

## Sobre paradisos perduts i espècies extingides. La crisi de la biodiversitat

Discurs llegit el 13 d'octubre de 1994  
en la sessió inaugural del curs 1994-1995

XAVIER BELLÉS

*Membre de la Secció de Ciències Biològiques*

*Hi ha poques persones que hagin assolit  
un coneixement tan net dels arbres tropicals  
com Al Gentry, o de les aus dels tròpics  
i del seu cant com Ted Parker.  
Exploradors infatigables i entusiastes  
de la biodiversitat dels boscos tropicals,  
l'any passat tots dos morien  
en un accident d'aviació a l'Equador.  
Dedicatòria i homenatge.*

L'any 1977 vaig formar part d'una expedició espeleològica al Perú, amb l'objectiu d'estudiar la fauna de diverses coves localitzades al nord del país, a la part amazònica de la província de Cajamarca. Una de les zones estudiades fou el Parque Nacional de Cutervo, ja que teníem notícies de l'existència d'una gran cova, la Cueva del Guacharo, que semblava que oferiria bones possibilitats de recerca faunística. La consideració de parc nacional ens feia suposar que ens trobaríem amb una zona de bosc tropi-

cal no alterat per l'home, i així fou en la major part dels indrets visitats. Tanmateix, descobrirem també grans extensions on el bosc tropical havia estat arrasat i convertit en terres de conreu i pastura. Tan sols algunes palmeres, preservades de la destrucció per alguna estranya raó supersticiosa, restaven com a testimonis muts, ací i allà, d'un passat prou més esponent. Recordo que a les coves situades en aquestes zones humanitzades acostumàvem a trobar insectes típicament forestals. L'ambient humit i de penombra de l'entrada de les coves, encara amb restes orgàniques en descomposició precedents de la caiguda de matèria vegetal de l'antiga coberta forestal, oferia a aquests insectes el seu darrer refugi. En les publicacions que férem especularem sobre les possibilitats d'adaptació i de supervivència d'aquestes espècies arraconades en aquest nou hàbitat refugi.

Crec que aquesta fou la meua primera experiència directa, si més no una de les més colpidores, de la destrucció dels hàbitats naturals i del risc d'extinció d'espècies. És a dir, sobre la crisi de la biodiversitat.

## Què es la biodiversitat i per què està de moda?

*Biodiversitat* és un neologisme popularitzat modernament per l'eminent especialista Edward O. Wilson, i que hom emprà per a referir-se a la diversitat biològica. Aquesta, alhora, pot manifestar-se 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 d'un desert. Parlem, doncs, de diversitat d'ecosistemes, i escau preguntar-nos per què són tan diferents els uns dels altres. Dins d'un ecosistema, podem mesurar la diversitat ecològica combinant el nombre d'espècies amb la presència relativa de cadascuna. Per a fer aquest tipus de mesura s'utilitzen sovint les eines matemàtiques manllevades de la teoria de la informació. L'índex de diversitat calculat així és una mesura clàssica en ecologia, que dóna una idea quantitativa de la complexitat de l'ecosistema en qüestió. En aquest cas, podem fer-nos la pregunta de per què un ecosistema és més complex que un altre. Hom usa també el mot *biodiversitat* per a referir-se simplement al nombre d'espècies diferents que viuen en un lloc determinat. Es tracta d'allò que abans s'anomenaven *inventaris*. La pregunta adient en aquest cas és per què hi ha més espècies diferents en un indret que en un altre. Finalment, hom es refereix també a la biodiversitat intraespecífica quan parla de la diversitat genètica dins d'una mateixa espècie. De fet, és una altra manera d'anomenar la variabilitat genètica, un fenomen estudiat a bastament, en el qual es basa l'evolució biològica. I aquí podem preguntar-nos per què una espècie és més variable que una altra.

Veiem, doncs, que el mot *biodiversitat* ha vingut a definir una munió de coses que abans es deien de maneres diferents. De fet, ha esdevingut una mena de paraula màgica, en bona part gràcies a la popularitat que li han donat els mitjans de comunicació de masses. Ha ocu-

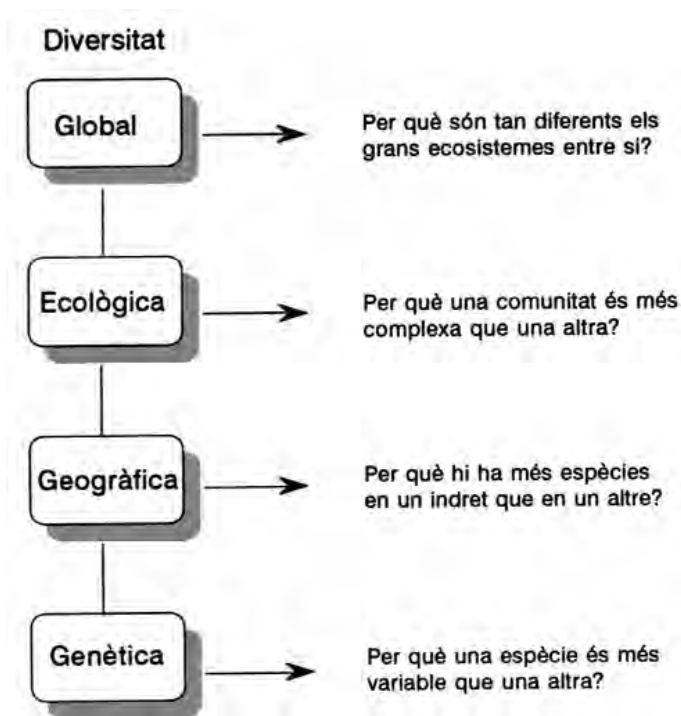


FIGURA 1. L'estudi de la biodiversitat pot fer-se a escales diferents, i cadascuna d'elles planteja preguntes peculiars.

pat i continua ocupant les pàgines de les revistes científiques més prestigioses, com *Nature* o *Science*, revistes de divulgació d'alt nivell, com *Scientific American* o *La Recherche*, i així fins a arribar als setmanaris i periòdics locals. També ha atret l'atenció dels polítics. A la Cimera de la Terra, celebrada a Rio de Janeiro l'any 1992, ocupa un lloc predominant, i els governs comencen a destinar un finançament específic per a l'estudi de la biodiversitat. Però, per què preocupa tant la qüestió de la biodiversitat? L'arrel d'aquesta preocupació és la publicació de xifres alarmants sobre el ritme actual d'extinció d'espècies. En el rerefons de tota la qüestió hi ha segurament un interès dels especialistes en diversitat biològica per generar un interès renovat, suficientment atractiu per a les agències finançadores de la recerca. Ben entès, l'actitud és lícita, i escau fer vots per l'èxit de la campanya, atès que no ens sobra gaire sensibilitat per a aquestes qüestions. Al marge, però, d'aquestes consideracions prosaiques, les xifres d'extincions d'espècies són tristament espectaculars. Hi ha, certament, extrapolacions teòriques més o menys discutibles, però hom disposa també de dades empíriques fiables. Tot plegat mereix una reflexió seriosa.

## Quantes espècies hi ha a la Terra?

Per tal de racionalitzar el tema de l'extinció d'espècies caldria disposar, per començar, d'un inventari de les espècies que hi ha a la Terra. Tanmateix, en això consisteix el primer problema: aquest inventari no existeix. El cas és que no tan sols no sabem el nom de totes les espècies, sinó que tampoc sabem, ni de manera aproximada, el nombre d'espècies que viuen a la Terra.

Actualment hi ha prop d'un milió i mig d'espècies que han estat descrites formalment i que tenen un nom científic d'acord amb els codis internacionals de nomenclatura biològica. De la major part d'elles, posem un 90 %, en sabem molt poca cosa més que això. A més, tampoc tenim un catàleg d'aquestes espècies descrites, la qual cosa resulta paradoxal en aquesta època en què la informàtica arriba a tots els racons de la societat. No deixa de ser curiós que, en canvi, hom hagi trobat els mitjans per a realitzar un catàleg d'estels (la qual cosa em sembla molt bé), que deu costar diversos ordres de magnitud més car que un catàleg de les espècies que viuen al nostre propi planeta. Val a dir que aquest catàleg d'espècies es farà, i possiblement es farà aviat. Aquest no és el principal problema. El principal problema és que el milió i mig d'espècies descrites constitueix tan sols un petit percentatge de les que existeixen realment.

A partir de diverses estimacions i extrapolacions, hom ha arribat a la conclusió que a la Terra deuen viure entre cinc i trenta milions d'espècies. El marge entre aquests dos extrems és molt important i palesa, d'una banda, els diferents mètodes emprats per a fer l'estimació, i de l'altra, la nostra considerable ignorància sobre la qüestió. Les estimacions més prudentes parlen d'uns deu milions d'espècies, però s'inspiren en les dades conegudes d'animals i plantes, sobretot vertebrats i plantes superiors. El grup dels insectes, per exemple, és el que conté més espècies descrites (unes 750.000) i és, alhora, un dels més desconeguts, i també, per això, és on resulta més difícil fer extrapolacions. Si anem, tanmateix, al cas dels microorganismes, ens trobem situacions que escapen a tota estimació fiable, atesos els escassos coneixements actuals. Posem per cas els bacteris: unes cinc mil espècies descrites. Els mètodes clàssics d'identificació de bacteris impliquen fer cultius al laboratori i caracteritzacions bioquímiques. Sembla, però, que tan sols entre un 0,1 % i un 1 % de les espècies de bacteris són accessibles a aquests mètodes convencionals. Els mètodes de biologia molecular permeten avui sistemes d'identificació alternatius més eficaços. Així, un treball realitzat recentment amb aquests mètodes ha permès comptabilitzar quatre mil espècies (genomes) diferents en 1 gram de sòl forestal. És a dir, en 1 gram de sòl hom pot trobar un nombre de bacteris diferents similar al de totes les espècies descrites fins ara.

La conclusió evident de tot això és que queda molta feina per fer, i escau preguntar-nos a quin ritme s'està fent aquesta feina. Doncs bé, sabem que entre 1978 i 1987 es varen des-

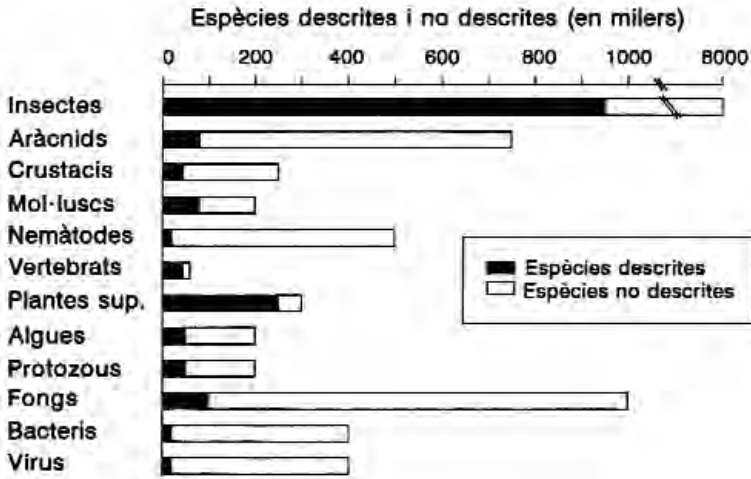


FIGURA 2. Per a la major part dels grups d'organismes hi ha moltes més espècies per descriure que no pas espècies descrites. Les dades resumides en aquest gràfic foren proposades per P. M. Hammond el 1992 i constitueixen estimacions prudentes dins del gran marge de variació que hom troba en la bibliografia sobre aquest tema.

criure unes 13.000 espècies per any. Llavors, si donem per bona aquesta xifra avui i assumim l'estimació, més aviat a la baixa, que hi ha 8,5 milions d'espècies per descriure, tenim que ens caldrien 650 anys per tenir registrades científicament totes les espècies que existeixen. Edward O. Wilson ho enfoca d'una altra manera en estimar que descriure totes les espècies que hi ha a la Terra demanaria la dedicació durant tota la vida d'uns 25.000 especialistes.

És clar que les perspectives van més enllà d'allò que podríem considerar raonable. Hi ha, certament, projectes per a accelerar el ritme de descripció, com el que propugna la Systematic Agenda 2000, una agrupació d'entitats naturalistes que ha llançat el desafiament de descobrir, descriure i classificar totes les espècies de la Terra en un termini de 25 anys. Cal saludar amb entusiasme aquesta iniciativa, tot i que a primer cop d'ull sembla ingènument optimista.

## Desforestació tropical i extinció d'espècies

Des del segle XVII fins al present hom ha registrat formalment l'extinció de prop de cinc-cents espècies animals i unes sis-cents de vegetals. Si considerem les espècies animals de les quals disposem de la data en què es va registrar l'extinció, veiem que el nombre d'extincions

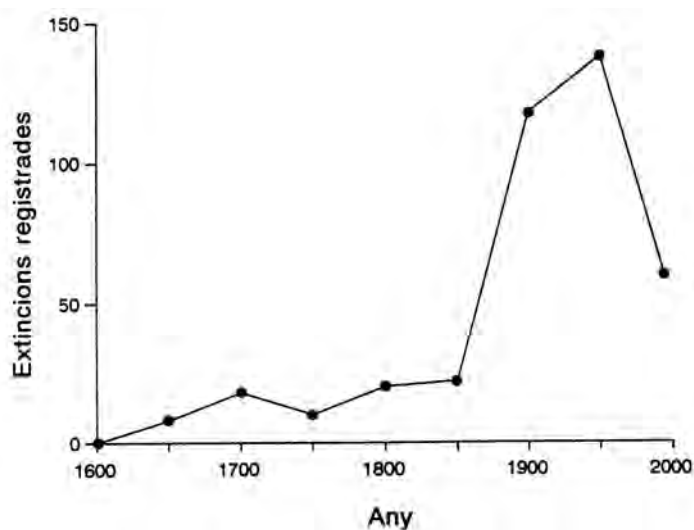


FIGURA 3. Gràfic no acumulatiu que mostra la tendència de les extincions d'espècies animals des del segle XVII. Tan sols s'han tingut en compte les espècies de les quals es coneix la data de l'extinció, d'acord amb les dades recollides el 1993 per F. D. M. Smith, R. M. May, R. Pellew, T. H. Johnson i K. R. Walter. La davallada a partir de 1950 és més aparent que real, i pot ser deguda en bona part a l'adopció del criteri CITES, que considera que una espècie s'ha extingit quan no ha estat registrada en un període de cinquanta anys.

en funció del temps dóna un perfil amb un increment brusc al segle XIX, que coincideix amb l'expansió colonial europea, possibilitada en gran mesura per la revolució industrial. Després veiem un decrement notable des de 1950. Aquest decrement, però, sembla més aparent que real, i pot ser conseqüència de l'aplicació del criteri adoptat per la CITES (Convention on Trade in Endangered Species), que considera una espècie formalment extingida quan no ha estat registrada durant un període de cinquanta anys.

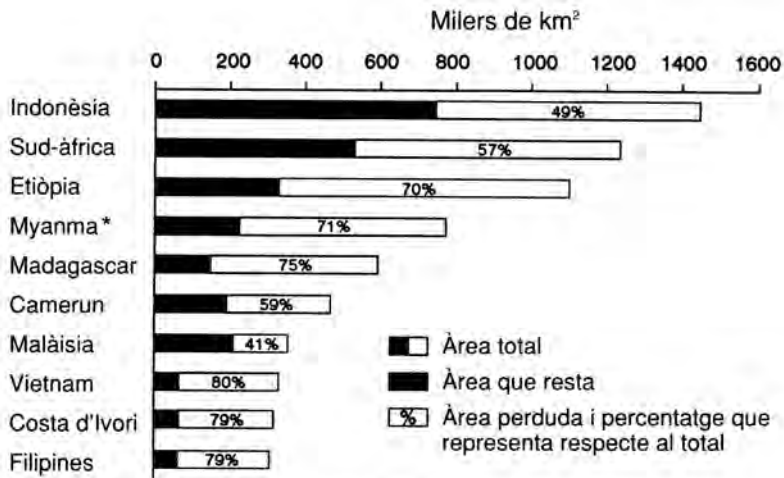
En realitat, les estimacions sobre el ritme d'extinció d'espècies que circulen avui, i que es basen sobretot en la riquesa en espècies dels boscos tropicals i en el ritme de destrucció d'aquest hàbitat, parlen de 17.000 espècies extingides per any. Abans dèiem que el ritme de descripció és d'unes 13.000 espècies per any i apuntàvem algunes estimacions sobre el temps que caldria esperar per a tenir un inventari de totes les espècies que componen la biosfera. Doncs bé, hi ha gent que fa la broma (cruel, per descomptat) de comparar el ritme de descripció (13.000 espècies/any) amb el d'extinció (17.000 espècies/any) i concloure que tan sols cal esperar uns quants anys i ens estalviarem molta feina.

La qüestió és prou seriosa i admet poca broma. Si analitzem com es distribueix geogràficament la riquesa d'espècies, veiem tot seguit que entre la meitat i les tres quartes parts de

totes les plantes i animals del planeta es concentren a la zona tropical. I les dades que tenim de la velocitat de destrucció de boscos i selves tropicals són esfereïdores. Si prenem les dades de la FAO, tenim que en la dècada de 1980 es destruïren 114.000 km<sup>2</sup> de boscos tropicals per any. En la dècada de 1990 aquest ritme s'ha incrementat de 160.000 a 200.000 km<sup>2</sup> per any. És a dir, l'any passat es destruïren 200.000 km<sup>2</sup> de selva tropical. Unes sis vegades Catalunya. En un any.

En els darrers quaranta anys han estat destruïts més de la meitat de tots els boscos tropicals que havien arribat fins a nosaltres. Robert H. May, un dels especialistes que més temps i reflexió ha esmerçat en aquest tema, ha estimat que la meitat de les espècies actuals podrien extingir-se en els propers cent anys si continua el ritme actual de destrucció de boscos tropicals.

D'altra banda, observacions recents semblen establir lligams entre canvis globals i perturbacions als boscos tropicals, les quals poden influir en la diversitat biològica. Per exemple, les dades obtingudes per O. L. Phillips i A. H. Gentry (1994) en quaranta indrets situats en selves tropicals arreu del món indiquen que el recanvi d'arbres s'ha incrementat de manera sostinguda des de 1950 i ha experimentat una forta acceleració en els darrers vint-i-cinc anys. Els boscos tropicals constitueixen unes reserves immenses de carboni i de diversitat biològica, i ambdues coses podrien veure's afectades per aquest fenomen.



\* Nom adoptat l'any 1989 per l'estat de Birmània.

FIGURA 4. La destrucció de l'hàbitat és una de les causes més importants de l'extinció d'espècies. Aquest gràfic mostra dades sobre l'extensió dels hàbitats de vida salvatge desapareguts en una mostra de països amb una diversitat biològica destacada. (Dades recollides per *La Vanguardia*, 1993)

L'acceleració en el recanvi d'arbres pot facilitar el predomini de plantes que cerquen la llum, altes i de creixement ràpid, en perjudici dels arbres que es desenvolupen bé a l'ombra i són de creixement lent. Les plantes altes, heliòfiles, tenen una fusta menys densa que els arbres que viuen a l'ombra. Si aquesta dinàmica continua, el bosc tropical emmagatzemarà menys carboni per unitat d'àrea i, en darrer terme, pot arribar a actuar més aviat com a generador que no pas com a consumidor de carboni atmosfèric. Quant a la biodiversitat, el recanvi ràpid pot menar fàcilment a un empobriment en espècies. Phillips i Gentry són molt prudents a l'hora d'analitzar les causes de l'increment del recanvi d'arbres. Aporten, però, dades suggeridores que correlacionen aquest fenomen amb l'increment de diòxid de carboni atmosfèric.

## Introducció d'espècies alienes

Tot i que la destrucció dels hàbitats és el fenomen més important lligat a l'extinció d'espècies, també n'hi ha d'altres no gens negligibles, com per exemple, el desplaçament d'espècies per d'altres que han estat introduïdes, la contaminació, la hibridació amb altres espècies i l'eliminació directa (per sobreexplotació, sigui en la pesca o en la caça). De totes aquestes, la segona en importància, després de la destrucció de l'hàbitat, és el desplaçament per espècies introduïdes.

Hi ha casos molt coneguts que il·lustren perfectament aquest problema. Per exemple, el dels peixos cíclids del llac Victòria, gran llac de l'Àfrica equatorial compartit per Uganda, Tanzània i Kenya. Els cíclids del llac Victòria constitueixen potser l'exemple més extraordinari de la capacitat d'especiació i de radiació adaptativa d'un grup d'organismes. Una sola espècie ancestral donà lloc a més de 300 espècies que saturen pràcticament totes les possibilitats ecològiques del llac. Quan això fou descrit féu trontollar els conceptes que hom tenia abans sobre capacitat i velocitat d'especiació, i l'exemple dels cíclids del llac Victòria esdevingué emblemàtic. Doncs bé, el 1959 els colons anglesos varen tenir la pensada d'introduir la gran perca del Nil en aquest llac, amb la finalitat que fos un peix engrescador per a practicar la pesca esportiva. Certament fou engrescador, ja que una presa que pot assolir gairebé dos metres de longitud feia les delícies dels colons. La presa dels pescadors, però, esdevingué el més gran i ferotge depredador dels cíclids del llac Victòria.

La perca del Nil ja ha extingit diverses d'aquestes espècies autòctones, i s'estima que acabarà per extingir més de la meitat de tots els cíclids endèmics del llac. A més de l'acció directament depredadora, hom ha observat també efectes indirectes, en cadena, que afecten el conjunt de l'ecosistema. En desaparèixer els cíclids que menjaven algues, aquestes estan prosperant de manera incontrolada, es descomponen, redueixen l'oxigen de les



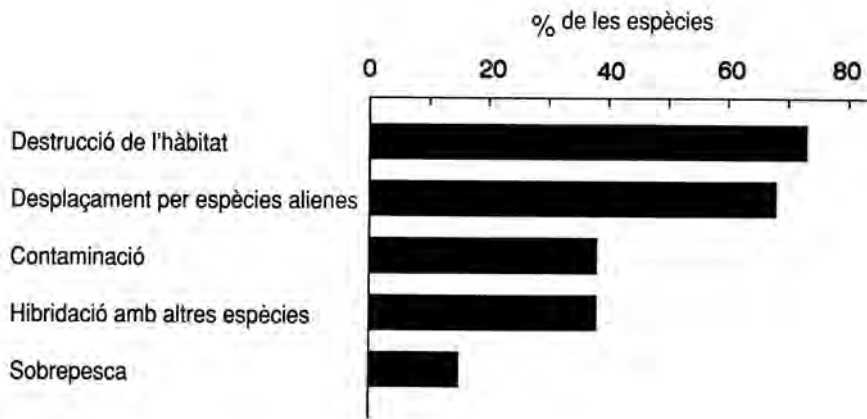


FIGURA 5. A més de la destrucció de l'hàbitat, altres causes de l'extinció d'espècies són el desplaçament per espècies alienes, la contaminació, la hibridació amb altres espècies i la captura directa. L'histograma es refereix als peixos d'aigua dolça de Nord-amèrica, d'acord amb les dades recopilades per E. O. Wilson el 1992. De les 1.033 espècies conegudes, 292 s'han extingit o estan en perill d'extinció, i el gràfic indica la importància relativa de les causes esmentades. Els percentatges sumen més del 100% perquè moltes de les poblacions es veuen afectades per més d'un factor.

aigües del fons i, a part d'accelerar els problemes per a d'altres cíclids, posen també en perill d'extinció d'altres formes de vida, com per exemple, artròpodes aquàtics de diversa mena.

Posem un altre exemple, aquesta vegada protagonitzat per cargols terrestres dels gèneres *Partula* i *Samoana*, amb onze espècies endèmiques a les illes de Tahití i Moorea. El primer despropòsit fou introduir el cargol africà *Achatina fulica*, de gran talla i comestible, el qual va convertir-se en un flagell. Per controlar-lo, hom introduí el cargol carnívor *Englandina rosea* (segon despropòsit), que no tan sols acabà amb l'espècie africana sinó que el 1987 ja havia eliminat tots els cargols endèmics de Moorea, i està a punt de fer-ho a Tahití.

Hi ha molts exemples d'aquests tipus, que indiquen que la introducció d'una espècie (animal o vegetal) comporta conseqüències imprevisibles. Tan aviat pot acabar no aclimatant-se i extingint-se en aquest lloc, com multiplicant-se prodigiosament a causa de molts factors, com la manca d'enemics naturals. Si l'espècie s'aclimata i s'estableix, ben segur que hi haurà desplaçaments més o menys palesos. Els que hem esmentat parlen d'espècies prou visibles per a constatar fàcilment els resultats. D'altres casos protagonitzats per espècies de talla més petita, com els insectes, poden ser menys aparents, però no per això són menys significatius des del punt de vista ecològic.

## Una extinció massiva més?

En el passat geològic hi ha hagut diversos episodis d'extincions massives d'espècies, als quals han seguit períodes d'especiació ràpida i de canvi. Això suggereix que la biosfera és capaç de recuperar-se d'una catàstrofe d'aquesta mena, la qual cosa dóna arguments a les tendències que trivialitzen l'actual ritme de desaparició d'espècies. Anem, però, a veure les circumstàncies de les extincions passades més importants, i com poden comparar-se amb l'actual.

Tot i que al llarg de la història geològica de la biodiversitat hi ha hagut nombrosos alts i baixos de rellevància diversa, hom està d'acord a definir cinc extincions massives que destaquen per damunt del soroll de fons. Aquestes cinc grans extincions, per ordre cronològic, són la de l'ordovicià, la del devonià, la del permianà, la del triàsic i la del cretàic.

Val a dir que en els sediments d'origen marí és on es troba una quantitat i una diversitat de fòssils més gran, els quals, alhora, acostumen a estar prou ben conservats. És per això que la majoria de les dades utilitzades per a estimar les fluctuacions de la biodiversitat es basen sobretot en espècies marines. D'altra banda, el nivell taxonòmic usualment emprat en aquest tipus d'estudis és el de família. En primer lloc perquè aquest nivell és relativament fàcil d'identificar en els vestigis fòssils i, a més, resulta prou informatiu quant a la magnitud de l'extinció.

L'extinció del final de l'ordovicià es produí fa uns 440 milions d'anys i afectà un gran nombre de formes planctòniques i grups de coralls, que haurien format potents esculls al llarg d'aquest període. La del devonià tingué lloc fa 365 milions d'anys. Va extingir els placoderms i afectà greument (en un 70 %, aproximadament) nombroses formes marines (gasteròpodes, equinoderms, cefalòpodes ammonoides) i també els coralls. L'extinció del final del permianà, fa 245 milions d'anys, fou la més espectacular. Afectà tots els ecosistemes marins i va acabar amb més del 90 % de les espècies, entre elles els trilobits. Significà la fi del domini de les formes sèssils per a donar pas a l'expansió de les formes mòbils. La quarta gran extinció va produir-se al final del triàsic, fa 210 milions d'anys. Prop del 70 % de les espècies invertebrades marines en resultaren afectades, en particular, espècies de foraminífers, braquiòpodes, bivalves, gasteròpodes i cefalòpodes ammonoides. La darrera gran extinció es produí al final del cretàic, fa 65 milions d'anys. És la que més s'ha popularitzat, sobretot perquè comporta la desaparició dels dinosaures i propicia l'expansió dels mamífers terrestres, que conduí, en darrer terme, a l'home. També s'extingiren els cefalòpodes ammonoides i nombroses famílies d'organismes marins, especialment de bivalves, esponges i equinoderms. Aquesta extinció del final del cretàic també ha esdevingut famosa per la hipòtesi que en postula un origen extraterrestre. Aparentment, l'extinció fou marcada per l'impacte d'un enorme meteorit contra la Terra. L'origen de les extincions anteriors ha estat explicat de diverses maneres relacionades amb el vulcanisme, fenòmens geofísics i activitat tectònica, units o no a importants canvis climàtics.

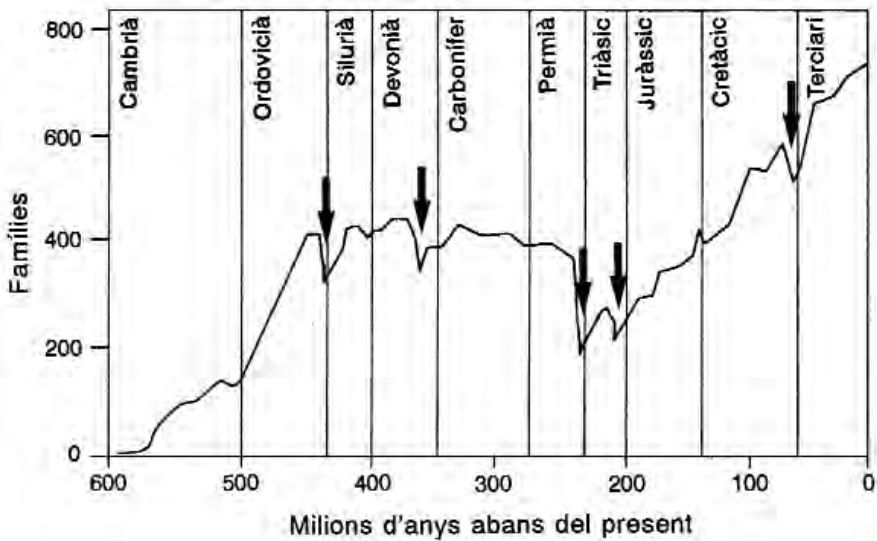


FIGURA 6. En el passat geològic s'han produït diverses crisis de biodiversitat, ocasionades per catàstrofes naturals d'origen incert. En el gràfic es destaquen les cinc més importants, indicades amb fletxes. La biodiversitat s'ha evaluat amb les dades de famílies d'organismes marins. El gràfic és una versió lleugerament modificada del que presentà E. O. Wilson el 1992.

En general, aquestes extincions foren lentes i la desaparició de les espècies fou una mena de degotall que es perllongà al llarg de milers d'anys. En això consisteix precisament la diferència clau entre aquestes extincions i l'actual: la velocitat d'extinció és incomparablement més alta ara. A més, després d'aquestes catàstrofes calgueren uns deu milions d'anys per a recuperar els nivells de biodiversitat perduts. Això ve a tomb per a respondre a aquells que argumenten que la pròpia natura reconstruirà les pèrdues de biodiversitat. Pot ser que sí, però en qualsevol cas seria en una escala de temps que no tindria cap sentit per a nosaltres.

## Causas i conseqüències de la crisi de la biodiversitat

Hem vist quines són les principals causes directes de l'extinció actual d'espècies: la destrucció de l'hàbitat, que és especialment palesa a l'àrea tropical, la introducció d'espècies alienes, que poden desplaçar i arribar a eliminar espècies autòctones, i la contaminació, que pot afectar des d'àmbits locals fins a globals.

Llavors, cal preguntar-nos per què es destrueixen els hàbitats, s'introdueixen espècies alienes i es produeix contaminació. Les raons són, en gran mesura, antropocèntriques.

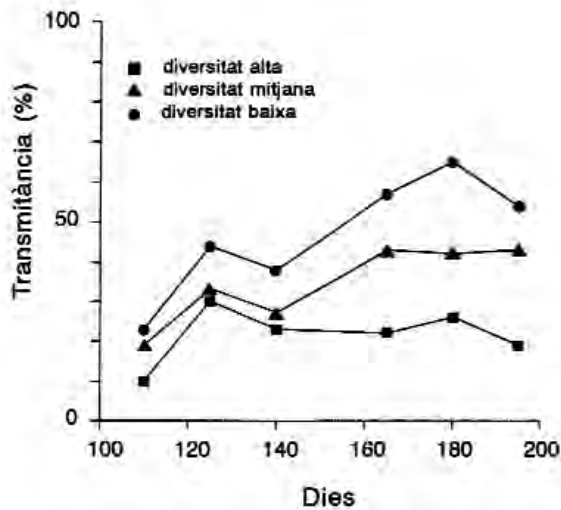


FIGURA 7. La pèrdua de biodiversitat pot afectar l'eficàcia funcional dels ecosistemes. Això ho suggereixen les observacions de S. Naeem, L. J. Thompson, S. P. Lawler, J. H. Lawton i R. M. Woodfin (1994) sobre microecosistemes experimentals amb diversitat baixa, mitjana i alta. El gràfic mostra l'evolució de la productivitat vegetal. La productivitat és inversament proporcional a la transmittància de la radiació fotosintèticament activa, que és el paràmetre que es mesurà aquí. Veiem, doncs, que l'ecosistema més divers fou el més productiu.

D'acord amb l'opinió de la UNESCO, cal cercar-les a nivells diferents, entre els quals destaquen: una mala percepció de l'ús dels recursos, un utilitarisme exagerat, el fenomen del colonialisme, una mala planificació econòmica, una mala gestió política a diferents escales, i també la pobresa endèmica i l'increment sense control de la població en determinats indrets, sovint aquells indrets que gaudeixen de la biodiversitat més rica.

Les conseqüències de la crisi de la biodiversitat podem considerar-les a escales diferents. En un pla general, hom ha debatut a bastament les possibles relacions entre la biodiversitat i la productivitat i estabilitat dels ecosistemes. Tanmateix, hom ha passat ja de l'especulació a l'anàlisi objectiva dels fets i àdhuc a l'experimentació. Per exemple, els treballs de S. Naeem, L. J. Thompson, S. P. Lawler, J. H. Lawton i R. M. Woodfin (1994), fets sobre microecosistemes experimentals controlats al laboratori, en els quals es fixà la diversitat de plantes i animals a tres nivells —baixa (nou espècies), mitjana (quinze espècies) i alta ( trenta-una espècies)—, mostren que la productivitat i la respiració estan positivament relacionades amb la biodiversitat.

Quant a la relació entre biodiversitat i estabilitat, les observacions a llarg termini de D. Tilman i J. A. Downing (1994) en prats de Minnesota que tenien nivells diferents de bio-

diversitat han mostrat que les comunitats vegetals més diverses suporten millor un episodi de sequera i se'n recuperen més aviat, és a dir, són més resilientes, propietat òbviament lligada a l'estabilitat.

En el pla específic, la desaparició de determinades espècies pot comportar alteracions en cascada en els ecosistemes, particularment si es tracta d'espècies clau, de les quals depenen moltes altres. A més, cada espècie és única. La pèrdua d'una espècie implica perdre irreversiblement una font de coneixement singular i potser una font de riquesa i de benefici per a l'home, com veurem després.

Si arribem al pla genètic, trobem també que la pèrdua de diversitat genètica en una espècie fa minvar la seva capacitat de resposta davant de canvis de qualsevol mena. Això, però, transcendeix el nivell d'una espècie concreta i té a veure directament amb el procés evolutiu, el qual es basa, justament, en la variabilitat genètica. De fet, una altra manera de veure la biodiversitat conjuntament és considerar-la com un immens banc genètic sobre el qual la natura fa els seus experiments evolutius. Sembla clar que un banc empobrit limitarà les possibilitats d'experimentar i de respondre amb èxit a situacions canviants i noves. És a dir, limitarà les possibilitats d'evolucionar. No és una qüestió trivial.

## Biodiversitat aplicada

La preservació i l'estudi de la biodiversitat pot també generar coneixements d'interès aplicat. En el camp dels fàrmacs, per exemple, escau recordar que la penicil·lina fou isolada a partir de fongs de l'espècie *Penicillium notatum*, i que l'aspirina fou preparada per acetilació de l'àcid salicílic descobert en plantes de l'espècie *Filipendula ulmaria*.

D'acord amb l'Organització Mundial de la Salut, entorn de vint mil espècies de plantes tenen propietats medicinals conegudes. Als Estats Units, una quarta part dels medicaments tenen substàncies originades en plantes, un altre 13 % provenen de microorganismes i un 3 %, d'animals. Edward O. Wilson ha recopilat una llista d'una trentena de medicaments emblemàtics descoberts en plantes i fongs. D'entre els trobats més recentment podem esmentar el taxol, la vinblastina i la vincristina. Aquests productes són anticancerosos. El taxol, obtingut del teix, tant del Pacífic (*Taxus brevifolia*) com d'Europa (*Taxus baccata*), és especialment eficaç contra el càncer de mama i d'ovari. La vinblastina i la vincristina, obtingudes de la vincapervinca rosada (*Catharanthus roseus*), que viu a Madagascar, és capaç de curar dos tipus de càncer especialment mortífers: la malaltia de Hodgkin i la leucèmia limfocítica aguda. Encara més recentment s'ha descobert una nova espècie de fong (*Taxomyces andreanae*) que viu sobre el teix pacífic i que és també capaç de produir taxol. Això obre noves possibilitats de produir aquest potent anticancerós de manera barata.

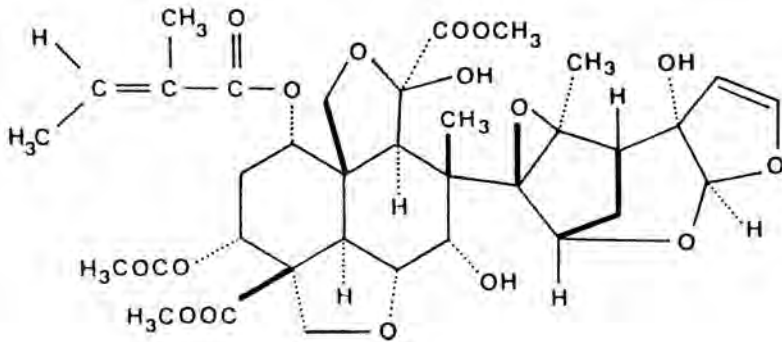


FIGURA 8. Les propietats insecticides de l'oli de les llavors de la planta *Azadirachta indica* són conegudes d'antic. Les tècniques d'elucidació estructural han permès identificar el compost representat a la figura, anomenat *azadiractina*. L'azadiractina és un dels inhibidors més potents que es coneixen de la muda i de l'alimentació dels insectes.

Els beneficis per a l'home que es poden obtenir de diferents espècies no es limiten als fàrmacs. Hi ha un ventall molt ampli de possibilitats, des de noves fonts nutritives fins a insecticides naturals. Aquest és el cas de l'oli de piretre, obtingut dels crisantems, a partir del qual s'han preparat els moderns piretroides, un dels grups d'insecticides fàcilment biodegradables més emprats avui dia. Un exemple més recent és el dels extractes de meliàcies, sobretot de l'espècie *Azadirachta indica*, que han rendit un compost anomenat *azadiractina*. L'azadiractina és un dels inhibidors de l'alimentació i de la muda dels insectes més potents que es coneixen, i és emprada com a agent bioracional per al control de plagues.

Un cas molt recent d'aprofitament dels recursos que ens ofereix la natura (any 1994) és el de la primera operació realitzada amb èxit d'una implantació d'illots de Langerhans en el pàncrees d'un pacient de diabetis *mellitus*, tipus 1, és a dir, un tipus de diabetis que fa dependre el pacient de l'administració d'insulina. Els illots de Langerhans són unes glàndules del pàncrees que produeixen insulina, i la malaltia esmentada s'origina per l'atac del sistema immunitari a aquestes glàndules. La idea de trasplantar illots de Langerhans a aquests malalts és òbvia, però tots els intents en aquest sentit fracassaven perquè el sistema immunitari del pacient rebutjava l'implant. L'èxit del trasplantament que ara esmentem es basa en l'embolcallament dels illots de Langerhans que s'han d'implantar amb un material obtingut a partir d'extractes d'una alga marina. Aquest embolcall resisteix l'atac del sistema immunitari i, alhora, deixa passar la insulina produïda per les glàndules que conté. Allò que no pogué resoldre la tecnologia moderna ho ha vingut a solucionar una humil alga marina que, altrament, hauria passat absolutament desapercebuda.

Aquests són tan sols uns pocs exemples dels innumerables recursos i beneficis que ens pot proporcionar el coneixement de la biodiversitat. Sens dubte, un dels camps d'investiga-

ció més prometedors avui dia és la recerca de productes bioactius a partir d'organismes, particularment, marins i vegetals terrestres.

## Vers una ètica perdurable de la biosfera

La biodiversitat actual de la Terra és el resultat d'una història llarga i plena de vicissituds. Calgueren 3.000 milions d'anys d'evolució per a començar a donar cos a la fauna marina. Per a construir les pluvüsilves es requeriren 350 milions d'anys. Hi va haver períodes de creixement lent, d'estancament, d'explosions de biodiversitat i catàstrofes que la feren minvar dràsticament. Malgrat tot, la diversitat biològica anà augmentant, com si es tractés d'una llei natural. I segurament ho és.

Ensems, l'evolució de la vida féu possible l'evolució de les condicions físiques de tot el planeta. Els mateixos organismes configuraren i modelaren l'ambient de la Terra i la feren habitable i confortable per a tots els organismes que hi viuen. També per a nosaltres. La Terra física no es pot deslligar de la biosfera. Ambdues coses interactuen estretament i estabilitzen tot el sistema: és la teoria de *Gaia* de James Lovelock, que veu la Terra com un tot funcionalment integrat.

Els perjudicis que poden derivar-se per a l'home d'una pèrdua massiva de diversitat biològica són difícils de predir; però, en qualsevol cas, no poden ser trivials. Aquest tot integrat, Gaia, permet suposar una influència de la pèrdua de biodiversitat sobre els canvis globals. I així fins a arribar a l'escala d'una espècie concreta, l'extinció de la qual pot significar la pèrdua del seu valor pràctic afegit. Tot plegat, mirat des d'una perspectiva antropocèntrica, tal vegada perquè no pot ser d'una altra manera.

És clar que la natura presta serveis fonamentals per al benestar de l'home, des del manteniment de l'estabilitat del planeta fins a beneficis lúdics i emocionals. Ara, els especialistes en economia ecològica pretenen taxar aquests beneficis i incorporar-los a l'immens balanç del progrés. És una estratègia lícita que pot introduir novetats (certament desconcertants per a segons qui) i que pot permetre trobar solucions operatives, tot i que parcials, al problema de la degradació del medi. Tanmateix, posar preu a un bé qualsevol obre la porta al mercadeig. Una cosa que té preu es pot comprar i vendre i, si molt convé, llençar. És un llenguatge que pot resultar entenedor per a aquesta societat que ens ha tocat viure, però no pot ser la base d'una solució per sempre. Cal un canvi d'actitud, pregon i general. Escau una consideració de la natura sota l'òptica d'una ètica transgeneracional, més enllà de les conjuntures socials, polítiques o de qualsevol mena.

Una espècie, poc importa quina, l'escarabat més petit o un bacteri anònim, és una mena de miracle. Una peça única dipositària d'una herència de milions d'anys d'evolució. Una obra d'art superior, per descomptat, a qualsevol artefacte de factura humana i capaç de des-

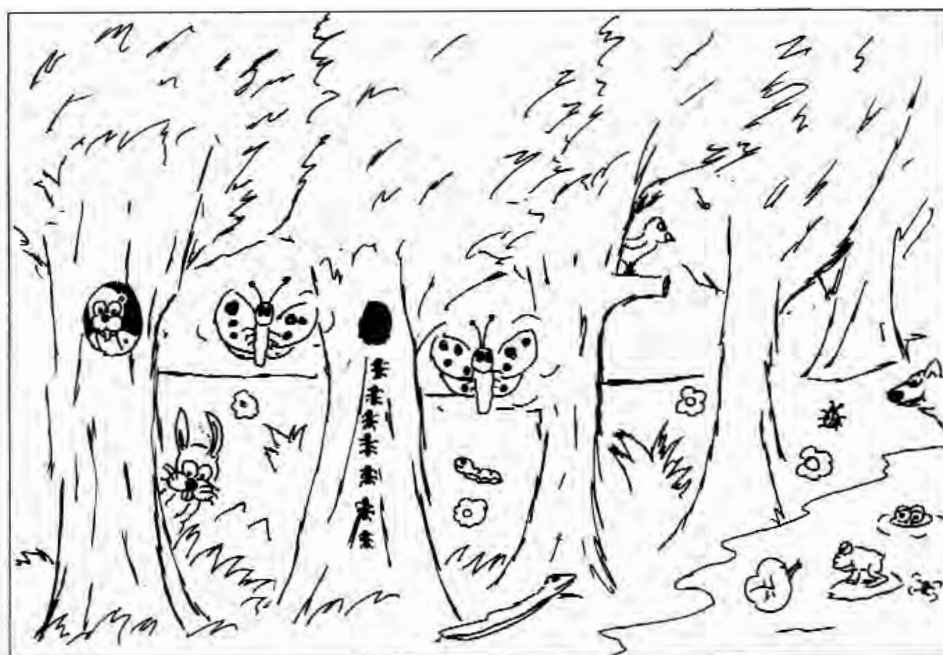


FIGURA 9. La biodiversitat d'un bosc del Pirineu vista per un infant de nou anys (dibuix: Roger Bellés).

pertar emocions pregones, si es pensa bé i si es té un mínim de sensibilitat. I l'extinció és per sempre.

El tòpic diu que la natura és una herència dels nostres avantpassats que hem de saber administrar. Els indis nord-americans en tenien una visió segurament més assenyada en considerar que la natura, en realitat, és més aviat un préstec de les generacions futures. El dibuix reproduït aquí és del meu fill Roger, que ara té nou anys. Vaig demanar-li que el fes aquest estiu, al Pirineu.

M'agradaria que el seu fill pogués fer-ne un de semblant. I el fill del seu fill. I així... fins que s'apagui el Sol.



## Selecció de referències bibliogràfiques

- ALBERCH, P. (1993). «Museums, collections and biological inventories». *Trends in Ecology and Evolution*, 8, núm. 10, p. 372-375.
- BORMAN, F. H.; KELLERT, S. R. [ed.] (1991). *Ecology, economics, ethics: the broken circle*. New Haven: Yale University Press.
- COLLINS, M. [ed.] (1990). *The last rain forests: A world conservation atlas*. Nova York: Oxford University Press.
- EHRlich, P. R.; WILSON, E. O. (1991). «Biodiversity studies: Science and policy». *Science*, 253, p. 758-762.
- HAILS, C. (1989). *The importance of biological diversity*. Gland: World Wide Fund for Nature.
- HALFFTER, G. «Diversidad biológica y cambio global». *Ciencia y Desarrollo*, 28, núm. 104, p. 33-38.
- MAY, R. M. (1988). «How many species are there on Earth?». *Science*, 241, p. 1441-1449.
- MYERS, N. (1990). «The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis». *Environmentalist*, 10, núm. 4, p. 243-256.
- NORTON, B. G. [ed.] (1986). *The preservation of species: The value of biological diversity*. Princeton: Princeton University Press.
- RAUP, D. M. (1991). *Extinction: Bad genes or bad luck?* Nova York: Norton.
- SIGNOR, P. W. (1990). «The geologic history of diversity». *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21, p. 509-539.
- SMITH, F. D. M.; MAY, R. M.; PELLEW, R.; JOHNSON, T. H.; WALTER, K. R. (1993). «How much do we know about the current extinction rate?». *Trends in Ecology and Evolution*, 8, núm. 10, p. 375-378.
- SOLBRIG, O. T. [ed.] (1991). *From genes to ecosystems: A research agenda for biodiversity*. París: The International Union of Biological Sciences.
- SOULÉ, M. E. [ed.] (1986). *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer.
- WILSON, E. O. (1984). *Biophilia. The human bond with other species*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- (1992). *The diversity of life*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press. [Hi ha una traducció al castellà de Joandomènec Ros: WILSON, E. O. (1994): *La diversidad de la vida*. Barcelona: Crítica.]