirè. Són gasos irritants, capaços de danyar els teixits del sistema respiratori i afectar també vegetació i cultius. L'altre gran grup de contaminants són les partícules en suspensió. Aquestes seran més o menys nocives segons la seva composició i mida. Com més

petites, més perilloses. Les menors de dues micres poden arribar a penetrar a la sang a través de l'intercanvi alveolar i, aleshores, no només causar dolències respiratòries sinó també agreujar malalties del sistema circulatori i arribar a qualsevol part del cos humà.

L'incompliment de les normatives de qualitat de l'aire comporta un problema de salut pública de primer ordre. Es calcula que a l'àrea metropolitana de Barcelona (AMB) es podrien evitar cada any 5.100 casos de bronquitis crònica en adults i més de 31.000 casos de bronquitis aguda en infants. Només a la ciutat de Barcelona, la contaminació provoca anualment al voltant de 350 ictus i 850 casos de malaltia coronària, i també un de cada deu càncers de pulmó. Els efectes de la contaminació atmosfèrica són importants sobre el desenvolupament del



Impulsar alternatives de mobilitat per reduir el nombre de vehicles motoritzats serà imprescindible per gaudir de ciutats més saludables, justes i sostenibles en un futur proper.

fetus durant l'embaràs, i es relaciona amb un baix pes en néixer i un major nombre de nadons prematurs. Però els efectes de les partícules més fines van més enllà, amb clares afectacions sobre el sistema nerviós. Estudis recents relacionen l'exposició a un aire contaminat amb l'Alzheimer precoç i amb un menor desenvolupament cognitiu en etapes infantils. Un treball comparatiu dels científics de l'ISGlobal entre alumnes de diferents escoles de l'AMB conclou que els infants que fan vida en zones amb més trànsit, i per tant amb més pol·lució, presenten un retard significatiu en el desenvolupament de certes capacitats cognitives com ara la memòria de treball o la capacitat d'atenció. Un aire de mala qualitat pot induir a estrès oxidatiu, resistència a la insulina i una inflamació sistèmica, factors que predisposen a l'obesitat infantil. La contaminació atmosfèrica provoca, només a la ciutat de Barcelona, al voltant de 700 morts prematures, i unes 400.000 a tot el continent Europeu. És sabut que l'afectació de tot conflicte ambiental es correlaciona fortament amb la desigualtat social, i la contaminació atmosfèrica no n'és una excepció. Les principals víctimes de la contaminació són les classes socials amb rendes més baixes, amb menys recursos per fer front a malalties cròniques i sovint exposades a valors més elevats de contaminants. A escala mundial, dels 7 milions de morts anuals atribuïbles a la contaminació, un 90% viuen en països empobrits, principalment d'Àsia i Àfrica, on trobem també les ciutats més contaminades.

El desenvolupament d'un canvi econòmic, social i cultural cap a un modus vivendi que no comporti càrregues tòxiques per a la salut dels humans i els ecosistemes és un dels principals reptes ambientals que té la humanitat. La certesa i gravetat dels efectes

de la contaminació atmosfèrica contrasta amb la paràlisi social i política per revertir-la. En el cas de les ciutats, la descontaminació demana reduir dràsticament el nombre de vehicles i donar resposta a l'alta demanda de mobilitat intraurbana i interurbana en clau activa, sostenible i equitativa. Desenganxar la mobilitat del petroli i oferir més espai públic per a la socialització, les cures, el descans o el verd urbà. Garantir el dret a la salut humana passa per garantir l'accés a un aire, una aigua i uns aliments que no ens facin emmalaltir. Passa per deixar de pensar en nosaltres els humans com a éssers independents del medi que els envolta i considerar-nos una espècie més, imbricada en els sistemes naturals i completament dependent de l'estat dels ecosistemes.

Joan Subirats

Comissionat de Cultura,
Ajuntament de Barcelona

Desigualtats, coneixement i ciència. Com democratitzar els debats científics?

Un dels grans debats contemporanis és el que fa referència a la desigualtat. Sembla clar que, en termes generals, la humanitat ha millorat moltes de les seves condicions de vida. Però, en canvi, creix la consciència sobre les distàncies creixents entre els que més i millor gaudeixen dels avenços aconseguits i els que queden cada cop més lluny d'aquests nivells de benestar. Les distàncies en benestar entre països i a l'interior de cada país, no paren de créixer (Figs. 12 i 13). I això genera interrogants molt grans sobre l'amenaça constant que aquesta desigualtat implica per al futur col·lectiu. Precisament les desigualtats en educació i en informació fiable van apareixent com a variables significatives perquè les comunitats puguin prendre decisions ben encaminades en relació amb reptes clars avui situats en els formats de desenvolupament o els efectes en generacions futures de pràctiques considerades ara com a obsoletes o perniciosos. No vivim en una època en la qual aquesta mena d'informacions només pugui estar en mans d'uns quants experts. La consciència sobre les diferències en els nivells de benestar, en l'accés a oportunitats vitals, en les derivades del tipus de desenvolupament escollit, són

temes que afecten a tothom i han d'implicar a tothom a qualsevol lloc del món.

Més enllà dels experts

En aquest context, i per centrar-nos en alguns dels aspectes esmentats, el debat sobre les conseqüències del model de desenvolupament incrementalista i depredador dels recursos naturals actualment hegemònic no podem permetre de cap manera que quedi circumscrit a espais d'especialistes i experts. Hem anat tenint, darrerament, molts exemples que ens mostren com la manca de socialització de la majoria de les certes que una gran part dels científics tenen sobre la necessitat de canviar les pautes de desenvolupament, han permès que apareguin tota mena d'oportunistes i demagogos que generen falses notícies, neguen evidències fermes o mobilitzen persones a favor d'alternatives sense recorregut possible. Persones i organitzacions que mantenen posicions negacionistes sense cap mena de base científica, però amb suficient atractiu per permetre que molta gent pugui seguir creient en les possibilitats de mantenir les pautes de creixement dels darrers segles que ens han portat on som.

% participació en la riquesa global

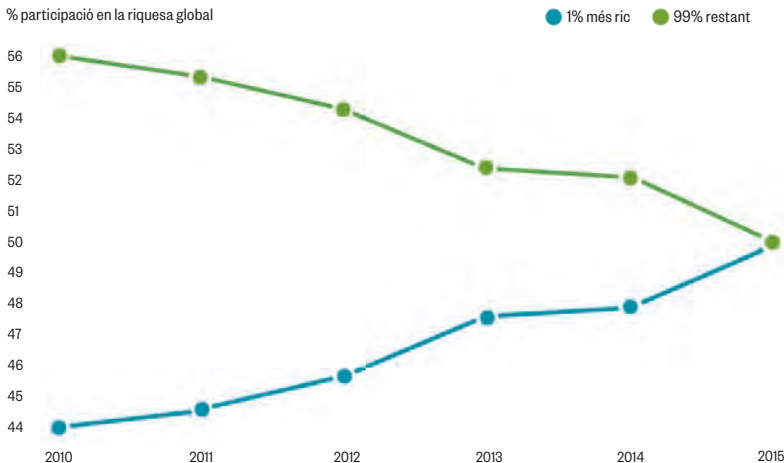


Figura 12

Distribució de la riquesa mundial de 2010 a 2015. Les desigualtats al món es van accentuar: el 2015 el 50% de la riquesa mundial estava en mans de només un 1% de la població (la més rica), mentre que l'altre 50% de la riquesa s'havia de repartir entre el 99% de la població mundial restant. Font: World Economic Forum.

Hem d'entendre que la intensitat i els ritmes accelerats dels canvis científics i tecnològics en què estem immersos plantegen molts dubtes i generen incerteses. Per una banda, rebem notícies sobre avenços científics i tecnològics que permeten imaginar un món amb més esperança de vida, amb reduccions significatives de les feines més dures o amb un accés il·limitat al coneixement disponible. Però, per altra banda, les notícies sobre el creixement demogràfic, els límits en els aliments disponibles o les conseqüències de l'escalfament global, projecten grans incerteses. I, per afegir més capes en els dilemes obertes, molts d'aquests avenços obliguen a tenir en compte tant els límits ètics que molts d'aquests canvis incorporen (biogenètica, transhumans, utilització de *big data*...) com els dilemes a l'entorn de la mercantilització, el control públic i la capacitat de govern global que molts d'aquests avenços semblen exigir. Cada cop més estarem obligats a respondre si volem o no volem fer determinats canvis que des del punt de vista científic i tecnològic poden ser viables.

En efecte, el coneixement científic ens adverteix dels grans perills que correm com a humans si seguim considerant la natura, i

tot el que implica, com un simple magatzem de recursos al nostre únic servei, sense cap mena de consideració sobre els efectes que el nostre captament actual projectarà en el futur. I no parlem d'un futur llunyà, sinó que parlem d'un futur proper, com ja advertim en canvis molt concrets que modifiquen el clima i el nivell de les aigües. Però, malgrat tot el que ja hem dit, les certeses científiques, per sòlides que siguin, no tenen efectes immediats en la forma de fer i de viure dels ciutadans de tot el món. Cal un treball de divulgació, explicació i experimentació que permeti traslladar els avenços científics i de coneixement a processos reals de canvi en les conductes i en els formats de viure i consumir.

Ciència ciutadana

És en aquest context que el que s'anomena *ciència ciutadana* pren tot el sentit. Com es diu en el Green paper on *Citizen Science for Europe*, la ciència ciutadana es refereix al compromís del públic en general en les activitats de recerca científica, de tal manera que puguin implicar-s'hi directament tant amb el seu propi esforç intel·lectual com amb el seu acostament al formats d'elabo-

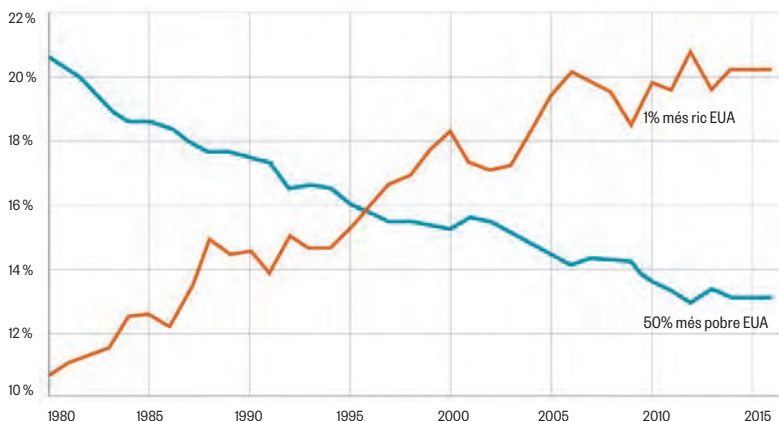


Figura 13

Als Estats Units, l'1% més ric té uns ingressos que han superat de molt els del 50% més pobre en les darreres dècades. La gràfica mostra com la proporció d'ingressos que va al 50% més pobre s'ha reduït en vuit punts percentuals entre 1980 i 2015, mentre que la que va a l'1% més ric ha pujat en quasi 10 punts. Font: © World inequality report, 2018 (<https://www.lifegate.com/people/news/world-inequality-report-2018>).

ració del coneixement i l'ús dels instruments i eines d'investigació. Els participants poden ser útils aportant dades directament, facilitant nous espais d'experimentació, plantejant noves preguntes, de tal manera que al final generem espais de cocreació científica. D'aquesta manera, la ciutadania s'acosta al món de la recerca, coneix com treballa i els problemes que es planteja, però també incorpora la seva pròpia feina, el seu propi coneixement a l'activitat científica. Al final, el que es genera és un escenari transdisciplinari, obert i en xarxa que permet enfortir i reforçar el suport social a les evidències científiques i el contrast dels científics mateixos amb els coneixements els dubtes i les incerteses del públic en general. La ciència adquireix així una dimensió de bé comú que ens ha semblat molt significativa.

En efecte, com més socialitzem les evidències científiques i els debats sobre com avançar en els canvis necessaris, més podrem compensar el funcionament d'un sistema democràtic que té tendència a fer prevaldre el curt termini que marquen les conteses electorals. La ciència no ens dona respostes unívokes sobre els problemes que la humanitat té plantejats, però, sense

evidències, el debat democràtic cau fàcilment en polèmiques demagògiques, on l'opinió pública és més fàcilment manipulable. Els científics busquen sempre les millors evidències possibles, mentre que els polítics treballen més aviat en la configuració dels consensos més amplis possibles per tirar endavant les seves propostes. Els llenguatges són diferents, les formes de comunicar també, i també divergeixen les exigències temporals. Cal, doncs, que els científics no només busquin socialitzar els seus debats i les seves descobertes en els espais socials i en l'esfera pública on la ciutadania busca respostes als seus dilemes, sinó també que es preocupin de com influir en el procés de configuració de les polítiques públiques. I, per fer-ho, cal conèixer com funciona i quines variables són les més importants.

Ciència oberta

Per altra banda, en molts casos la gran inversió pública feta, i que està a la base de molts del avenços aconseguits, no té després retorn social ni col·lectiu, i acaba sent aprofitada i comercialitzada de manera que només uns quants en poden gaudir. D'aquí la gran importància que ha anat adquirint



© JMLlobet

BioBlitzBcn 2019. Un BioBlitz és un projecte de ciència ciutadana en el qual un grup de voluntaris, assessorats per experts, duen a terme una cerca exhaustiva d'espècies. En aquest cas es va dur a terme als Tres Turons de Barcelona els dies 4 i 5 de maig de 2019.



© JMLlobet

el debat sobre l'anomenada *open science*. Serà molt difícil aconseguir aquesta major implicació ciutadana en els debats científics i, al mateix temps, una molt major capacitat d'influència i d'impacte dels mateixos avenços dels investigadors, si no s'aconsegueix superar les barreres d'una comunicació de la ciència tancada en *journals* de difícil accés i que a més mantenen criteris econòmics i mercantils en la gestió de la difusió de la millor recerca.

Els incentius en el camp científic es situen quasi exclusivament en la publicació en els *journals* de referència en cada camp i en les cites aconseguides per aquestes publicacions d'altres col·legues del propi camp. No es valoren les tasques de difusió i disseminació adreçades al públic en general, ni tampoc a les activitats vinculades a la "ciència ciu-



tadana” abans esmentada. No creiem que es pugui avançar en la consideració de la ciència com a bé comú si al mateix temps no es treballa en els canvis cap a una ciència oberta, de primera qualitat però accessible per tothom.

Cultura i ciència

La cultura acaba essent un element molt important a l'hora d'encarar aquests dilemes, ja que és en el marc dels imaginaris socials on es va configurant aquell conjunt de valors, de creences que ens diuen què és correcte fer i què no ho és, què és acceptable i què no ho és. La comprensió dels avenços científics no és, doncs, un tema d'especialistes. No ha estat mai així, però ara segurament menys que mai. I en aquest escenari, les desigualtats en educació, les

desigualtats en el coneixement dels dilemes a què ens enfrontem, o les desigualtats en el simple fet de sobreviure, acaben essent decisives per tal d'encarar les decisions que cal prendre i que són cada cop més urgents.

També aquí, un cop més educació i cultura tenen un paper central en aquesta manca de compassament entre evidències científiques i conductes socials. No és, doncs, estrany que s'hagi generat en els darrers temps una significativa preocupació pels temes d'educació científics, divulgació de coneixements tècnics, espais d'experimentació ciutadana, laboratoris de ciència ciutadana, etc. Sense aquesta mirada àmplia de coneixement científic i d'implicació ciutadana no compassarem millor recerca i vida.



05

Sentir la natura

Jaume Terrades

CREAF-UAB

Carles Castell

Assessor científic i
divulgatiu de l'exposició

Son Natura

La Terra, casa nostra: recull de textos

En un llibre no podem fer “sentir” la natura, però moltes persones il·lustres ens han parlat d'ella i de la necessitat que en tenim. En aquest apartat els donem la paraula: us oferim un recull de textos que ajudin a copsar aquesta idea i aquest sentiment que la Terra és casa nostra, que som part de la biosfera fins al punt que el nostre cos i la nostra ment funcionen millor si no ens n'aïllem massa; que la destrucció de l'entorn natural té conseqüències nocives tant per a la salut física i mental de l'individu humà com per a les societats.

Sobre el nostre sentiment de pertinença a la natura i la realitat d'aquesta relació

Les velles savieses arreu del món ho tenien molt clar. Però amb el temps, i sobretot a Occident, se n'ha produït un allunyament, tot i que molts pensadors ens ho han recordat... Alguns han mirat cap al taoisme i el budisme, o fins i tot cap a les cultures indígenes americanes. Vegem-ne alguns exemples.

Lao Tse, 67è manament del Llibre de la Raó suprema i de la virtut xinesa

*Buida el teu Ego del tot,
Abraça la pau perfecta.*

*El Món es mou i gira
Observa'l tornar a la quietud
Tot el que floreix
Tornarà al seu origen.*

*Aquest retorn és pacífic;
És el camí de la Natura,
Eternament desfent-se i renovant-se.
Comprendre-ho duu a la il·luminació,
Ignorar-ho duu a la misèria...*

*La Natura diu poques paraules:
El vent fort no dura molt,
La pluja a balquena no cau molt temps.
Si els mots de la Natura no romanen,
Per què ho haurien de fer els de l'Home?
...
La Natura no té desitjos;
Sense ells el cor assoleix la pau,
I així el Món tot ell pot romandre en calma.*

Friedrich Nietzsche, filòsof

*Esmement la natura i ens oblidem de
nosaltres en ella: nosaltres som natura
tanmateix. En conseqüència, la natura és
quelcom completament diferent del que
ens ve al cap quan n'invocuem el nom.*

Lev Tolstoi, escriptor

Una de les primeres condicions de la felicitat és que el lligam entre Home i Natura no es trenqui.

Friedrich Engels, filòsof

No ens alegrem massa dels nostres triomfs sobre la natura. Perquè, de cadascun, ella en pren revenja. D'entrada es produeixen les conseqüències que hauríem esperat, però aviat apareixen efectes secundaris... que sovint neutralitzen el que s'havia assolit abans. Cada nova experiència confirma que no som com aquells conqueridors que han dominat un poble estrany: no estem fora de la natura: la nostra carn, la nostra sang, el nostre cervell són natura; estem submergits en la natura, i el que ens concedeix un avançatge sobre la resta d'éssers, el que ens fa poderosos, és la capacitat de conèixer i aplicar lleis de les quals nosaltres tampoc escapem.

Max Planck, físic

La ciència no pot resoldre el misteri últim de la natura. I això és perquè, en darrera anàlisi, som part del misteri que estem mirant de resoldre.

Alan Watts, filòsof

No vas venir a aquest món. Vas sortir d'ell com una onada de l'oceà. No ets un estranger aquí.

La mateixa idea de propietat de la terra és incomprendible per a moltes cultures. El cap indi americà Black Hawk n'és un exemple:

La meva raó em diu que la terra no es pot vendre. El Gran Esperit la donà als seus fills perquè hi visquessin i la conreessin. Mentre sigui necessària per a la seva

subsistència, tenen dret a ella.

No pots vendre res que no puguis emportar-te amb tu.

La humilitat del cap indi davant la natura contrasta amb la dels occidentals arribats a dominar la terra.

Stephen Jay Gould, biòleg

Les revolucions científiques més importants inclouen, totes, com a única característica en comú, el destronament de l'arrogància humana d'un pedestal rere l'altre de conviccions prèvies sobre el nostre lloc al centre del cosmos.

Sobre la destrucció de l'entorn i les seves conseqüències

Lao Tse, 67è manament. Llibre de la "Raó suprema i de la virtut" xinesa

No cremaràs ni les prades ni els boscos de les muntanyes.

Igual com feien, de fet, les cultures occidentals clàssiques, gregues o llatines. Quan hom pensa en els paisatges grecs, hom s'adona que ja els antics havien comprès com els humans els havien transformat.

Plató, filòsof, al Crities

Com ha succeït a les petites, illes el que queda, comparat amb el que existia abans, sembla un cos descarnat per la malaltia. Tota la terra gruixuda i tova havia desaparegut i no restava més que l'esquelet nu del país. En aquells temps [...] les planes que avui porten el nom de Phelleus eren plenes de gruixuda terra; a les muntanyes hi havia grans boscos, dels quals encara queden restes visibles. Sí, entre les muntanyes, n'hi havia alguns que alimentaven només les abelles. No fa

molt temps que tallàvem els arbres per portar a terme enormes construccions les bigues de les quals encara existeixen. També hi havia molts arbres que donaven fruites i la terra produïa infinites quantitats de farratge per al bestiar. La terra recollia les pluges anuals de Zeus i no perdia, com ara, l'aigua que flueix des de la terra nua fins al mar. Com que la terra era gruixuda, rebia l'aigua del seu si i la reservava a la seva argila impermeable; deixava escapar a les seves valls l'aigua de les alçades que havia absorbit i alimentava arreu folgades fonts d'aigües de rius amb gran cabal. Els santuaris que subsisteixen a prop de les fonts d'altres temps donen fe del que jo us dic.

Ciceró va escriure que

Els destructors dels boscos són els pitjors enemics del benestar públic.

I Plini el Vell, que

Quan el bosc, que conté i dispersa les tempestes, és destruït a les vessants, els funestos torrents es concentren.

S'atribueix a Chateaubriand aquesta sentència contundent, que resumeix el que ja deia Plató:

Els boscos precedeixen l'home, els deserts el segueixen.

Molts poetes han descrit la destrucció de boscos estimats. Un d'ells, poeta anònim xinès de la dinastia Song Huang Tinkien, va escriure:

Odio els grans vaixells de cent peus sobre el riu Oring. És per ells que la destralt i la serra ataquen el que havia resistit al gel dels anys.

Una idea semblant a la manifestada per aquests autors l'expressa en forma poètica Antonio Machado a Campos de Castilla:

*El hombre de estos campos
que incendia los pinares
y su despojo aguarda
como botín de guerra,
antaño hubo talado los negros encinares,
raído los robustos robledos de la sierra.
Hoy ve a sus tristes hijos huyendo de sus lares,
la tempestad llevarse los limos de la tierra
por los sagrados ríos, hacia los anchos mares,
y en páramos malditos trabaja, sufre y yerra.*

Henry David Thoreau, un dels pares del conservacionisme nord-americà, va escriure a Caminar:

Quan caminem, instintivament ens dirigim cap als camps i els boscos. Què seria de nosaltres si caminéssim només per jardins i avingudes? Algunes sectes filosòfiques van sentir fins i tot la necessitat d'acostar els boscos, ja que els seus membres anaven deixant de mica en mica d'anar-hi. Van plantar arbredes i van disposar plàtans d'ombra al voltant dels atris oberts on realitzaven les seves "subdiales ambulationes". Evidentment, és inútil tractar de dirigir les nostres passes cap als boscos si aquestes, en realitat, no ens porten cap allà. M'alarmo comprovar que de vegades puc caminar una milla per un bosc sense que el meu esperit arribi a trepitjar-lo. M'agradaria ser capaç d'oblidar totes les ocupacions del matí i les meves obligacions amb la societat durant la caminada de la tarda. Però de vegades no em resulta senzill treure'm de sobre la ciutat... De què em serveix venir als bos-

cos si em dedico a pensar en coses que no tenen res a veure amb ells? [...]

Els voltants de casa meva ofereixen una infinitat de bones caminades, fins el punt que, encara que fa molts anys que surto a caminar gairebé cada dia, i de vegades durant uns quants dies, encara no les he exhaurides. Un paisatge absolutament nou és motiu d'una felicitat inabastable que segueixo trobant cada tarda. Dues o tres hores de camí poden dur-me fins una zona tan desconeguda com inesperada. Una granja que no havia vist mai abans resulta de vegades una trobada tan meravellosa com les que tindrien lloc en els dominis del rei de Dahomey. De fet, existeix una mena d'harmonia, encara per descobrir, entre les característiques d'un paisatge en un radi de deu milles –és a dir, els límits d'un caminada vespertina– i els setanta anys d'una vida humana. I, per suposat, a cap dels dos se'ls arriba a conèixer a fons.

A Oncle Vània, Anton Pàvlovitx Txékhov fa dir a un dels seus personatges, el metge:

Un arbre és bell, però encara més: té dret a la vida; com l'aigua, el sol i les estrelles, és essencial. La vida a la Terra és inconcebible sense els arbres. Els boscos creen clima, el clima influeix en el caràcter de la gent, i així successivament. No hi ha civilització ni felicitat si els boscos cauen sota la destralt, si el clima és aspre i sever, si la gent és aspra i severa... Quin futur tan terrible! [...]

Què se n'ha fet, de tot? Recordo que fa vint anys hi havia oques i grues i ànecs aquí, hi havia núvols!... I hi ha molts menys animals. El llop i la guineu són rars, germà, per no parlar dels ossos o els visons! Fins i tot hi solia haver ants! [...]

Els boscos russos cruixeiexen sota la destralt, moren milions d'arbres, es buiden les morades dels animals i dels ocells, els rius perden fondària i s'assequen; desapareixen, per no tornar mai, paisatges meravellosos, i tot perquè l'home, mandrós, no té el sentit que el faria acotjar-se i extraure de la terra el combustible... Cal ser un bàrbar per cremar a l'estufa aquella bellesa... Per destruir allò que nosaltres som incapaços de crear... Si l'home està dotat de judici i de força creadora, és per multiplicar allò que li ha estat donat i, tanmateix, fins ara, lluny de crear res, el que fa és destruir. [...]

Cada dia és menor i menor el nombre de boscos... Els rius s'assequen, les aus desapareixen, el clima perd benignitat, i la terra d'empobreix i enlletgeix... [A Voïnitzkii] Em miro amb ironia, com si tot això que estic dient no et semblés seriós... I pot ser que, en efecte, sigui una beneiteria...; però quan passo davant de boscos de pagesos que he salvat de la tala; quan sento la remor d'un bosc jove plantat per mi, reconec que el clima està una mica a les meves mans i que si, d'aquí a mil anys, l'home és feliç, serà una mica gràcies a mi... Quan planto un petit bedoll, que veig després verdejar i gronxar-se amb el vent, se m'omple l'ànima d'orgull...

Jacint Verdaguer, a l'Atlàntida, descriu el furor del foc al bosc:

*De gom a gom quan s'omple de fumarel·la
l'es fon d'un cap a l'altre la serra de
cremor
Sota el mantell de flames que l'huracà
flagel·la
La terra adolorida gemega com un cor.*

Dionisio Ridruejo descriu la tristesa de la destrucció del bosc a *Elegía y égloga del bosque arrancado*:

*Vengo a mirarte, campo doloroso,
cuando son triste leña tus encinas,
cuando en rigores de tu polvo inclinas
sus mutilados miembros al reposo.*

Civilització ve de *civitas*, i les ciutats són admirables en molts aspectes, però no tant en d'altres. El novel·lista americà John Steinbeck, a *Travels with Charley: In Search of America*, en fa aquesta descripció de les del seu país, i de com funcionen, no diferents en res del que diu de moltes altres del món:

*Les ciutats americanes són com caus
de teixó, voltades de deixalles totes elles,
de piles d'automòbils trencats i rovellats,
i quasi s'ofeguen en les escombraries.
Cada cosa que usem ve en capsos,
cartrons, llaunes, els paquets que tant
estimem. La muntanya de coses que
llencem és molt més gran que les coses
que fem.*

Dels problemes que generem en l'entorn ara se'n parla molt, però un dels pares de la industrialització, l'empresari Henry Ford II, va dir després dels anys d'extraordinària acceleració tecnològica de primers del segle xx:

*Els triomfs econòmics i tecnològics dels
passats pocs anys no han resolt tants
problemes com hauríem desitjat i, de fet,
n'han portat de nous que no prevèiem.*

I és que preveure les conseqüències de les innovacions culturals és molt difícil. El premi Nobel de física i inventor del terme *quark*, és a dir, un expert en les partícules més menudes, Murray Gell-Mann, ha escrit una frase que és una alerta sobre el reduccionisme en ciència:

*Avui, la xarxa de relacions que lliguen la
raça humana amb ella mateixa i amb la
resta de la biosfera és tan complexa que
tots els aspectes afecten tots els altres
fins a un grau extraordinari. Cal estudiar
l'ecosistema sencer, per més grollera-
ment que es faci, perquè no hi ha manera
d'enganxar entre ells els diferents estudis
d'un sistema complex no-lineal que pugui
donar una bona idea del tot.*

I un enginyer i arquitecte, Buckminster Fuller, va fer famosa la frase següent:

*Hi ha un fet d'una importància que sobre-
surt pel que fa a la Nau Espacial Terra, i és
que no ve amb un manual d'instruccions.*

Sobre la bellesa de la natura

Bona part de l'art, en totes les seves modalitats, hi ha trobat inspiració, des dels pintors naturalistes fins als paisatges desèrtics dels "westerns" de John Ford i tants altres. També, per descomptat, els nostres poetes:

Maria Antònia Salvà

*M'abellen quatre coses
qui prou les sabrà lloar?
El sol que bada les roses,
L'aigua que les fa brostar,
La rosada que les mulla
I el vent que les esfulla
Per no veure-les secar.*

Josep Carner

*Oh vianant que passes, atura el pas lleuger
quan al tombant ja vegis hissar-se
la dreuera.
Saluda, si l'oïssis, l'honor de la cinglera:
el remoreig d'una aigua que no se sap
d'on ve.
Sortosa la vegada que avall, en l'alzinar,
trobares l'aigua nua que riu en la canella,*

*i dins la sang urgida la vas sentir cantar.
I més sortós encara si amunt del corriol
sobtadament et crida i el teu posat tras-
muda
aquella font esquerpa, del món incone-
guda,
que és verge de petjades i on cal anar
d'un vol.*

La natura, font de saviesa

També aquest tema ha estat molt tractat, i els científics no es cansen de repetir-nos que un dels motius per conservar tota la biodiversitat possible és que hi podem descobrir encara moltes coses útils, des de remeis per a malalties fins a models per a nous desenvolupaments millors i més sostenibles per a la nostra tecnologia, però ens limitarem a recordar un dels més grans artistes, que també fou arquitecte i enginyer:

Leonardo da Vinci:

La natura, benigna, proveeix de manera que en qualsevol lloc trobis alguna cosa per aprendre.

Sobre l'actitud que hem de prendre de cara al futur

L'escriptor i humorista Mark Twain ens aconsellava humilitat:

No vagi pel món dient que el món li deu el seu manteniment. El món no li deu res. Era aquí abans.

I Sir Arthur Conan Doyle, creador de Sherlock Holmes, advertia que:

Les nostres idees han de ser tan amples com la natura si han d'interpretar la natura.

El naturalista i pintor John James Audubon, que avui dona nom a una importantíssima societat conservacionista nord-americana,

va resumir molt bé quina és la perspectiva que ens cal adoptar:

Un veritable conservacionista és algú que sap que el món no li fou donat pels seus pares sinó prestat pels seus fills.

I això potser es podria complementar amb una proposta del poeta i dramaturg Johann Christoph Friedrich von Schiller:

Res és insignificant al món.

Rachel Carson, oceanògrafa i autora d'un llibre decisiu en la història de l'ecologisme, *La primavera silenciosa*, ens ensenya que:

El "control de la natura" és una frase concebuda des de l'arrogància, nascuda en l'era Neandertal de la biologia i de la conveniència dels humans.

Sí, arrogància, ja ho denunciava Michel de Montaigne:

L'arrogància és la nostra malaltia natural i original. L'home és la més vulnerable i fràgil de les criatures i, alhora, la més arrogant.

Arrogància i també credulitat en el progrés i en les nostres capacitats, una fe excessiva i no massa ben fonamentada. Marshall McLuhan (en una carta a Ezra Pound) li escrivia que:

Avui existeix la il·lusió que la ciència ha abolit les lleis naturals.

I no, la ciència no ha abolit les lleis naturals. La ciència les descobreix, però s'han d'obeir, com fa molts segles advertí Bacon. El divulgador científic i escriptor de ciència-ficció Isaac Asimov ens recomanava, molt assenyadament, no renunciar a la ciència, per més que molts la considerin culpable dels mals causats per la civilització:

Si el coneixement pot crear problemes, no és amb la ignorància que els resoldrem.

En tot cas, els problemes no els causa el coneixement, sinó com i en benefici de qui s'usa aquest coneixement, i els danys només se solucionaran si sabem el que estem fent. El filòsof Herbert Marshall McLuhan s'afegia a la idea de Buckminster Fuller per fer-nos veure que tots hem de participar en les solucions i no deixar que uns pocs tirin al dret per obtenir beneficis a curt termini:

No hi ha passatgers a la nau espacial terra: tots en som tripulants.

Barry Lopez, a *Arctic dreams*, explica el següent:

Un caçador yupik de l'illa de Saint Lawrence un cop em va dir que el que els esquimals tradicionals més temien de nosaltres era el nostre poder per alterar la terra, l'escala d'aquest poder, i que puguem fer alguns d'aquests canvis electrònicament, des d'una ciutat llunyana.

Els esquimals, que de vegades es veuen a ells mateixos com no massa separats del món animal, ens miren com una mena de poble que se n'ha separat de manera excessiva. Ens anomenen, amb una barreja de incredulitat i temor, "la gent que canvia la natura".

El problema és l'acceleració del canvi. Al *Llibre blanc de la natura*, el 1977 Ramon Margalef ja ho advertia:

Pensem per un moment en l'acceleració tecnològica: es passa del laboratori a la pràctica en pocs anys i, en menys temps, encara, les màquines poden menjar-se una muntanya o desviar un riu. Allò que abans era obra de generacions ara es realitza en breus anys. No ens hem d'es-

tranyar que anant tant de pressa qualsevol error de càlcul sigui catastròfic. Si volem anar veloçment, com per la carretera, hem de mirar més enfora i guardar una distància més gran. No basta planificar a cinc anys vista, sinó veure les conseqüències a vint anys o més.

Edward Osborne Wilson és potser el més gran naturalista que ha existit després de Darwin. El 2007 va rebre el Premi Internacional Catalunya. En un dels seus llibres, *Half Planet*, ens recomana un pacte amb la natura, consistent a cedir-li la meitat del planeta:

Plantejo que destinant a la natura sols la meitat de la superfície del planeta podríem mantenir l'esperança de salvar la immensitat de formes de vida que la componen. Descriuré la combinació única d'instint animal i habilitat social i cultural que ens ha llançat, a la nostra espècie i a la resta d'éssers vius, a una trajectòria potencialment desastrosa. Necessitem una comprensió de nosaltres mateixos i de la resta de la vida molt més profunda de la que fins ara ens han ofert les humanitats i la ciència [...]. Si la humanitat no aprèn molt més sobre la biodiversitat ni actua de pressa per a protegir-la, en poc temps perdrem la major part de les espècies que conformen la vida en la Terra.

El concepte de Mig Planeta [...] és un objectiu. La gent entén i prefereix els objectius concrets. Necessitem una victòria, no sols notícies que afirmen que s'està progressant. En la naturalesa humana resideix la cerca del definitiu, de quelcom assolible que posi fi a les nostres ansietats i les nostres pors.

Potser podem acabar tornant a la saviesa dels antics. Sòcrates deia que:

De molt, la forma més gran i admirable de saviesa és la que cal per planejar i embellir les ciutats i les comunitats humanes.

En efecte, avui podem reprendre aquesta idea si reconeixem que els humans som per-

tot a la biosfera i que la major saviesa serà ara aprendre de la natura i fer que les nostres ciutats i societats visquin amb harmonia amb ella i no contra ella. Busquem l'harmonia en el funcionament d'aquest tot del qual som part, i d'aquesta harmonia en resultarà la bellesa. També aquesta relació entre harmonia i bellesa la descobrí ben aviat la nostra espècie. Tinguem-ho present.



© Perico Pastor

El amor es insensato, no razona.

La razón busca siempre un beneficio.

Rumi

Mediodía del viernes en una ciudad centroeuropea. Un colorido grupo de jóvenes encabeza la manifestación tras una enorme pancarta: "Huelga escolar por el clima". Decenas de miles de estudiantes de secundaria toman las calles para gritar que dejemos de destruir la Tierra porque "No tenemos planeta B". Greta Thunberg, la quinceañera sueca, líder del movimiento, pronunció hace unos meses un discurso en Naciones Unidas que se ha hecho viral. Entre otras cosas, acusó de irresponsables a los representantes de 200 países, que se habían reunido en la Cumbre del Clima, la mayoría de los cuales, como mínimo, triplicaban su edad: "Ustedes no son lo suficientemente maduros".

El cambio climático, junto a la pérdida de biodiversidad (que algunos biólogos califican de "sexta extinción masiva"), son las dos principales consecuencias de la destructiva actividad humana que ponen en peligro nuestra supervivencia a medio plazo. Los adolescentes europeos han comprendido que, si no reaccionan, seguiremos consu-

miendo los recursos a crédito y serán ellos quienes tengan que hacer frente a esa deuda impagable. Cuando personas tan jóvenes se ven obligadas a exigir responsabilidad y sensatez a los adultos, porque son incapaces de protegerlas y asegurar su porvenir, es que algo no va bien en una sociedad, aunque sea globalizada. Si quienes están más cerca del inicio de sus vidas, y tienen supuestamente menos "formación" y "experiencia", demuestran más conciencia y agallas que sus mayores, es que la cultura en cuestión muestra signos clarísimos de deterioro y decadencia...

Aunque en la crisis ecológica hay factores políticos y económicos, como la delicada salud de nuestras democracias, o la "ética" individualista y codiciosa de nuestros sistemas político y financiero, es un hecho que los valores, creencias, actitudes y comportamientos que practicamos en la vida "ordinaria" tienen un impacto directo sobre el bienestar del planeta. Vivimos como si nuestra existencia fuera independiente de la naturaleza (según el WWF, solo en los últimos cincuenta años ha desaparecido el 60% de los vertebrados, y el declive se ha acelerado notablemente en los últimos cuatro). La con-

sideramos un simple recurso para nuestro “disfrute”. Creemos que podremos alcanzar la plenitud, y la felicidad, acumulando dinero y propiedades, o adquiriendo más bienes de consumo (Freire, 2015)... A la luz de esta situación catastrófica, parece evidente que los postulados básicos de la cultura global actual necesitan una revisión profunda que nos ayude a transformar nuestras formas de vida y, sobre todo, a redefinir la relación que tenemos con la Tierra y todos los seres no humanos y más que humanos que la habitan (que no sean humanos no significa que sean inferiores ¿verdad?).

Déficit de naturaleza

La otra cara de la degradación de la biosfera es nuestro aislamiento del medio natural, un medio del que procedemos, y en el que hemos evolucionado a lo largo de cientos de miles, incluso millones, de años. Aunque estamos contruidos para cohabitar con la naturaleza, a lo largo de los siglos nos hemos ido alejando de ella, progresivamente. Un proceso que se ha acelerado en los últimos 60 años, con la industrialización y el éxodo masivo del medio rural, y que se ha extendido a prácticamente todos los rincones del planeta. La vida en urbes superpobladas, donde hoy reside más del 55% de la población mundial (el 70% en dos décadas), es mucho más enclaustrada, sedentaria y dependiente de las tecnologías. Pese a las comodidades y los objetos de consumo con que nos rodeamos, en la mayoría de las ciudades resulta especialmente difícil satisfacer necesidades humanas básicas, indispensables para nuestra salud física y psíquica. Respirar aire limpio, gozar de silencio, de lentitud y tranquilidad, moverse en espacios abiertos, afinar y armonizar la sensibilidad, expresar las emociones, atender y escuchar

sin interrupciones, conectarse con la propia sabiduría interior, establecer contacto íntimo y afectivo con otras personas, sentir que perteneces a una comunidad, jugar, imaginar, crear, relacionarse con los elementos naturales y las demás especies...

Como resultado, un elevado número de personas presentan diversos síntomas físicos y psíquicos, asociados al estilo de vida (Freire, 2011): obesidad, alergias, enfermedades respiratorias, cardiovasculares, miopía, trastornos del sueño, dificultades de atención, problemas sociales (soledad, timidez extrema), ascos, miedos, estrés, ansiedad, depresión... Buscando una posible causa común para esta variedad de sintomatologías, el entomólogo americano Robert Pyle (1988) propuso el concepto de *déficit de naturaleza*, y el periodista Richard Louv lo ha difundido a nivel internacional (2005). La hipótesis viene avalada por numerosos estudios en el campo de la psicología ambiental (para una revisión en castellano, en el caso infantil véase Collado y Corraliza, 2012) que, desde hace cuarenta años, constatan los múltiples beneficios del contacto con el medio natural, para la salud, el bienestar, el desarrollo y el aprendizaje humano, en todas las etapas de la vida. Aunque la cultura actual altera nuestra tendencia natural a vincularnos afectivamente con la Tierra (Wilson, 1984), y la transforma en un miedo a la vida que nos lleva “a preferir relacionarnos con artefactos y “cosas muertas” (Orr, 2004), recuperar ese lazo resulta imprescindible para devolvernos la salud y asegurar nuestra supervivencia.

Una psique tan grande como el planeta. Nuestro amor por la Tierra no tiene nada de altruista. Forma parte de la memoria colectiva de la especie. Es la suma de todos los comportamientos que, a lo largo de la evolución, nos han dado más probabilidades

de supervivencia. Pero, además de atender a nuestra subsistencia, el mundo natural nos aporta bienestar, belleza y plenitud. Ningún otro medio, por muy sofisticado que sea, puede ofrecernos la misma riqueza y diversidad de matices, con una intensidad óptima. En los espacios abiertos, nuestro sistema sensorial se abre, se afina, y la atención se amplía. Así nos recuperamos de la fatiga por el esfuerzo que realizamos reduciendo y limitando continuamente nuestro campo a unos pocos estímulos, para estar concentrados. La relación con esa variedad casi infinita de formas biológicas diferentes a la nuestra potencia nuestra capacidad de sentir, aumenta la profundidad y la finura de nuestra percepción (y, por lo tanto, de nuestro goce) y amplía nuestra conciencia. El placer que proporcionan la sensibilidad y el contacto de nuestros pies con el campo electromagnético del planeta nos ayuda a entrar en un estado de calma y receptividad. Liberada la atención, tenemos más energía disponible para recibir lo que sentimos, conectar con nuestras emociones, permitirles que se transformen y descubrir lo que realmente necesitamos. Por eso, cuando nos adentramos en un jardín, en un bosque, una playa o una dehesa..., con una terrible preocupación, regresamos aliviados: el paseo reduce la ansiedad, mejora el humor, nos inspira pensamientos más positivos... y, en definitiva, nos reconcilia con la vida.

Con la vitalidad restaurada recuperamos el sentido del asombro: volvemos a maravillarnos con las cosas sencillas, a sorprendernos alegremente con lo inesperado, a admirar la belleza, a disfrutar de la magia, a apreciar el milagro de la existencia y la totalidad que, más allá de las diferencias, formamos todos los seres que habitamos este hermoso planeta.

Ese amor por la Tierra es la base de lo que suele llamarse *instinto espiritual laico*, un sentido natural de lo sublime con el que todos los humanos venimos al mundo, más allá de las culturas y de las épocas. Ese sentimiento de unidad con todo nos proporciona experiencias vitales, satisfacción y plenitud que no pueden fabricarse, venderse ni comprarse.

El mismo sentido del yo ampliado al que hoy apelan científicos y activistas como James Lovelock (2010), para quien, en estos momentos, la especie humana solo tiene dos alternativas: “la desaparición o la simbiosis”.

Referencias

COLLADO, S. i CORRALIZA, J. A. 2012. *Naturaleza y bienestar infantil*. Madrid: Hércules. 200 p.

FREIRE, H. 2011. *Educación en verde*. Barcelona: Graó, p. 25-32.

FREIRE, H. 2015. <http://educarenverde.blogspot.com/2016/05/sulaksivaraksa-el-budismo-enoccidente.html>.

LOUV, R. 2005. *Last child in the woods*. Londres: Algonquin Books. [Traducción al castellán: *Los últimos niños en el bosque*, Madrid, Capitán Swing, 2018].

LOVELOCK, J. 2010. James Lovelock on the value of sceptics and why Copenhagen was doomed. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/blog/2010/mar/29/james-lovelock>.

ORR, D. 2004. *Earth in Mind. On education, environment and the human prospect* (ed. especial). Washington: Island Press, p. 131-137

PYLE, R. M. 1998. *The Thunder Tree: Lessons from an Urban Wildland*. Press. 220 p.

WILSON, E. O. 1984. *Biophilia. The human bond with other species*. Harvard University Press. 176 p.

Redescobrir l'espiritualitat de la natura al segle XXI: un repte inesperat i esperançador

Som natura, però no és cert que sovint actuem com si no ho fóssim o no ens ho creguéssim? No som part d'una societat, una civilització, que s'han configurat contra aquesta evidència, fins al punt de destruir la natura que som, i de la qual tots depenem? Ara que l'anihilació global de la diversitat d'espècies ja amenaça el nostre futur, no ha arribat l'hora de qüestionar on són les arrels d'aquests greus problemes?

Però què és, realment, la natura? És la descripció que en fan les ciències de la natura occidentals? S'estén cap als abismes còsmics on s'endinsa la física contemporània, des de la quàntica fins a l'astrofísica? Més enllà, encara, és allò que n'expliquen els filòsofs o metafísics, o que albiren els místics? És la visió que exposen les grans cosmologies de la humanitat, amb conceptes amb tanta densitat teològica, filosòfica i moral com són els de Mare Terra, Creació, Prākṛiti o Zi-Ran?

La Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN), després d'anys de donar-hi voltes, en constatar que la majoria de llengües i cultures del món no tenen termes equivalents al concepte material de natura que emergeix de la ciència occidental

moderna, i reconeixent que la diversitat de conceptes i de valors que hi ha al món dona una riquesa de motivacions insubstituïbles per a la conservació, va decidir aprovar, en una assemblea general celebrada a Barcelona l'any 2008, una resolució inclusiva, segurament l'única que podia ser globalment acceptada: instar els seus membres (entre els quals, les organitzacions governamentals i les ONG més influents del món en aquest camp) a reconèixer la diversitat de conceptes i de valors que la natura té per a la humanitat, i treure'n les conseqüències que s'imposen.

En efecte, hi ha hagut, i segueix havent-hi, una prodigiosa diversitat de cosmovisions que han sostingut nombrosos models socials –més resilients que l'occidental modern–, molts dels quals segueixen vius, tot i que marginats. L'estudi de les seves cosmovisions palesa que hi ha tres elements fonamentals àmpliament compartits: primer, el de considerar que allò que hem acordat dir-ne natura és part d'una realitat molt més àmplia, que té múltiples nivells, esglaonats des dels més densos, o materials, fins als més subtils o espirituals; des d'àmbits mesurables, vinculats a l'espai i el temps, la massa i



© Perico Pastor

l'energia, fins als que són més independents dels constryiments materials, que tendeixen vers un límit inefable, que romandrà per sempre un misteri irreductible. Segon, que podem percebre aquests nivells, els podem sentir o pressentir, a través de qualitats com la bellesa, la meravella, la majestat o l'harmonia que manifesta la natura. I, tercer, que tots els nivells de realitat són conscients, vius, amb uns éssers que s'organitzen, esglonadament, des dels "ecosistemes" del món subtil fins als dels reialmes espirituals.

Què ens porta a plantejar aquests temes? Tres raons principals. En primer lloc, un desig d'equitat, de considerar les diverses maneres d'entendre la realitat natural en la qual vivim tots, superant el colonialisme cul-

tural de la ideologia materialista moderna. En segon lloc, des de l'educació ambiental, la constatació que els arguments exclusivament racionals per conservar la natura han demostrat ser insuficients per provocar canvis transformadors profunds a la societat. En tercer lloc, la voluntat d'examinar la crisi sistèmica global des de fora del paradigma materialista i tecnocràtic que l'ha engendrat, convençuts com estem que dins d'aquest paradigma només s'hi podran oferir pal·liatius, però no veritables solucions que permetin transformar el model de civilització autodestructiu dominant en un altre que ens ajudés a viure en harmonia amb la Terra.

En les recomanacions del Congrés d'espais naturals protegits de 2003, la Comis-

sió Mundial d'Àrees Protegides d'UICN va demanar que es donés “una atenció equilibrada a tot l'espectre de valors, materials i immaterials, culturals i espirituals”. Des de 2008, totes les assemblees generals d'UICN han desenvolupat progressivament aquelles recomanacions. En el darrer Congrés Mundial de la Natura, celebrat a Hawaii (EUA) l'any 2016, el missatge conclusiu remarcava que un dels tres temes clau per a la conservació de la natura en els propers decennis serà el vincle entre la diversitat biològica i cultural, motiu pel qual instava a “establir nexes entre l'espiritualitat, la religió, la cultura i la conservació”. I hi afegia: “Les nombroses i diverses cultures i tradicions religioses existents en el món són una font primordial dels nostres valors ètics, i mostren diverses perspectives per valorar la natura. La saviesa de les tradicions indígenes és d'especial importància a mesura que comencem a reaprendre com viure en relació amb el món natural, en lloc de dominar-lo”. I, a l'hora de proposar solucions, reconeixia que els valors esmentats “ens permeten comprendre més profundament els nostres vincles amb la natura i ajuden a orientar els canvis transformatius necessaris en els sistemes financers, tecnològics, industrials, de governança i normatius dels nostres sistemes socials”.

Quins canvis proposa, doncs, UICN, en pocs mots? Que considerem adequadament tots els valors i significats espirituals de la natura que siguin pertinents en cada iniciativa de conservació, per tal de poder apel·lar als valors intrínsecs de tots els actors implicats, amb llenguatges atractius, commovedors, que suscitin adhesió i entusiasme. És a dir, superar els plantejaments de gestió i governança legalistes, tècnics i burocràtics amb uns altres de més simples, adaptatius, justos i participatius, que integrin

els valors essencials, començant pels vinculats a la nostra salut física, psíquica i espiritual. D'aquesta manera es podrà ampliar el suport social a la conservació en aquells sectors socials que fins ara havien estat aturats per la barrera dels enfocaments i llenguatges tècnics, emocionalment freds, desproveïts de valors ètics profunds. La reformulació d'espiritualitats contemporànies, sovint esperonades per interpretacions de descobertes científiques en els confins de la matèria, del nostre cos i ment, evocuen principis de la *sophia perennis* presents en les grans cosmologies tradicionals de la humanitat, que han recuperat així una actualitat inesperada. Finalment, però, el descobriment del misteri sagrat, omnipresent en l'existència, només es pot fer des de dins de cadascú. La condició humana ens facilita tot el que cal, si tenim la humilitat, l'atenció i la paciència degudes. I la natura sempre ens hi acompanya i ens guia amorosament.

Nota

El web de l'Associació Silene ofereix un centre de recursos i de notícies sobre aquesta temàtica, destinat a les persones interessades a considerar-la en la conservació de la natura (www.silene.org)

Perico Pastor
Pintor, dibuixant
i il·lustrador

Naturalmente



Pintura rupestre a la cova
de Chauvet (França).
Bradshaw Foundation.

Al principio fue la silueta de una mano: nuestra ausencia proyectada sobre una pared de piedra.

Volviendo la vista atrás, todo lo lejos que alcanza (Lascaux, Altamira, Chauvet), imaginamos las primeras imágenes creadas como un evento crucial, un acto singular análogo al de Caín transformando la quijada del asno familiar en un instrumento de muerte. Vale la pena pararse a pensar que entre la más antigua y la más reciente de esas imágenes de estilo tan similar transcurrieron más de quince mil años, muchos más que los que separan a Picasso de Asiria.

No es muy importante que esas intensas, sobrecogedoras imágenes sean de invocación, de evocación o de encantamiento: son testimonio de nuestra lenta y definitiva conciencia del mundo, de la naturaleza. Conciencia que nos separa y nos acerca a esa naturaleza en la que estaríamos inmersos si no supiéramos que lo estamos. Algún milenio después, con el Neolítico y las siluetas humanas que pueblan tantos de los abrigos que salpican nuestra costa levantina, llega el acta de separación completa: no solo somos ojo y conciencia, sino también espejo. A los pocos siglos, ese espejo ya es nítido y preciso. El reflejo ya tiene su gramática y su sintaxis en Asiria, Babilonia o Egipto. Con el ilusionismo de la representación es fácil olvidar que nos representa, creer que es nosotros. Una de las posibles maneras de ver la Historia del Arte es la de ese duermevela entre el sueño de la figuración y el despertar a la evidencia de que la imagen aparece cuando apartamos la mano del muro. Cuando ya no estamos.

Arcaísmo, clasicismo o manierismo, se puede aplicar ese ciclo a muchos períodos: Egipto, Grecia desde luego, el Renacimiento, China o el sainete de las vanguardias y reta-

guardias de los últimos dos siglos... Enriquecerá nuestra lectura a condición de no verlo como torpeza, plenitud y decadencia. Como progreso y retroceso.

¿Son los caballos de Stubbs o los bueyes de Rosa Bonheur un progreso respecto a los de Lascaux y Altamira, o una decadencia? ¿Fueron los pintores del románico unos zotes que no podían imitar la destreza ilusionista de los decoradores de Pompeya y Herculano o unos visionarios que retrataban la esencia inmaterial de este mundo? ¡Bah!

De los varios modos de conocimiento que podemos practicar, la ciencia y el arte tienen en común que se interesan más por las relaciones entre las cosas que por las cosas en sí. Pero la ciencia intenta medir esas relaciones, y el arte recrearlas. Según va afinando y mejora en sus medidas, la ciencia progresa; el arte persigue tenazmente su cola. Cuando es sabio, intuye que nunca la alcanzará, que su trabajo es girar y girar; cuando cree que ya la tiene es porque confunde el reflejo con la cosa y acaba como Narciso, enamorado de su sombra, o como el perro de la fábula, que suelta su jamón al río pensando que el del reflejo es mayor que el que trae entre dientes. Tampoco la naturaleza del rabo está clara: para algunos artistas es la naturaleza, entendida como cosmos, y en su búsqueda circular intentan representarla con la mayor fidelidad posible. Para otros es la naturaleza entendida como alma: su naturaleza, y consideran el oficio como ese girar y girar en pos de su yo o de las emociones que este experimenta.

El espectador, que es la otra mitad del asunto, o la sociedad, que es el conjunto de todos los espectadores posibles, puede caer en trampas similares. Creer que el juego es la destreza en la ilusión porque en la ilusión está la cosa y que la obra es más

meritoria cuanto más se parezca a su representación; o que el objeto es el alma del artista y el premio descifrar esa alma a través de sus caligrafías.

Pero hay más formas de conocimiento. El no hacer nada, por ejemplo. O el hacer cosas, como barrer, cocinar, cultivar un huerto, construir una mesa... Dicen que la meditación también, en cuyo caso también lo será esa forma de meditación que es la plegaria. De todas ellas participa el arte, y hubo largos siglos en los que no interesaban las diferencias entre ellas sino lo que tienen en común, que no es sino relacionarnos con la naturaleza, sea de la manera más inmediata y *natural* como es el cultivar tomates, utilitaria como la fabricación y uso de instrumentos, abstracta como la meditación o trascendental como el no hacer nada, que también tiene su aquel... Todas ellas son *artificiales*, en la medida en que no se producen sin nuestra intervención, y por poco que su práctica se sistematice hasta poder ser compartida y transmitida, se habla de *arte* (sea el de la agricultura o el de la pesca) y, de sus productos, de *artefactos*.

El oficio del artista, que no creo que sea otro que el de compartir una mirada (volver y volver a ese punto en el que la mano se aparta del muro), se vale para ello de cualquier medio, pero el esencial es una atención particular, sostenida. Un tesón especial para dejar que esa atención deje una huella, y que esa huella despierte el interés suficiente para que alguien, a kilómetros y siglos de distancia, se pare y lo mire con atención particular, sostenida.

La Mona Lisa es una huella, y lo maravilloso (más acá del virtuosismo en la ilusión) es que, muerto Leonardo y sin saber bien quién era la Gioconda, la gramática de complicidad que hemos establecido en estos miles de años de imágenes nos permite recibir es-

ta compleja imagen con la misma claridad y asombro que la mano prehistórica. Además, la atención que le dediquemos, si es que la imagen ha despertado nuestro interés, se verá premiada, puesto que nuestra mirada traerá recuerdos de otros cuadros, de otras imágenes, de lecturas, músicas... y algo en nosotros se abrirá, como esas flores de papel plegado que se abren en contacto con el agua.

¿Somos los artistas naturaleza? Sin duda: parece que una de las manifestaciones más espontáneas y universales de nuestra naturaleza humana, uno de nuestros rasgos específicos, es el de representar el mundo. Cuesta imaginar una recompensa material inmediata equivalente a la que debió de proporcionar el dominio del fuego o la invención de la rueda, tanto para la calidad de vida de los inventores como para la ventaja evolutiva que ello les dio sobre los que no disponían de estas herramientas.

Una, tal vez, ni evidente ni menor: el hecho de que compartir imágenes, compartir la inteligencia de las imágenes, aumentara la cohesión del grupo, trenzara una red más fuerte y más extensa, más independiente de la proximidad, algo parecido al papel que las banderas juegan en nuestra sociedad. Y esa habilidad y necesidad de tejer redes es especialidad nuestra, redes cada vez más extensas y complejas, en el espacio y, también, gracias a la representación visual y a la escritura, en el tiempo.

El artista que dibuja sigue /tejiendo, está tan solo como el chamán en el fondo de la gruta, y como él, convoca a sus espíritus, que van de Altamira a Jeff Koons, y espera, como él, que las imágenes que traza acompañen a los que le rodean.





06

Actuem

Carles Castell

Assessor científic
i divulgatiu de
l'exposició
Som Natura

Actuem! Els reptes de la conservació per a l'espècie humana

Les nombroses, diverses i sàvies mirades sobre la natura que ens han ofert els autors en capítols anteriors no haurien de deixar cap dubte en els amables lectors sobre l'extraordinari valor i interès de la biodiversitat. I, malgrat això, els processos de destrucció del medi natural –amb la consegüent pèrdua de biodiversitat, entre altres impactes– fruit de l'activitat humana no tan sols no s'aturen, sinó que en moltes parts del món s'estan fins i tot accelerant.

La suma de tots aquests canvis que s'apleguen sota el paraigua del denominat canvi global, caracteritzen aquest període actual de l'Antropocè. Aquest terme, encunyat per Paul Crutzen, tot i que encara no té l'aprovació formal dels organismes geològics internacionals competents, dona la mesura de l'abast i la intensitat dels canvis que es van iniciar fa 250 anys amb la revolució industrial i que s'estan produint de manera especialment aguda al llarg dels darrers dècennis. L'origen d'aquest procés cal cercar-lo en el gran creixement demogràfic i l'increment del consum de recursos per capita, entès en la mitjana del conjunt del planeta, tot i que evidentment aquest consum és ben diferent en funció de les diferents parts del

món, igual que la responsabilitat consegüent de les diverses comunitats i països. De fet, les desigualtats socioeconòmiques i la degradació ecològica són gairebé sempre les dues cares de la mateixa moneda.

En tot cas, a escala planetària, el fet que hi hagi més habitants amb una major taxa de consum mitjà dona lloc a una demanda d'energia, d'aigua i d'elements essencials per a la vida (com el nitrogen o el fòsfor), i una transformació ràpida i radical dels usos del sòl, que continua creixent de forma imparable. Les conseqüències les coneixem prou bé: el canvi climàtic, el canvi en la composició dels gasos de l'atmosfera, l'alteració dels cicles biogeoquímics i de l'aigua, la pèrdua de fertilitat del sòl, la degradació dels sistemes naturals i la pèrdua d'hàbitats i biodiversitat. A més, les principals pressions sobre la biodiversitat fruit del canvi global, que s'han anat esmentant al llarg del llibre –la pèrdua i fragmentació d'hàbitats, la contaminació, la sobreexplotació dels recursos naturals, l'expansió d'espècies exòtiques invasores i el canvi climàtic–, actuen de forma sinèrgica i, així, multipliquen els seus efectes i els impactes sobre el patrimoni natural.

Des que els primers treballs de recerca naturalista, i més endavant en l'àmbit de l'ecologia i de la biologia de la conservació, van posar de manifest els efectes de les pressions humanes sobre la biodiversitat i la consegüent degradació i extinció d'elements del patrimoni natural, nombroses veus es van alçar per reclamar un canvi de model de gestió dels recursos naturals que aturés aquesta pèrdua. Al començament, les alertes provenien de forma gairebé exclusiva dels científics especialitzats, vistos per molts com uns alarmistes sense cap fonament, però de mica en mica s'hi van afegir persones de molt diversos àmbits de la ciència i la cultura en la seva accepció més general. Els arguments per defensar un canvi en el nostre model d'ocupació i transformació del territori que aturi la pèrdua de biodiversitat es poden agrupar en tres grans grups, com va plantejar l'ecòleg teòric i pensador Robert M. May, entre d'altres. El primer té a veure amb posicionaments de caire ètic. Com a éssers humans, no tenim cap dret moral a provocar la desaparició de les altres espècies; seria el plantejament vertebrador d'aquest pensament. Més que els hereus de la Terra, en som els marmessors, i hauríem de lliurar el planeta a la nostra descendència en un estat de conservació encara millor d'aquell en què l'hem trobat. Aquest posicionament té, òbviament, un important component filosòfic i espiritual, i ha estat ben present en la major part de les cultures mil·lenàries del planeta, moltes de les quals s'han extingit igual que moltes espècies. L'ètica ambiental implica que en la nostra relació amb la natura hem de cercar el benestar d'ambdues parts. De fet, més que dues parts, la base és el reconeixement que formem part de la natura, de la qual som una espècie més, molt singular, això sí, però que hauria de vincular el seu

progrés i benestar al del conjunt del planeta i de la resta d'espècies que l'habiten.

En segon lloc, podem mencionar l'aproximació de caràcter estètic. Juntament amb els anteriors posicionaments ètics, l'interès estètic de la conservació estaria relacionat amb els valors immaterials de la natura, és a dir, aquells que no comporten un ús material dels recursos naturals. Ha estat secularment una visió des del món de l'art –la pintura o la literatura–, però que s'ha anat generalitzant entre la societat a mesura que el contacte amb la natura s'ha fet més habitual i les persones valorem cada vegada més aquesta interacció –sobretot ara, que ens concentrem més i més en ciutats– i els beneficis que aporten vinculats al lleure, el turisme, l'educació, l'esport o molts altres aspectes psicològics i espirituals. En aquest mateix bloc s'acostumen a incloure també els valors científics de la natura, la importància del coneixement del món que ens envolta, tot i que de vegades es consideren de manera diferenciada.

Finalment, hi hauria els valors estrictament utilitaris –sovint se'ls qualifica com a "egoistes", per contraposar aquesta tercera "e" a la de l'ètica i l'estètica–, és a dir, els beneficis tangibles, mesurables, que fan que la nostra supervivència bàsica com a espècie depengui totalment de la natura. Dins d'aquest grup hi hauria des del que són béns materials (aigua, aliments, combustible, medicaments...), subjectes la major part als mecanismes propis del mercat, fins als valors ecològics, vinculats al manteniment dels processos dels ecosistemes que sustenten tota la vida (producció primària, regulació dels cicles, etc.), o la protecció davant dels riscos ambientals.

Nombrosos sectors ecologistes, i també determinades veus del món científic, han

combatut enèrgicament aquesta visió utilitarista, per tal com, argumenten, parteix d'un punt de vista antropocèntric que considera l'espècie humana com un ésser superior que no forma part de la natura i que tan sols en vol treure profit. I no els falta raó si analitzem determinades aproximacions extremadament liberals des de l'economia ambiental que, en el millor dels casos, impliquen pràcticament la privatització i comercialització dels recursos naturals que actualment constitueixen un bé comú.

Tanmateix, si deixem de banda les posicions extremes, sembla molt contraproductiu per a la conservació obviar els valors i la importància de la natura per al nostre benestar i qualitat de vida, ja que aquesta pot ser la principal via per sensibilitzar i involucrar un gran percentatge de la població que no sembla mostrar un interès especial pels valors ètics o estètics. De fet, arran dels primers articles des del món de l'economia en els quals es posava de manifest el valor dels serveis que ens ofereixen els ecosistemes (vegeu-ne informació actualitzada a www.teebweb.org), la conservació del patrimoni natural ha deixat de ser una preocupació exclusiva dels científics i activistes ambientals per passar a ocupar les agendes polítiques, econòmiques i socials pràcticament a tot el món. L'informe 2019 del Fòrum Econòmic Mundial, igual que els anteriors, mostra com els principals riscos per a l'economia (per l'alta probabilitat que es produeixin i pel seu gran impacte sobre el sistema) són de caràcter ambiental: el canvi climàtic, els episodis meteorològics extrems, els desastres naturals, la degradació ambiental, la pèrdua de biodiversitat i el col·lapse dels ecosistemes (www.weforum.org/reports). I no crec que al Fòrum se'l pugui titllar precisament d'ecologista.

Personalment, crec que no es pot desaproveitar l'oportunitat que se'n presenta de situar la problemàtica de la degradació del patrimoni natural, i totes les conseqüències que se'n deriven, a sobre de les taules dels grups de poder que prenen les decisions que definiran el futur del nostre planeta. El repte és lluitar per no perdre mai de vista que darrere de cada bé, de cada servei, de cada benefici de la natura (del capital natural, com els agrada de dir encara a molts economistes clàssics) hi ha unes espècies, unes relacions entre elles, uns processos ecològics, uns cicles naturals. Si els continuem deteriorant, tot plegat acabarà caient com un castell de cartes. I ens arrossegirà a nosaltres.

Això és el plantejament de partida de l'Avaluació dels Ecosistemes del Mil·lenni (www.millenniumassessment.org), una iniciativa per analitzar l'estat dels principals ecosistemes del món i dels serveis que presten per al benestar de les persones. Aquests serveis es van classificar en tres grans grups (www.cices.eu), que tenen, de fet, una gran correlació amb els tres grups de valors que hem esmentat anteriorment: serveis d'aprovisionament (aigua, aliments, fusta, biomassa com a combustible, medicaments, etc.), de regulació (control de l'erosió, pol·linització, regulació del cicle de l'aigua, dels gasos atmosfèrics i dels cicles biogeoquímics, control de plagues i malalties, protecció davant els riscos ambientals, etc.) i culturals (de lleure, educatius, científics, estètics, espirituals, simbòlics, identitaris, etc.). Cal tenir sempre en compte que tots depenen d'unes funcions ecològiques de suport que constitueixen la base última dels beneficis per a la salut i el benestar de les persones.

En l'actualitat, aquest concepte de serveis dels ecosistemes, i les propostes que se'n

deriven, constitueix la principal iniciativa per incorporar la conservació i millora del patrimoni natural en la presa de decisions que afecten, directament o indirecta, el nostre entorn. De ben segur que és una línia de treball millorable, però ara mateix constitueix una de les principals estratègies de conservació i pot constituir una punta de llança per arribar paulatinament a un nou model –basat en les energies netes i renovables, el reciclatge de materials, la no dependència del carboni, etc.– que ha de permetre que la Terra segueixi sent habitable per a totes les espècies a llarg termini.

Una de les propostes més ambicioses és la impulsada per la Unió Europea basada en el concepte d'infraestructura verda, un dels eixos central de l'Estratègia de la UE sobre la biodiversitat fins al 2020 (www.ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy). La infraestructura verda es defineix com la xarxa de zones naturals i seminaturals planificada i gestionada per a la prestació d'una àmplia gamma de serveis ecosistèmics. Incorpora espais verds (terrestres) i blaus (sistemes aquàtics i zones costaneres i marines) i està present tant en entorns rurals com urbans. La finalitat última és anar més enllà de les tradicionals polítiques de protecció d'espais naturals (parcs i reserves) –tan necessàries i reeixides, en molts casos, però insuficients– i de les xarxes d'àrees protegides, consistentes a afegir a la protecció les zones de connexió per tal d'evitar l'aïllament dels nodes que hostatgen la major biodiversitat. Tots els indicadors mostren que amb això no n'hi ha prou. Com a exemple, el darrer informe de la Comissió Europea sobre les espècies i els hàbitats de la xarxa Natura 2000 indica que tan sols una quarta part es troba en un estat de conservació favorable. I les tendències temporals no con-

viden tampoc a l'optimisme. Els factors que expliquen la incapacitat per aturar la pèrdua de biodiversitat en els estats que formen la UE són complexos i diversos. Alguns estan relacionats amb la poca eficàcia de la implementació dels espais de la xarxa (manca d'instruments de gestió, recursos escassos, poca comunicació amb les comunitats locals, etc.) i d'altres amb la nul·la integració de la xarxa en el conjunt del territori. Com hem dit abans, amb els parcs no n'hi ha prou. Per això, la infraestructura verda vol afegir criteris de protecció i conservació de la natura al conjunt del territori, o si més no als espais (en gran part, de producció agrícola, ramadera o forestal) que en formin part.

És un pas més, però encara no és l'últim, ni de bon tros. A més de la integració de la conservació de la natura en la planificació del territori, és imprescindible l'ambientalització de les polítiques sectorials. La conservació de la natura, igual com les polítiques d'igualtat o de salut, ha de ser transversal en els governs. No té cap sentit fer una aposta per la conservació de determinats espais i al mateix temps seguir impulsant activitats agrícoles, industrials o turístiques –només a tall de possibles exemples– que continuïn degradant el patrimoni natural. Sortosament, cada cop hi ha més iniciatives, projectes i assaigs que demostrin que aquest canvi és viable. De fet, és l'únic model possible a llarg termini en termes de sostenibilitat ambiental, econòmica i social. El que cal és que el canvi es produeixi ara mateix i de manera planificada i gestionada perquè sigui altament efectiu per aturar i capgirar les dinàmiques negatives actuals, i per evitar més desigualtats socials i protegir els col·lectius desfavorits, que acaben sent els que més pateixen més els efectes de les crisis ambientals.

El camí no serà senzill, perquè continua havent-hi molts interessos a mantenir-ho tot tal com s'ha fet fins ara. És a dir, malament. Segueix havent-hi científics, però sobretot grups de pressió i polítics, que neguen el canvi climàtic, igual com no volen veure cap dels greus problemes ambientals del planeta. No coneixem, i probablement no coneixerem mai amb exactitud, el paper concret que té cada espècie dins l'ecosistema i la seva rellevància per al manteniment del conjunt dels processos ecològics. En sabem força, de les més importants, però aspectes com la gran diversitat dels sistemes naturals, la redundància d'espècies, la complexitat de les relacions entre aquestes, faran impossible justificar científicament la necessitat de conservar tots els elements del patrimoni natural. Per això, també existeixen línies de pensament, amb determinats interessos, que manifesten que s'està sobrevalorant la importància de la biodiversitat per al manteniment dels processos ecològics i els serveis que se'n desprenen, i que amb uns ecosistemes molt simplificats, creats de forma gairebé artificial sota els nostres criteris de producció i explotació, tot funcionaria perfectament.

Malauradament, els problemes ambientals han assolit, igual que els efectes que tenen sobre les nostres vides (com els episodis climàtics extrems), una magnitud i escala tals que cada vegada resulta més injustificable la manca d'actuació per protegir i conservar la biodiversitat en el seu conjunt, més enllà del coneixement o la rellevància que pensem que pot tenir una determinada espècie. És allò que s'anomena *principi de precaució*. El científic Miguel Delibes, fill del gran escriptor del mateix nom i director durant molts anys de l'Estació Biològica de Doñana, compara sovint els ecosistemes

amb una rentadora. Un dia cau un cargol –el sistema perd una espècie– i segueix funcionant, aparentment sense cap problema. L'endemà perd una volandera i tampoc passa res. I així successivament fins al dia que, oh sorpresa, deixa de funcionar.

Estirant la comparació, el més d'un milió i mig d'espècies que s'han descrit fins avui les podem imaginar com els maons que formen la nostra casa. La casa de tota la humanitat, que hem heretat dels nostres avantpassats i que hem de deixar en un estat impecable als nostres descendents. Però darrerament no estem tenint gaire cura del manteniment, de la conservació, de la restauració d'aquest patrimoni. Han anat caient uns quants maons que mai no hem reposat; d'altres s'ha deteriorat pel nostre mal ús fins a tornar-se inservibles, i encara molts d'altres fins i tot els hem arrencat per donar-los altres utilitats del tot banals. I tot plegat amb una barreja de deixadesa, ignorància, egoisme i perversitat, si més no per una part dels estadants, considerable. Darrerament ens hem trobat alguns degoters sota la teulada i ens hem limitat a posar-hi un parell de ferrades per recollir l'aigua. Ens han sortit esquerdes a la paret del menjador que hem fet desaparèixer aparentment sota una capa de massilla. Hem notat com passa l'aire per les juntes de les finestres de la cuina i hem apujat la calefacció sense donar-hi més importància...

Els problemes ambientals del nostre planeta, molts dels quals relacionats directament amb la pèrdua de biodiversitat, ja no admeten més pedaços. Les aproximacions sectorials de conservació d'espècies i d'espais (àrees protegides) han aconseguit frenar parcialment el fenomen i s'han assolit alguns èxits notables, però cal un canvi global. Ara. Disposem del coneixement per fer-ho, i la gravetat de la situació no permet esperar

més. Com més triguem, més irreversibles seran els processos de degradació ambiental que s'estan produint, més dramàtics seran els seus efectes, més dràstiques les mesures que caldrà prendre i més impacte tindran sobre el conjunt de la natura i, en concret, sobre l'espècie humana, principalment sobre els més febles.

És una qüestió de voluntats, perquè, de fet, el canvi ja està en marxa. El que cal és dur a terme una bona planificació i gestió del canvi. I entre totes les persones podem aconseguir-ho. Amb els nostres hàbits personals i professionals, a casa i a la feina, amb el nostre model de consum –afavorint les iniciatives i les empreses que aposten per la conservació de la natura i penalitzant les que continuen malmetent el patrimoni comú–, amb el nostre compromís social i amb les nostres opcions polítiques.

En els capítols següents, diversos autors presenten nombroses iniciatives en marxa a Catalunya per tenir cura de la biodiversitat sense renunciar al progrés, i aconseguir entorns més saludables i un major benestar per a les persones. En el camp del sector primari –l'agricultura, la ramaderia, la gestió forestal– és perfectament possible mantenir l'activitat econòmica i obtenir productes de qualitat i, al mateix temps, millorar la biodiversitat; les ciutats –un hàbitat en el qual ja viu el 50% de la humanitat i que serà clau per al canvi de paradigma– ja estan treballant en dues direccions: reduint, d'una banda, el seu impacte sobre el territori i la biodiversitat i impulsant, de l'altra, que la natura entri a la ciutat, amb els beneficis per a les persones que això comporta; els rius, després d'un gran esforç de les administracions en la depuració de l'aigua, incorporen també la millora dels hàbitats riparis i riberencs, l'eliminació de barres fluvials i l'establiment d'una xarxa de ca-

mins fluvials per al gaudi de les persones; el mar s'ha deixat de veure com una font inesgotable de recursos i un gran abocador, per passar a acollir projectes de pesca respectuosa amb la biodiversitat, de restauració dels hàbitats o de minimització de l'impacte del lleure sobre el medi marí; i diversos espais naturals molt despoblats i amb poca capacitat per a les activitats productives tradicionals s'estan plantejant la renaturalització del territori, la recuperació de les grans bèsties salvatges i l'aposta per a la "producció de natura" com a projecte de futur. En síntesi, projectes en marxa que demostren que es possible, i imprescindible, desenvolupar les activitats productives afavorint la biodiversitat, incorporar la conservació i restauració del patrimoni natural a la planificació i gestió dels entorns més humanitzats, deixar que la natura torni als espais rurals, aquàtics, marins, de manera compatible, i sovint sinèrgica, amb les nostres activitats.

Som poderosos. Fins ara ens hem caracteritzat per utilitzar aquest poder per degradar el nostre entorn i posar en risc la supervivència de les espècies a la Terra, fins i tot de la nostra. Però podem canviar radicalment i emprar la nostra intel·ligència col·lectiva per conservar i restaurar la natura, i al mateix temps aconseguir un veritable progrés basat en el nostre benestar físic, psicològic i espiritual perdurable. Moltes persones ja ho estan fent. T'hi sumes? Ens hi va la vida.

Característiques generals

Catalunya és un país de boscos. Prop de 2/3 de la superfície és terreny forestal –boscos densos o clars, bosquines, matollars, prats i roquissars– i un 40% són boscos en sentit estricte. Aquests boscos es caracteritzen per:

- Una gran diversitat biològica i riquesa d'espècies i formacions forestals. Més de 30 espècies d'arbres forestals i més de 160 formacions de boscos.
- Una història d'usos intensa i diversa. Als boscos s'han fet, des de fa molt segles, aprofitaments de llenyes, fusta, carbó, pastures, fruits, reïnes, caça, etc.
- Els boscos tenen diferents funcions: econòmica, amb productes fusters i no fusters; social, vinculada al benestar i els valors per al lleure i la cultura; i ambiental, amb la regulació dels cicles hidrològics i biogeoquímics.
- La majoria dels boscos són privats: al voltant del 75% de la superfície forestal està distribuïda entre més de 220.000 propietats.
- Tenen una elevada vulnerabilitat a pertorbacions, sobretot incendis forestals i eixuts, que s'agreugen en el context actual de canvi climàtic i global.

Principals problemes i amenaces

Expansió del bosc, baix rendiment i escassa gestió

La superfície forestal de Catalunya està en continu augment, per la colonització d'antics cultius i pastures abandonats a partir dels anys 40-50, quan es dona el major èxode rural. Això, unit a la gestió tradicional, fa que tinguem en general boscos relativament joves, amb arbres de dimensions mitjanes, d'elevades densitats i amb molt matollar al sotabosc, que configuren estructures forestals amb gran acumulació de biomassa i molt vulnerables als incendis forestals. Això i la gran diversitat de formacions forestals i condicions demanen una gestió complexa, sovint d'elevat cost, no rendible, que duu a un abandó de la gestió, especialment en terrenys forestals de titularitat privada, que no obté gratificació pels béns i serveis dels boscos. La manca de gestió accentua la vulnerabilitat dels boscos enfront de pertorbacions, alhora que redueix més la rendibilitat econòmica, ja que la manca de tractaments silvícoles fa que les produccions siguin menors i de menys qualitat.

Canvi climàtic i canvi global

La regió mediterrània està considerada una de les regions més vulnerables al canvi global. Entre les principals amenaces destaquen la reducció del creixement i de les produccions, l'afebliment i mortalitat de l'arbrat, els problemes de regeneració, l'augment de la freqüència d'incendis grans i intensos, l'increment de l'erosió i degradació del sòl i el de plagues i malures. D'aquestes amenaces, l'augment dels incendis forestals de gran abast i virulents és una de les més preocupants. El foc és un element natural dels boscos mediterranis i moltes espècies hi estan adaptades, sigui perquè poden sobreviure als incendis de baixa intensitat o perquè necessiten el foc per regenerar-se i perpetuar-se. L'estratègia per millorar l'adaptació dels boscos als impactes del canvi climàtic i global passa per impulsar la gestió amb una silvicultura eficient dirigida a accelerar les dinàmiques naturals cap a boscos més madurs, amb arbres més grans, de més valor i més resistent als impactes biòtics i abiòtics.

Reptes per a la preservació dels boscos i el sector forestal

Gestió forestal sostenible i multifuncional

La gestió forestal sostenible i multifuncional ha de fer compatible la conservació de la biodiversitat, els sòls, l'aigua i altres béns amb la producció forestal, i integrar mesures d'adaptació al canvi climàtic i als incendis forestals. A més, ha de posar en valor els recursos naturals i serveis dels boscos, per poder fer front als costos de gestió i garantir, també, les seves funcions socioeconòmiques. Abans d'implementar aquesta gestió, cal una visió coherent de tots els objectius i decidir els models silvícoles i les directrius de gestió més adequats per assolir-los. La clau és una planificació tàctica-operativa i



Parc Natural del Montseny (Girona). Aprofitament de llenyes mitjançant model de gestió irregular en un bosc mixt d'alzina i suro.
Font: AGS-CTFC.

l'acompanyament tècnic en l'execució de la gestió, amb transferència i formació in situ sobre tractaments silvícoles, bones pràctiques per aplicar i marcatge sobre el terreny dels arbres que cal tallar. Hi ha diverses figures de planificació forestal a diferents escales: cal integrar-les de manera eficient per aconseguir una planificació multifuncional de qualitat, tenint en compte les visions dels diferents agents i experts vinculats al bosc.

Gestió per a l'adaptació al canvi climàtic i prevenció de grans incendis forestals

L'adaptació dels boscos es pot millorar a través de tractaments silvícoles, com ara estassades selectives, aclarides o tallades de regeneració, amb l'objectiu d'incrementar la seva resistència (reduir l'exposició i la sensibilitat i vulnerabilitat del bosc) i la seva resiliència (absorbir les pertorbacions mantenint les funcions del bosc). Aquests tractaments milloren la vitalitat dels boscos i en redueixen la vulnerabilitat a focs, plagues i sequeres. És essencial la integració del foc com a element de gestió.

Valorització: productes fusters i no fusters, serveis ecosistèmics

Els productes forestals amb més valor de mercat i repercussió en l'economia dels propietaris són la fusta i altres de no fusters com el suro o la pinya. La fusta es comercialitza a preus molt baixos, estancats des de la dècada dels 80, i els ingressos directes són molt inferiors als mínims necessaris per assegurar una gestió sostenible i multifuncional. En aquest context, els productes forestals no fusters i el valor social i ambiental dels boscos cada dia adquireixen major rellevància i són claus per impulsar la gestió i conservació dels espais forestals. Amb tot, continua sent complex quantificar i valorar aquests productes no fusters i encara més els serveis ecosistèmics, com el paisatge, la biodiversitat, la fixació de carboni o la qualitat de l'aigua. Per orientar la gestió dels boscos cap a la multifuncionalitat, és imprescindible desenvolupar eines de valoració d'aquestes externalitats positives, de manera que els beneficis que generen els boscos es puguin quantificar monetàriament i reverteixin en el propietari o gestor forestal. Les administracions han de promoure els diversos instruments de retribució: pagaments per serveis ambientals, incentius per a la conservació de la biodiversitat, etc. Alhora, és important avançar en la valorització dels productes forestals i l'impuls de nous mercats. Cal cercar noves sortides i aplicacions a la fusta, amb un major valor de mercat, com pot ser el seu ús en construcció, en l'àmbit energètic o altres, i promoure el consum dels productes forestals entre la societat donant a conèixer les seves qualitats i propietats renovables.

Vivim moments de canvi: el món rural pateix una mena de transició davant la qual val la pena veure d'on venim, on som i, sobretot, on anem. El camp català prové d'una llarga època que ha durat segles i va donar lloc al *paisatge rural tradicional*. Fruit, en gran part, d'una economia de subsistència, el territori que veiem en les imatges aèries dels anys 40-50 reflecteix una pressió antròpica molt intensa. Es cultivaven fins i tot llocs poc productius o de difícil accés; la ramaderia extensiva i l'aprofitament de fusta i llenya eren presents arreu, i la caça s'exercia amb poc control sobre qualsevol animal comestible. Aquest escenari afavoria espècies d'espais oberts, que prosperaven en sistemes extensius gestionats sense productes químics: conills, llebres, perdus i ocells "estèpics". Encara avui aquest és un "paisatge de referència" enyorat per molts.

I ara, on som? El nostre territori està experimentant una "renaturalització espontània" a gran escala. D'una banda, l'abandonament agrari ha provocat una enorme regeneració de la massa forestal –arbrada o arbustiva–, en detriment de cultius i pastures: a Catalunya tenim més bosc que mai. Això, unit a la política d'apagar sistemàtica-

ment tots els focs, ha incrementat la quantitat i la continuïtat de la biomassa i ens ha exposat a un risc creixent de grans incendis forestals que superin la capacitat d'extinció. L'activitat agrària es manté en dos grans escenaris: l'explotació intensiva pròpia d'una economia de mercat (regadius, granges de porcs...), i l'activitat extensiva en zones poc productives, d'on no ha desaparegut en gran mesura gràcies als subsidis de la PAC. Els ajuts públics mantenen bona part de les explotacions ramaderes de muntanya no competitives i dels treballs de millora silvícola.

D'altra banda, l'augment de superfície forestal –refugi– de les darreres dècades s'ha combinat amb l'aparició de normatives que regulen la caça i amb iniciatives de recuperació d'espècies autòctones, bé per protegir les seves darreres poblacions o per crear-ne de noves (reintroduccions). Per tot això, estem vivint una notable expansió d'herbívors de mida mitjana: cabirol (present gairebé arreu), cérvol, daina, cabra salvatge i, sobretot, porc senglar. També alguns carnívors, com l'os bru o, de forma més puntual, el llop, estan fent acte de presència. Els voltors s'han recuperat molt, i això ha culminat amb la reintroducció del voltor negre al Prepirineu –avui,

la Reserva de Boumort és l'únic lloc d'Europa on crien les quatre espècies de voltors del continent-. Mentre les espècies d'espais oberts han anat escassejant, la gran fauna va en augment i això genera noves tensions territorials per danys a l'activitat agrària, riscos sanitaris o accidents de trànsit. Nous escenaris inestables als quals ens hem d'adaptar.

Cap a on anem, doncs? Abans, convé saber *si tenim clar del tot* d'on venim: l'estat de referència sovint el fixem respecte a allò que hem conegut¹, però potser ens cal incorporar-hi una perspectiva "paleoecològica", perquè les espècies que pretenem gestionar avui solen tenir centenars de milers d'anys d'existència (sovint, fins i tot milions d'anys). Com que només fa uns 10.000 anys que som pagesos i ramaders –un obrir i tancar d'ulls en termes de l'evolució–, potser val la pena entendre millor no tant *com eren*, sinó *com funcionaven* els sistemes naturals "no domesticats" de no fa pas tant de temps, per si això ens dona idees per gestionar-los. En els sistemes naturals prehistòrics de contextos climàtics equivalents a l'actual (*interglacials*) és molt probable que processos naturals com el foc i l'herbivoria consumissin suficient biomassa com per mantenir un mosaic heterogeni de boscos i ambients oberts. L'herbivoria l'exercia un *gremi* d'ungulats autòctons format per espècies de diferents mides i posició tròfica: pasturadors (cavalls, ases o vaques salvatges), brostejadors (cabriols) i consumidors intermedis (bisons, cérvols, daines o cabres salvatges) (Fig.14). Els gremis de grans carnívors i carronyaires en regulaven les poblacions i en reciclaven les despulles, respectivament. L'esmentat mosaic d'espais oberts i la menor càrrega de combustible (resultat del consum de biomassa pels herbívors i d'incendis menors aleatoris) devien evitar els grans incendis.

Finalment, l'aigua, circulant lliurement arreu, devia generar i mantenir planes d'inundació i zones humides molt fluctuants. L'acció sinèrgica de tots aquests processos és la base de l'heterogeneïtat ambiental "espontània" que ha donat lloc a la biodiversitat actual.

Entendre el passat és decisiu; no tant per recrear-lo, cosa que no tindria sentit, sinó per dissenyar el futur prenent decisions més ben fonamentades. Una gestió del territori basada en els processos ecològics, que entengui i integri el seu paper en els sistemes actuals, pot ser clau per resoldre les disfuncions que patim. Aprofitant les tendències que ja es donen per buscar les solucions més eficients, podem començar a albirar les receptes per a una gestió moderna i holística del món rural, remant a favor del corrent i no en contra. Per exemple, no és gaire eficient contenir el creixement de la biomassa vegetal gastant combustible fòssil –sovint finançat amb diner públic– per moure tractors, motoserres o desbrossadores, allí on els herbívors domèstics o salvatges i els incendis gestionats ho puguin fer gairebé de franc. I més en l'actual context de canvi climàtic. El *rewilding* és una nova estratègia de gestió basada en una comprensió funcional del paper que hi tenen els processos ecològics, siguin naturals (espontanis) o dirigits per nosaltres.

Arribats a aquest punt, es visualitzen dues grans estratègies, i serà la funció de l'ordenació del territori, entesa en sentit ampli, valorar on es pot aplicar cadascuna. A gran part del país, on resulti competitiva en una economia real de mercat, serà més eficient i viable l'activitat tradicional agroforestal. Caldrà modernitzar i dotar de valor afegit els productes agrícoles, ramaders i forestals, i s'hi haurà de limitar el paper d'elements naturals "conflictius", com el foc o els

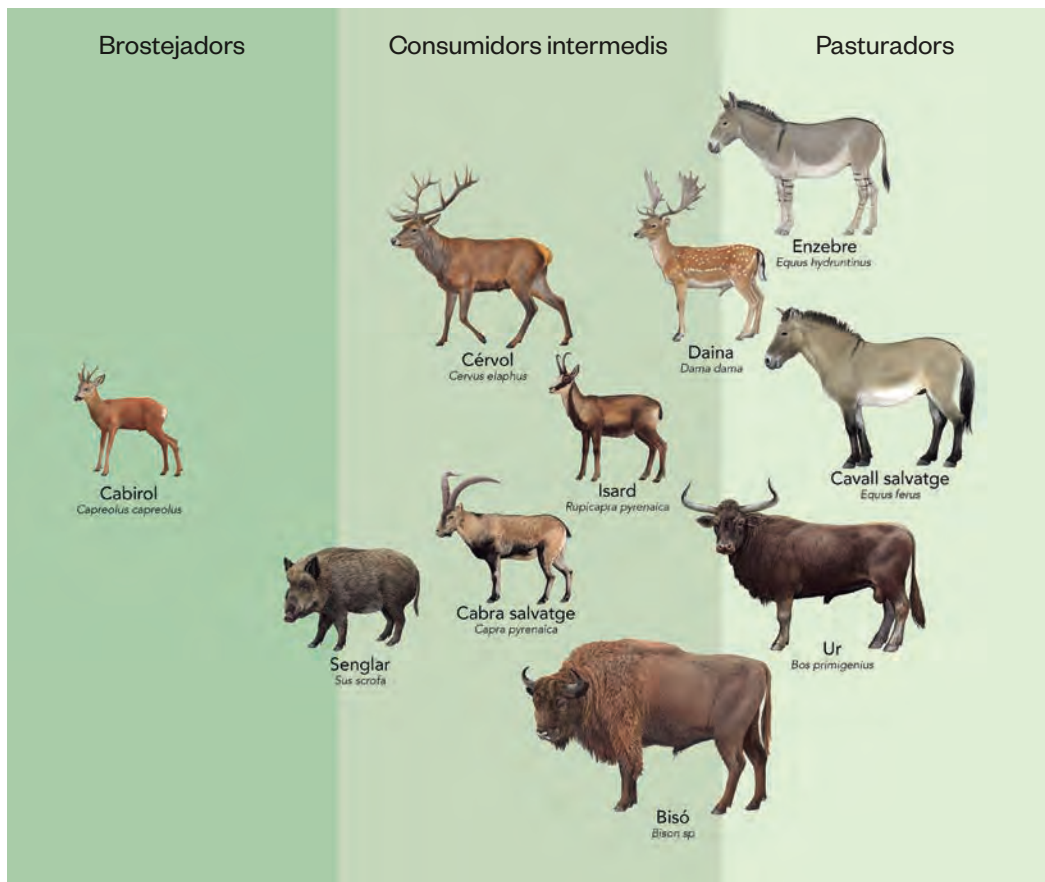


Figura 14

Gremi d'herbívors grans i mitjans del darrer període interglacial a Catalunya (exclosa la megafauna), agrupats segons la seva posició tròfica. No tots els herbívors fan la mateixa funció ecològica. En els nostres ecosistemes actuals hi manquen les espècies salvatges de mida gran, així com les que són pasturadores estrictes. Aquesta darrera funció l'han estat fent des de fa segles les espècies equivalents de bestiar domèstic, que devien mantenir en part la funcionalitat d'aquest procés natural allí on pasturen en règim extensiu.

Il·lustració: Toni Llobet.

grans herbívors. Però en altres llocs, sovint coincidents amb espais protegits on també hi ha objectius de conservació de la biodiversitat, serà més eficient restaurar la funcionalitat natural de l'ecosistema i restablir la dinàmica dels processos naturals de forma controlada. Les polítiques públiques podrien incentivar unes opcions o les altres, segons els casos.

On sigui més eficient optar per la gestió basada en processos naturals, com en parts del Pirineu, el Prepirineu o l'interior de les Terres de l'Ebre, poden sorgir noves oportunitats socioeconòmiques basades en una economia real, no dependent de la injecció recurrent de diner públic. Restaurar

ecosistemes complets i funcionals no vol dir sostreure territoris del nostre sistema econòmic, sinó destinar-los a un altre ús: la *producció de natura*. Exemples a diferents parts del món mostren els avantatges d'aquest plantejament, aplicable a escales i contextos molt diferents: des d'enormes iniciatives d'abast regional, com els Esteros del Iberá, l'American Prairie Reserve o l'iSimangaliso Wetland Park, fins a projectes de dimensió molt moderada, com el Parc Nacional Mountain Zebra, la fundació Conservation Carpathia, Velebit o la finca de Knepp (de poc més de 1.000 ha). En aquest darrer cas, la diversitat restaurada d'herbívors –limitant-ne la càrrega– ha permès una recuperació espectacular de la biodiversitat, fins al punt que les principals poblacions angleses d'espècies en forta regressió, com la tórtora vulgar, el rossinyol o la papallona tornassolada gran, es troben a Knepp.

Un capital natural restaurat de manera ambiciosa pot convertir activitats econòmiques lligades a l'ecoturisme o la caça en les opcions més eficients localment en termes de cost-benefici, i permetre que els habitants del món rural es guanyin la vida amb els recursos del seu territori. Alhora, pot fer que elements naturals “molestos o perjudicials”, com els grans mamífers, el foc, els boscos madurs o, fins i tot, les riuades que modelen les planes d'inundació dels rius, tinguin cabuda en la nostra realitat actual, dins d'un marc de tolerància establert. Aprofitar sàviament aquesta renaturalització del territori és una oportunitat. Ens pot ajudar a assolir una certa “reconciliació ecològica” amb elements de la natura amb els quals és difícil coexistir. I, encara que sembli contradictori, aquest “retorn d'una natura salvatge” és un símptoma inequívoc de maduresa d'una societat *civilitzada*.

Nota

1. Un important fenomen socioecològic que es coneix com a síndrome de la referència canviant.

Els ecosistemes marins són extremadament importants en termes de seguretat alimentària i proporcionen serveis ecosistèmics crítics per a milions de persones, però gran part d'ells, i dels recursos que aprofitem, estan fortament amenaçats per activitats humanes. Els impactes d'aquestes activitats estan associats a una població creixent i a l'augment de la demanda de recursos naturals. La sobrepesca, la pesca il·legal, la degradació d'hàbitats, la contaminació, l'eutrofització, l'augment de les espècies invasores i l'escalfament global representen sèries amenaces que no només afecten els ecosistemes marins, sinó també l'economia i el benestar de milions de persones.

Segons els resultats d'un estudi publicat a la revista *Nature* (Piroddi et al., 2017), en el Mediterrani hi ha entre 10.000 i 12.000 espècies marines, biodiversitat que està en greu perill. En els últims 50 anys, el nombre de grans depredadors (taurons, tonyines, peix espasa) ha disminuït en un 41%; els peixos comercials i no comercials, en un 34%; i s'ha registrat un augment significatiu de les captures de juvenils. Si els impactes d'origen antropogènic continuen creixent, hi ha un greu risc que duguin el sistema més enllà

del "punt de no retorn", amb conseqüències nefastes per a la biodiversitat i les economies que en depenen. Molts autors coincideixen que, en aquest mar, l'esforç pesquer incontrolat en moltes zones ha provocat una sobrepesca crònica que fa dècades que s'arrossega i que representa una de les majors amenaces per a les poblacions marines, ja que les fa més fràgils i menys resistents a altres pressions i canvis. Tot i l'establiment d'algunes mesures per contenir l'esforç i reduir la capacitat pesquera de la flota de la Unió Europea, no hi ha indicis clars d'un canvi en el patró d'explotació: és el mar més sobreexplotat del món, segons la FAO. Les últimes dades disponibles indiquen que vora el 78% de les poblacions del Mediterrani es pesquen a nivells biològicament insostenibles i, tot i que s'ha reduït lleugerament des de 2014, la mortalitat per pesca per a totes les espècies del Mediterrani continua essent elevada (FAO, 2018). El volum de rebuigs de pesca se situa al voltant de les 230.000 tones per any (FAO, 2018), o sigui, que vora el 18% de les captures es tornen a llançar al mar, en general mortes. L'arrossegament de fons és l'art que més rebuigs de pesca genera.



Pesca tradicional amb palangre prop de la costa catalana.

Durant dècades, les decisions a curt termini i el creixement econòmic han prevalgut sobre la conservació dels recursos. El principi de precaució i la gestió ecosistèmica han rebut poca consideració. L'assessorament científic ha estat sovint ignorat i no hi ha hagut incentius per a les pràctiques pesqueres selectives i que consumeixen menys combustible. Així, tot i algunes històries d'èxit recents, gran part de les poblacions marines comercials continuen molt sobreexplotades i nombrosos hàbitats mediterranis pateixen una pressió creixent. Però no tot està perdut si hi ha voluntat política.

Els recursos pesquers tenen una gran capacitat de regeneració. Aplicant d' immediat mesures excepcionals per reduir la mortalitat i els impactes derivats de la pesca, el declivi de les poblacions marines mediterrànies es pot aturar. Entre altres, cal donar més suport a la pesca d'arts menors (és a dir, l'artesanal) i a les flotes que tenen un menor impacte ambiental, una pesca

més selectiva i majors taxes d'ocupació. Amb una gestió apropiada, algunes flotes podrien reduir força l'impacte sobre el medi. Això repercutiria positivament en la seva socioeconomia a mitjà i llarg termini. Una altra mesura urgent és la reducció dels rebuigs i les captures accidentals amb mesures més dràstiques que les aplicades fins ara, sobretot millores tècniques per incrementar la selectivitat dels arts de pesca i l'establiment de zones de veda i de restriccions espaciotemporals en pesqueres i zones biològicament sensibles. Res d'això és nou. Tot està previst en l'ordenament jurídic a la política pesquera comuna (PPC), en vigor des de 2014, que té entre els seus principals objectius posar fi a la sobrepesca com a molt tard l'any 2020 i reduir de manera progressiva els rebuigs i les captures no desitjades. Calen plans de gestió plurianuals que incloguin la vessant ecosistèmica (tan sovint ignorada) i cobreixin diverses espècies i caladors en les diferents zones geogràfiques europees. Aquests plans són un dels mecanismes bàsics per engegar les mesures de gestió que garanteixin la sostenibilitat ambiental i, per tant, la sostenibilitat socioeconòmica del sector pesquer. Malauradament, l'avenç en l'elaboració dels plans plurianuals de gestió ha estat massa lent i, a les portes de 2020, els objectius de la PPC són molt lluny de ser assolits, especialment en el Mediterrani. A banda dels plans plurianuals, en els últims anys s'han anat desenvolupant altres plans de gestió de gran transcendència, no per la seva extensió geogràfica sinó pel procés de col·laboració que comporten. Aquest és el cas del Pla de cogestió del sonso de Catalunya (en marxa des de 2014), el comitè del qual està integrat per associacions de pescadors, administracions públiques, centres de recerca i organitzacions no gover-

namentals. Aquest pla és un model pioner de cogestió pesquera a Europa perquè les decisions (basades en criteris científics i tècnics) s'aproven per consens, de manera que es fomenta una pesca més responsable i la cultura del compliment. La Generalitat de Catalunya ha estat treballant la manera de desenvolupar models de gestió similars en les seves aigües competencials. Un nou marc normatiu, el Decret 118/2018, regula el model de governança de la pesca professional a Catalunya i té com a peça bàsica la coresponsabilitat de tots els actors implicats i la gestió bioeconòmica de l'activitat pesquera. A més del pla per al sonso, s'han constituït altres comitès de cogestió pesquera. Destaquen el de la sípia de les badies de Pals i Roses (el primer, constituït a l'empara del nou decret de governança), el del pop roquer capturat per la flota artesanal en el litoral de la Catalunya central i el del peix blau en el sector de les badies de Roses i de Pals. Les estratègies de gestió adaptatives d'aquests plans, amb la participació de totes les parts interessades, i a partir dels coneixements pertinents a escala regional, podrien ser una de les millors vies d'actuació per garantir la pesca sostenible a llarg termini.

La sobrepesca, tan rellevant al Mediterrani, no és ni de bon tros l'únic factor de declivi dels ecosistemes marins. La diversificació i la intensificació de les activitats costaneres i marítimes els amenacen greument i en provoquen la degradació i la pèrdua de serveis crítics. Hi ha evidències que l'escalfament global ja afecta el Mediterrani, amb canvis en la distribució de les espècies, l'estructura de les comunitats, la productivitat, etc. La bona notícia és l'augment del coneixement científic i que cada cop es parli més de la salut dels oceans. Hi ha reunions d'alt nivell per acordar nous compromisos entre estats.

Però l'any 2020 hauria d'haver desaparegut la sobrepesca i, segons la Directiva marc sobre l'estratègia marina, s'hauria d'assolir un "bon estat ambiental" del medi marí (Directiva 2008/56/CE), objectius dels quals seguim molt allunyats, com també passa amb d'altres normatives i reglaments en vigor. També preocupa l'impuls del creixement blau per part de la UE. Sectors de l'economia blava com ara el turisme, el transport marítim, la mineria, els parcs eòlics i moltes activitats que es pretenen desenvolupar "de manera sostenible" afegirien més pressió a uns ecosistemes ja molt debilitats. Tenint en compte que les arrels dels problemes que ha d'afrontar el Mediterrani estan directament lligats al model de creixement econòmic, caldria una transició global cap a sistemes de consum i producció molt més responsables i sostenibles, que tinguin en compte els límits dels ecosistemes.

Se'ns presenta tot un mar de reptes, però encara som a temps de revertir la situació.

Referències

FAO. 2018. *The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Roma. 172 p.

PIRODDI, C. et al. 2017. Historical changes of the Mediterranean Sea ecosystem: modelling the role and impact of primary productivity and fisheries changes over time. *Scientific Reports*, 7, 44491. doi:10.1038/srep44491

Normes més destacades

Reglament (UE) núm. 1380/2013 del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de desembre de 2013, sobre la política pesquera comuna.
Decret 118/2018, de 19 de juny, sobre el model de governança de la pesca professional a Catalunya.
Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).

Agricultura i ramaderia davant el canvi

Certament, “Som Natura”. Hi ha una tendència a aproximar-nos i relacionar-nos amb la natura com si fóssim aliens a ella i a les dinàmiques dels ecosistemes, quan hauríem d'exigir-nos una responsabilitat major que a les altres peces d'aquest complex engranatge per la capacitat que tenim d'alterar d'una forma greu i determinant els ecosistemes. Per tant, hem de trencar amb aquesta alienació de l'espècie humana en favor d'una perspectiva més àmplia i sistèmica. Es tracta d'aprofundir en les relacions entre l'espècie i allò que en diem “natura”.

Les activitats agràries (entenent les agrícoles i ramaderes) i forestals han sustentat històricament (i sustenten encara) les idees més bàsiques per entendre les formes de relació amb el nostre entorn natural. L'agricultura, la ramaderia i la silvicultura mostren valors, creences i normes que són “cultura”. De fet, etimològicament el terme cultura prové del llatí *colere*, que significa ‘cultivar’ o ‘conrear’. La cultura ens relaciona amb l'espai que ens envolta segons uns valors que evolucionen al llarg del temps. Per tant, les activitats agràries i forestals conformen una part elemental del patrimoni cultural d'un país, amb uns valors que canvien de la

mateixa manera que ho fa l'entorn i les condicions ambientals en què vivim. Tenim dues opcions: apreciar i valorar aquesta cultura, que significa apreciar i valorar la gent que viu i treballa la terra; o bé donar-li l'esquena i viure aliens a la realitat del que ens envolta.

A continuació es parla sobre els canvis a escala de paisatge, del model agrari i les funcions socioambientals de les activitats agràries. Finalment, es plantegen dos reptes que es consideren importants que afrontem com a país: el canvi climàtic i el despoblament rural.

El paisatge català és canviant i el territori està desequilibrat

Catalunya és un territori molt divers i heterogeni, on el paisatge canvia radicalment segons el lloc on ens ubiquem. Un dels trets més característics d'aquest paisatge és el mosaic agroforestal, entès com la coexistència d'espais forestals i agrícoles que conformen una matriu interessant des d'un punt de vista ambiental. Pensem que un 60% del país és forestal i un 30% són conreus (90% en total). Això dona una idea bastant clara de la importància d'aquests espais al territori català. Catalunya també és un territori

extremadament desequilibrat demogràficament, on dues terceres parts de la població viuen a la franja litoral i, especialment, a la Regió Metropolitana de Barcelona, una de les aglomeracions urbanes més importants d'Europa.

Per quin model agrari apostem?

Les activitats agràries sustenten un 90% del territori català, encara que el sector només representa el 2% de la població activa. Dins d'aquest sector conviuen dos models: les explotacions/empreses familiars agràries i les grans indústries. És important plantejar obertament per quin model apostem, perquè els estímuls respecte al territori són ben diferents. Mentre que un model basat en la pagesia i les explotacions agràries familiars és més garant de la fixació al territori, la resiliència i la sostenibilitat, ja que fomenta uns sistemes agroforestals que beneficien la conservació de la biodiversitat i el patrimoni natural, el model agroindustrial aporta més beneficis econòmics a curt termini però implica més concentració de terres en unes poques mans i una major dependència dels mercats globals i la respectiva facturació.

És important insistir en un model agrari més vinculat al territori, ecològic i que preservi la pagesia com una aposta estratègica per la sostenibilitat del país. Responsables polítics, tècnics i consumidors podem fer més per defensar aquest model amb recursos públics i equilibrar la seva convivència amb el model agroindustrial. Dues propostes: la primera és potenciar els mercats locals i de qualitat; apostar per la venda directa com a forma de comerç just i de proximitat. La segona: ens calen més pagesos i més lliures per prendre les seves decisions sense la dependència d'uns mercats sovint massa especulatiu. Un territori viu és aquell

que és ric en relacions humanes, on habiten i treballen persones que cooperen per un benefici mutu.

Les funcions de les activitats agràries

L'agricultura, la ramaderia i la silvicultura són activitats que generen uns beneficis per a la societat més enllà dels purament productius. Estem parlant de funcions socioambientals que no es tradueixen en valors econòmics al mercat (externalitats), com ara la regulació climàtica i hidrogeològica, el foment de la biodiversitat, la conservació dels sòls i la prevenció del risc d'incendi forestal. Lògicament, com tota activitat humana, també generen uns impactes negatius que estan determinats pel grau de compliment de les bones pràctiques agràries i el model productiu del qual estiguem parlant. Tanmateix, en un exercici imaginari per expressar aquests valors i funcions en termes monetaris, s'ha calculat¹ que les externalitats positives de les activitats agràries superarien amb escreix les negatives, i aportarien una xifra rodona que estaria al voltant dels 1.000 euros anuals per persona. En termes monetaris, el sector agrari aportaria benestar al conjunt de la societat per aquesta xifra aproximada, molt per sobre dels beneficis d'altres sectors productius, i això no està reconegut al mercat.

Cal seguir apostant per la gestió activa i prioritzar la gent que viu i treballa al territori, també per garantir la sostenibilitat en el sentit més ampli de la paraula. El món rural que treballa la terra produeix aliments i béns que, per altra banda, si ens han de venir de lluny suposen petjades ecològiques cada cop més pesades en costos ambientals.

Repte 1: el canvi climàtic

El canvi climàtic és una realitat. L'agricultura, amb la voluntat persistent d'adaptar-se als



Cultiu de pomes ecològiques de la cooperativa Biolord.

canvis, ja ha començat a donar-hi resposta.² Alguns exemples són la introducció de nous cultius com les pomes de muntanya en zones rurals, com el cas de Biolord, una cooperativa rural que revitalitza econòmicament les zones de muntanya cultivant pomes ecològiques en terres en desús o abandonades. Per altra banda, també hi ha processos de relocalització de cultius, com el cas de la vinya a cotes d'altitud més elevades. També hi ha en marxa millores tècniques i actuacions d'eficiència en els sistemes de reg per fer front a la disminució progressiva de la disponibilitat d'aigua; millores tècniques en la fertilització orgànica i la gestió de les dejeccions ramaderes; diversificació productiva a partir d'espècies més adaptades a les noves condicions de l'entorn; etc.

Els boscos catalans necessiten una gestió sostenible, i més en un context de canvi climàtic. Si bé és cert que podem trobar alguns casos puntuals de boscos madurs on es poden plantejar estratègies d'evolució i dinàmica natural que responen a les característiques específiques d'aquests ecosistemes, la gran majoria de la massa forestal catalana necessita gestió i actuacions com ara la tala d'arbres, les aclarides o la selecció de tanys. Tenim més bosc que mai i el repte

més important és aconseguir paisatges més discontinus i menys vulnerables per garantir-ne justament la conservació i evitar grans incendis. Un exemple d'actuació mixta que ja s'està treballant és el cultiu de tòfones en espais que faciliten la discontinuïtat paisatgística i nous aprofitaments agroforestals.

Repte 2: el despoblament rural i “la terra per a qui la treballa”

Cal entendre les noves oportunitats que es plantegen en l'adaptació al canvi climàtic i seguir invertint esforços en la recerca i la investigació sense deixar de tocar de peus a terra. En primer lloc, cal afrontar reptes com el despoblament rural, l'abandonament de terres de cultiu, l'accés a la terra per part dels qui volen treballar-la, el foment de la ramaderia extensiva i la gestió del territori des d'un punt de vista transversal, i abordar el desplegament i la millora dels serveis bàsics i la qualitat de vida de les persones que habiten i treballen al món rural. Les dades recents de l'Observatori del Món Rural (edició de 2018) ens indiquen, per exemple, que el desplegament de la fibra òptica en zones rurals només arriba al 20% del territori, mentre que en àmbits urbans ja estem al 80%. Cal que afrontem aquests greuges



Cultius de tòfona
a Montan de Tost.

com una reivindicació de país, i no com una problemàtica sectorial o en la dialèctica rural-urbana. Les ciutats i la gran majoria de la societat que hi viu haurien de començar a ser conscients que aquests reptes també els impliquen. No poden viure d'esquena al territori i cal que aportin la seva part per contribuir a garantir aquests aliments, béns, cultura, serveis, benestar, etc.

En segon lloc, convindria fomentar la governança local i la participació activa del territori descentralitzant la presa de decisions per adaptar-les al màxim al context local o regional. L'eficàcia de les decisions que es prenen està estretament condicionada a les particularitats locals i/o regionals. Per tant, es tracta d'orientar els esforços també en la implementació de solucions socials i polítiques que facilitin un canvi de paradigma en l'àmbit administratiu.

Finalment, a tall de reflexió, actualment vivim immersos en una concepció esbiaixada de les "muntanyes". Anem a la muntanya "a desconnectar", "estimem les muntanyes" i celebrem boniques fotos de postal. És absolutament necessari comprendre que la muntanya està lligada als pobles, la seva gent i la pagesia. Una pagesia que s'adapta als nous reptes, que és capaç de decidir, que

busca noves formes de produir i vendre al consumidor final, però que ens cal defensar, reivindicar i valorar.

Tot plegat, es tracta de valorar el que tenim i recordar d'on venim per saber on anem i cap a on volem anar. Amb un compromís mutu, compartit i, per tant, ecològic.

Notes

1. *El valor ocult de l'activitat agrària a Catalunya*. Fundació del Món Rural (<http://www.fmr.cat>).

2. Vegeu també el projecte MEDACC (LIFE ENV/ES/000536, Demonstration and validation of innovative methodology for regional climate change adaptation in the Mediterranean area; <http://medacc-life.eu/ca/adaptant-la-mediterrania-al-canvi-climatic>).

Núria Bonada

Grup de Recerca
FEHM-UB

Antoni Munné

ACA, Generalitat
de Catalunya

Narcís Prat

Grup de Recerca
FEHM-UB

Rius

La cançó “Al meu país la pluja” d’en Raimon il·lustra a la perfecció el tarannà del clima a Catalunya: *Al meu país la pluja no sap ploure; o plou poc o plou massa; si plou poc és la sequera, si plou massa és la catàstrofe*. De la mateixa manera, els rius a casa nostra estan sotmesos a una gran variació estacional del règim de cabals, amb cabals baixos o inexistents a l'estiu, i crescudes a la primavera i la tardor. Aquesta pertorbació natural imposada pel mateix clima mediterrani en complica, i molt, la gestió i conservació fluvial, però és, juntament amb una sèrie de factors històrics (per exemple, les glaciacions), la responsable de l'elevada diversitat aquàtica que tenim a casa nostra.

Malauradament, els ecosistemes fluvials catalans es caracteritzen també per estar sotmesos a nombroses pertorbacions antròpiques. Les més de 510 depuradores d'aigües residuals urbanes existents han permès la reducció de la càrrega orgànica que arriba als rius, de manera que la qualitat d'aquests ha millorat en els darrers anys. Tot i així, el problema no s'ha solucionat del tot. L'elevada extracció d'aigua per a diversos usos, juntament amb l'escàs cabal com a conseqüència del clima mediterrani, fa que

els efluent d'aquestes depuradores sovint vagin a parar a lleres sense suficient capacitat de dilució i autodepuració, i això genera problemes d'eutrofització.

Més enllà dels abocaments urbans, els rius catalans evidencien, cada vegada més, alteracions morfològiques significatives. Moltes riberes s'han vist greument modificades per l'ocupació dels marges, el traçat de molts rius s'ha alterat i se n'ha malmès l'hàbitat. A més, els més de 500 obstacles (preses o assuts) infranquejables pels peixos identificats fins a ara alteren la connectivitat fluvial alhora que modifiquen el règim de cabals aigües avall, i així afavoreixen també l'acollida i expansió d'espècies exòtiques.

L'augment d'espècies exòtiques durant els darrers anys és, molt probablement, l'afectació més important als rius catalans. Aquestes espècies poden arribar a desplaçar-ne les autòctones i, atès que sovint no tenen depredadors directes, fan grans explosions poblacionals i esdevenen invasores. A Catalunya s'han trobat un total de 236 espècies exòtiques, presents en un 69% dels trams fluvials. La presència d'aquestes espècies és especialment important als eixos principals dels rius, on



sovint superen les espècies autòctones. Si bé l'expansió de les espècies exòtiques es veu afavorida per l'alteració de l'hàbitat fluvial, la gran majoria s'introdueixen a través de l'aquariofília, la pesca esportiva o la jardineria.

La contaminació difosa és encara un problema sobre el qual cal actuar. Sobretot en les zones agrícoles i ramaderes, molts nutrients i plaguicides arriben als rius amb el rentat de les pluges o a través de l'aigua subterrània. A més, cal afegir-hi la detecció de nous contaminants considerats emergents (fàrmacs, productes industrials o cosmètics, entre altres) gràcies a l'aparició de tècniques analítiques cada vegada més sofisticades. Alguns ja han estat prohibits o estan molt regulats atesa la seva toxicitat, però d'altres encara desconeixem els efectes que poden tenir sobre els ecosistemes aquàtics.

L'aparició de diferents directives europees durant els anys 2000 ha permès avançar de manera significativa en la gestió i conservació dels ecosistemes fluvials. En concret, la Directiva marc de l'aigua (DMA) demana als estats membres que avaluïn l'estat ecològic dels rius sobre la base d'indicadors biològics, hidromorfològics i fisicoquímics, i

que el classifiquin en cinc classes de qualitat: molt bo, bo, mediocre, deficient o dolent. A més a més, té com a objectiu principal aconseguir que els ecosistemes aquàtics assolixin el bon estat ecològic i que, en aquells trams de riu que no tinguin un bon estat ecològic, s'hi prenguin mesures per aconseguir-lo a llarg termini.

Un 35% dels trams dels rius del districte de la conca fluvial de Catalunya té un bon o molt bon estat ecològic. La major part, doncs, tenen un estat ecològic per sota de l'exigit per la DMA, el que evidencia les nombroses pertorbacions antròpiques a les quals estan sotmesos els rius catalans, pertorbacions que sovint actuen de manera conjunta amb efectes sinèrgics imprevisibles. La pertorbació natural pròpia dels rius de clima mediterrani i les prediccions futures de canvi climàtic, que preveuen una reducció significativa dels cabals durant els mesos d'estiu, accentuaran encara més els efectes d'aquestes pertorbacions antròpiques.

Totes aquestes pertorbacions no només afecten l'estat ecològic i, per tant, l'estructura i el funcionament dels ecosistemes fluvials, sinó que també tenen conseqüències sobre les espècies i la vulnerabilitat de les seves poblacions. Malgrat que la majoria d'espècies aquàtiques catalanes no han estat avaluades, sí que es coneix la vulnerabilitat de les més emblemàtiques (peixos, mamífers, amfibis i rèptils) i de certs invertebrats, que representen el grup més divers i abundant dels ecosistemes fluvials. Així, per exemple, 15 espècies d'odonats i 4 de mol·luscs aquàtics estan catalogades com a vulnerables o ja es troben en perill d'extinció.

Davant d'aquesta situació, la gestió i conservació dels ecosistemes fluvials a Catalunya representa un gran repte. Com-

patibilitzar l'ús antròpic de l'aigua i dels ecosistemes fluvials, proveïdors de nombrosos serveis ecosistèmics, amb les necessitats del medi és complex, especialment en una regió majoritàriament mediterrània com la nostra. S'ha avançat molt en els últims anys: la contaminació orgànica ha disminuït per l'acció de les depuradores, existeixen noves figures de protecció específiques per als ecosistemes fluvials i plans d'implementació de cabals ecològics, hi ha més regulació de contaminants i un major coneixement de les espècies exòtiques existents..., però encara queda molt per fer. Les accions que cal dur a terme han d'anar encaminades a millorar la morfologia fluvial, invertint en restauració de lleres i riberes per tal de millorar la connectivitat fluvial. La contaminació difosa s'ha de solucionar en origen, optimitzant l'ús de fertilitzants o plaguicides, i limitant l'ús dels residus orgànics ramaders. Cal, també, considerar la implementació de sistemes de depuració adaptats als municipis petits, i incorporar estàndards de qualitat dels efluents de les depuradores, sobretot pel que fa als contaminants prioritaris i emergents. Així mateix, cal fer una gestió de la pesca de manera que s'eviti una sobreexplotació de les poblacions autòctones i la presència i proliferació d'espècies exòtiques o de varietats genètiques foranes. A títol individual, més enllà de reduir el consum d'aigua per evitar la sobreexplotació dels aqüífers, cal prendre consciència de la importància de la conservació dels ecosistemes fluvials. Projectes de ciència ciutadana com el RiuNet (www.riunet.net) o el Projecte Rius (www.projecterius.cat), així com projectes de caire més científic com el CARIMED (www.ub.edu/barcelonarius/), que ja permeten disposar de més de 20 anys seguits de dades, són clau per entendre com funcionen

aquests ecosistemes i gestionar-los de la millor manera possible davant d'un escenari de futur en què la pluja, al meu país, cada cop en sabrà menys, de ploure.

Les ciutats no són alienes a la natura. Com els rusc o els termiters, encara que molt més complexes, són estructures creades per una espècie animal molt dominant: la nostra. Un sistema urbà té característiques comunes amb els ecosistemes pel que fa a cicles de recursos i fluxos d'energia i d'informació, però la importància de les estructures i mecanismes de control culturals superposats a les infraestructures i mecanismes ecològics és enorme. La ciutat és una creació antropogènica que altera dràsticament el medi ambient a mesura que es construeix i es reconstrueix. La seva singularitat ha fet que es parli fins i tot d'un nou tipus de bioma: un bioma, en tot cas, resultat de l'elecció humana i mantingut a cura dels humans, amb innegables encerts i també amb un munt de conseqüències no desitjades. El món s'ha fet urbà. Assistim a un ràpid procés d'urbanització i, en moltes regions, a un ritme sense precedents. L'any 2010 la població urbana va superar la rural, i es va iniciar el que s'ha anomenat el nou mil·lenni urbà.

Diferents projeccions suggereixen que en la primera meitat del segle XXI es construirà la mateixa capacitat urbana que s'ha construït en els últims 4.000 anys. Les caracte-

rístiques amb les quals es dissenyin aquests nous teixits urbans decidiran si els seus futurs habitants quedaran atrapats en l'actual corrent majoritari d'estils de vida que consumeixen recursos intensament i depenen dels combustibles fòssils, o si tindran la possibilitat de desenvolupar nous estils de vida associats a la neutralitat de carboni, l'ús mínim de recursos naturals, els cicles tancats i la inclusió social. Vist el context, sembla clar que la sostenibilitat global es guanyarà o es perdrà a les ciutats. Com seran les ciutats que mantinguin la integritat ecològica i produeixin benestar humà? Com les podem dissenyar i fer realitat? Aconseguir un entorn saludable i amb bona qualitat de vida, assegurar els recursos necessaris i, alhora, minimitzar l'impacte sobre l'entorn local i global és un desafiament complex. Un sud-oku que demana visió de futur, creativitat i audàcia. Cal abandonar la idea de les ciutats com a motors d'extracció dels recursos de l'entorn —que processen per generar valor i produeixen productes de rebuig que han de ser eliminats— i reinventar-les com a productores de recursos, no només consumidores. En les darreres dècades, les ciutats han intentat disminuir el seu impacte mitjançant el

disseny més eficient dels edificis, la reducció del consum o el reciclatge de materials per reduir l'entrada de recursos i la sortida de deixalles, però hem d'anar més enllà, fent ciutats productives, que no es limitin a aconseguir un mínim consum o impacte, sinó que arribin a ser autosuficients i fins i tot puguin tenir una aportació positiva. Més enllà del balanç zero, podem imaginar una ciutat que estableixi una relació de reciprocitat amb els territoris que contribueixen a abastir-la d'aigua, d'aliments i de recursos vitals, amb l'objectiu de re-enriquir els sistemes dels quals depèn: en són exemples la infiltració d'aigua depurada a l'aqüífer o la devolució de matèria orgànica en forma de compost als camps o boscos. L'horitzó és una ciutat que generi més recursos dels que consumeix i que restauri i regeneri els territoris involucrats en el manteniment del sistema urbà.

Avançar en aquest camí significa generar la pròpia energia renovable, amb màxima producció local (fotovoltaica, solar tèrmica, eòlica, geotèrmia...), regenerar tota l'aigua depurada, millorar els sòls i potenciar els conreus de proximitat i l'agricultura urbana, minimitzar els residus i recuperar com a recursos tots aquells que encara es generin, reduir la demanda i el consum de recursos (amb rehabilitació dels edificis existents i màxima ecoeficiència en la nova construcció, xarxes de fred-calor, ús d'aigua no potable per a reg i neteja...) i generalitzar hàbits d'estalvi i eficiència.

També té a veure amb una estructura urbana compacta i amb mixticitat d'usos, que garanteixi serveis de proximitat als habitants de tots els barris. Aquest model de distàncies curtes permet optimitzar l'ús del sòl i mantenir espais naturals vora la ciutat, i comporta avantatges per a la cohesió social i l'eficiència de les xarxes metabòliques que fan funci-

onar la ciutat, com la distribució de matèria, energia i informació, i com la mobilitat.

La transformació de la mobilitat és un dels grans reptes de les nostres ciutats. La circulació de vehicles propulsats amb combustibles fòssils és responsable del 40% de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, però a més el trànsit està vinculat a la contaminació de l'aire, al soroll i a l'ocupació de l'espai, factors que repercuteixen directament en la salut, la seguretat i la qualitat de vida de les persones. En aquest cas, l'horitzó és una ciutat lliure de vehicles propulsats amb combustibles fòssils i ben dotada de sistemes de transport públic nets i eficients. Arreu hi ha un moviment cívic per a les ciutats sense cotxes, amb l'objectiu de recuperar els carrers per a les persones, facilitar els desplaçaments a peu i en bicicleta, l'estada, el joc i la convivència, i també acollir vegetació, punts d'aigua i altres elements naturals que configuren zones de tranquil·litat.

Si mai s'havia vist el verd com a element ornamental de la ciutat, avui hi ha clara consciència que el seu rol és plenament estructural, en permetre el fluir dels cicles naturals i conservar la biodiversitat. Ja no s'entén el verd urbà com una col·lecció de parcs, jardins, places i fileres d'arbres, sinó com una xarxa ben tramada i ben connectada amb l'entorn (espais naturals, corredors fluvials, litoral). El disseny dels elements urbans i dels elements naturals es pot sintonitzar, pensant-los conjuntament, i també es pot arribar a integrar amb harmonia els espais urbans i el territori que els sosté.

El verd de les nostres ciutats pot millorar en quantitat, qualitat, equitat i connectivitat. Hem de fer lloc per al verd i la biodiversitat aprofitant tots els espais d'oportunitat, a totes les escales: carrers i places, cobertes i terrats, mitgeres i murs verds, terrasses,

balcons, jardins, horts, solars, erms i espais residuals. Cal posar en valor els retalls semi-naturals que queden entre la trama urbana per restaurar-los, conservar-los, potenciar-los i aprendre a apreciar-los. La biodiversitat local és biodiversitat global, i les ciutats s'han de comprometre a la seva conservació. Les polítiques de desenvolupament sostenible de les ciutats han anat evolucionant des dels objectius inicials, relacionats amb la correcció dels problemes ambientals (contaminació atmosfèrica, residus, soroll, etc.), la recerca de l'eficiència (en el consum d'energia, aigua, altres recursos) i la minimització dels seus impactes locals. Des de fa anys, moltes ciutats han elaborat plans de sostenibilitat en els quals no només es tracta de corregir els impactes locals i globals de les mateixes ciutats, sinó també de convertir-les en entorns de qualitat, atractius per viure i treballar, singulars per la seva cultura local, biodiversitat i paisatge salvaguardats. Les Agendes 21 Locals han estat en molts casos un bon instrument per a la implantació d'aquests plans, ja que han fomentat la implicació ciutadana a través de consells de sostenibilitat i xarxes cíviques generadores de visió compartida, objectius comuns i projectes conjunts. Ens n'ofereix un exemple el Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat, adoptat per més de 1.000 organitzacions a Barcelona: amb 10 objectius i 100 línies d'acció, dibuixa un horitzó compartit i un full de ruta en el qual cadascú ha de fer la seva part, però també s'endeguen projectes col·lectius, en una xarxa d'actors que cooperen de manera corresponsable.

**Dacha Atienza,
Francesc Uribe**

Museu de Ciències
Naturals de
Barcelona

Ciència ciutadana i biodiversitat. Els riscos d'una aliança natural

El concepte de *ciència ciutadana* ha irromput en les esferes de la gestió mediambiental amb tanta vitalitat que ha aconseguit atreure l'interès reflexiu d'un nombre creixent d'equips investigadors. Les publicacions científiques incorporen la ciència ciutadana amb la naturalitat que suposa emprar un terme de definició ja consolidada, una síntesi de metodologia de recerca i de fortalesa social.

La ciència ciutadana, com a bon neologisme que és i gràcies també a la prodigalitat tecnològica que l'acompanya, evoca una visió nova, de soca-rel. I no és veritat: de ciència *amateur* n'hi ha hagut des de molt abans que aparegués la ciència ciutadana, i els museus d'història natural en són testimonis ben actius. La diferència és que en els darrers temps l'aproximació al coneixement científic està molt més generalitzada i s'allunya de la figura singular i quasi aristocràtica dels naturalistes.

A principis del segle XXI, els recels que des de l'acadèmia s'han projectat sobre la beatificació de la ciència ciutadana han contribuït poderosament a analitzar i conèixer els seus límits i els seus avantatges, o la seva imprescindible quan l'escala de les observacions necessàries són pròpies d'un

altre fenomen coetani, *el big data*. En l'actualitat, la ciència ciutadana, la CC, ja no ha de justificar-se perquè senzillament sabem que pot ser bona o dolenta segons que s'apliqui bé o malament. Si la ciència ciutadana ja és un contribuent net a la ciència en general, la normalitat aconseguida dona peu a valorar nous elements crítics, motius de millora a la fi. Des de la crítica positiva exposem alguns dubtes, amb la convicció que la ciència ciutadana és un sòlid mirall de la societat.

La ciència ciutadana produeix dades útils?

A més de ser una carrera d'èxit per a les persones, la CC també ha de demostrar que és útil per a l'activitat científica. El component ciutadà de la CC sovint és el més destacat en les valoracions socials, per davant de les conclusions científiques a què el projecte arribi. La frontera entre projectes de conscienciació participativa i genuïns projectes de ciència ciutadana és difusa si no es dona prioritat a un indicador cabdal: la utilització final de les dades extretes o el compromís que així sigui.

Desgraciadament, els mitjans de comunicació dissenyats per les entitats que organitzen recerca ciutadana no acostumen

a donar importància al destí final de la informació reunida per les persones voluntàries. És el símptoma que sovint l'acció per l'acció justifica l'activitat.

Són abundants els exemples de projectes de CC que s'han galvanitzat amb resultats científics valuosos, comparables als de la ciència professional. Aquest és el llistó alt, no l'únic. No sempre una entitat promotora de recerca ciutadana disposa de recursos propis per abordar l'anàlisi i la interpretació de la informació de camp reunida. L'alternativa és comprometre's a fer que la informació sigui pública i assequible de manera que se n'asseguri al màxim la reutilització. Aquest seria el llistó baix, el mínim necessari per formar part del circuit científic. Explicar i documentar aquest compromís seria una marca d'excel·lència.

La ciència ciutadana pot suposar un risc de malmetre la natura?

Els naturalistes som conscients que la nostra activitat pot ser destructiva si s'actua amb coneixement, el tenim per recol·lectar, i poc criteri, quan ens n'oblidem del rigor i la necessitat real. Les convocatòries públiques de participació en estudis de camp tenen un risc potencial de multiplicar-ne l'efecte destructiu. Les contencions han de ser metodològiques i de caràcter. Les metodologies no invasives, incruentes, són populars i ben acreditades per a un ampli abast d'objectius de recerca. Hi ha moltes opcions per triar i per deixar als professionals la responsabilitat d'aplicar metodologies que consumeixen recursos naturals.

És la ciència ciutadana inclusiva?

A la CC se li suposa el potencial de democratització que és fruit d'un procés científic inclusiu, capaç de transportar les persones

interessades a participar en la generació de coneixement, la seva difusió i la presa de decisions. Tenim moltes evidències positives que els projectes de CC ajuden de forma eficaç en termes d'aprenentatge científic o de compromís davant la ciència. Tanmateix, quan ens fixem en si els projectes reflecteixen la demografia de les nostres societats, en si realment són inclusivius, la realitat pot ser completament diferent.

Encara no tenim prou estudis formals sobre la representació i la diversitat de qui participa en els projectes de CC. Les úniques dades disponibles sobre el tema són dels Estats Units (NASEM, 2018) i conclouen que els participants són majoritàriament ciutadans blancs i amb una certa formació. Malgrat que el context social certament no és igual al de la nostra societat, les seves observacions poden aplicar-se per intentar reconèixer la nostra realitat (tal com vam comprovar al I Foro de Ciencia Ciudadana en España).

En general, la CC ha crescut molt durant els últims anys però probablement ho ha fet desconnectada, en la majoria dels casos, dels interessos o la presència de col·lectius en risc d'exclusió social, com per exemple els immigrants o les persones amb pocs recursos econòmics. Aquesta poca representació de determinats grups socioculturals incrementa la bretxa científica però també pot comportar que les dades, els resultats o les interpretacions dels projectes de CC siguin parcials o que els mateixos projectes no siguin viables a llarg termini.

No podem ser condescendents, ni conformar-nos amb els èxits aconseguits per la CC. És hora d'explorar el seu potencial per motivar i comprometre grups socials tradicionalment marginats en la recol·lecció de dades i en la defensa dels seus drets des del



Les orquídies de Barcelona

Amics del Jardí Botànic de Barcelona

Jardí Botànic de Barcelona, Museu de Ciències Naturals de Barcelona

1



El Programa Metropolità d'Educació per a la Sostenibilitat

Àrea Metropolitana de Barcelona

2



Coastwatch Catalunya

Associació Catalana d'Oceanògrafs i Oceanògrafes

3

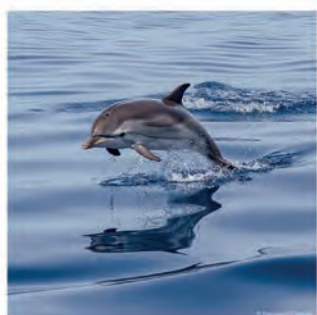


Foto-identificació: Balenes i dofins al litoral català

Associació Cetàcea

4



BioBlitz al Parc de l'Oreneta

Institut de Recerca de la Biodiversitat, Universitat de Barcelona

Associació Cultural Casa Orlandai

5



Projecte Rius a la Riera de Vallvidrera

Associació El Mussol

6



Projecte Rius

Associació Hàbitats

7



Voluntariat i custòdia al riu de Siurana

Associació per a la Conservació dels Ecosistemes Naturals

8



Anellament científic d'ocells al riu Ripoll

Associació per la Defensa i l'Estudi de la Natura

9



Pla de Seguiment de Papallones de Catalunya-Sabadell

Associació per la Defensa i l'Estudi de la Natura

10



Seguiment de l'estat ecològic del riu Ripoll

Associació per la Defensa i l'Estudi de la Natura

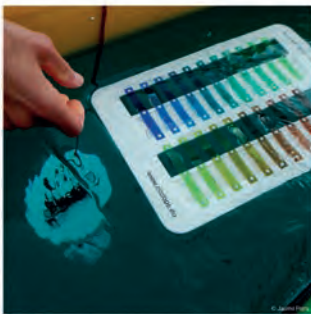
11



Seguiment de ratpenats aquàtics de Catalunya

Associació per la Defensa i l'Estudi de la Natura

12



Citizens' Observatory for Coast and Ocean Optical Monitoring

Barcelona Digital Centre Tecnològic

13



LIFE Trivers

Grup de recerca Freshwater Ecology and Management, Universitat de Barcelona

14

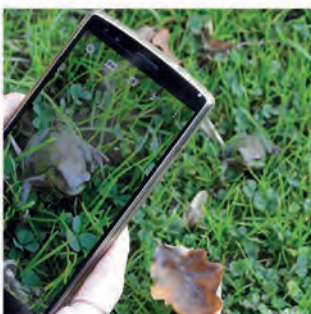


Mosquito Alert

CREAF

Centre d'Estudis Avançats de Blanes

15



Natusfera

CREAF

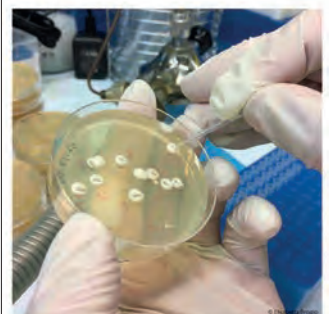
16



Observatori de papallones urbanes

CREAF

17



SacaLaLengua

Centre de Regulació Genòmica

18

Etc...

punt de vista de justícia social o ambiental. A més a més, ens cal pensar en aquests col·lectius no només com a receptors de la ciència que creiem que han de conèixer o els ha d'interessar, sinó també com a agents participants i promotors en igualtat de condicions (Dhillon, 2017).

La ciència ciutadana ignora les disciplines socials o humanitats?

Milers de persones a tot el món es dediquen a recopilar, comentar, transcriure i analitzar dades. Aquests projectes de CC cobreixen temes que van des de l'observació dels ocells fins a la salut pública o l'estudi bíblic (Eitzel et al., 2017). No obstant això, la majoria dels projectes provenen de les ciències naturals. Tot i que la importància de les ciències socials –especialment la sociologia– s'ha accentuat fa dècades, la comprensió de la ciència per part dels ciutadans encara està vinculada principalment a les ciències naturals, mediambientals i de la salut.

La CC s'ajusta còmodament a la idiosincràsia de les diferents disciplines, entre les quals la de les humanitats i les ciències socials és necessàriament diferent de la de les ciències naturals. No només els enfocaments, sinó també els rols dels ciutadans, són i han de ser adequats per a objectius i metodologies pròpies. Per exemple, els projectes col·laboratius en informació geogràfica. No oblidem tampoc que pel sol fet de participar en recerques ciutadanes, les persones incorporen les seves experiències, contextos i perspectives humanes, i esdevenen vehicles de coneixement sociològic.

Malgrat les diferències, observar la CC en ciències socials i humanitats proporciona un capital que convé no ignorar, perquè es combina positivament amb la tradició en ciències naturals.

Altres reptes...

Encara queda molt per fer. La comunitat de persones que treballem en l'àmbit de la recerca participativa estem convençuts que la CC ha d'ajudar a canviar la manera en la qual els científics i la ciutadania en general conceben la ciència. Ciutadans de tota mena, amb el cap obert a la ciència, voluntat de ser útils i conscients de la millor manera d'observar la natura sense malmetre-la, representen una eclosió participativa en recerca de la biodiversitat. La comunitat científica s'hi ha de sentir interpel·lada des de la gènesi dels projectes.

Per què tenim tants exemples de projectes de ciència ciutadana en disciplines més tècniques però tan pocs en disciplines més socials? Com podem mesurar l'èxit o l'impacte dels nostres projectes? Els indicadors de publicacions d'alt impacte ja no serveixen; per tant, com aconseguim un reconeixement dels científics que porten projectes de ciència ciutadana? Aquest camí sembla consolidar-se, però dependrà de tothom, de la capacitat de col·laborar, d'adaptar-nos a les necessitats d'això que en diem *ciutadania* i dels suports institucionals per convertir-nos en més que una simple voluntat i aconseguir tenir un paper rellevant en la societat.

Referències

DHILLON, C. M. 2017. Using citizen science in environmental justice: Participation and decision making in a Southern California waste facility siting conflict. *Local Environment*, 22(12), p. 1479-1496.

EITZEL, M. V. et al. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1): 1, p. 1-20.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). 2018. *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. Washington, DC: The National Academies Press.

Frederic Ximeno

Comissionat
d'Ecologia de
l'Ajuntament de
Barcelona

El Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona: del concepte a la pràctica

L'any 2013 es va aprovar el Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona. La base conceptual del pla implica un canvi copernicà en el sentit, la funció, la gestió i el model del verd a la ciutat. Passa de considerar el verd urbà com un element bàsicament ornamental a veure'l com una infraestructura multifuncional que ofereix beneficis i serveis a la ciutadania. És a dir, el verd no és només un complement estètic que es pot modular en funció de les premisses de disseny del planificador, sinó que cal planificar-lo perquè maximitzi els seus serveis socioambientals i la biodiversitat. La infraestructura verda té una funció pròpia que cal encaixar en un projecte global de ciutat amb la seva pròpia lògica funcional. Altrament, el verd urbà no pot ser un element singularitzador de determinats nodes de la ciutat, no pot ser un factor de gentrificació, sinó que cal que sigui distribuït i connectat, i el seu desplegament ha d'estar concertat amb la resta de polítiques de justícia social i amb l'habitabilitat de tot l'espai públic.

Les reivindicacions ciutadanes, una lògica planificadora que ha tingut una influència creixent i un equip professional municipal que n'ha tingut cura, han fet créixer el verd a

la ciutat, i han incorporat progressivament les lògiques ecosistèmiques. Però el Pla del verd i de la biodiversitat és un punt d'inflexió que reconeix, fonamenta i projecta cap al futur una nova perspectiva, un instrument cabdal que genera un canvi profund en l'acció municipal en relació amb el verd. Per tal de fer operatius els conceptes de renaturalització de la ciutat i d'impuls de la biodiversitat, i el disseny de la infraestructura verda urbana, cal accelerar de manera significativa processos oberts des de fa anys, els quals s'han de generalitzar i posar al centre de l'acció. Això implica posar en marxa, de manera simultània i efectiva, set línies d'acció.

1. Coneixement, reconeixement i avaluació de la infraestructura verda urbana

Tradicionalment s'ha comptabilitzat el verd urbanístic en termes de metres quadrats disponibles per habitant. Tanmateix, per dissenyar la infraestructura verda urbana és necessari reconèixer l'evolució real de la ciutat –on no tots els verds urbanístics han esdevingut funcionals, ni verds; cal avaluar els serveis socioambientals dels diferents

espais verds; cal dissenyar indicadors funcionals complementaris, com ara l'índex NDVI, que analitza l'activitat fotosintètica – i cal generar i mantenir informació sobre l'evolució de la flora i la fauna urbana. A Barcelona s'han avaluat quantitativament i qualitativa els serveis socioambientals dels principals parcs; es fa seguiment de la fauna urbana; s'ha publicat l'*Atlas dels ocells nidificants*; tenim el cens de nius en edificis... Cal, també, analitzar bé les relacions i funcions complementàries del verd públic i el verd privat. És necessari, a més, aprofundir en l'anàlisi dels diversos usos i els mecanismes de convivència en els espais verds, i la seva relació amb el progrés de la biodiversitat.

2. Incrementar el ritme de producció de verd en totes les superfícies

Per fer funcional el verd urbà, cal fer incrementar el ritme de producció de verd. Els ajuntaments democràtics de Barcelona han tingut molt present la generació de verd, sovint impulsats per la pressió ciutadana. Les grans transformacions urbanes, en especial als anys 90, han ofert oportunitats al creixement del verd. Tanmateix, el ritme de producció s'havia alentit (6,6 ha/any). Entre 2015 i 2019 s'ha recuperat un ritme més intens (10 ha/any), que cal mantenir per assolir el compromís del Pla Clima de generar 160 hectàrees noves de verd el 2030. A més de seguir generant nous parcs allà on no n'hi havia o eren privats, i de la recuperació d'interiors d'illa i petits jardins, s'ha ampliat la perspectiva a la resta de superfícies (mitgeres, cobertes verdes, carrers...). Es tracta d'incrementar les superfícies verdes públiques i comunitàries, i, sobretot, aconseguir una millor distribució del verd, més equitativa i accessible. La infraestructura verda amb nodes principals (parcs), nodes

secundaris (jardins, horts, interiors d'illa...) i corredors verds s'ha de complementar amb una presència molt més intensa del verd distribuït en xarxa a l'espai públic (arbrat, escocells correguts, parterres, sistemes urbans de drenatge sostenible, mitgeres, cobertes accessibles...).

3. Naturalització i gestió ecològica

L'increment de la presència del verd urbà és una condició necessària però no suficient per desplegar el Pla del verd i de la biodiversitat. Cal un canvi en l'estructura i composició del nou verd i del verd existent per potenciar la seva naturalització (estratificació, creació de nodes de biodiversitat, canvis i diversificació d'espècies, prats naturalitzats, naturalització de basses, estructures per a la fauna urbana...), i cal consolidar aquesta perspectiva a mitjà i llarg termini com estableix, per exemple, el Pla director de l'arbrat 2017-2035, on els objectius se centren a millorar la canòpia i la diversitat, i que, entre molts d'altres aspectes, ha comportat un canvi significatiu en la manera com s'aborden la poda o la selecció d'espècies.

El gener de 2017 Barcelona va deixar d'utilitzar glifosat per a la gestió del verd públic, amb la qual cosa s'evitava exposar la ciutadania a aquest pesticida. És una mostra de l'adopció de mesures de gestió ecològica al conjunt de la ciutat, assajades abans de manera puntual (segues manuals, encoixinats, sembra d'escocells, substitució de gespes per prats mediterranis...). El nou model adopta una nova gestió de plagues i malures, basada en el control biològic i en la recerca permanent d'alternatives per a les plagues, bé que encara cal actuar químicament (adobat foliar d'enfortiment, assaig de nous organismes per al control biològic, trampes de feromones...).

4. Cogestió amb la ciutadania

L'impuls del verd a la ciutat no ha de restar exclusivament en mans dels governs municipals. La gestió de coresponsabilització i renaturalització de la ciutat com a empresa col·lectiva, si s'aborda així, genera molts cobeneficis. El Pla Buits, que durant 8 anys va posar en marxa 13 projectes de gestió comunitària en espais urbans que tenen un destí diferent del verd, mentre no s'executen, o la naturalització de solars com en la zona de l'Hospital Clínic, van en aquesta direcció. El programa Mans al Verd consolida la idea d'aprofitar espais buits i l'amplia a espais que tenen el verd com a destí definitiu, de manera que posa aquests espais a disposició de l'acció comunitària. Igualment, fa extensiva la perspectiva a d'altres àmbits com la cogestió d'escoells o la custòdia urbana per a la promoció comunitària de la biodiversitat en espais verds existents. L'estratègia d'agricultura urbana i l'impuls de l'agroecologia a Collserola consoliden aquesta perspectiva i connecten el verd urbà amb el gran pol verd de la ciutat.

5. Assegurar una estructura municipal de gestió i impuls

El desplegament del Pla del verd i de la biodiversitat implica un canvi en les tècniques de manteniment i la necessitat de reforçar la capacitat dels serveis municipals, tant pel que fa al dimensionament dels equips com en la potenciació de la innovació i la integració del verd en el disseny de les polítiques urbanes. Per això calia redefinir i redimensionar equips, dissenyar programes de formació, generar nous perfils professionals i enfortir, feminitzar i reforçar el paper dels jardineros de la ciutat. Des de la seva creació fa més de 100 anys, Parcs i Jardins de Barcelona, conformat per quasi 1.000 professi-

onals de la jardineria, és la mà executora que ha permès la presència i la pervivència del verd a la ciutat. El Pla estratègic de la gestió del verd de 2018 va ser un punt de partida per al reforç de les capacitats per abordar el canvi de paradigma que planteja el Pla del verd i de la biodiversitat. És crucial disposar d'una organització enfortida que es modernitzi, s'adapti i impulsi la nova manera de fer.

6. Integració de la infraestructura verda en els projectes urbans de transformació

El disseny de la infraestructura verda cal que quedi clarament integrat en els processos de planificació i, especialment, en els grans projectes de transformació urbana. El projecte de remodelació de la plaça de les Glòries fou un primer pas en la lògica d'incloure el verd com a element estructurador d'espais centrals de la ciutat aprofitant l'oportunitat d'una remodelació urbana en profunditat. Nous projectes com l'espai de la Model, el corredor ecològic a Pi i Margall, el carrer de Cristóbal de Moura, l'Espai Barça, Can Batlló... van consolidant aquesta perspectiva, que cal mantenir i ampliar.

7. Comunicació, informació, divulgació

La renaturalització de la ciutat implica un canvi en la presència i les característiques del verd a la ciutat. És crucial que, a més de la cogestió, hi hagi un procés intens de comunicació i informació per donar a conèixer els beneficis i la bondat dels canvis que genera l'increment de la biodiversitat a la ciutat. Les campanyes d'informació pública o els projectes de ciència ciutadana són fonamentals per fer efectiu el canvi. La campanya "Donem pas al Verd", impulsada el 2017, fou una primera acció en aquesta línia.

En definitiva, el disseny d'estratègies és fonamental per generar canvis significatius. El Pla del verd i de la biodiversitat de Barcelona és un instrument clau que decanta i consolida una visió treballada durant dècades en relació amb la significació i funció del verd a la ciutat. Igualment, però, és necessari abordar els factors de desplegament que fan possible la implementació efectiva d'aquesta estratègia. El desplegament harmònic d'aquests set elements succintament exposats permet que l'estratègia esdevingui acció efectiva, i la infraestructura verda urbana funcional es faci realitat.

**Ferran Miralles
i Sabadell**

Director general
de Polítiques
Ambientals i Medi
Natural, Generalitat
de Catalunya

L'Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya

La passada legislatura, tot i que se sabia curta, es va decidir afrontar els tres projectes més llargament reivindicats pel món conservacionista del nostre país en matèria de patrimoni natural i biodiversitat: la tramitació d'una nova llei, la creació d'una agència específica i l'elaboració i aprovació de l'Estratègia.

Ben aviat, però, es va poder constatar que, amb un Parlament polaritzat i convuls com el que hi havia, no seria possible trobar la serenitat i el temps suficients per tramitar una llei estructural com la de la natura, que exigeix un ampli consens. En conseqüència, l'esforç es va concentrar en els altres dos projectes. Es va tramitar la proposició de llei de creació de l'agència, si bé el seu procés no es va poder culminar perquè la legislatura es va acabar abruptament per la imposició de l'article 155 de la Constitució espanyola sobre les institucions catalanes. Per contra, l'Estratègia sí que es va tancar, però malauradament no va trobar govern que l'aproves.

Amb la represa de la Generalitat, el full de ruta va poder seguir endavant. El 17 de juliol de 2018, el Govern va aprovar l'Estratègia i, l'11 de desembre del mateix any, es va entrar al registre del Parlament de Catalunya la

proposició de llei de creació de l'agència, la qual s'està tramitant de nou.

L'Estratègia catalana s'emmarca en el Conveni sobre la Diversitat Biològica (CBD) de la Conferència de les Nacions Unides per al Medi Ambient i el Desenvolupament, aprovat l'any 1992; el Pla estratègic per a la diversitat biològica 2011-2020 del CBD; els Objectius d'Aichi, aprovats l'any 2010; i l'Estratègia de la Unió Europea sobre la biodiversitat fins al 2020, adoptada per la Comissió Europea l'any 2011.

L'Estratègia catalana mira de donar resposta a un problema que és real i que és greu. El càlcul del Living Planet Index a casa nostra, un indicador adoptat pel Conveni sobre la Diversitat Biològica i els Objectius d'Aichi, evidencia una greu tendència regressiva, amb una disminució del 22% de les poblacions de 258 espècies de vertebrats i invertebrats durant el període 2002-2016, en només catorze anys! La xifra és tan impactant que no cal afegir-hi res més.

És cert que podem explicar diverses històries d'èxit, perquè durant els darrers anys hem declarat com a protegida una bona part del nostre territori i hem aconseguit la recuperació d'algunes espècies emblemàtiques i

fortament amenaçades com el trençalòs, la gavina corsa, l'os o la llúdriga. Però, en conjunt, estem perdent natura a gran velocitat. Aquesta és la realitat. I és per això que una estratègia orientada a frenar aquesta pèrdua és tan necessària i ha de ser, per força, una prioritat de govern.

L'Estratègia és fàcil d'entendre. S'estructura en 6 àmbits de treball, amb 16 objectius estratègics, 30 objectius operatius i 85 línies d'actuació. Paral·lelament, una bateria de 78 indicadors han de permetre fer-ne el seguiment i les correccions necessàries; i un sistema de governança repartit entre la direcció –que és l'Administració ambiental–, una comissió de seguiment amb la participació de tots els sectors implicats i una taula de coordinació interdepartamental n'ha de permetre el desplegament correcte.

El que es pretén és marcar un full de ruta clar, concretar les prioritats de país i alinear els esforços dels diversos actors per poder sumar i aconseguir resultats tangibles. I això és el que tenim! A partir d'aquí, cada quatre anys s'ha de proposar un pla quadriennal de desplegament de les línies d'actuació per a aquest període; i cada any se n'han de concretar les accions executives i s'han d'assignar un pressupost i un responsable a cadascuna.

El primer àmbit de l'Estratègia és el del coneixement, la informació i el seguiment. Tenim molta informació però està dispersa; és poc accessible, poc integrada, poc orientada a la presa de decisions i poc treballada per generar coneixement útil per canviar les coses. Tenim, òbviament, llacunes de coneixement, però això no és el més preocupant. El que urgeix és pactar quins són els elements clau que cal monitoritzar, i una agenda comuna de recerca i seguiment que permeti alinear esforços i optimitzar els recursos disponi-

bles. El que cal és passar de la descripció a la valoració i de la informació al coneixement si el que volem és passar a l'acció. I, en aquest camí, un dels projectes estrella és la creació de l'Observatori de la Biodiversitat.

El segon àmbit és el de les actuacions més directes de conservació del patrimoni natural i la biodiversitat. Tenim molts deures pendants, perquè l'ordenació i l'establiment de directrius de gestió encara estan per fer en la majoria dels espais naturals protegits, i perquè la major part d'espècies amenaçades no disposen encara dels plans de recuperació o de conservació necessaris. Però la nova etapa no s'ha de fonamentar en la declaració de més espais protegits ni en la protecció formal sobre el paper, sinó en la gestió; tant preventiva com activa, tant directa com a través de les polítiques sectorials. Una gestió que no es conformi a alen- tir la reducció de la biodiversitat sinó que exigeixi compensacions per tal de garantir que no n'hi ha una pèrdua neta. Una gestió adaptativa i pràctica, basada en l'avaluació de resultats i no en dogmes. Una gestió que afronti els reptes emergents, com la gestió de l'ús social de la natura o de les espècies exòtiques invasores.

El tercer àmbit és el de la necessària incidència en el model territorial. En aquest àmbit, la política ambiental ha estat sempre força reactiva, bàsicament centrada en l'avaluació ambiental del planejament urbanístic i sectorial. Ara toca assumir un rol més actiu, que vol dir definir i projectar la infraestructura verda del país i integrar-la, com a premissa de partida, en l'ordenació del territori. Vol dir, també, començar a fer política de sòl en clau ambiental. Vol dir invertir en projectes de restauració i de recuperació de la funcionalitat ecològica i la prestació dels serveis ecosistèmics.

El quart àmbit, el de la integració de les polítiques sectorials, és en aquest moment, molt probablement, la pedra angular de l'Estratègia. Es tracta de millorar la contribució de les polítiques agrícoles, ramaderes i forestals a la conservació del patrimoni natural i la biodiversitat; d'aconseguir la complicitat dels propietaris rurals; de protegir els ecosistemes marins i la seva diversitat; d'alinejar la caça i la pesca recreatives amb la conservació de la biodiversitat; de saber gestionar les activitats turístiques, esportives i de lleure a l'aire lliure; i d'implicar el sector empresarial i financer en la conservació del patrimoni natural. I, per fer-ho possible, és imprescindible que hi hagi una diagnosi sòlida i compartida, unes directrius clares i un esforç de governança sense prejudicis.

En aquests moments, la partida de la biodiversitat no es juga tant en la taula de l'urbanisme, de les infraestructures i de la contaminació industrial com en la de les polítiques agràries i del sector primari. Tant la intensificació com l'abandonament agrícola són dinàmiques d'enorme transcendència. I també ho és aconseguir que, més enllà de la gestió forestal sostenible, hi hagi forests amb una gestió orientada a la biodiversitat i l'evolució natural; aconseguir la complicitat dels propietaris rurals; definir una estratègia integrada per a la ramaderia extensiva; desplegar l'Estratègia marítima de Catalunya 2030; o que l'Administració ambiental intervingui de forma suficient en la definició de les mesures agroambientals que cal finançar i en la seva implementació.

El cinquè àmbit proposa una revisió de l'organització administrativa, el marc legal i la fiscalitat, també de les eines financeres i el model de governança, per posar-les al servei de les polítiques de conservació i de gestió del patrimoni natural. En aquest apartat són

accions rellevants la creació d'una Agència del Patrimoni Natural i de diversos espais de cogestió; l'enfortiment de la vigilància i el control; l'aprovació d'una nova llei marc i d'un reguitzell de reglaments que són imprescindibles; el desplegament del Fons del Patrimoni Natural; i l'accés als fons europeus previstos per a les polítiques de conservació que a Catalunya, paradoxalment, no pot gestionar l'autoritat ambiental.

Finalment, l'àmbit sisè es centra a aconseguir la implicació de la societat, que vol dir ampliar la consciència i la formació de la societat en general i la dels actors clau en particular; i a augmentar la participació individual i col·lectiva en la conservació del patrimoni natural i la biodiversitat. Hi ha un debat entre el món urbà i el món rural que està pendent; cal situar la lluita contra la pèrdua de biodiversitat en l'agenda política i social; cal promoure la custòdia del territori i la creació d'espais protegits privats; cal donar joc al voluntariat ambiental i a la ciència ciutadana. El repte és gran, però tenim el camí dibuixat.

Exposició Som Natura

Coproducció

Consorci del Museu de Ciències Naturals de Barcelona
Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya

Idea i guió original

Carme Rosell

Amb la col·laboració de

Jaume Terradas

Adaptació del guió original i els textos, assessoria científica i divulgativa

Carles Castell

Consell assessor

Antoni Arrizabalaga
Joan Pino
Josep Germain
Josep M. Gili
Llorenç Planagumà
Martí Boada
Miquel Rafa
Teresa Franquesa
i Marga Parés

Disseny expositiu

Victoria Garriga/
Samantha Sgueglia

Disseny gràfic

pfp, disseny

Producció i muntatge

Intervento. Museografia i il·luminació

Realització audiovisual

Wasabi Produccions, SL

Música original

David Crespo-Balago

Revisió i traduccions

Ailish M. J. Maher
Elisabet Serra. Associació Lectura Fàcil
Jordi Curell
William Orr

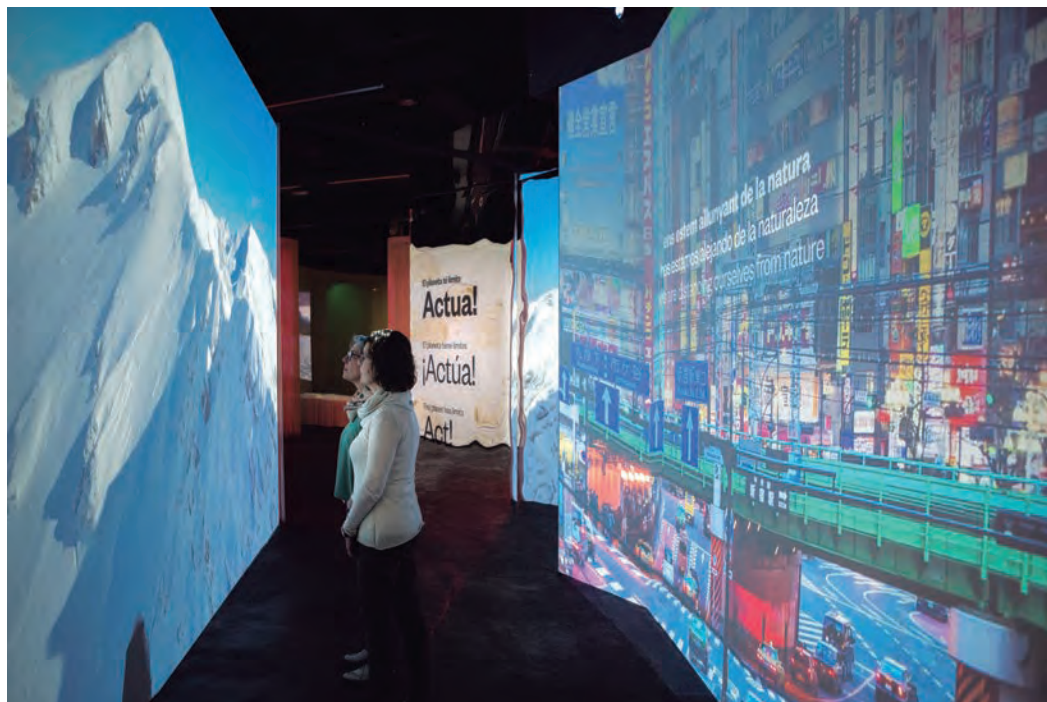
Agraïments

A Salvador Grau (*in memoriam*) per les seves idees innovadores i inspiradores. I per la seva insistència que calia fer aquesta exposició

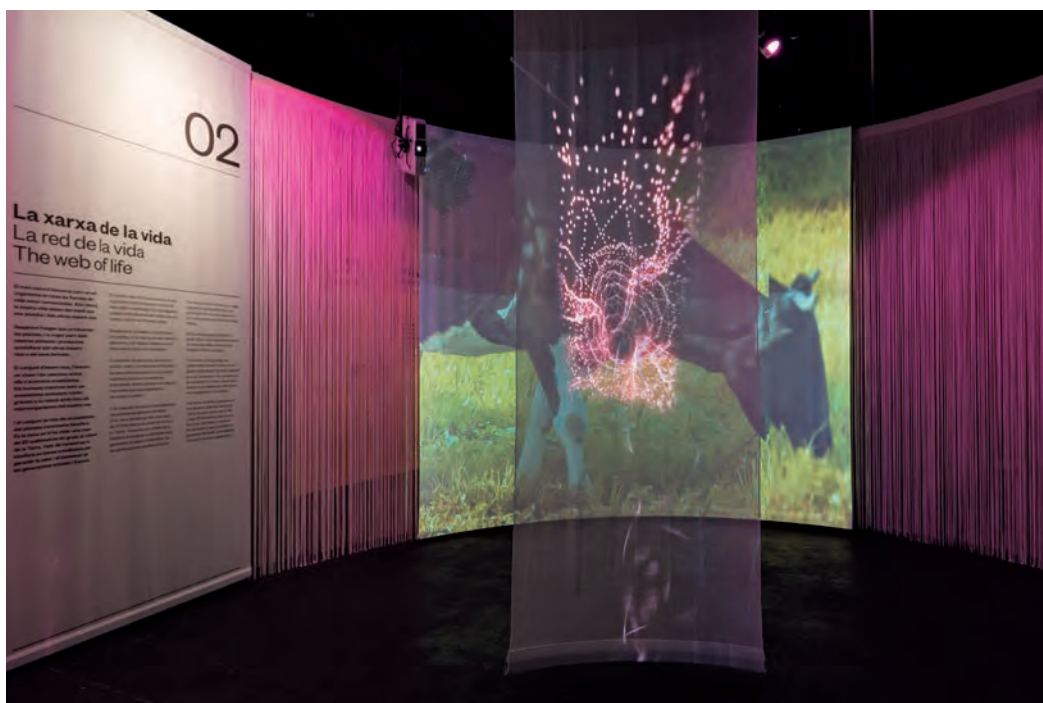
I als equips del Museu de Ciències Naturals de Barcelona i de la Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya



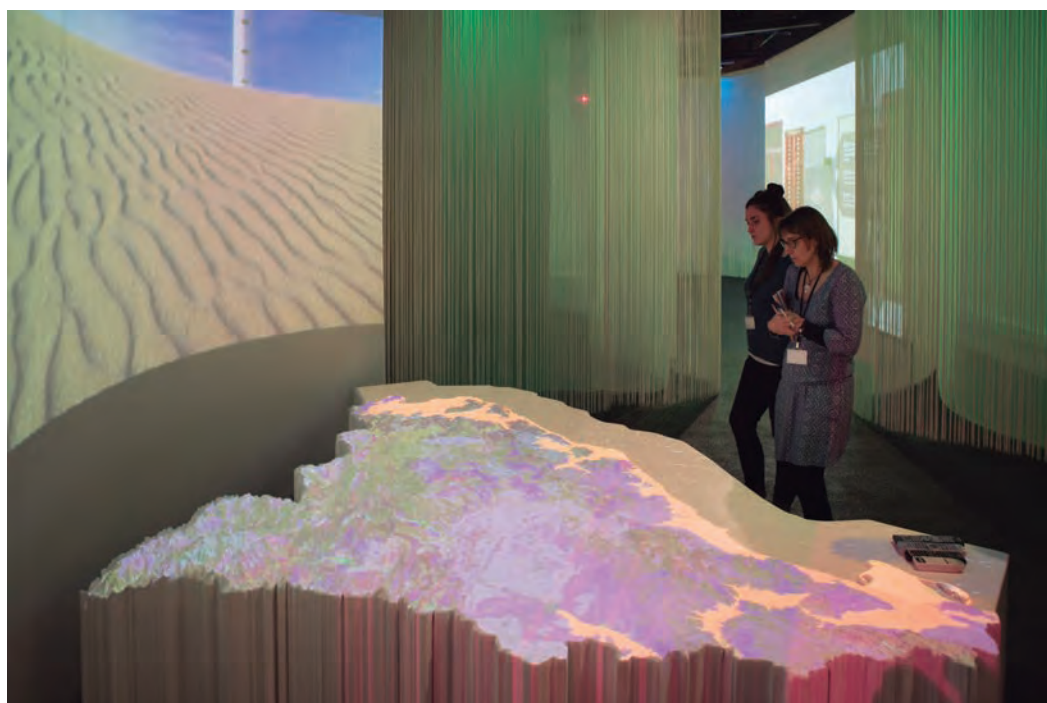
01. Ets natura



02. La xarxa de la vida



03. La biodiversitat a Catalunya



04. Els límits d'un planeta únic



05. Sentir la natura





Hi ha una preocupació fonda sobre el nostre esdevenidor, en tant que és funció del món que ens envolta, món que tenim consciència de malmetre.

Com en podríem continuar traient rendiment sense alterar excessivament el seu funcionament i sense deixar de conservar certes característiques que tant ens plauen?

Ramon Margalef,
Natura, ús o abús, 1976

RAMON
MARGALEF 1919-2010