

REFLEXIONS SOBRE COOPERACIÓ NATURAL A SISTEMES OBERTS

Antoni Martínez Taberner

Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears,
Ctra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma (Illes Balears)

Resum: S'analitzen els canals d'informació a la Natura proposats per Ramon Margalef. Es proposen diferents fases amb increment de complexitat i s'aprofundeix en la rellevància dels processos de complementarietat en l'evolució i la successió amb el títol: "Les formes per anuament per cooperació i canvis de nivell d'organització". Finalment es fa una referència a la informació ecològica necessària per a un futur seguint l'expressió proposada per Georgescu Roengens, la qual es descompon en les seves diferents variables per a assolir un nou nivell d'organització a l'antroposfera per simplificació intel·ligent.

Paraules clau: cooperació natural, sistemes oberts, evolució, successió, antroposfera.

Abstract: The information channels in Nature proposed by Ramon Margalef are analysed following a complexity gradient. The relevance of the processes of complementarity in evolution and succession is deepened with the title: "The forms by nesting cooperation and changes in the organization levels". Finally, the mathematical expression proposed by Georgescu Roengens is decomposed into its different variables to reach a new organization level for anthroposphere by smart simplification.

Keywords: nesting cooperation, open systems, succession, evolution, anthroposphere.

Aquest article s'ajusta més a una conferència escrita que a un article. Una vegada abandonada la recerca, no necessàriament s'abandona la ciència, però les dades utilitzades ja no són les pròpies, per tant es presenta una reflexió discutible i oberta sobre la informació a la Natura.

Introducció

La selecció natural es fonamenta en la supervivència i reproducció privilegiada del més apte o el més competent. Sens dubte funciona, però en fases adultes i en animals cal afegir-hi la selecció sexual, per tant, no sempre actua sola. També cal entendre que el procés es desenvolupa dins un "teatre" ambiental de successió, l'ecosistema, i inicialment sobre un sol canal d'informació, que és el genètic. Per altra banda, el fet que se seleccionin les formes que sobreviuen i que sobrevisquin les que se seleccionen no deixa de ser una trivialitat, o sigui es mantenen les formes que funcionen a un determinat lloc i en un determinat moment, i les manco funcionals, amb una certa inèrcia, van fent-se manco abundants fins a desaparèixer o relocalitzar-se i crear noves rutes evolutives. Finalment la crítica parcial de VON BERTALANFFY (1979) continua oberta.

Walter Amstrong, un dissenyador, definí la bellesa com l'expressió de l'aptitud "*fitness expresed*". Ens ve a dir que una forma perfectament adaptada a la seva funció tendria una propietat emergent que anomenem bellesa (sotmesa a modes o mutacions, la majoria també extingibles, però necessàries per a evolucionar). Darwin ens explica que un metabolisme o una forma perfectament adaptada a la seva funció dins l'ecosistema del moment tendria una propietat emergent que es diu supervivència. De fet, d'ambdós autors podem extreure una paradoxa. Podríem concloure ajuntant les dues premisses que les formes supervivents són belles i que la bellesa sobreviu. I és que en condicions normals per a un humà, les proporcions morfològiques, fisiològiques, i podríem dir també de comportament (malgrat entrem en un altre canal d'informació derivat del genètic), han d'estar proporcionades perquè funcionin (supervivència), han de crear una harmonia de conjunt i, efectivament, ens produeixen l'emoció o sentiment de bellesa. Que la inspiració artística es trobi a la Natura sembla esperable.

Cal dir que formes adaptades a ambients o medis estranys, les molt adaptades a una sola funció, i sovint les fases prèvies a un canvi de nivell d'organització, manifesten desproporcions i no és aplicable el sentit subjectiu de la bellesa clàssica dins l'estètica kantiana.

Aquesta reflexió de l'animal humà sobre l'evolució i sobre ell mateix, el seu entorn físic i els seus sentiments ètics i estètics requereix d'una evolució biològica llarga, o un estat del sistema termodinàmic obert, que anomenem la vida, molt estable en el temps i que, per altra banda, és molt poc esperable. Realment, la creació d'aquest ordre de la vida, i amb ella la capacitat d'interpretar-la, és una singularitat tan poc probable com la de la creació del major esdeveniment que fou el Big Bang.

Seguint la diabòlica llei geològica que implica que els petits esdeveniments sísmics de baixa energia són probables i els de major magnitud ho són manco (com la relació acceptada per a impactes de meteorits de CHAPMAN i MORRISON del 1994), trobarem una altra paradoxa entre el fet improbable de la interpretació de la vida i l'improbable Big Bang.

Si acceptem que l'entropia esdevé de l'heterogeneïtat de l'expansió del Big Bang i no és més que la tendència a fer-la homogènia, o a dissoldre els gradients formats en aquest fenomen, i si acceptem que els sistemes oberts actuen com a acceleradors de l'homogeneïtzació en el seu entorn (DE CASTRO, 2019), llavors resulta que el gran esclafit (o el que fos) improbable ha creat el no manco improbable sistema obert que és un humà, capaç d'interpretar la metàfora de l'esdeveniment.

En l'àmbit biològic, aquest procés evolutiu de creació d'"illots" neguentròpics acceleradors de l'entropia global té fases de selecció i millora de formes (morfològiques, fisiològiques, bioquímiques) i d'aniuament cooperatiu, seguit de simbiosi, coevolució i salts de nivells d'organització. Els grans avenços evolutius, com la cèl·lula eucariota, la pluricel·lularitat o els organismes eusocials i els simbiòtics, que són majoria, no es fonamenten en la competència sinó en la complementarietat i la cooperació. Ch. Darwin i A. Wallace tenien raó, però P. Kropotkin també, i ambdós processos, selecció i cooperació, es donen al mateix temps. Diferents evolucions per selecció assoleixen un determinat nivell de complexitat; pel que sigui (com a una aleatòria mutació), apareix una complementarietat que indueix la coevolució (fase d'aniuament) i emergeix un nou nivell d'organització sobre el qual poden actuar els mateixos o semblants processos de selecció adaptativa, i així fins a una nova complementarietat i salt organitzatiu dins el "teatre" de l'ecosistema en successió. En paraules de VON BERTALANFFY (1979) "hem de descobrir lleis aplicables als estrats supra moleculars i biològics, així com ampliar el límits de la física per a que incloguin fenòmens vitals en lloc de reduir la biologia al marc de la física convencional".

Veiem la cèl·lula eucariota o l'organisme pluricel·lular com a unitats discretes derivades de complementarietat o simbiosi forta, però no sempre ha estat així al llarg de l'evolució. De fet, els ecosistemes, en la seva successió, van creant microclimes i perfil edàfic en els terrestres, i van construir noves condicions, ampliant recursos explotables, gràcies a noves relacions tròfiques i colaterals, que són dependències o retroaccions que acaben donant estabilitat i reproductibilitat, una mena d'ecopoesi (GUERRERO i BERLANGA, 2006, 2009), semblant a l'autopoesi dels organismes (Varela *et al.* 1974). Però el conjunt, que no és discret, no funciona per competència, sinó per complementarietat; fins i tot la biosfera en el seu conjunt ha anat creant una ecosfera que possibilita la vida actual, molt més rica i complexa que en el seu origen, amb la seva fisiologia, com diria James Hutton (1726-1797), o cicles biogeoquímics, com diria Vladimir Vernadsky (1863-1945); i aquesta successió no fou ni és per competència sinó per complementarietat necessària de processos i espècies, i intraespecíficament amb selecció natural adaptativa de les espècies a la successió dels ecosistemes i de la pròpia ecosfera. Ambdós sistemes, de cooperació i de selecció, no sols de les millors formes i millors metabolismes, sinó també de les millors cooperacions i comportaments, són mecanismes neguentròpics, creadors d'ordre, de jerarquies i de complexitat a canvi de ser dissipatius seguint la teoria física termodinàmica.

També les formes vives responen a les lleis físiques de la termodinàmica, en particular a la de sistemes oberts. Clausius desenvolupà els conceptes de la termodinàmica clàssica i de l'energia no recuperable en treball, l'entropia. Boltzmann, un físic poc valorat i fortament criticat en vida (amb la crueltat de la tauromàquia, com deien a Viena), amplia el concepte d'entropia, l'assimilà al desordre, i de passada va donar la direccionalitat del temps a l'Univers conegut. Schrödinger va entendre que dins la tendència global entròpica hi havia processos que fugien de la segona llei i PRIGOGINE (1983) feu una

exploració del caos a l'ordre amb la termodinàmica dels sistemes oberts allunyats de l'equilibri. Ens queda Shannon, que relacionà l'entropia de Boltzman (dividida per nombre total d'elements N) amb la probabilitat o la informació. El més probable és l'estat entròpic de desordre; el més improbable és l'ordre, l'organització, els processos creatius, l'acumulació de complexitat; i justament són aquests processos els que ara podem tractar sense contradir Boltzmann des de la termodinàmica del sistemes oberts allunyats de l'equilibri, també anomenats dissipatius.

Abans d'arribar als processos neguentròpics com el de la vida o la Biosfera amb els seus sistemes d'evolució i successió hi ha altres processos previs més senzills.

La Informació a la Natura

Tant en processos físics com químics trobem creacions d'ordre; un cap de fibló, fins i tot un remolí o dimoni, organitzen i condueixen les masses d'aire i finalment contribueixen a homogeneïtzar-les i, quan ja no hi ha gradient tèrmic suficient, desapareixen, excepte la gran taca roja de Júpiter que sembla un huracà persistent, per ara. La formació de cristallitzacions, des de la selenita de Naica a la sal de vorera de mar o als cristalls d'àcid úric, també són gènesis d'ordre que responen a un canvi d'estat ambiental físico-químic. N'hi ha molts més exemples: reaccions de Belousov-Zabotinski, cèl·lules de circulació de Bénard, o microafloraments de plàncton ordenats en cèl·lules, i fins i tot algunes columnes de mosquits els dies de calor d'estiu, o els esbarts de peixos i estornells, són exemples de creació d'ordre. MARGALEF (1997) en el seu llibre *Excel·lència en Ecologia* (EE10) en posa més exemples i a *Orde i Caos en Ecologia* (BASCOMPTE *et al.* 1995) també hi ha més detalls. Tots aquests processos, inclosa la vida, responen a les lleis físiques de la termodinàmica, en particular a la de sistemes oberts. Podem intentar analitzar els passos en la creació de l'ordre i diferenciar sistemes d'ordre segons la seva magnitud i la seva persistència però, com comentava Wagensberg el 1987 en el Museu de la Ciència de Barcelona a la segona trobada de reflexions interdisciplinàries: “ocorre que existeix una teoria matemàtica per a la informació, però la física no disposa de lleis que manegin aquest concepte, per tant ho tenim difícil en matèries complexes com la biologia”.

Ramon Margalef acaba el seu llibret de 1968 titulat *Perspectives in Ecological Theory* proposant un canal ecoesfèric total d'informació que evoluciona al llarg del temps. Inicialment, com a canal ambiental a partir del qual apareixerà el canal genètic (l'origen de la vida) i, posteriorment, l'etològic o cultural. Ara hi podríem afegir el canal TIC des del cultural. Verdnadski utilitza noosfera i posteriorment ho fa de Chardin per a referir-se al canal cultural, *sensu lato*, però hi ha diferències entre ambdós on no entrarem. Dins aquests diferents canals es poden incloure diferents maneres d'expressar la forma o informació.

Canal Ambiental

La forma fortuïta. La interacció de la matèria i l'energia

Inicialment és necessària una energia que actua sobre un substrat material per a crear-se una forma. Quan deixa d'haver-hi gradient o energia, desapareix la forma o es “congela”. Com a exemples, el cap de fibló desapareix en dissipar-se l'energia, o la reacció química s'equilibra o apareix el cristall estable. Per tant, necessitem primer una font d'energia o gradient i un element material perquè es manifesti una primera creació d'ordre, una forma més o manco persistent.

Les formes complementàries

Tres pals i una superfície disposats satisfactòriament tenen una propietat emergent o nova funció que és la de cadireta. Un glicerol i tres àcids grassos són un triglicèrid, el retinol té una funció en el sistema òptic, dos retinols formaran complementàriament un betacarotè que té funció de pigment acompanyant a la fotosíntesi, etc. Actualment s'utilitzen “robots” moleculars que són programats amb entrades químiques per a l'obtenció de molècules complexes. És el mateix tipus de procés que s'utilitza

per a fabricar medicines i plàstics a partir de simples blocs de construcció química complementària. Un determinat medi afavoreix una complementarietat dels elements materials en dissolució que acaben formant una nova estructura molecular amb unes noves funcions. L'exemple divulgat dels ànecs infantils de banyera de diferent color i amb vetes de ganxo per a un color i de vellut per a l'altre color i alliberats a una zona turbulenta (energia), s'acabaran ordenant com ho fan un clor i un sodi a una salinera.

La forma funcional. La trampa d'energia

Quan la forma creada actua com a "trampa" d'energia i el sistema persisteix, la forma inicial adquireix funcionalitat motoritzada i es manté fins que l'energia del moviment acaba per convertir-se en calor a causa de la viscositat dels fluids o acaba formant una cristal·lització, etc. Aquestes formes es mantenen dins uns marges d'estabilitat del flux d'energia o d'estabilitat de l'ambient on es desenvolupen. Sortir dels marges condueix a la dinàmica caòtica i la desestructuració. Cal pensar que els processos senzills estan influenciats per poques variables i tenen poques retroaccions, per tant també són menys persistents i més inestables. Processos amb més retroaccions augmenten la seva estabilitat i suporten millor canvis dins el gradient energètic o l'estat ambiental del medi.

La forma espectral de rèpliques. El motlle

La multiplicació de les formes requereix motlles. Ho veiem en la majoria dels estris que ens envolten i en la vida quotidiana. També podem trobar motlles inorgànics naturals com les argiles. La montmoril·lonita, la caolinita o la il·lita poden actuar com a motlles especulars i, analitzades al microscopi electrònic, formen patrons geomètrics amb oxigen, silici, alumini i altres elements units entre si formant bandes apilades que es mantenen unides per forces electroquímiques. L'aigua pot entrar entre les bandes i quedar retinguda en gran quantitat i donar plasticitat al conjunt, també poden retenir i alliberar energia (CAIRNS-SMITH, 1985).

SCHRÖDINGER (1944,1956) ens parla dels cristalls aperiòdics com a model per a entendre els cromosomes, ja que considera que poden retenir informació replicable o servir de motlle. Aquests suggeriments conduïren a la teoria del gen d'argila. David W. WOLF (2019), també fa notar que un sistema replicatori actual pot haver tengut uns motlles previs ara desapareguts, de la mateixa manera que podem veure un pont, però no veiem tota l'estructura de bastides que foren necessàries i que actuaren com a motlle. CAIRNS-SMIT i HARTMAN (1986) sostenen que foren les argiles les que actuaren com a bastides en els primers intents de vida replicable. Un altre exemple seria el que proposa Günther WÄCHTERS HÄUSER (1988) amb la pirita, la qual sembla tenir una química superficial apta per a crear connexions amb nucleòtids. Molt abans, el 1924, A. OPARÍN (1970) ens parla dels seus hipotètics coacervats replicables lligats a un flux d'energia, de fet parla de la necessària estructuració d'un metabolisme previ, és a dir, una bona trampa d'energia que mantingui l'anabolisme obert, o sigui el sistema termodinàmicament obert. A partir d'aquí es podrà mantenir la replicació de molècules complementàries que donin formes complementàries i aquestes estructures especulars.

En qualsevol cas, una xarxa química que s'ha format amb unes molècules complementàries i un suport energètic assimilable pot perdre fàcilment les seves propietats en sortir dels seus marges estrets d'estabilitat, i això és probable que succeeixi quan s'assoleix una certa grandària o complexitat, sempre que no es desenvolupin prou retroaccions que donin estabilitat i regulació al sistema i proporcionalitat entre els seus elements. L'estabilitat no sols implica retroaccions dinàmiques, sinó també proporcionalitat de les parts.

La forma autoreplicable. Motlles de n-generació

Els "genomes compostos" o composomes són un conjunt de components químics que emmagatzemen informació replicable. Aquests "genomes compostos" aparentment compleixen les condicions requerides per a ser considerats com a unitats de preevolució o una via des de les dinàmiques seleccionables (predarwinianes) cap a una mínima protocèl·lula sense àcids nucleics.

En qualsevol cas, aquestes xarxes moleculars mostren dinàmiques de la població dels conjunts moleculars amb divisions fins a una mida crítica, però no evolucionen, perquè en el procés es perden

algunes propietats que són essencials per a la persistència i l'evolució, ja que no poden assumir mutacions sense desestructurar-se i per ara no es veu una possibilitat de selecció ni de conseqüent evolució.

Canal genètic

La forma genètica evolutiva. La variabilitat (errors) assumible i necessària

De formes replicables a formes evolutives hi ha un salt. Tenim materials complementaris com nucleòtids i grups fosfat dins un gradient energètic susceptible d'actuar sobre els elements materials. D'aquí es formen motlles d'àcids nucleics que serviran de tractor de molècules complementàries d'aminoàcids que a la vegada formaran proteïnes. El sistema és prou complex per a pressuposar la necessitat d'un nombre significatiu de retroaccions que donin estabilitat al procés, proporcionalitat entre els elements i una certa protecció del medi intern perquè es mantingui relativament estable dins un gradient. Però evolucionar requereix estar oberts a energia i a canvis. El sistema ha de poder assumir mutacions sense desestructurar-se i sobre aquestes mutacions o canvis ha d'aparèixer un sistema de selecció. Com a mínim ha de tenir prou rèpliques per a poder rebutjar les no funcionals, que són les que surten dels marges d'estabilitat del sistema, i mantenir, dins una població significativa de formes funcionals i replicables, una diversitat que entri en el joc de la selecció adaptativa al llarg del temps.

Amb aquestes condicions, l'organització o informació pot augmentar; per tant, no són sols sistemes oberts a l'energia i dissipatius d'entropia, sinó també creatius. Són sistemes complexos, allunyats de l'equilibri que els aturaria o "congelaria"; són sistemes evolutius dins marges d'estabilitat. L'evolució requereix diversitat seleccionable juntament amb el no equilibri, perquè si s'assoleix, si deixa d'haver-hi un gradient assimilable, apareix la cristallització, la fossilització... ens aturem, i això no vol dir necessàriament la destrucció. Tenim formes de vida intermitents, com llavors, formes enquistades o virus.

La vida dels organismes es manté dins aquests marges d'estabilitat estructural durant la seva morfogènesi persistent (THOM, 1987) gràcies a un joc de proporcions plàstiques o harmonia entre els seus elements constitutius (com els marges que et donen els informes mèdics de les analítiques convencionals de sang i orina), una sèrie de prohibicions físiques i diferents substrats o canals d'informació sobre els quals s'estableixen sistemes d'elecció o de selecció. D'aquesta manera es van canviant formes i funcions o, si voleu, estructures i motoritzacions, que s'adapten als canvis de l'escenari de l'ecosistema gràcies a que hi ha un nombre significatiu de rèpliques sotmeses a una font d'heterogeneïtat, o sigui amb certa diversitat. Es tracta de mantenir l'autopoiesi dels organismes dins l'ecopoiesi de l'ecosistema, i sols ho fan les formes i motoritzacions més adaptades a l'escena ecològica del moment i amb la plasticitat mutacional suficient per a afrontar nous canvis successional.

Cal fer l'observació de que la sexualitat en organismes procariotes és poc difusiva en comparació amb els eucariotes pluricel·lulars on ja hi ha una diferenciació entre cèl·lules somàtiques i cèl·lules sexuals. La meiosi no es sols un intercanvi de material sinó també un efectiu sistema de difusió de nova informació recombinada. I aquest intercanvi no es fa per competència, sinó per complementarietat, des del nivell molecular a l'etològic. La mort de la part somàtica va lligada al sexe. A partir d'aquí la mort ja no serà un accident d'un unicel·lular, sinó una part indefugible del canvi de nivell d'organització a pluricel·lular. Sexe i mort van lligats, tal i com feu notar Jacques RUFFIÉ (1988).

El canal sensorial

Circuit difós

La primera comunicació no té circuits, sols senyals químics. Imaginem un procariota fotosintètic; si té llum no es mou, si no té llum s'excita i es mou fins a col·locar-se de nou a zona il·luminada on es manté quiescent. De manera semblant, els bacteris reaccionen dins una placa de Petri a una gota de substància tòxica allunyant-se i formant agrupacions (aquesta tendència tal vegada sigui més rellevant

del que pensem). És un sistema binari que requereix un sensor del qual s'allibera una ordre (l'ordre és una manera d'organitzar).

En el món vegetal, l'ambient o composició química de l'aire i la presència de diferents composts orgànics volàtils alliberats per les mateixes plantes indueixen a la síntesi de defenses químiques. Uns sensors difosos capten un senyal químic i "ordenen" una acció de síntesi química de defensa. Aquest és un llenguatge senzill sensorial i no neuronal (MANCUSO, 2017; TASSIN, 2018). En insectes les feromones d'alarma o de pista, entre d'altres, també son conegudes d'antic. No podem descartar que a grans esdeveniments esportius, mítings polítics o religiosos i coses de semblant estil, no hi hagi algun compost orgànic volàtil que contribueixi a facilitar la pèrdua de individualitat i el que anomenem "sentit comú".

Un nivell major derivaria en el principi del plaer de Jay APPLETON (1993) o, com suggereix A. DAMASIO (2005, 2010), l'estat millor que el neutre. Aquí ja es requereix una recompensa de satisfacció, una segregació d'endorfines o neurotransmissors, que en el seu origen probablement serien molècules molt més senzilles. Cal fer l'observació que aquesta alliberació de substàncies interpretables com a agradables unes o de perill unes altres marca un gradient, una diferència de potencial, per tant una ruta que podríem anomenar quimiodinàmica oberta semblant a la terminologia medieval de fulguració que va utilitzar LORENZ (1973).

Xarxa neuronal

Apareix del canal genètic, i segueix la pauta de l'especialització dins l'organisme pluricel·lular, que té moltes cèl·lules per a diferents teixits (les diferents cèl·lules dels diferents teixits d'un organisme no estan en competència entre elles) i que s'especialitzen en la recepció d'estímuls externs que, seguint un codi binari, tenen una resposta senzilla tipus "va bé, tranquil" o "no va bé, fes alguna cosa". Després es pot complicar.

Diversos sensors requeriran d'un centre de decisions amb dues tasques: l'anàlisi dels diferents sensors i la decisió de resposta d'entre les possibles. També es desenvoluparà un circuit que faciliti l'estalvi dels químics de comunicació que podran passar a electroquímics de comunicació entre neurones, que no són més que cèl·lules en circuit en sèrie, com a glàndules unicel·lulars connectades. Pot haver-hi diferents centres de decisió, o ganglis, per tant aquests hauran de jerarquitzar-se. Que la *Mantys* sp. femella estigui copulant mentre consumeix el gangli cerebral del mascle sembla una jerarquia poc encertada dins la comprensió convencional del gangli cerebral humà, però no sempre el gangli cerebral s'imposa sobre els altres. La lluita entre l'antiga comunicació hormonal poc especialitzada i de fabricació a les glàndules i la neurotransmissió especialitzada sembla que no està del tot resolta. De fet, les glàndules i les seves hormones continuen creant un "ecosistema químic estable", un medi on la resta d'"espècies" cel·lulars desenvolupen la seva acció en cooperació mentre es mantingui l'estabilitat del sistema.

El canal etològic

El canal etològic o de comportament apareix del canal neuronal i respon, més que a un circuit de neurotransmissors, a un mapa o cartografia de circuits amb una significació o informació, per tant també hi ha un magatzem d'informació o gangli cerebral amb memòria, no sols sensors i respostes connectades per un circuit, sinó també capacitat de crear emocions, sensacions, fins i tot sentiments. Aquest fet requereix d'un ambient químic que vendrà per diferents secrecions d'endorfina, dopamina, serotonina, adrenalina, etc. Cal esmentar que en aquests canals la informació no està sobre un element material com seria l'ADN o RNA, sinó sobre una forma de circuit o ruta cartogràfica immaterial i suport d'un medi o "ambient" químic.

Podríem ressaltar també la capacitat d'obtenir emocions i sensibilitat, que també trobem en altres organismes no humans amb reaccions en contra de la injustícia, de compassió, d'altruisme i altres comportaments ètics (DE WAAL, 2019) àdhuc d'expressions estètiques com els ornaments o el que alguns autors han anomenat evolució de la bellesa (RYAN, 2018; PRUM, 2019), lligada a la selecció sexual

(aucells pergolers, caus dels pops, cançons dels granots o dels aucells, exhibicions rítmiques de llum de les llumenetes, etc.).

Seguint DAMASIO (2010), les emocions immediates, amb manifestació corpòria externa o interna, i els sentiments, que requereixen del cervell, i la memòria, i tal vegada l'educació per a desenvolupar-se, també són un canal d'informació que es tradueix en uns comportaments que van des de respostes binàries fins a respostes multifactorials, i fins i tot a respostes que derivades de l'anàlisi multifactorial dels sensors, són contrastades a la memòria, i finalment es desencadena no sols una acció de resposta sinó fins i tot una emoció com a resposta i uns sentiments. Seria un error pensar que l'evolució dels sentiments i de l'altruisme en diferents espècies, des d'insectes colonials a mamífers, va exclusivament lligada a un canal de selecció natural sotmès a la regla de Hamilton (DUGATKIN, 2007). Sens dubte el parentiu pot facilitar l'altruisme, però el trobem també en espècies sofisticades i deslligades de qualsevol parentiu i sotmeses a més canals d'informació, no sols el genètic. Qualsevol persona que ha conviscut amb animals gregaris com cans o cavalls entén perfectament els seus sentiments, com ells entenen els teus. A més, el seu altruisme va més enllà de la pròpia espècie i és interespecífic, una nova cooperació, una nova evolució conjunta on les regles de parentiu hamiltonià no són aplicables.

L'expressió immediata de les emocions bàsiques és el primer llenguatge interpretable per altres individus. Una persona excitada encomana la seva excitació, no sols a altres persones, també al seu ca o al seu cavall, una persona tranquil·la fa el mateix. Les expressions facials en els humans, el moviment de la coa als cans o de les orelles als cavalls són llenguatges senzills sobre els quals pot créixer un nou canal d'informació. Molts llenguatges són silenciosos, els dels antics caçadors, els dels jugadors de cartes, el dels colors dels cefalòpodes, etc.

Per la seva banda, els sentiments representen mutacions de comportament adaptatiu sotmès a selecció. Seria bo tenir-ne més proves empíriques, però sens dubte el sentiment maternal de protecció de les cries s'ha seleccionat positivament i els comportaments de cohesió del grup i comprensió del grup per a la caça o altres activitats en espècies gregàries també s'han seleccionat positivament.

Cada canal d'informació té un sistema de selecció i seria un error pensar que la selecció natural darwiniana actua sobre tots ells i de la mateixa manera. En qualsevol cas, el més rellevant és que a partir d'un sistema obert primigeni del tipus fisicoquímic i sotmès a les regles de l'ambient es creen unes formes amb funció que anomenem vida, sotmesa a la selecció natural i posteriorment sexual, però també a la simbiosi i complementarietat, i posteriorment informació desmaterialitzada en circuits neuronals i cartografies cerebrals, i finalment organismes amb capacitat de crear una metàfora interpretativa de la realitat parcial a través de la ciència.

El canal cultural d'informació no deixa de ser un canal etològic humà, però ha tengut capacitat per a crear un canal d'informació artificial amb els seu llenguatge informàtic. La intel·ligència artificial, en la seva part de comunicació o xarxes socials es relaciona amb la intel·ligència d'eixam dels insectes eusocials i representa un canvi de nivell d'organització no jeràrquic. Veurem com evoluciona?.

Les formes per aniuament de cooperació i canvis de nivell d'organització

Dins la forma genètica evolutiva tenen cabuda les línies procariotes, però també les eucariotes unicel·lulars, les eucariotes pluricel·lulars, els organismes eusocials, els gregaris o amb comportament de grup, etc. Per tant, tenim processos d'agrupació o aniuament dèbil o difós de relacions tròfiques o colaterals, i aniuament fort o discret com l'eucariota (MARGULIS, 1981) o el pluricel·lular (sens dubte, procariotes i virus també tenen la seva història evolutiva de complementarietat genètica que oferirà nous descobriments). La diferència entre fort i dèbil es podria definir pel fet que uns són desmuntables i els altres no, uns queden "mecanitzats" (ELLERS *et al.*, 2012) i els altres poden separar-se i mantenir-se funcionals o tornar a la "mecanització". Els consorcis d'agregació i les colònies serien formes de frontera entre difós i discret. En els processos per cooperació (que cal recordar que poden ser de simbiosi, però també de parasitisme, o sigui, cal eliminar el component ètic i social que sovint acompanya aquests conceptes, de la mateixa manera que ho hauríem de fer en la selecció per

competència) es dona una pèrdua de la multifuncionalitat a favor de l'especialització complementària i, per tant, una dependència del grup o conjunt. L'individu queda despoietitzat (MARGULIS, 1990). Ho veiem en els òrgans complementaris de la cèl·lula eucariota, en els diferents teixits del pluricel·lular (MICHOD, 2006), però també en formes d'aniuament dèbil de colònies amb diferenciació de treball entre les cèl·lules colonials de *Scenedesmus* sp. amb individus laterals especialitzats en la flotabilitat i moltes altres. També en els superorganismes eusocials amb especialització funcional (reproducció i control, defensa i treball) i canvi morfològic, i en les espècies domèstiques que són coevolutives, com els fongs i els àfids de diferents formigues o les vaques de granja o els cereals conreats per els humans, etc. Es perd la llibertat o autonomia de la multi funcionalitat individual a favor de la millor seguretat i complexitat de la dependència del conjunt. Aquest tema el tracta Margulis (MARGULIS i SAGAN, 2003) per a fongs i formiga blanca. La mateixa ciutat amb els seus elements supramunicipals explota extensivament els territoris forans i allibera informació i organització i molta entropia en forma de deixalles, aigües brutes i gasos. També és un sistema obert de cooperació (entre simbiosi i parasitisme) que accelera l'entropia de l'univers a canvi de crear el seu nucli d'organització dèbil o difós. En aquest sentit Carlos de Castro fa una observació destacable: “La formiga argentina *Linepithema humile* sembla que forma una macrosocietat de colònies” i es demana “han començat a distribuir funcions als diferents formiguers?”. Si fos així estaríem davant un procés urbanístic supramunicipal, els *clusters* de ciutats formigueres.

Tots aquests processos d'aniuament per complementaritat, tant forçada com amable, fugen d'una interpretació darwiniana adaptativa convencional, almanco en el seu inici; són com a una “mutació social” que podrà ser seleccionada positivament o no a posteriori. SZATHMARY (2015) en diria desdarwinitzada.

Generalitats dels canals de informació

Necessitem primer una font d'energia o gradient i un element material perquè es manifesti una primera creació d'ordre, una forma. Un determinat medi afavoreix una complementaritat dels elements materials per a crear formes additives. Quan la forma additiva creada actua com a “trampa” d'energia i el sistema persisteix, la forma inicial adquireix funcionalitat motoritzada

Cal pensar que els processos senzills estan influenciats per poques variables i tenen poques retroaccions, per tant també són menys persistents i més inestables. Les formes amb moltes rèpliques i més retroaccions augmenten la seva persistència i suporten millor canvis dins el gradient energètic o l'estat ambiental del medi. Les retroaccions estabilitzadores són el vertader *yin yang*, les forces oposades i complementàries. La multiplicació de les formes requereix motlles però els motlles no evolucionen, estan sotmesos a l'entropia convencional expressable en el seu desgast. Moltes rèpliques sotmeses a entropia convencional tendran una variabilitat o mutació (errors). Les rèpliques poden perdre les propietats autopoietiques dins un medi canviant, però si hi ha prou rèpliques diverses, pot haver-hi adaptació d'algunes a l'estat del medi, per tant evolució adaptativa. La variabilitat, o creació aleatòria de diversitat, ha de ser superior als esdeveniments selectius del medi per a evitar l'extinció. Per a mantenir-se dins un sistema obert, dissipatiu i neguentròpic cal mantenir l'originalitat o creativitat.

L'estabilitat no sols implica retroaccions dinàmiques, també proporcionalitat de les parts o harmonia (estabilitat estructural) i proporció en les etapes temporals o ritme (estabilitat morfogènica) (THOM, 1987). A un determinat moment s'assoleix una influència de les formes sobre el medi. Aquesta influència sobre el medi requereix d'aïllament difós o discret. L'atmosfera de la Terra actua de membrana difosa i és d'origen biològic. Les pells i epitelis en general dels organismes són membranes discretes; els teixits romanen dins uns ambients difosos de sèrum fisiològic i plasma químic, que és biòtop de les cèl·lules; les cèl·lules tenen les seves parets i membranes discretes, i els òrgans romanen dins un biòtop protoplasmàtic difós. L'atmosfera manté formes reduïdes com metà o nitrogen que hauria d'estar en forma de nitrats, mentre que altres planetes semblants a la Terra són químicament

equilibrats. L'atmosfera és la primera membrana difosa i totes les altres igualment formen un gradient reductor.

Sortir dels marges estrets d'estabilitat és probable que succeeixi quan s'assoleix una certa grandària, o complexitat, o desproporció entre els elements del sistema. La simfonia es transforma en cacofonia, el cosmos en caos. Aquestes reflexions traduïdes al llenguatge de la Teoria General de Sistemes volen dir que la totalitat dels esdeveniments observables exhibeixen uniformitats estructurals i funcionals en els diferents nivells d'organització (les pepes russes) i que són, o podrien ser, expressables com a funcions matemàtiques relacionables (BERTALANFFY, 1976); un gran joc d'al·lometries plàstiques que no sembla raonable ni convenient destructure i que sovint no veiem, avesats com estem des de la ciència a l'anàlisi i al microscopi, deixant sovint la síntesi i el macroscopi (DE ROSNAY, 1977). Resulta tan rellevant en la comprensió dels processos el veure les heterogeneïtats o el que hi ha de diferencial en l'anàlisi com les homogeneïtats o el que hi ha de comú en la síntesi.

Que la vida hagi arribat a aquest nivell de tan alta improbabilitat hauria de ser més que suficient per a justificar la conservació de l'ecosfera amb humans. No obstant això, tot el procés no deixa de ser senzill i tal vegada el que cal és insistir a trobar aquest nombre de regles, que MARGALEF (1991,1997) anomena "principis d'impotència", fora de les quals l'univers físic, i dins aquest, la pròpia vida, explora i evoluciona.

La informació a l'antroposfera

La supervivència per selecció i cooperació natural depèn de les qualitats i aptituds individuals, però també del desenvolupament d'instints, com el maternal i de protecció en general de les fases infantils en animals més evolucionats i, en espècies gregàries, cal afegir l'aptitud per a crear relacions de cohesió del grup com l'altruisme, el sentit de la injustícia, l'empatia, etc. L'espècie humana també depèn de tot un sistema agrícola i ramader d'espècies domèstiques (les formigues i les formigues blanques també tenen agricultura fúngica i ramaderia d'insectes xupadors) que depenen de nosaltres. Fins i tot, en algunes espècies vegetals, han desaparegut els seus ancestres o els seus dispersors (cacau, mango i fins i tot advocat no tenen dispersadors actuals),, per tant depenen de la humana; i el mateix passa amb moltes espècies animals que, lliurades al seu medi natural, no serien viables. Ara, també sabem que la nostra supervivència depèn d'un engranatge no mecanicista format per la resta de biodiversitat de l'ecosfera; des del fitoplàncton productor de dimetil sulfur, passant per bacteris fixadors de nitrogen, fins a detritívors, sequoies o cucs de terra. I que l'estabilitat climàtica i oceànica depenen del joc entre l'oxidació i la reducció, o la fotosíntesi i la respiració dels organismes vius, d'ara i d'abans. Cal ser altruistes amb la resta de la biosfera per a assegurar egoïstament la nostre supervivència. Això requereix de la comprensió d'aquests processos esmentats i de l'evolució dels valors ètics i estètics de l'espècie humana, o sigui, emocions i sentiments.

Gerogescu Roengen va simplificar l'economia vertadera amb una senzilla expressió de velocitat de consum d'un estoc de recursos natural. L'estoc dividit pel temps és la taxa de consum. Els recursos poden ser materials renovables, energies alternatives (mal anomenades renovables) o recursos recalcitrants, en el sentit de no reciclables ni renovables. La taxa de consum depèn del consum *per capita* i del nombre de persones o població mundial. Finalment, el temps és el grau de sostenibilitat, que pot ser llarg o curt en funció de com es manegi el quocient entre recursos i taxa de consum. Ja sabem que del Segon Principi no en sortirem.

L'estoc de recursos

Si utilitzem bàsicament l'energia del Sol, (i ho podem fer en la forma fotovoltaica, mecànica, tèrmica o gravitacional amb proximitat a la font i minimitzant transformacions), reciclem els elements materials utilitzant un estoc estable de proximitat i minimitzant el transport i evitem els recursos i energies

recalcitrants i contaminants, estarem “copiant” l'estratègia de sostenibilitat de la Biosfera actual... que no ha donat un mal resultat.

La taxa de consum

La taxa de consum implica la població planetària i el consum *per capita*. Referent a la població, hem d'entendre que no hi ha cap necessitat de crear fills per a la guerra dels recursos; que no es tracta de ser més, sinó millors. No és tan senzill com pareix; estem dissenyats per a reproduir-nos tant com es pugui. L'espècie humana, com les altres, depenia de la seva capacitat reproductiva, per tant, primer hem d'assumir aquest fet natural i actuar contra natura, tal i com fem amb tantes altres coses. En qualsevol cas, quina seria la població mundial òptima sostenible? Jo sols puc dir objectivament que l'actual no ho és i el canvi global n'és l'evidència.

El següent punt és el consum *per capita*, que podem dividir en consum necessari per a una vida digna, consum innecessari per a l'ostentació i altres coses estúpides, i el consum que ens eleva com a persones, o sigui per a la bellesa, la bondat i la saviesa.

També aquí haurem d'actuar contra natura. Estem dissenyats per a menjar fins a l'obesitat en presència de menjar, perquè en condicions naturals no tens mai assegurat el següent àpat, per tant ens havíem d'assaciar al màxim. De la mateixa manera, estem dissenyats per a emmagatzemar estris que ens facilitin la vida i la defensa (una despesa significativa que va des del petit ganivet als teus impostos per a pagar portaavions i què sé jo). Fins i tot, com a recol·lectors estem dissenyats no sols per a recollir fruits, bolets o el que sigui, sinó que el nostre subconscient pot entendre les compres compulsives i innecessàries com a una recol·lecció primària necessària per a la supervivència. Si volem disminuir la despesa innecessària haurem de ser conscients i lluitar no sols contra la propaganda de l'economia consumista sinó contra el nostre disseny natural. No és tan difícil, estem avesats a anar contra natura.

La mateixa ostentació també resulta ser natural. Darwin, que no era gaire darwinista, explica el mal de ventre que sentia quan veia un paó i la seva ostentosa coa, que considerava inexplicable i d'aquí els caràcters sexuals secundaris o la selecció en relació amb el sexe que tant el va preocupar i que actualment han desenvolupat tant R.O. Prum com M.J. Ryan, citats anteriorment.

Quin seria el consum *per capita* òptim i sostenible? Jo sols puc dir objectivament que l'actual no ho és, i a més la iniquitat continua.

El temps de sostenibilitat

El temps de sostenibilitat és el quocient entre l'estoc de recursos, que hem desenvolupat, i la taxa de consum, que hem descompost. Si volem que aquest sistema antròpic i termodinàmicament obert, allunyat de l'equilibri, però estable, persisteixi, sens dubte haurem de canviar. Estem cansats de ser competius, tal vegada ha arribat l'hora de ser competents i cooperatius.

Conclusió

La ciència avisa, però al mateix temps “pitja l'accelerador”, untada per el sistema financer convencional. Aquesta economia internacional o BAU, crea informació i moltes coses bones irrenunciable, però requereix de més recursos dels que disposem i dissipa una enorme i innecessària entropia a una velocitat no assimilable per el Planeta; el Canvi Global és el resultat. Per altre banda oblida que com deien els epicuris, l'objectiu de la vida humana pot ser el plaer (per a tothom) i els millors i vertaders plaers son tranquils, senzills, naturals i barats, lligats a la creació de saviesa, bellesa i bondat. Tal vegada ha arribat l'hora de rebutjar la velocitat (en les rutes turístiques, en el creixement dels conreus, en la realització d'obres etc.), la mobilitat amb mitjans feixucs i d'alta acceleració, el transport horitzontal de llarga distancia, la complexitat innecessària (parafernàlia tecnològica informàtica, burocràcia de tot tipus, etc.), l'ornament desproporcionat (ostentació de tot tipus), la competitivitat,

etc. Cal recuperar el ritme de la Biosfera, que és el del flux d'energia solar que la fotosíntesi entretén en la seva dissipació, recuperar el que Jean Giono anomenà les "riqueses vertaderes" i anar a favor de ser competents i cooperatius com la vida mateixa. Justament aquest és el darrer nivell de complexitat dins la nostra comprensió actual, la simplificació intel·ligent.

Post scriptum

La cooperació natural espontània existeix. El Dr. Antoni Rodríguez Perea, company, amic i col·lega, és una prova inductiva al seu favor. Comprovada per tothom que el coneix.

Agraïments

He d'agrair l'ajuda i correcció de Marta Martínez Mestre.

Bibliografia

- APPLETON, J. (1993): *La estética de la supervivencia. Ecosistemas*, 6: 16-21.
- BASCOMPTE, J., FLOS, J., GUTIERREZ, E., JOU, D., MARGALEF, R., SIMÓ, C. i SOLER, V. (1995): *Orden i Caos en Ecologia*. Editorial Universitat de Barcelona, Barcelona, 248 pp.
- BERTALANFFY, L. (1976): *Teoría General de los Sistemas*. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. 311 pp.
- BERTALANFFY, L. (1979): *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. Alianza Editorial. Madrid. 166 pp.
- CAIRNS-SMITH, A.G. i HARTMAN, H. (1986): *Clay Minerals and the Origin of Life*. Cambridge University Press. Cambridge. 208 pp.
- CHAPMAN, C.R. i MORRISON, D. (1994): Impacts on the Earth by asteroids and comets: assessing the hazards. *Nature*, 40: 33-40.
- DAMASIO, A. (2010): *En Busca de Spinoza*, Editorial Planeta. Barcelona. 382 pp.
- DAMASIO, A. (2018): *Y el Cerebro Creó al Hombre*. Editorial Planeta. Barcelona. 541 pp.
- DE CASTRO, R. (2019): *Reencontrando a Gaia*. Ediciones del Genal. Málaga. 269 pp.
- DE ROSNAY, J. (1977): *El Macroscopio. Hacia una Visión Global*. Editorial AC. Madrid. 289 PP.
- DE WAAL, F. (2019): *El Último Abrazo*. Tusquets Editores. Barcelona. 378 pp.
- DUGATKIN, L.A. (2007): *Que és el Altruismo*. Katz Ediciones. Buenos Aires 271 pp.
- ELLERS, J., KIERS, E.T., CURRIE, C.R. i MCDONALD, B.R. (2012): *Ecological interactions drive evolutionary loss of traits. Ecological Letters*, 15: 1071-1082.
- GUERRERO, R. i BERLANGA, M. (2006): Life's unity and flexibility the ecological link. *International Microbiology*, 9: 225-235.
- GUERRERO, R. i BERLANGA, M. (2009): The evolution of microbial life: paradigm change in microbiology. *Contributions to Science*, 5(1): 12-21.
- LORENZ, K. (1985): *La Otra Cara del Espejo*. Plaza y Janes Editores. Barcelona. 374 pp.
- MANCUSO, S. (2017): *El Futuro es Vegetal*. Galaxia Gutemberg. Barcelona. 237 pp.
- MARGALEF, R. (1978): *Perspectivas de la Teoría Ecológica*. Editorial Blume. Barcelona. 110 pp.
- MARGALEF, R. (1980): *La Biosfera entre la Termodinámica y el Juego*. Ediciones Omega. Barcelona. 236 pp.
- MARGALEF, R. (1991): *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Publicacions Universitat de Barcelona. Barcelona. 290 pp.
- MARGALEF, R. (1997): *La Nostra Biosfera*. Publicacions de la Universitat de València. València. 220 pp.
- MARGULIS, L. (1981): *Symbiosis in Cell Evolution*. M.H. Freeman and Company. New York. 452 pp.
- MARGULIS, L. (1990): Kingdom Animalia: The zoological malaise from a microbial perspective. *Amer. Zool.*, 30: 861-875.
- MARGULIS, L. i SAGAN, D. (2003): *Captando genomas: una teoría sobre el origen de las especies*. Editorial Kairós. Barcelona. 285 pp.
- MICHOD, R.E. i HERRON, M.D. (2006): Cooperation and conflict during evolutionary transitions in individuality. *European Society for Evolutionary Biology*, 19: 1406-1409.
- OPARÍN, A.I. (1970): *Origen de la Vida sobre la Tierra*. Editorial Tecnos. Madrid. 365 pp.

- PRIGOGINE, I. (1983): *¿Tan Solo Una Ilusión?. Una Exploración del Caos al Orden*. Tusquets Editores. Barcelona. 332 pp.
- PRUM, R.O. (2019): *La Evolución de la Belleza*. Editor Ático de los Libros. Barcelona. 452pp.
- RUFFIÉ, J. (1988): *El Sexo y la Muerte*. Editorial Espasa-Calpe. Madrid. 299 pp.
- RYAN, M.J. (2018): *El Gusto por la Belleza*. Antoni Bosch Editor. Barcelona. 286 pp.
- SCHRÖDINGER, E. (1983): *¿Que és la Vida?*. Tusquets Editores. Barcelona. 139 pp.
- SCHRÖDINGER, E. (1983): *Mente y Materia*. Tusquets Editores. Barcelona. 95 pp.
- SZATHMÁRY, E. (2015): Toward major evolutionary transitions theory 2.0. *PNAS* 18, 112 (33): 10104-10111.
- TASSIN, J. (2018): *Pensar como un Árbol*. Plataforma Editorial. Barcelona. 159 pp.
- THOM, R. (1987): *Estabilidad Estructural y Morfogénesis*. Gedisa Editorial. Barcelona. 363 pp.
- VARELA, F.G., MATURANA, H.R. i URIBE, R. (1974): Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems*, 5(4): 187-196.
- WÄCHTERSCHÄUSER, G. (1988): Before enzymes and templates: theory of surface metabolism. *Microbiological Reviews*, 52: 452-484.
- WOLFE, D. W. (2019): *El Subsuelo*. Editorial Planeta. Barcelona. 350 pp.

Data recepció: 30.07.21

Data revisió: 15.08.21

Revisió acceptada: 28.08.21