

Suport material per a il·lusions exosomàtiques



Ramon Margalef
Universitat de Barcelona

La manipulació de l'entorn per part dels humans no representa una innovació en la història de la vida. Són molts els experiments existents i exitosos d'ús d'energia externa per altres espècies, sense que hi hagi relació genètica entre elles. En els humans tant la qualitat com la quantitat de l'energia utilitzada fan plantejar un desenvolupament sostenible per al futur.

The human manipulation of the environment is nothing new in the history of life. There are many examples of the successful use of external energy by other species, unrelated to each other. Among humans, both the quality and the quantity of the energy utilized oblige us to consider sustainable development for the future.

1. Els complicats camins de l'evolució

L'estudi i l'especulació arran de les relacions entre la humanitat i la resta del món orgànic, dintre del marc de la teoria de l'evolució, mai no s'han trobat en una situació falaguera i reposada. Una oposició frontal generada per prejudicis tradicionals i religiosos ha anat seguida d'una actitud displicent d'intel·lectuals que donen per descomptat que som un organisme especial, que pot configurar el destí propi i interpretar un món que fins a la nostra entrada en escena havia romàs orfe de sentit, d'explicació i de destí.

Des del punt de vista assenyalat, aquestes ratlles encararien una tasca perillosa i desagraïda: aplicar estructures mentals que fan de marc a les ciències de l'ecologia i de l'evolució, segons la manera de procedir del naturalista, a interpretar aventures de la humanitat. Veure la humanitat dintre la natura, com a part de la mateixa natura, sembla, però, inexcusable quan es tracta d'encarar racionalment molts problemes de l'entorn.

S'inicia un camí raonable pensant que, en la transició humana, l'evolució cultural, en què els canvis es transmeten per imitació, va substituint l'evolució exclusivament basada en les diferents probabilitats de supervivència, en un entorn, natural o reconstruït, de genotips diversos, genotips resultants de combinacions diferents que resulten dels elements genètics a disposició i d'altres que vagin apareixent per «mutació».

Cal reconèixer, a més, les particularitats de l'espècie humana expressades per la seva capacitat de reorganitzar l'entorn, i especialment per emmarcar, estimular o modificar els fluxos naturals d'energies diverses. Però la nostra societat potser no relaciona prou bé unes coses amb les altres ni les veu en la seva natural continuïtat. Vull dir que l'evolució de la parla, tan important per facilitar el comportament imitatiu, i l'evolució de la mà —manipulació—, essencial per construir artefactes i desviar o canviar els circuits energètics naturals, són efectives en associació, com tants d'altres processos evolutius complementaris dels quals la vida és plena d'exemples. Fa de mal dir —i l'evidència que se'n té ho confirma— si alguna d'aquestes capacitats anà per davant de l'altra.



Paisatge de la Garrotxa.

Els biòlegs interessats en problemes de morfologia i d'evolució distingeixen entre la comunitat d'origen i l'equivalència final en configuracions orgàniques. La identitat d'origen persisteix amb una tenacitat extraordinària, com en el caràcter pentadàctil —els cinc dits— del final de les quatre extremitats dels vertebrats, i també en el nombre de quatre d'aquestes extremitats. A aquesta identitat d'origen s'oposa la identitat terminal o convergència aconseguida en alguna etapa avançada de diverses línies evolutives. Els ocells, els rat-penats, molts insectes (i també alguns rèptils i peixos), han desenvolupat ales a partir de diverses estructures inicials, seguint diferents rutes de transformació. Tanmateix, hi ha una afinitat d'origen entre la humanitat i els primats superiors, i una convergència funcional i ecològica en l'ús d'energies externes i d'estructures no completament vives en diversos grups d'organismes. Aquest ús és preocupant, per exagerable, en la humanitat. Tot va començar amb la mà. La mà i la veu.

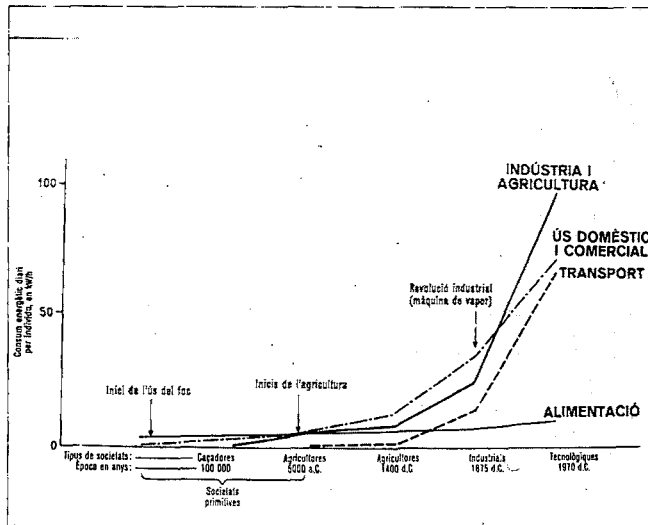
2. La base de l'evolució cultural

La transmissibilitat de comportaments per imitació o per ensinistrament pot ser molt ràpida i ha fet que la nostra evolució cultural hagi inhibit

considerablement les possibilitats —que mai no s'esgoten— d'evolució per la via usual genètica, i ha accelerat enormement una nova evolució que, de totes maneres, té l'abast limitat —encara que sigui prou gran— pel fet que el maquinari (*o hardware*), encara que prou avançat, és ja poc probable que canviï de model.

Aquesta evolució cultural, basada en una imitació transversal o entre organismes sincrònics, en la seva projecció evolutiva tindria a veure més amb les analogies que amb les homologies. Moltes formes de comportament ja no es generen de dintre, sinó per imitació de fora i, per tant, podríem suposar que s'insereixen com un afegitó sobre una base inert, sovint diversa, o fins i tot a repèl, forçant o deformant el que es podria donar espontàniament o en altres situacions. La transmissió imitativa és afavorida per la parla, o va unida a ella, i cal remarcar que la comunicació oral no solament accelera la transmissió horitzontal de la cultura, sinó que hi introdueix, a més, els equivalents de tots els enganys, com a actituds jactancioses i d'amenaça tan apreciades pels naturalistes que estudien els mimetismes i els comportaments de fer por. Ja diuen que el llenguatge és tan apte per comunicar idees com per enganyar, funció més probable quan hi ha poques idees per comunicar.

Consum energètic en diverses fases del desenvolupament de les societats humanes occidentals. Font: Jaume Terrades, Ecologia, avui. Barcelona: Teide, 1987, p. 162.

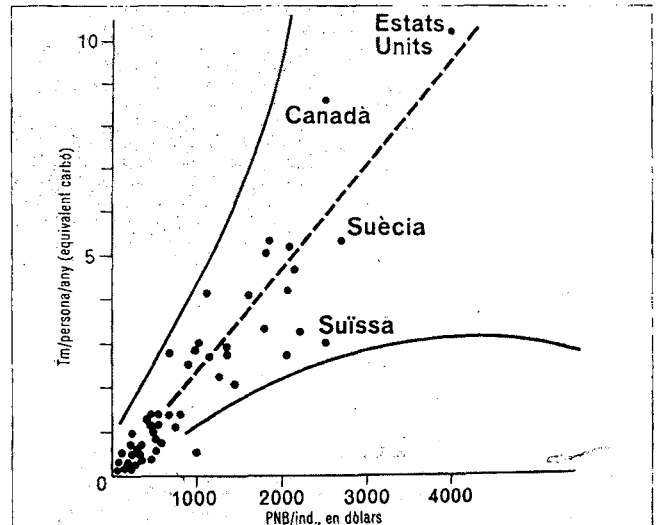


És clar que la diferència entre la transmissió cultural i la genètica admet situacions que es podrien dir intermèdies. Tant l'una com l'altra comparteixen moltes regularitats que imposa el fet de manejar molta informació, entre altres la interacció i l'enriquiment interns que pot ocórrer en tots els sistemes informàtics, i especialment en els vius. D'altra banda, tant la transmissió cultural com la genètica estan subjectes a limitacions imposades per la connectivitat geogràfica o en la forma en què aquesta és, també, selectivament, superada. Es reconeix la possibilitat d'una modesta tradició cultural entre els simis i pocs altres animals. Al seu torn, la capacitat d'imitar, com a tal, és, ella mateixa, subjecte de la selecció natural.

3. El consens social pot orientar la selecció

La manera com es manifesten i es desenvolupen certes formes de consens, lligat amb aquesta capacitat d'imitar, pot afavorir i fins tot forçar certes direccions preferents en la selecció natural. Aquesta interpretació no seria òbvia en els termes usuals d'augment de la *fitness*. És en aquest sentit que Darwin interpreta alguns aspectes de la selecció sexual: cert consens en les femelles selecciona les característiques dels mascles (i no solament en els que es refereix a la seva capacitat reproductiva) i a la inversa. És a dir, els individus de sexe masculí són factors de selecció que encarrilen la selecció de les femelles i, a la

Relació entre consum energètic i producte nacional brut (segons Meadows); és palpable l'íntima connexió entre desenvolupament i disponibilitat d'energia. Font: Jaume Terrades, Ecologia, avui. Barcelona: Teide, 1978, p. 158.

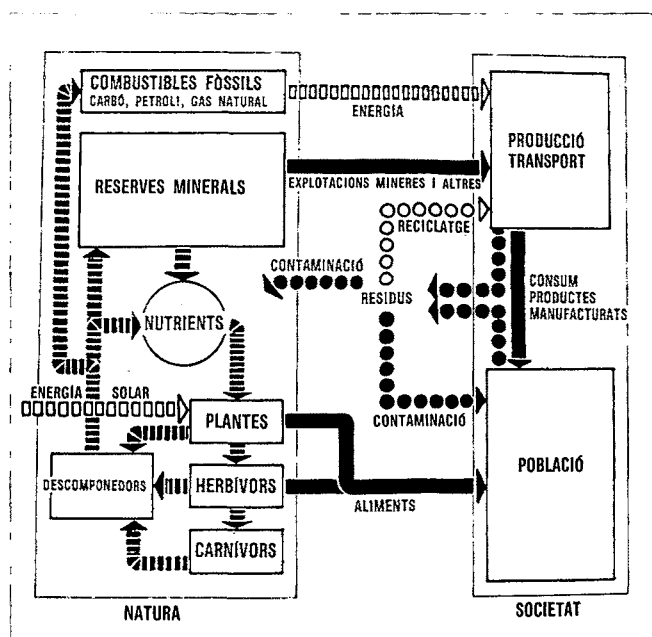


inversa, els individus de sexe femení encarrilarien la selecció dels mascles.

Aquí es troba la justificació d'un punt de vista expressat per Lamarck, sovint mal comprès, i que pot semblar poc important, quan insisteix tant en els hàbits o costums com a font d'evolució. Grups socials, no necessàriament definibles genèticament, poden segregar-se per les respectives formes de comportament o de comunicació «consensuades» entre els membres de cada grup, talment com s'estableix discriminació entre els individus d'una mateixa espècie d'insecte eusocial, però pertanyents a famílies (per exemple, formiguers) diferents.

4. La manipulació de l'entorn

La parla i l'habilitat manual han anat juntes. L'altra característica humana que s'ha desenvolupat ràpidament tot fent ús de la capacitat d'aprendre, o de transmissió cultural, és l'extraordinària destresa per construir artefactes de tota mena: utensilis manuals, mobles, aixoplucs, ciutats, carreteres, artefactes que, d'altra banda, poden utilitzar energia externa, del petroli, hidroelèctrica, etc., i fins i tot gaudir d'una mena d'evolució pròpia, per selecció natural, en què la selecció no es fa per característiques pròpies, sinó per les característiques de servei a l'agent seleccionador, que és la nostra espècie, en relació amb les seves necessitats i les seves manies. Pensem en vehicles, instruments musicals, etc. També



aquí podríem trobar antecedents en els organismes no humans i no em vull referir ara particularment al possible ús de branquillons o de pedres per part de mamífers i d'aus a tall d'instrument, o bé de construccions més complexes, com ara els tubs de les larves de tricòpters, sinó en un sentit més general i ampli d'utilització de l'entorn, que modifica sensiblement la visió que tenim del món orgànic en relació amb l'organització de la biosfera.

5. L'espai real en els ecosistemes i el seu control per l'energia exosomàtica

L'espècie humana no és la primera ni l'única espècie en què es donen processos de redirecció d'activitats i d'utilització molt ajustats de l'espai i de l'energia en el món circumdant. Canvis evolutius d'aquesta mena s'han donat o s'estan donant en el curs de l'evolució biològica. Independentment de l'afinitat genètica, s'ha aconseguit una convergència indubtable en l'ús de l'espai i de recursos externs. La posició de la nostra espècie no és, per tant, excepcional, o solament ho és per l'extraordinària acceleració que la transmissió cultural imparteix al procés.

Encara que la humanitat no fos un invent tan absolutament original com la nostra vanitat ens porta a creure, s'apropa a tal qualitat en combinar íntimament dues característiques com ara són: 1. l'evolució cultural, i 2. l'ús de l'energia i de l'espai perifèrics.

Veure-ho així té també interès en qualsevol estudi comparat dels mecanismes de l'evolució, i de la manera com certs organismes han esdevingut fortament dominants dintre els respectius ecosistemes. Les mateixes relacions il·lustren exemples d'evolució paral·lela en grups distints d'organismes, però no crec que permetin anticipar res en relació amb el futur de la nostra espècie, que augmenta el seu poder fins on pot. Una idea correcta del conjunt proporciona una visió de la nostra incidència sobre la resta de la biosfera. Amb optimisme potser excessiu es podria pensar que el seu examen serviria per aconsellar major sensatesa en la manera d'aproximar-nos als temes de la conservació de l'entorn i del desenvolupament sostenible.

6. Alguns cims en l'evolució que han tingut èxit en l'ús d'energia externa o exosomàtica

Els adjectius *endosomàtic* i *exosomàtic*, que es refereixen al *soma* o cos, qualifiquen estris, materials i energies, per la relació d'espai que tenen respecte a la part viva dels organismes. Els dits són instruments endosomàtics, unes estenalles o un llapis són instruments exosomàtics; l'energia que permet la cursa és endosomàtica, la que mou el vehicle que ens transporta és energia exosomàtica. Fins i tot podem parlar de revestiments exosomàtics del cos, amb valor d'informació, que varien segons els grups humans i els temps, i que reflecteixen o volen reflectir els costums, l'*status*, la riquesa, l'autoritat, etc., i que fàcilment s'encaixen els uns en els altres i canvien de nivell, passant, per exemple, del vestit al vehicle.

En principi, la major part de l'energia que podem dir exosomàtica és d'origen aliè i desenvolupa treball útil en la perifèria dels organismes. La capacitat per controlar energia externa va unida de manera esperable al poder, per part dels mateixos organismes, d'organitzar els respectius espais perifèrics. L'èxit ha estat màxim en el cas dels arbres i dels coralls. En aquests exemples, els mateixos organismes ofereixen dispositius interns o semiinterns especials en els quals es produeix el treball, com ara són els vasos per on puja la saba en els arbres i altres plantes vasculares.

Es reconeixen almenys cinc cimeres en la història del món orgànic en les quals la capacitat per usar energies exosomàtiques ha comportat un èxit evolutiu considerable. Val la pena fer-ho amb un cert detall, perquè és un tema poc divulgat.

1. Els estromatòlits són comunitats complexes de procariotes i de micròfits, compactes i sovint mineralitzades, que emmarquen algun important gradient físico-químic, fonamentalment de tipus oxidoreductor i aproximadament vertical. La compacitat dels estromatòlits fa que es comportin com una membrana coherent estesa entre dos mons, un oxidat i un altre reduït. Un estromatòlit comprimeix en un gruix de 2 cm un gradient ecològic equivalent o comparable al que es troba en un bosc o en un oceà, en una dimensió que és fins a deu mil vegades més gran (100 m). Persistència dels gradients en els estromatòlits significa que hi ha un alt quocient d'organització/tr treball. El treball es fa majoritàriament en «forats» de l'estromatòlit, on l'activitat biològica s'intensifica justament allà on la discontinuïtat cedeix a forces o a perturbacions que promouen o intensifiquen l'intercanvi vertical. Els estromatòlits foren molt importants en situacions passades, però continuen vivint, principalment en costes i en salobrans. Si considerem els estromatòlits com a vestigis del passat podem dir que la seva vida s'insereix en la frontera entre dos mons molt diferents en volum i en propietats físico-químiques. A cavall dels dos, entre la part oxidada superior i la reduïda inferior, prosperen els estromatòlits actuals. Una altra forma de comunitats equivalents és formada per la part que conté organismes de la «pàtina dels deserts», un ecosistema molt prim que es desenvolupa en la superfície de les pedres i que també implica un intens gradient d'oxidació-reducció, perpendicular a la superfície.

2. Els coralls —en un sentit ampli, principalment hexacoralls, però també espècies d'altres grups, com les *Millepora*— construeixen estructures fixes que arriben prop de la superfície de la mar. La massa de les illes de corall, en interferir amb els moviments de l'aigua, facilita les trajectòries turbulentes i ascendents d'aigua re-

lativament més rica en elements nutritius. Això, accelera el creixement dels simbionts fotosintetitzadors que viuen dintre dels teixits dels coralls i d'altres animals de l'escull. Recentment s'ha llançat la idea que aigua de fondària, i, per tant, relativament rica en fòsfor i nitrogen, podria pujar també per l'interior del políper porós del corall, en un fenomen que s'ha proposat anomenar *endo-upwelling* o aflorament intern.

3. Les plantes superiors, òptimament tipificades pels arbres, mostren com l'evolució de la fusta, composta per materials seleccionats per la seva resistència als enzims més ubics i a altres agents de destrucció, presents a l'entorn, ha arribat a dominar l'organització dels ecosistemes continentals. Els arbres, evidentment, donen forma a l'ecosistema, resisteixen les temporades en què no és possible una vida més activa —a l'hivern, en latituds mitjanes i altes—, i estotgen bancs de gens —cosa que dóna raó de l'evolució particularment lenta de les espècies arbòries. La seva organització permet utilitzar l'energia de l'evaporació de l'aigua per fer remuntar la saba, amb nodriment del sòl, fins a alçàries convenients per fer la funció fotosintètica, tot competint efectivament amb altres plantes de menor alçària.

4. Insectes eusocials. Les formigues, i encara més els tèrmits, són exemples de manipulació de l'espai, de l'ús de materials externs per construir galeries cobertes, cambres de cultiu i altres estructures que arriben a conformar veritables paisatges, els quals influeixen, de retop, en les característiques de la vegetació local. Aquesta reorganització augmenta la probabilitat de supervivència de l'espècie, i també creix la fracció del treball mecànic propi que es destina a canalitzar altres energies externes en benefici de la mateixa espècie, per exemple en cultius.

5. L'espècie humana. Realment a la nostra civilització no cal que ningú li parli de la importància de l'energia exosomàtica, que realitza treball en tota mena d'aparells, artefactes i construccions, ni del significat d'aquestes construccions que s'estenen a totes les escales. Cal recordar també l'evolució pròpia d'artefactes de tota mena (instruments musicals i tècnics, au-

Desertització i incendis forestals: els grans perills per continuar mantenint la integració d'energies.

tomòbils, etc.) l'evolució dels quals es pot seguir –i és molt interessant fer-ho– com si fossin organismes secundaris.

En el curs de l'evolució, doncs, i gairebé en tots els temps geològics, s'ha ofert la possibilitat que els organismes fessin ús d'energies que no havien passat necessàriament de manera immediata o pròxima pel procés de la fotosíntesi o de la digestió. Aquests cims reeixits de l'evolució no guarden cap relació genètica els uns amb els altres.

7. Dificultats en la integració d'energies

Tal com s'acaba d'escriure, el ple ús d'energies exosomàtiques va associat amb la capacitat per organitzar l'espai. Els arbres, els coralls i l'espècie humana en són exemples.

En tractar d'aixecar un balanç quantitatiu de les energies implicades, el biòleg retroba problemes que l'enginyer coneix prou bé. Hi ha una relació entre la «qualitat» d'una energia i la mida mínima de la màquina apta per extreure'n treball. El caràcter miniaturitzat de la «maquinària de la vida» exigeix utilitzar energies d'alta qualitat, com ara són la de la llum solar o la dels enllaços químics. Però l'entorn ofereix també altres energies de qualitat inferior, com per exemple la de l'evapotranspiració, que manté el fluir de la saba en les plantes, o l'energia dels corrents marins que, en interferir amb els esculls corallins, posa nodriment a l'abast de les cèl·lules d'algues que viuen en simbiosi amb els pòlips del corall. O, més generalment, l'energia general climàtica que impulsa la circulació marina i retorna els elements nutritius als estrats il·luminats on creix el plàncton.

La nostra civilització utilitza energies externes molt diverses, des de les de gran qualitat, com la del petroli i l'elèctrica, fins a d'altres, com la del vent i la hidroelèctrica, que requereixen màquines relativament tan extenses com són els molins de vent o les centrals hidroelèctriques, embassaments inclosos. Que les energies termodinàmicament de baixa qualitat demanin màquines més extenses és un fet important en enginyeria. Ara bé, quan el biòleg i l'ecòleg parlen d'energies i les quantifiquen, sovint pensen només en les



energies d'alta qualitat, com la de la radiació electromagnètica i la dels enllaços químics, que són les que es comptabilitzen, generalment en exclusiva, quan es tracta de seguir el flux energètic a través de l'entramat dels ecosistemes.

Reconeguda la importància d'altres energies (és impossible passar per alt almenys la de l'evapotranspiració de les plantes superiors), hi ha la dificultat d'integrar les energies de diverses menes i bescanviades sobre períodes de temps llarg. Pocs ecòlegs (i entre els qui ho han intentat no gaires noms poden afegir-se al de H. T. Odum) han donat la importància que es mereix a aquesta suma d'energies diverses i la seva integració sobre el temps, ja que han trobat dificultats considerables per mantenir una coherència desitjable. Segurament per això han estat criticats o, almenys, poc seguits. Tal vegada el botànic o, millor dit, l'estudiós de la vegetació és el que es troba més preparat per copsar la importància del problema.

És costum entre els ecòlegs fer balanços d'energia referents a biosfera, ecosistemes i organismes, i es fa difícil integrar-hi acuradament el significat de l'energia externa o clarament exosomàtica. Generalment, els continguts i les transferències d'energia s'avaluen en termes de l'energia continguda en la matèria que es transfereix, tal com es pot mesurar en un calorímetre. És a dir, l'energia que aquell material pot donar en oxidar-se completament. Però en rastrear-ne l'origen es reconeixen les inexactituds comeses, quan només es té en compte l'energia ingressada en l'ecosistema a través de la funció de la fotosíntesi. És clar que en una planta terrestre cal sumar a la part predominant de l'energia de la llum suara esmentada, l'energia, considerada de me-

nor qualitat des d'un punt de vista d'enginyeria i de termodinàmica, que intervé en l'evapotranspiració, responsable de l'ascensió de la saba. Recordem que la màquina per utilitzar aquesta energia, de menor qualitat, no és ja a escala subcel·lular, sinó que té la mesura de les tiges i dels troncs.

En biologia elemental de vegades es fa notar que menys d'un u per mil de l'energia solar que arriba a la Terra s'usa en la producció de matèria orgànica nova i això es pot calcular; però la resta no és perduda per a la vida, ja que fa part de l'energia del clima, que transporta els materials necessaris per a la continuïtat de la vida i fins i tot la promou activament, com a l'evapotranspiració, i també en l'energia hidroelèctrica i la fòssil que intensifica la producció agrícola.

Hi ha doncs, moltes energies, que no són la de la fotosíntesi, i que intervenen en la vida i en l'activitat dels organismes. La capacitat d'utilitzar aquestes energies i la manera de fer-ho ha representat un factor evolutiu de primer ordre que ha operat externament i ha pogut controlar per fora la que considerem com a seqüència normal de l'evolució.

8. Energia externa o exosomàtica en ecologia humana i les seves conseqüències

De les energies que no són derivades de la fotosíntesi en podríem dir, en general, exosomàtiques, encara que aquesta denominació pot ser que no sigui adient per a la que opera a l'evapotranspiració, és a dir, en la màquina natural proveïda per les tiges de les plantes superiors. Aquest element aparentment nou en la visió científica tradicional, encara que sempre ha estat present, es manifesta més clarament en aquells grans grups naturals que s'han esmentat per haver arribat a una posició distingida per la seva major influència en l'organització material de la biosfera. Són interessants també perquè anticipen i de molt, en l'escala real dels temps geològics, la significació que l'energia externa havia de tenir per a la humanitat.

La posició de la humanitat enfront la resta de la biosfera es qualifica bé per la conjunció de les

dues característiques assenyalades: la complementació de l'evolució genètica per una evolució cultural molt més accelerable, i el suport del tot sobre la base d'un ampli domini d'energies externes —o que foren internes en altres organismes, com quan cremem fusta, carbó o petroli.

La capacitat d'usar energia exosomàtica de manera il·limitada comporta greus problemes per a la nostra espècie: l'energia endosomàtica dels aliments varia poc i queda entorn de 120 watts per individu, perquè queda limitada d'una banda pel risc de morir d'inanició i, de l'altra, té un límit màxim natural. La distribució estadística dels valors s'apropa a la gaussiana.

En canvi, l'energia exosomàtica no té limitacions comparables, quan es comptabilitza per individu. Ara, a nivell mundial i per individu, ve a ser d'unes vint vegades més gran que l'energia endosomàtica; però amb diferències enormes entre individus i entre grups: de només 400 W a l'Àfrica, enfront de 7.010 W a Europa. I és que qui ja usa més energia exosomàtica té més probabilitats d'augmentar-ne encara el consum, i el qui cau en la misèria, rodola encara més avall. Aquest mecanisme intrínsec en l'ús d'energia externa porta, naturalment, a una distribució de Pareto, amb pocs rics i molts pobres. És una senzilla expressió estadística del problema més greu que la humanitat té davant.

La duració de la vida és afavorida pel consum creixent d'energia externa, en una relació del tipus de la de rendiments decreixents, i més pel sanejament, qualitat de l'aigua, aixopluc, etc., que per l'assistència mèdica estricta. Però l'allargament de la vida no ha fet canviar sensiblement la duració de les generacions, que és l'edat entorn de la qual les dones tenen els seus fills, i que continua sent entre els vint-i-vuit i els vint-i-nou anys. Aquest fet porta a una superposició creixent de generacions successives, amb un possible augment de la conflictivitat. Cal afegir que, naturalment, cada vegada ens morim de malalties més cares o d'accidents també costosíssims.

Sovint es presenta com un ideal a assolir el fet de reduir a zero l'increment de la població (*zero population growth*), però òbviament —i això no sempre es diu— el zero s'ha de referir a la suma

de la taxa de creixement de la població més la taxa de creixement en ús d'energia externa per part de l'individu.

9. El desenvolupament sostenible o sustentable i altres connexions amb l'economia

Enginyers, economistes i ecòlegs hem d'aprendre a acoblar energia, estructures i informació i a tractar de veure més clarament si es poden, i com, aconseguir sistemes mixtos en què un ús més adient de la informació permetés el manteniment d'una certa qualitat de vida amb un consum rebaixat de l'energia. Penso que aquesta fóra l'única formulació sensata d'allò que se'n diu desenvolupament sostenible.

Però són d'esperar entrebancs en el camí i de tipus molt divers. Algunes de les dificultats no són alienes a la manera com es desenvolupa l'ecologia aplicada. Tothom està convençut que convé que tingui una funció creixent en la societat, però continua, com és natural i previsible, la dinàmica del mercat, en la via de fer diners —per a alguns—, segons un model que recorda el que ha seguit la indústria farmacèutica, una via que pot ser inevitable, però que en disminueix l'eficàcia i les possibilitats futures.

Parlar de diners, del numerari, porta a esmentar aquesta altra característica humana, almenys de la humanitat actual, basada d'una banda en el consens, i de l'altra en la imposició, i que ha esdevingut tan característica de la nostra civilització com ara el llenguatge o la reconstrucció de l'entorn amb energia i artefactes exosomàtics. En preparar models de circuits híbrids, ecològics-econòmics, s'havia pogut considerar el flux de diners com un flux invers al de béns o al d'energia. Ara, però, la fracció de diner en circuits d'especulació és molt gran, i es pot tendir més fàcilment a relacionar els fluxos de diners no solament amb el fluir de l'energia, sinó també amb la distribució de la informació, i això de manera creixent.

Si busquem en la vida dels animals situacions consensuades i respectades, que comportin uns certs drets, com els que dona la possessió del diner, serà difícil que el naturalista no acabi pen-

sant en l'instint territorial tal com es manifesta en diferents grups de l'escala zoològica, incloent-hi l'humà. Això pot semblar, d'entrada, fora de lloc i tan subversiu i inacceptable com ho fou l'origen animal de la humanitat per a una majoria dels contemporanis de Darwin. Simplement, és un tema en què cal pensar si creiem que els humans no representem una novetat absoluta sobre la biosfera. És aviat per dir fins a quin punt això és simplement suggeridor o pot portar directament a una recerca més aprofundida de la qüestió que pugui ser significant. Amb tot el seu interès, el tema sembla ser, per ara, tabú en les conferències interdisciplinàries entre economistes i ecòlegs.

A la substitució gairebé total de l'evolució genètica per la cultural, a l'ús generalitzat d'energies variades, hi hauríem d'afegir una organització convencional i més o menys imposada, basada en l'ús i en l'acumulació d'un numerari altament simbòlic. El problema associat més greu és que aquestes tres característiques prou distintives de la nostra humanitat són, alhora, generadores de desigualtats interindividuales.

Bibliografia

BOYD, R.; RICHERSON, P.J., *Culture and the evolutionary process*, Chicago & London: Univ. Chicago Press, 1985, 331 pàg.

CAVALLI-SFORZA, L.L.; FELDMAN, M.W., *Cultural transmission and evolution. A quantitative approach*, Princeton: Princeton University Press, 1981, 388 pàg.

JÖRGENSEN, S.E., *Integration of Ecosystem Theories: A Pattern*, Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1992, 383 pàg.

MARGALEF, R., *Teoría de los sistemas ecológicos* [segona edició]. Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona, 1993, 290 pàg.

ODUM, H.T., *Systems Ecology: An introduction*. New York: John Wiley and sons, 1983, 644 pàg.

ODUM, H.T., i ODUM, E.C., *Energy basis for Man and Nature* [second edition]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1981, 337 pàg.

RICHERSON, P. J.; BOYD, R., «Fets per a la velocitat, no per al confort. La teoria darwiniana i la cultura humana». *Poblacions, societats i entorn. Aproximacions transdisciplinàries*. Barcelona: Institut d'Humanitats, Barcanova, 1990, 57-101 pàg.

ROUGERIE, F.; WAUTHY, B., «The endo-upwelling concept: from geothermal convection to reef construction, *Coral Reefs*, 12 (1993), pàg. 19-30.