

Comparació de les estratègies de l'evolució biològica i l'evolució cultural



Antoni Prevosti
Universitat de Barcelona

La comprensió i la comparació dels diferents processos d'evolució (físico-química, biològica i cultural) ens ajuda a entendre processos generals com l'acumulació d'informació o l'augment de complexitat amb el temps.

The comprehension and comparison of different evolutionary processes (physical-chemical, biological and cultural) helps us to understand general processes such as the accumulation of information or the increase of complexity over time.

En l'evolució de l'Univers se solen distingir tres nivells, el físico-químic, el biològic i el cultural. L'evolució biològica té el punt de partida en la físico-química i els sistemes biològics són sistemes físico-químics, als quals s'afegeix un component nou, portador d'informació codificada, el genoma. L'evolució cultural té l'origen en la biològica, i els sistemes culturals són sistemes biològics en què s'agrega un nou component molt diferent del genoma, però que també porta informació codificada. Considerant la informació codificada equivalent de coneixement com es farà en aquest article, potser l'evolució biològica i la cultural podrien reunir-se en una sola unitat del procés general d'evolució de l'Univers. La cita de Popper que s'ha elegit per epígraf d'aquest article expressa aquesta relació entre els dos nivells evolutius. De fet, tots els sistemes naturals porten informació. Fins i tot hi ha autors (Stonier, 1990) per a qui la informació és una propietat general de l'Univers, tan real com la matèria i l'energia. Això no obstant, sols els sistemes vivents i els culturals porten informació codificada, això és el que els diferencia principalment dels sistemes físico-químics, i és quan es comparen amb aquests —des d'aquesta perspectiva— que podem veure'ls com formant una unitat.

Els éssers vius, sistemes portadors d'informació codificada

El genoma és el component dels sistemes vivents que porta la informació codificada. Aquesta informació en fa possible la complexitat —molt més gran que la dels sistemes físico-químics— i la continuïtat basada en la reproducció i l'evolució. També explica que els éssers vius tinguin propietats funcionals.

La informació codificada en el genoma correspon a l'estructura i al funcionament dels sistemes vivents i a les propietats del món on aquests viuen. Es manifesta en els processos de morfogènesi cel·lular i de desenvolupament, en els quals es formen estructures materials que funcionen d'acord amb les lleis de la física, però integrades de tal manera, que determinen propietats que són eficaces per a la supervivència del

sistema. En termes biològics diem que aquestes propietats són funcionals. En les cèl·lules de les plantes s'organitzen cloroplasts que tenen la composició i l'estructura adients per transformar eficaçment l'energia lluminosa en química d'acord amb les lleis de l'energètica, i això ho fan amb un rendiment molt superior al que solen aconseguir les màquines construïdes per l'home. En altres cèl·lules es formen cilis i flagels amb una composició i una estructura adequades per a la seva funció mecànica en el moviment cel·lular, i apareixen taques de pigments fotosensibles, que tenen una composició i una estructura apropiades per detectar els estímuls lluminosos del món extern, etc. En el desenvolupament dels organismes pluricel·lulars es formen òrgans amb les funcions més variades: peces esquelètiques amb estructura i funció convenients per servir de carcassa al cos o per ser utilitzades com a palanques en el moviment, d'acord amb les lleis de la mecànica. Ulls en què es combinen els components i l'estructura aptes per funcionar com a òrgans visuals, segons les lleis de l'òptica i de la fotoquímica. Podríem continuar amb una llista d'exemples inacabable.

L'evolució biològica, procés de recopilació de coneixement

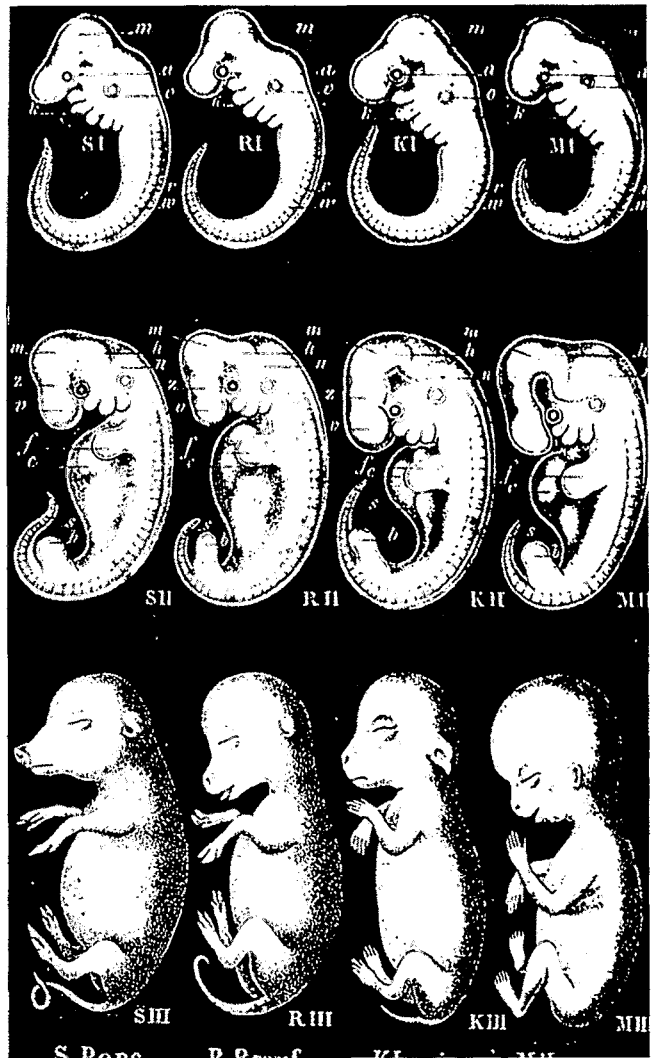
El mecanisme de l'evolució biològica, basat en la mutació a l'atzar i la selecció natural, té característiques que fan pensar en un mecanisme d'aprenentatge, d'adquisició de coneixement, ja que té per conseqüència l'acumulació d'informació codificada, que l'organisme utilitzarà. És un mecanisme de tempteig, en què es fan proves a l'atzar, les mutacions, que si són beneficioses es conserven i codifiquen informació útil per a la supervivència dels sistemes en què s'han produït. Aquests sistemes adquireixen un avantatge —augmentant la probabilitat de reproduir-se— respecte dels que no tenen aquestes mutacions. Així adquireixen els éssers vius les propietats funcionals que els caracteritzen.

Afirmar que, pel fet de ser útil a l'organisme, la informació codificada en el genoma és «coneixement» requereix precisar-ne algunes coses.



Primer, cal dir que el terme informació no s'utilitza aquí en el sentit purament quantitatiu, com en la teoria de comunicacions, corresponent a la fórmula de Shanon ($H = -\sum p_i \log_2 p_i$), que dona la quantitat d'informació en un sistema de comunicacions. Si bé en l'evolució biològica hi ha un increment de la quantitat d'informació, com ho indica la tendència molt general a augmentar el nombre de gens i la complexitat, el més important de la informació codificada en els gens és el seu vessant semàntic. Mentre que la quantitat d'informació també augmenta en l'evolució dels sistemes només fisico-químics, com per exemple en la dels àtoms i en la de les molècules, la informació codificada en els gens té aspectes qualitius peculiars dels sistemes biològics. Aquests aspectes qualitius expliquen les propietats funcionals dels éssers vius, i donen l'atribut de ser coneixement a la informació codificada en els gens. En general, els autors que in-

El desig per conèixer l'origen i l'evolució de la vida sempre ha estat present en l'home. Ernst Haeckel, Anthropogénie ou Histoire de l'évolution humaine. Leçons sur les principes de l'embryologie et de la phylogénie humaines (1877). Biblioteca Jaume Josa.



terpreten així la informació genètica atribueixen un paper important a la selecció natural, en l'origen d'aquestes propietats (vegeu, per exemple, Schmalhausen, 1960, Prevosti, 1969, 1988, 1990, 1993; Patee, 1987; Küppers, 1990; Stonier, 1992; Eigen, 1992; Kauffman, 1993). Aquesta idea té el suport de l'eficàcia dels algorismes genètics per trobar bones solucions a problemes difícils de resoldre, imitant el mecanisme de l'evolució dels organismes amb reproducció sexual, que consisteix en la selecció natural de les millors combinacions de gens, originades a partir de mutacions a l'atzar i recombinació aleatòria dels gens dels pares, en una sèrie de generacions successives. Cal dir, però, que per alguns dels autors citats, el paper de la selecció natural en el procés de l'evolució està més o menys subordinat a la dinàmica dels sistemes complexos. Aquesta opinió no és compartida per l'autor d'aquest article, qui tot i admetent que les lleis de la dinàmica dels sistemes complexos condicionen i limiten les possibilitats de la selecció natural, creu que les característiques concretes que aquesta dinàmica presenta en els éssers vius estan subordinades a l'acció de la selecció natural, i que aquestes característiques concretes són necessàries per a l'existència dels sistemes vivents.

La informació genètica és poc flexible i s'acumula lentament

El coneixement recopilat en el genoma és el resultat de l'experiència obtinguda en el passat, sobre l'eficàcia de l'organització estructural i dinàmica del sistema i de les relacions que aquest ha establert amb l'ambient extern, en relació amb la probabilitat de reproduir-se. La possibilitat de sobreviure si es presenten situacions noves —la flexibilitat evolutiva— utilitzant un coneixement de les condicions del passat, té per suport la variabilitat genètica existent en les poblacions. Aquesta variabilitat és en part nova, originada per mutacions recents i per la recombinació genètica, i en part antiga, conservada en les poblacions o aportada per flux genètic o per migració d'individus procedents d'altres poblacions evolucionades en condicions diferents. La variabi-

litat existent en les poblacions, combinada amb l'elevat nombre d'individus que presenten, té per efecte que el nombre de proves ofertes a la selecció natural en cada generació sigui gran, i afavoreix la probabilitat que alguna prova pugui sobreviure i donar descendència en les noves condicions. Malgrat això, la probabilitat que aquestes proves favorables es generin, és petita a partir d'una informació que molt majoritàriament correspon a les condicions passades.

D'altra banda, l'estratègia de la transmissió genètica es limita gairebé exclusivament a la transmissió vertical, al pas dels gens de pares a fills amb la reproducció. Sense altres vies per adquirir informació, l'única carta que juga cada individu en el joc de l'evolució biològica és la combinació de gens rebuda en el naixement. La genètica molecular ha demostrat que és possible la transmissió horitzontal, el pas de gens entre diferents individus de la mateixa o d'una altra espècie per una via independent de la reproducció, però les dades actuals indiquen que és un fenomen rar, amb un paper molt restringit. Comparada amb les estratègies de les quals parlarem més endavant, la de l'evolució genètica és lenta, especial-

ment en els organismes pluricel·lulars. La taxa de canvi està limitada per la duració dels cicles generacionals, ja que la selecció només actua una vegada en cada generació.

Finalment, el fet que la selecció operi amb proves originades aleatòriament, que no tenen intencionalitat ni han estat planificades, té per conseqüència que l'acumulació d'informació tingui les característiques d'un bricolatge. Aprofitant proves originades a l'atzar, la selecció ha de ser oportunista i ha d'apedaçar el que pugui, utilitzant tot allò de què disposa, a vegades canviant l'ús del que ja està fet. En l'evolució per selecció natural de canvis aleatoris, no hi ha cap altre pla que el determinat per la necessitat que el sistema que evoluciona presenti una coherència en les seves propietats físico-químiques, amb la seva història i en relació a les condicions de l'ambient en què ha de viure, com a base perquè les seves propietats estructurals i dinàmiques siguin funcionals.

Els sistemes vivents no solament acumulen informació en el genoma

Adquirir coneixement, fer-lo servir i transmetre'l són les principals novetats que apareixen en l'evolució biològica. Fins aquí ens hem estat referint al primer nivell on sorgeix el coneixement, el codificat en els gens i adquirit per tempteig. No obstant això, en els sistemes vivents s'hi presenten altres formes de coneixement, que si bé estan fonamentades en el genètic, tenen altres propietats i s'originen i es fan servir amb estratègies diferents. Es tracta de coneixement adquirit en el curs de la vida individual. El primer pas en aquest sentit és la flexibilitat en l'expressió de la informació genètica, que dóna la possibilitat d'adaptació —a un nivell només somàtic— a les condicions ambientals. Aquesta adaptació pot produir-se, ja sigui perquè l'ambient determini variacions en el desenvolupament amb efecte irreversible, o per variacions funcionals que poden ser reversibles quan les condicions que les han determinades cessen d'actuar.

El pas més important per a l'adquisició de coneixement al llarg de la vida ha estat l'evolució

del sistema nerviós, en els animals. Especialment en els superiors, estableix un tipus de relacions amb l'ambient, que a més d'afavorir adaptacions concretes, n'augmenta l'autonomia, i es manifesta, fonamentalment, en una creixent iniciativa dels organismes per aconseguir la supervivència. Malgrat la millora que això representa en relació a la flexibilitat en l'expressió de la informació genètica, té l'inconvenient de no ser transmesa a la descendència i, per tant, de no poder-se acumular. En l'evolució biològica, el futur evolutiu està totalment lligat a l'evolució genètica.

Concepte i descripció de l'evolució cultural

El sistema nerviós, que inicialment només feia possible adquirir informació utilitzable al llarg de la vida, però no transmissible, progressivament va anar adquirint un paper més important en el comportament dels animals. A més de generar noves maneres en les relacions entre els organismes i l'ambient, ha tingut una conseqüència més important per a l'evolució, ha facilitat la comunicació entre els individus de la mateixa espècie. La possibilitat de comunicació entre els animals, basada en les funcions del sistema nerviós, ha estat el punt de partida d'un nou nivell evolutiu, el cultural.

És convenient precisar el significat amb què s'utilitza aquí el terme cultura, perquè la cultura s'ha definit de moltes maneres. Com que tractem, principalment, d'aspectes evolutius de la cultura, sembla convenient donar-li el sentit més bàsic i inclusiu possible. Per tant, en aquest article considerem que la cultura és «un conjunt de formes de comportament i de coneixements comuns als individus d'un grup, adquirits en el curs de la vida i transmissibles entre aquests individus». En tant que el sistema nerviós la fa possible, la cultura té una base biològica, però pel seu contingut i per les seves característiques transcendeix la biologia. De la mateixa manera que la biologia té una base física, la cultura la té biològica.

La primera forma de comunicació cultural va ser la imitació, la capacitat de repetir el comportament observat en un altre individu. La imitació és la base d'episodis culturals incipients i,

Charles Darwin amb el geòleg Lyell i el botànic Hooker: cap a les primeres formalitzacions experimentals de la teoria de l'evolució.



en general, transitoris que apareixen en els animals. Casos ben coneguts d'aquest tipus d'episodis són l'extensió que es va produir en una àmplia àrea d'Anglaterra, de l'habilitat de les mallerengues d'obrir les ampolles de llet, tapades amb discs de cartó, que els repartidors deixaven a les portes de les cases, o les diferències en els costums alimentaris observats entre poblacions de macacos en diferents valls del Japó.

La impressió *-imprinting* dels autors de parla anglesa— és la causa d'un altre fenomen cultural present en el món animal. Consisteix en l'observació de característiques —colors, dibuixos, formes, maneres de comportament— dels pares, que queden fixats en la memòria dels fills, i els serveixen per reconèixer els individus de la seva pròpia espècie, per exemple quan busquen parella per reproduir-se.

Donald (1991) distingeix entre imitació i mimesi. La mimesi o nivell mimètic de la cultura seria distintivament humana, i consistiria en una expressió conscient i intencionada per mitjà de gestos, expressions facials, postures, actes, etc. que és representativa, però no lingüística. La capacitat d'interpretar les expressions mimètiques que tenen els humans, fa de la mimesi una important forma de comunicació. La tendència a la imitació, combinada amb la capacitat d'interpretar les expressions mimètiques és un dels principals camins seguits pels infants per adquirir la cultura.

Fins que va aparèixer el llenguatge en la cultura humana, a l'evolució cultural li mancava un element essencial per ser un procés evolutiu acumulador de coneixement: tenir un component portador d'informació codificada, anàleg al genoma de l'evolució biològica. Primer va aparèixer el llenguatge oral i després, l'escrit. Tot dos

tenen les propietats essencials del genoma, transmeten i acumulen informació. No obstant això, en aquestes propietats és molt superior el llenguatge escrit, s'assembla molt més al genoma. El llenguatge escrit, pel fet de tenir un suport material, té la propietat de conservar-se en el temps, i això li dona consegüentment una estabilitat més gran que facilita l'acumulació de la informació.

Relacions entre els nivells evolutius

Les relacions entre l'evolució biològica i la cultural s'assemblen a les de l'evolució biològica i la físico-química. Com s'ha dit abans, tant l'evolució biològica com la cultural tenen el punt de partida en el nivell precedent, la biològica en el físico-químic i la cultural en la biològica. D'altra banda, en un cert sentit l'evolució biològica fa possible la continuació de la físico-química, i la cultural sembla que porta el camí de fer el mateix per la biològica. La facultat d'acumular informació en el genoma fa possible, en els sistemes vivents, estructures físico-químiques d'un grau de complexitat estructural i dinàmica que amb les propietats físico-químiques de la matèria soles, no eren possibles. L'evolució biològica, fonamentant-se en les lleis de la física i de la química, origina sistemes que utilitzen les propietats físiques i químiques de la matèria per a la seva supervivència. Per exemple, en l'evolució biològica s'han produït els ulls, que són òrgans que tenen la funció de la visió en els animals. Els ulls són sistemes físico-químics de complexitat molt superior a la de qualsevol sistema originat en el nivell físico-químic de l'evolució, en què es combinen adientment l'ús de diverses lleis físiques i de materials químics, que tenen les propietats precises per formar òrgans de la visió.

L'evolució cultural està fonamentada en l'evolució del sistema nerviós, un resultat de l'evolució biològica; però en el nivell a què ha arribat en l'home, l'evolució cultural pot dirigir l'evolució biològica. Els resultats que s'estan començant a obtenir amb l'enginyeria genètica, juntament amb els aconseguits amb la domesticació d'animals i el conreu de plantes, són els primers passos donats en aquest sentit, per a l'evolució cultural.

Comparació de les estratègies de l'evolució biològica i de l'evolució cultural: plantejament general

Després de descriure l'evolució biològica i la cultural, estem en condicions de fer una anàlisi comparativa de les estratègies amb què operen els dos processos.

En termes generals, en l'evolució cultural operen factors equivalents als que actuen en l'evolució biològica i s'estudien en la genètica de poblacions. Tant és així que alguns autors com Cavalli-Sforza i Feldman (1981) i Boyd i Richerdson (1985) han formalitzat els processos de l'evolució cultural seguint aquesta idea. No obstant això, hi ha diferències importants en les estratègies d'acció d'aquests factors.

En l'evolució biològica, el conjunt de gens d'una població o d'una espècie són, en un cert sentit, un patrimoni del grup, ja que en la reproducció sexual o per altres modalitats de la sexualitat, el conjunt de gens del grup poden combinar-se i recombinar-se en el transcurs de les generacions, i donar origen a un nombre il·limitat de combinacions. A més, cada individu de la població rep una sola d'aquestes combinacions, que és l'única part del patrimoni genètic del grup que pot utilitzar. D'altra banda, el genoma que porta la informació codificada dels sistemes biològics és un component material rebut dels progenitors, des del seu mateix origen, pels individus on s'expressa i utilitza la informació. A conseqüència d'això, en els sistemes biològics els dos nivells, el físico-químic i el biològic, estan integrats en unitats materials, els individus.

Les característiques culturals, en canvi, són

sempre adquirides, s'afegeixen a les propietats biològiques al llarg de la vida dels individus, els quals en rebre la cultura s'integren en una unitat d'ordre superior, el grup cultural. La cultura és un fenomen social, ja que s'origina per les relacions entre individus, que el desenvolupament del sistema nerviós fa possible, principalment en l'espècie humana.

Les espècies que tenen una cultura ben desenvolupada —per tant l'home— reben dues herències, la biològica en el moment d'originar-se, que determina la individualització, i la cultural, posteriorment, que els socialitza. El patrimoni cultural, com hem dit, és extern a l'individu que el rep. S'adquireix d'altres individus, però també d'un patrimoni extern, actualment potencialment accessible a membres de qualsevol cultura. Amb l'evolució de la cultura, aquest patrimoni extern va adquirint progressivament més importància. El principal pas el va fer amb l'aparició de l'escriptura. Amb l'escriptura, l'evolució cultural adquireix una estabilitat comparable a la que el genoma dóna a l'evolució biològica, i disposa d'un element portador i acumulador d'informació codificada eficaç.

L'evolució cultural dóna origen a unitats d'ordre superior, els grups culturals, integrats per individus que tenen un patrimoni cultural comú. Aquest patrimoni, a més d'informació codificada en substrats materials, està constituït per altres productes de la cultura, alguns resultants de la utilització d'aquesta informació i d'altres que en són totalment o parcialment independents, però que també són externs. Entre aquests productes hi ha les obres d'art, els artefactes produïts per la tècnica, etc.

Aleatorietat versus intencionalitat

La matèria prima que serveix per a l'evolució biològica és la mutació a l'atzar, i la selecció natural és un procés automàtic que elimina els canvis desfavorables i conserva els favorables. Per tant, l'estratègia fonamental de l'evolució biològica consisteix a adquirir coneixement per tempteig, cosa que correspon al model evolutiu darwinista. Per contra, en l'evolució cultural ben

desenvolupada pròpia de l'home actual, els canvis tenen un element intencional, que ha anat adquirint més importància en el transcurs del temps. En aquest sentit, l'evolució cultural fa servir una estratègia evolutiva lamarckista. Per a Lamarck el desig, la intenció de l'organisme, era un factor decisiu per a l'adquisició de les noves propietats.

A la intencionalitat, en l'evolució cultural, s'hi afegeix una altra característica lamarckista. En l'evolució biològica, que és darwinista, els canvis s'inicien en el sistema codificador d'informació, per això són automàticament hereditaris. En els sistemes vivents no es coneix cap mecanisme que expliqui l'herència dels caràcters adquirits, que permeti codificar en el genoma les propietats somàtiques adquirides al llarg de la vida individual. En l'evolució cultural, en canvi, les novetats a més de poder ser intencionals, passen al patrimoni cultural i poden, també intencionalment, ser codificades, d'acord amb els requeriments del model lamarckià de l'herència dels caràcters adquirits.

La selecció natural en l'evolució cultural

L'estratègia lamarckista amb la qual s'originen les innovacions culturals no implica que en l'evolució cultural, la selecció no hi tingui un paper. Tant Cavalli-Sforza i Feldman (1981) com Boyd i Richerdson (1985), en les seves propostes de formalització de l'evolució cultural, seguint la norma de la genètica de poblacions, accepten i formalitzen el paper de la selecció natural en els canvis culturals. De fet, especialment en les seves darreres obres, Darwin no refusava l'herència dels caràcters adquirits (vegeu Prevosti, 1984) i admetia que aquests caràcters una vegada apareguts, estan sotmesos a l'acció de la selecció natural, que seria el mecanisme responsable de la seva expansió i l'eventual fixació en les poblacions.

Si la intel·ligència humana fos prou poderosa per no equivocar-se i per imposar sempre un comportament intel·ligent, la selecció natural potser no tindria res a fer en l'evolució cultural. Però les coses estan lluny de ser així. El com-

portament humà és molt complex. A més de dependre d'una intel·ligència limitada, està influït per condicionaments biològics, per la valoració que l'home fa dels seus actes i per la capacitat de preveure, almenys en part, les conseqüències que aquests actes tindran. Tot això té per resultat que hi hagi variabilitat en l'eficàcia de les característiques culturals i que no solament depengui de la intel·ligència i la racionalitat.

Entrant en més detalls, veiem que molts caràcters culturals no tenen un origen racional i intel·ligent. Si bé aquests dos factors dirigeixen essencialment l'adquisició del coneixement científic, l'ús que es fa d'aquest coneixement en depèn molt menys. En altres aspectes de la cultura encara poden tenir-hi més influència altres elements. En la filosofia, la política, les relacions socials, els costums i l'art és inevitable i, fins i tot, convenient, que hi participin altres components. La consciència és la causa que la racionalitat no sigui l'únic objectiu al qual aspira l'home. En la visió humana del món hi ha valors, i aquests no solament són racionals, sinó també ètics i artístics. Valors amb els quals es barreja l'afany d'assolir benestar i satisfacció corporals i mentals, que té en part una base biològica. La variabilitat cultural que resulta de les interaccions entre aquests nombrosos factors pot oferir materials per a l'acció de la selecció natural, tant a nivell individual dins d'una cultura, com entre cultures. Les limitacions de la racionalitat i la intel·ligència humanes, juntament amb la complexitat cultural, fan difícil preveure les conseqüències que pot tenir una innovació cultural. A més, el que ha estat eficaç en un context cultural concret pot no ser-ho en un altre, i el que va ser positiu en una fase de l'evolució cultural, pot deixar de ser-ho posteriorment.

El paper de la selecció natural en l'evolució cultural, és comparable al que les lleis de la física i la química tenen en l'evolució biològica. Aquestes lleis són el motor de l'evolució físico-química, però l'evolució biològica té un motor diferent, el procés d'adquisició de coneixement, que és la selecció natural. No obstant això, l'evolució biològica està condicionada, està sotmesa, a construccions de les lleis de la física i de la quí-

mica; no pot fer res que no estigui d'acord amb aquestes lleis. D'una manera semblant, si bé el motor de l'evolució cultural no és la selecció, aquesta condiona els camins que pot seguir, és el censor que sols deixa passar el que és racional i intel·ligent o, com a mínim, no és contrari a la racionalitat i a la intel·ligència. En dir això, cal entendre que la racionalitat i la intel·ligència en un sistema cultural han d'acoplar eficaçment factors, molts dels quals no solament no són presents en els sistemes físics, sinó que tampoc en els biològics.

Que la cultura sigui un fet essencialment social és una causa de diferències en el mode d'actuar la selecció en l'evolució biològica i en l'evolució cultural. En l'evolució biològica pot haver-hi selecció principalment a tres nivells: gens, individus i grups. Malgrat això, actua principalment sobre els individus. Aquests individus són les unitats fonamentals de la reproducció. Són els sistemes biològics més genuïns, formats pels elements necessaris perquè actuï la selecció natural, és a dir tenen el genoma que muta i acumula informació codificada, i el fenoma on s'expressa la informació i actua la selecció natural, segons la utilitat que aquesta informació té per a la supervivència. Encara que hi puguin haver processos que afecten la supervivència diferencial dels gens i dels grups, no s'ajusten amb precisió a les característiques de la selecció natural. Eldredge (1992) i Gould (1992), proponents de la dinàmica evolutiva «dels equilibris interromputs», de la qual consideren que és un element essencial la supervivència i l'aparició diferencials de les espècies, es refereixen a aquest procés dient-ne *species sorting* —tria d'espècies—, terme proposat per Vrba (1980), per distingir el procés que té lloc en les espècies, de la selecció natural pròpiament dita.

En la cultura, la selecció pot actuar en els caràcters culturals, però no pot fer-ho en els determinants d'aquests caràcters, perquè aquests determinants en realitat no existeixen. Només per portar informació codificada, el llenguatge escrit i la resta de components del patrimoni cultural extern que tenen aquesta funció s'assemblen al genoma. Això de banda, la informació co-

dificada en el patrimoni cultural extern no determina les propietats culturals com els gens determinen les dels sistemes biològics. La cultura és un patrimoni social —de grup— que porta informació en part codificada i en part no, en què el component que porta la informació codificada té un paper molt més passiu en l'evolució del sistema i està molt més laxament lligat als individus humans que en són usuaris, que no pas el genoma. Per això, el destí evolutiu de les cultures no està sempre lligat al dels grups biològics que en són usuaris en un moment determinat.

En la cultura, la selecció pot actuar sobre els individus i afectar-ne la supervivència, que està influïda per les seves característiques culturals. Però, per a l'evolució de les cultures, potser més important que la selecció natural dels individus, és la tria parcial de característiques culturals i la tria d'unitats culturals en bloc, les que poden afectar més o menys la supervivència del grup biològic portador de les característiques culturals eliminades, si bé els lligams entre el destí dels grups biològics i la seva cultura no sempre depenen de l'acció de la selecció. Fem servir el mot tria en el mateix sentit que en parlar de tria d'espècies en l'evolució biològica, ja que són un procés de grup més que individual.

La transmissió en l'evolució biològica i en la cultural

La transmissió de la informació també presenta diferències en els dos processos evolutius. En l'evolució biològica gairebé només és vertical, ja que l'horitzontal només té alguna importància en alguns organismes unicel·lulars. En l'evolució cultural tant la transmissió vertical com l'horitzontal són generals i importants. Per mitjà de l'*imprinting*, en els animals la vertical té un paper significatiu en les primeres manifestacions culturals. En l'home és el principal artífex de la socialització, amb què els infants adquireixen dels pares les característiques culturals de la societat en la qual s'integraran, però l'horitzontal té un paper molt més general. Contribueix a la socialització, que no depèn exclusivament dels pares, sinó també d'altres membres de la societat, com

per exemple els mestres. Però, a més, és el camí general que segueix el flux cultural continu que s'estableix al llarg de tota la vida entre els membres del mateix grup cultural. També és horitzontal la transmissió de característiques entre grups culturals diferents.

Un dels principals efectes de la transmissió horitzontal és el d'influir en la taxa de canvi, que és molt més alta en l'evolució cultural que en la biològica. En aquesta darrera, a causa del fet que la transmissió gairebé només és vertical i que cada individu la rep una sola vegada per generació, la taxa de canvi ve determinada pel ritme de successió de les generacions. Aquesta limitació s'afegeix al fet que el procés està basat en canvis aleatoris, la major part dels quals són inútils per acumular informació. Per contra, en l'evolució cultural els individus reben el flux cultural al llarg de tota la vida i, si bé els canvis també estan sotmesos a la possibilitat d'errors, molts són intel·ligents. Això té per conseqüència que s'aprofitin en una proporció més gran que les mutacions genètiques, la qual cosa, juntament amb la possibilitat d'acumulació de més canvis per generació, fa que la taxa de canvi en la cultura sigui molt més ràpida que en l'evolució biològica. En conclusió, en l'evolució cultural la transmissió és més eficaç i general.

L'acumulació d'informació cultural en un patrimoni comú i extern: una nova estratègia evolutiva

L'aparició d'un patrimoni cultural extern, que conté informació codificada i no codificada, ha instaurat un nou mode de transmissió i acumulació d'informació que amplia notablement les possibilitats de les transmissions vertical i horitzontal. Aquest patrimoni és una memòria cultural que comprèn informació codificada en el llenguatge escrit i en altres sistemes simbòlics gràfics, en gravacions de llenguatge oral i en sistemes de computació i informació no codificada, consistent en reproduccions gràfiques i tridimensionals de la nostra realitat, inicialment dibuixos, pintures i escultures, però actualment molt incrementada pel desenvolupament dels mitjans



audiovisuals –fotografia, cinematografia, etc. Però també conté documents directes de l'activitat cultural, obres d'art, artefactes producte de la tecnologia i, en general, objectes d'ús en diverses activitats de la cultura.

En sentit vertical, la memòria cultural externa arriba molt més enllà dels fills, es pot transmetre un nombre indefinit de generacions. Fins i tot, poden superar-se els límits determinats per la peribilitat dels suports materials d'aquesta memòria, si se'n fan còpies.

En sentit horitzontal, l'ampliació de la capacitat de transmissió potser és més notable que en la vertical. La memòria cultural externa no solament és patrimoni de la cultura en què s'ha originat. També poden utilitzar-la altres cultures. De fet, actualment, és correcte parlar del patrimoni cultural de la humanitat, que aplega elements de moltes cultures presents i passades, sense que la gran diversitat d'aquestes cultures no hagi impedit el pas d'informació entre elles. Fins i tot, sembla correcte pensar que molts aspectes d'aquesta memòria cultural de la humanitat serien assequibles a éssers intel·ligents no humans. Això sembla ser particularment així, respecte el coneixement contingut en aquesta memòria. En aquest sentit, la memòria cultural externa seria un patrimoni potencialment universal.

Migració i flux cultural

En genètica de poblacions s'entén per migració la reproducció d'individus en una població diferent d'aquella en què han nascut. La conseqüència evolutiva de la migració és la introduc-

*Darwin va estudiar
l'adaptació en el seu viatge
a les Galápagos. Els ornits
van adaptar-se cadascun a
un nínxol ecològic específic
la qual cosa comportava
adaptacions morfològiques
diferents.*

ció, en la població on es reproduïen els individus migrants, de gens i per tant de caràcters de la seva població d'origen.

Per migracions successives, pot produir-se un flux genètic, és a dir un pas de gens d'una població a una altra, sense que cap individu de la primera no passi a la segona. Només cal que individus nascuts en una tercera població, portadors de gens rebuts de la primera per migració, passin a la segona i s'hi reproduïxin.

En l'evolució cultural, el procés corresponent al flux genètic té una magnitud molt més gran i unes característiques diferents que en l'evolució biològica. Primer, cal recordar que els grups culturals no es corresponen necessàriament amb els biològics i que la transmissió cultural pròpiament dita no està lligada a la biològica. Les opinions d'alguns sociobiòlegs (per exemple, Wilson, 1978), que atribueixen una base genètica a molts caràcters generalment considerats culturals, no estan fundades en observacions. Només quan l'aïllament biològic i el cultural es corresponen en un mateix grup, el dos nivells evolucionen conjuntament. Per això els dos nivells solen estar molt més correlacionats en els pobles primitius. Actualment, a causa de l'increment de les comunicacions i a l'augment consegüent dels contactes entre grups culturalment diferents, les correlacions entre moltes característiques culturals i biològiques tendeixen a disminuir.

Que el mecanisme de transmissió de la cultura, a diferència del de l'herència biològica, sigui sempre extern, juntament amb la magnitud que té la transmissió cultural horitzontal, són la causa de la gran importància de la transmissió cultural entre grups del flux cultural. Mentre que a escala biològica la migració requereix el trasllat d'individus d'un grup a un altre, i a més, la reproducció dels immigrants en el seu nou grup, per al flux cultural ni tan sols el contacte directe entre individus de cultura diferent no és necessari. El patrimoni extern d'una cultura és assequible als individus d'altres cultures, sense que calgui que entrin en contacte amb individus de la cultura d'origen. La transmissió cultural s'assembla més a la transmissió per contagi de les malalties infeccioses —que es produeix per simple

contacte i en les quals, a vegades, fins i tot aquest contacte no és necessari— que a la transmissió de gens entre grups per migració o flux genètic. Les cultures, com a fenomen essencialment social, i pels efectes de la facilitat amb què es transmeten horitzontalment, tenen una forta tendència a l'expansió.

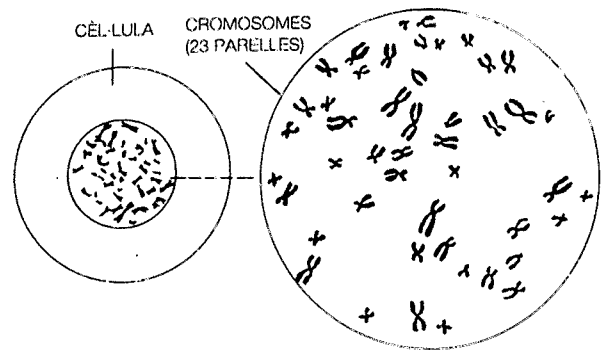
Factors d'aïllament cultural

En relació amb el flux cultural és adient tractar dels factors que determinen l'aïllament entre cultures.

En l'evolució biològica, els mecanismes d'aïllament són decisius en l'origen i el manteniment de la gran diversitat de formes que presenten els éssers vius. Els mecanismes d'aïllament reproductor són el principal fonament de l'origen de noves espècies, o sia de línies evolutives independents. La diversificació i el manteniment de la diversitat són característiques de l'estratègia de l'evolució biològica. En aquesta evolució van apareixent espècies que es diferencien en el mode d'utilitzar l'ambient i que estableixen noves relacions amb els altres organismes. Moltes propietats noves de les espècies depenen de les que tenen les altres formes presents. Per exemple, no hi hauria animals i, per tant, organismes amb un sistema nerviós, ni homes amb la capacitat de desenvolupar una cultura, si no existissin els vegetals.

L'estratègia de l'evolució cultural, al contrari que la de l'evolució biològica, sembla ser la d'unificar, malgrat que hi ha factors que s'hi oposen.

L'aïllament geogràfic i el degut al llenguatge han estat molt importants per a la diversificació cultural. No obstant això, actualment potser l'aïllament més important és el refús, no sols a acceptar la influència d'altres cultures, sinó, a vegades, fins i tot de la convivència amb individus de cultura diferent. Segurament perquè són complexes, és difícil precisar les causes d'aquest refús. Probablement són el resultat de la doble influència, la biològica i la cultural, que opera en molts aspectes del comportament humà. El component biològic pot dependre d'aspectes genètics del comportament animal, com la territorialitat

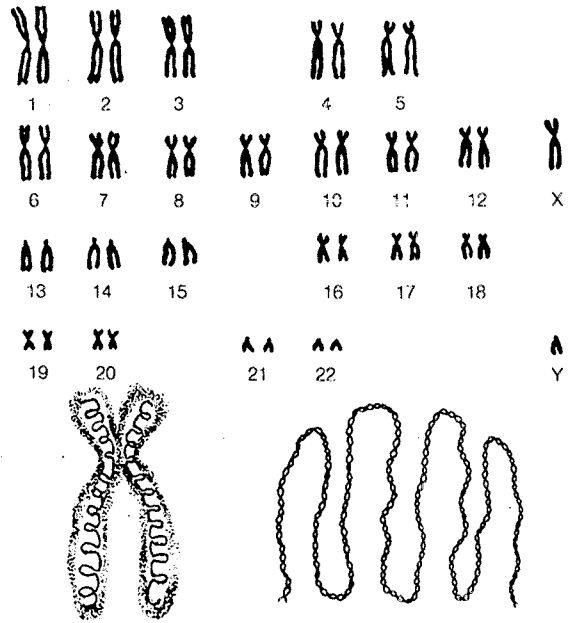


i el comportament altruïsta pels parents, relacionat amb la selecció de parentiu. Un ingredient cultural que influeix en la tendència a afirmar-se en la cultura pròpia, pot ser l'*imprinting* que pot produir-se en el procés de socialització, en rebre els infants la cultura del grup al qual pertanyen. L'empremta dels caràcters culturals adquirits els primers anys de vida és particularment forta.

Els factors d'aïllament cultural esmentats no han impedit que la tendència general de l'evolució cultural humana sigui vers la unificació. Factors com l'aïllament geogràfic i les diferències de llenguatge han anat perdent la importància que tingueren en la humanitat primitiva. Amb el creixement demogràfic i el desenvolupament dels mitjans de comunicació, l'aïllament geogràfic ha anat desapareixent. El llenguatge, en disminuir l'aïllament geogràfic, s'ha reduït a factor d'aïllament entre individus, i ha deixat de ser-ho entre cultures. En alguns trets culturals potser només la tendència a l'afirmació en la cultura pròpia és actualment un factor important de preservació de diversitat.

Amb la formació de la memòria externa, ara potencialment assequible a qualsevol humà, la tendència a la unificació cultural s'ha incrementat molt. El coneixement científic i les tecnologies que se'n deriven són l'exemple més clar de patrimoni cultural potencialment universal. En canvi, els caràcters de comportament influïts per la cultura i les manifestacions més representatives de la identitat cultural, com per exemple la llengua, les religions, alguns aspectes de l'art, són més resistents a la substitució cultural, i no està clar el destí que tindran en el futur.

En considerar l'expansió cultural no es pot oblidar la importància que té la selecció de grup des del punt de vista cultural, ni tampoc el significat de la intencionalitat en la transmissió de la cultura. L'èxit de les cultures en facilita, i fins i tot en promou, l'expansió. I si a l'èxit s'hi afegeix la intencionalitat, més o menys barrejada amb l'afany de domini, de poder, tan freqüent en el comportament humà, la conservació de característiques d'identitat cultural pels grups portadors de cultures menys eficaces, pot ser molt difícil.



Finalment, un altre factor que influeix en la uniformització cultural és la tendència a la imitació, que ja revela la seva importància en les manifestacions culturals incipients dels animals, principalment en els primats. En l'home té un paper considerable en la socialització dels infants, i continua sent important en els adults, en què les característiques irracionals la poden convertir en un factor negatiu. La tendència a seguir les modes i altres fenòmens culturals de dinàmica de masses són una demostració de la força que té en els adults.

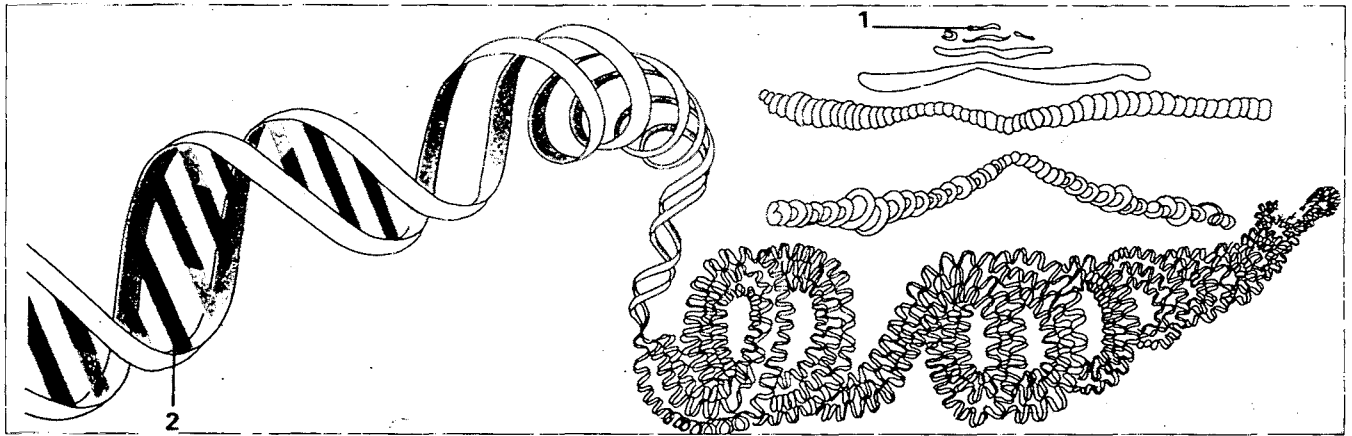
La complexitat en la biologia i en la cultura

Un aspecte comú a tots els nivells de l'evolució és l'aparició de sistemes progressivament més complexos. Des dels quarks fins a l'home, l'augment de complexitat ha estat enorme. Tant en l'evolució biològica com en la cultural, un component de l'estratègia amb què s'ha produït aquest increment és la cooperació, però dins d'aquesta estratègia es presenten trets diferencials importants en els dos nivells evolutius.

Analitzarem un parell de casos en què es manifesten clarament les característiques i els re-

Els cromosomes contenen el material genètic DNA o àcid desoxiribonucleic.

(1) Progressió d'un cromosoma a través d'un microscopi. (2) Arquitectura molecular del DNA.



sultats de la cooperació en l'evolució biològica. Un d'aquests casos és el pas de les cèl·lules procariotes, més senzilles, a les eucariotes, més complexes. L'altre és l'evolució dels organismes pluricel·lulars a partir dels unicel·lulars.

Actualment hi ha una evidència molt clara del fet que en l'origen de la cèl·lula eucariòtica hi va tenir un paper molt important la simbiosi amb cèl·lules procariòtiques (Margulis, 1981), que han acabat convertint-se en òrgans amb funcions específiques de les cèl·lules resultants. Tal és l'origen dels mitocondris, antics bacteris aeròbics, que aportaren una millora en la respiració de les cèl·lules eucariòtiques. Els cloroplasts de les cèl·lules vegetals són antics cianobacteris fotosintetitzadors, gràcies als quals les plantes fan la funció clorofílica. Els avantpassats dels cilis i flagels devien ser espiroquetes o bacteris semblants, que en el procés de la simbiosi es devien convertir en òrgans locomotors de les cèl·lules eucariòtiques.

L'evolució dels organismes pluricel·lulars s'inicia amb formes colonials, constituïdes per cèl·lules iguals. A partir d'aquestes formes n'aparegueren d'altres en què les cèl·lules iniciaren una diferenciació morfològica i funcional. Després, la diferenciació de cèl·lules, teixits i òrgans ha anat avançant en el curs de l'evolució. En els humans adults s'han comptat 254 tipus de cèl·lules diferents. La diferenciació dels tipus cel·lulars ha anat acompanyada d'especialització creixent i d'integració en teixits i òrgans, els quals, al seu torn, són parts constitutives de l'organisme.

En l'evolució biològica l'estratègia de la cooperació ha conduït a una especialització creixent de les parts cooperadores, que s'han anat integrant en un sistema altament organitzat, i han perdut tota l'autonomia. La pèrdua d'autonomia no solament depèn d'una estreta subordinació al funcionament global del sistema, sinó també de la pèrdua de totes les funcions, excepte les necessàries per a la seva especialització i, en alguns casos, les indispensables per la continuació dels processos biològics bàsics. Els simbiotes integrats en les cèl·lules eucariòtiques i les cèl·lules dels organismes unicel·lulars es converteixen en peces totalment subordinades al bon funcionament del sistema del qual formen part. Les espiroquetes que iniciaren la simbiosi amb les cèl·lules eucariòtiques han canviat els riscos d'una vida independent, per la seguretat més gran de formar part de sistemes més complexos, dels quals són òrgans locomotors. En aquesta transformació han perdut totes les propietats i les funcions, només han conservat i millorat les útils per funcionar com a òrgan locomotor. En l'evolució biològica la cooperació tendeix a anul·lar la individualitat de les unitats senzilles que hi participen, i a integrar-les en unitats individuals d'un nivell de complexitat més gran. Aquestes característiques de la cooperació en els sistemes biològics depenen de la seva naturalesa poc flexible, a què hem al·ludit diverses vegades.

Per sobre de l'evolució de la cèl·lula eucariòtica i dels organismes pluricel·lulars hi ha altres nivells de complexitat, com els originats per les interaccions entre els individus de les poblacions

de la mateixa espècie, i per les interaccions entre espècies en els ecosistemes. En aquests últims, el grau d'integració entre les espècies és considerable, però inferior al dels orgànuls en les cèl·lules eucariòtiques i el de les cèl·lules en els organismes pluricel·lulars. Les espècies que participen en un ecosistema conserven la individualitat. En un cert sentit, la comunitat d'espècies integrades en un ecosistema forma l'ambient biòtic, al qual s'adapta cada una d'aquestes espècies per evolució biològica. En les relacions evolutives entre aquestes espècies, s'hi manifesten tots els aspectes de la selecció: competència, cooperació, etc. En l'evolució de les espècies en els ecosistemes s'hi presenta especialització, però sense pèrdua de la individualitat. En els ecosistemes, com a sistemes purament biològics, la integració està basada en les propietats genètiques de les espècies components, ja que en els ecosistemes no hi ha un patrimoni de coneixements comuns, consistent en part en informació codificada, com en els sistemes culturals.

Els individus integrats en un grup cultural no solament poden establir entre si relacions biològiques, com les que es presenten entre els individus que formen poblacions dins de les espècies. Reben també un patrimoni cultural comú, producte de l'evolució cultural, que obre nous camins a l'augment de complexitat.

Centrant-nos en la cooperació, l'estratègia que sembla ser més important per a l'evolució de la complexitat a nivell biològic, cal dir que en l'evolució cultural tal vegada sigui un factor més essencial que en la biològica, a causa de la naturalesa social de la cultura, però es basa en una estratègia diferent que en la biològica. Si bé també requereix l'especialització dels individus que hi participen, els sistemes altament organitzats que són les societats culturals humanes no tenen una estructura material. Per això, com en altres estratègies de l'evolució cultural, la de la cooperació és molt més flexible. En els sistemes biològics l'especialització és totalment rígida, està completament determinada per la informació codificada en el sistema des del seu origen. En la cultural és una característica adquirida en el curs de la vida. En les societats culturals desenvolupades,

l'especialització sol adquirir-se en l'edat juvenil, en les fases avançades del procés de socialització, però també es pot assolir més tard. Fins i tot és possible canviar-la o tenir-ne més d'una.

A més de la flexibilitat, des del punt de vista cultural l'especialització té una altra característica comuna amb la transmissió: pot ser intencionada, la qual cosa té per conseqüència que, tant el receptor com el transmissor de la informació necessària per adquirir aquesta especialització, tenen la possibilitat d'elegir. Això, juntament amb el fet que receptor i transmissor són individus conscients, i al mateix temps moguts en part per la seva naturalesa biològica, fa convenient que es conjuminin els valors ètics que sorgeixen de la interacció entre aquests factors, amb la racionalitat necessària per a l'eficàcia. Per ser eficaç en l'evolució cultural la cooperació no pot fonamentar-se en estratègies rígides, com la de la simbiosi de l'evolució biològica.

Adaptació versus adquisició d'autonomia com a estratègies evolutives

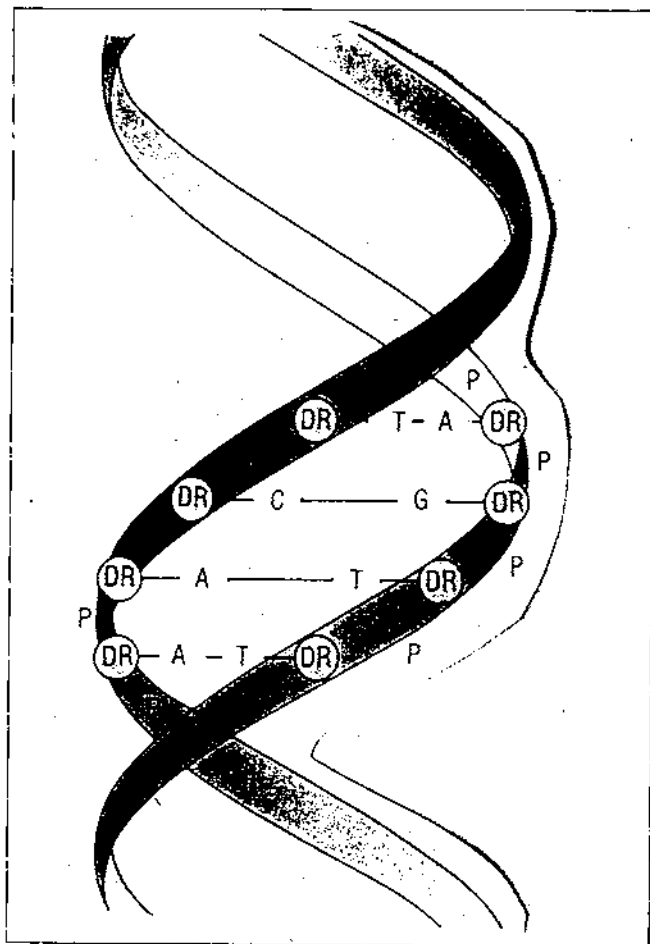
Les consideracions fetes en tractar del paper de l'especialització en els sistemes culturals, ens porten a analitzar quin significat té la llibertat en l'estratègia evolutiva en general. Des de l'inici de l'evolució biològica els sistemes evolutius esdevenen microcosmos, que operen amb una certa autonomia respecte al món que els envolta. Aquesta autonomia va augmentant en el curs de l'evolució biològica, i molt més en el de la cultural. Per tant, paral·lelament a l'estratègia d'adaptar-se a l'ambient —a les condicions en què viuen— els sistemes evolutius desenvolupen una altra estratègia, la d'adquirir una autonomia creixent en relació a aquestes condicions. Aquesta tendència és una conseqüència de la capacitat que tenen, tant els sistemes biològics com els culturals, d'acumular coneixement i d'utilitzar-lo. L'increment d'autonomia es produeix pel nou coneixement acumulat, però també per l'evolució de nous procediments per adquirir-lo.

La facultat de formar cists, que permeten la supervivència quan les condicions són adverses i la

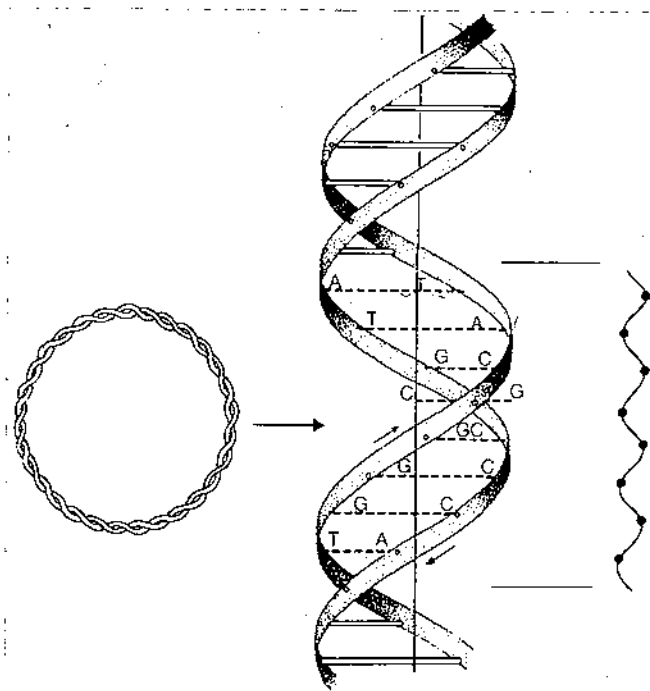
termoregulació de les aus i els mamífers són dos exemples clàssics d'adquisició de característiques biològiques que augmenten d'una manera significativa l'autonomia, i que depenen exclusivament de l'acumulació de coneixement a nivell genètic, pel mecanisme típic de l'evolució biològica. La flexibilitat en l'expressió de la informació genètica d'acord amb les condicions en què es troba l'organisme, i la utilització del sistema nerviós per adquirir coneixement al llarg de la vida individual, són mecanismes apareguts al llarg de l'evolució biològica, que permeten adquirir coneixement no codificat en els gens. La imitació, l'*imprinting*, la mimesi, el llenguatge i el patrimoni cultural extern són diferents modes, apareguts en el curs de l'evolució cultural, que en conjunt conformen una nova modalitat d'herència, l'herència cultural que se superposa a la biològica. El resultat de l'aparició de tots aquests mecanismes, ha estat l'assoliment d'una autonomia creixent dels sistemes evolutius.

L'adquisició de coneixement nou és el fonament de l'augment de complexitat, que dona origen a sistemes amb més possibilitats funcionals, i que poden fer amb més eficàcia les funcions antigues. Tant les noves funcions com la millora de les ja adquirides poden incrementar l'autonomia respecte a l'ambient. Per exemple, tenir òrgans de la visió dona autonomia respecte de l'ambient i veure-hi millor la incrementa.

L'estratègia dels sistemes culturals per generar i transmetre coneixement ha donat un impuls considerable a l'autonomia de l'espècie humana, respecte al món que l'envolta. A més, aquest impuls s'ha mantingut i accentuat en el curs de l'evolució cultural humana. Per verificar-ho, sols cal comparar les cultures humanes primitives, geogràficament localitzades i adaptades a l'ambient propi de l'àrea que ocupen, amb la creixent expansió, generalització i cosmopolitització de les cultures més avançades. Ambients que havien estat ocupats per l'home gràcies a cultures molt especialitzades, com els de les àrees àrtiques, la selva africana i les zones desèrtiques actualment estan posant-se a l'abast de qualsevol grup humà, que pugui fer servir la tecnologia moderna. En l'evolució cultural, l'estratègia de l'adaptació a



Doble hèlix de la cèl·lula del DNA. A, adenina. B, timina. C, citosina. G, guanina. DR, desoxiribosa. P, fosfat.



Un cromosoma mitocondrial circular. Font: ICEM.

l'ambient, predominant en l'evolució biològica, ha anat sent substituïda per la d'aconseguir autonomia respecte a l'ambient. A més, juntament amb la progressiva autonomia respecte al món on viu, a mesura que l'home ha anat adquirint més consciència de si mateix, ha anat apreciand cada vegada més el valor cultural de la llibertat, com a ingredient important, com a factor creador en l'estratègia de l'evolució cultural.

Conclusió

Després de comparar les característiques de l'evolució des dels punts de vista biològic i cultural, especialment en el que fa referència a l'estratègia dels processos evolutius, és interessant analitzar fins a quin punt les idees sorgides en la investigació d'un nivell són vàlides en l'altre. En plantejar aquesta qüestió, cal dir d'entrada, que en el desenvolupament actual de la ciència, l'aplicació d'analogies o de metàfores procedents d'un camp del coneixement científic a un altre, resulta ser un mètode poderós per obrir el camí a la creativitat. Fent ús del valor de la metàfora, podríem dir que el trasllat d'idees d'un camp de coneixement a un altre, té un efecte equivalent al de la fecundació d'una planta amb pol·len d'una altra planta. Es produeix una barreja de caràcters, que poden recombinar-se i donar origen a novetats evolutives. Per tant, l'aplicació d'idees sorgides en l'estudi d'un nivell evolutiu a un altre, no sols no s'ha de refusar, sinó que és interessant promoure-la. De totes maneres, després de deixar això ben sentat s'ha d'advertir, però, que cal fer-ho tenint prou coneixement dels camps entre els quals es fa el traspàs, i que el que es persegueix és una recombinació d'idees, no el pas en bloc de models vàlids en un camp, a un altre camp.

És important fer aquest comentari, perquè hi ha exemples de l'aplicació al nivell cultural, de models sorgits en l'estudi de l'evolució biològica, que han tingut conseqüències nefastes, i han originat confusió, sense ajudar a entendre les característiques i els processos que tenen lloc en cada un dels dos nivells. Aquest va ser el cas del darwinisme social, que fent servir una idea de

formada del model darwinista de l'evolució biològica, va conduir a una interpretació errònia de l'evolució cultural. Igualment ha estat poc afortunada la tendència a justificar l'eficàcia de la cooperació en les societats humanes, pel paper que té la simbiosi en l'evolució biològica. En cap dels dos casos el model biològic no es pot fer servir en bloc per interpretar la cultura.

Com s'ha vist abans, en la cultura hi intervenen alguns factors diferents dels que actuen en l'evolució biològica i els factors comuns no ho fan de la mateixa manera, ni tenen les mateixes implicacions. D'altra banda, el model traspasat és una simplificació del model biològic real, que porta a una interpretació reduccionista de la cultura, i la situa fins i tot per sota del nivell biològic. En efecte, la visió del darwinisme que inspira el darwinisme social no tenia en compte la importància que el model darwinista real de l'evolució biològica dóna a l'existència de variabilitat, ni que la competència només és una de les maneres d'actuar de la selecció natural, ni que el resultat de la selecció natural no és l'èxit del més fort, sinó que està lligat a la probabilitat de reproduir-se, ni que en molts casos la selecció natural afaforeix al que eludeix la competència o al que coopera. La competència no és el principal factor determinant de la gran diversitat existent en el món vivent, ho ha estat molt més l'aparició de novetats evolutives que han permès evitar la competència, i establir noves relacions amb l'ambient, desmarcant-se dels competidors.

Com una última reflexió em sembla adient considerar que l'evolució cultural és molt recent. Malgrat que el ritme amb què es produeix és molt més ràpid que el de l'evolució biològica, el temps transcorregut des del seu origen és tan curt que pot pensar-se que encara tenim una visió molt incompleta del seu abast. Què són els 2,5 milions d'anys d'antiguitat de les primeres restes d'utensilis construïts per l'home, comparats amb els 3.400 a 3.900 milions d'anys que s'estima que té la vida en el nostre planeta? Quines idees tindríem sobre les característiques i les estratègies de la cultura, si només en coneguéssim les primeres fases, en què no existia el patrimoni extern portador d'informació codificada? Serien ben di-

ferents de les idees que en tenim ara. Per tant, cal considerar la possibilitat que, en relació al que pot ser una cultura ben desenvolupada, estiguem en una situació semblant. Quan tractem de l'evolució biològica trepitgem un terreny molt més ferm que quan ho fem de l'evolució cultural.

Bibliografia

BOYD, B. i RICHARDSON, P. J. *Culture and the evolutionary process*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

CAVALLI-SFORZA, L. L. i FELDMAN, M. N. *Cultural transmission and Evolution: A Quantitative approach*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1981.

DONALD, M. *Origins of the modern mind. Three stages in the evolution of culture and cognition*. Harvard University Press, 1991.

EIGEN, M. *Steps towards life. A Perspective on Evolution*. Oxford University Press, 1992.

ELDRIDGE, N. «Punctuated equilibria, Rates of Change, and Large-Scale Entities in Evolutionary Systems». A *The Dynamics of Evolution. The Punctuated Equilibrium Debate in the Natural and Social Sciences*. [Eds.] Somit, A. and Peterson, S.A. Ithaca and London: Cornell University Press, 1992, pàg. 103-120.

GOULD, S. J. «Punctuated Equilibrium in Fact and Theory». A *The Dynamics of Evolution. The Punctuated Equilibrium Debate in the Natural and Social Sciences*. [Eds.] Somit, A. and Peterson, S.A. Ithaca and London: Cornell University Press, 1992, pàg. 54-84.

KAUFFMAN, S. A. *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press, 1993.

KÜPPERS, B. O. *Information and the Origin of Life*. MIT Press.

MARGULIS, L. *Symbiosis in Cell Evolution*. San Francisco: W. H. Freeman, 1981.

PATEE, H. H. «Instabilities and Information in Biological Self-Organization». A *Self-Organizing Systems. The Emergence of Order*. [Ed.] F. E. Yates, 1987, pàg. 325-338.

PREVOSTI, A. «La selección natural». *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Vol. XXXIX, num. 10. Tercera època (1969), núm. 741:341-443.

PREVOSTI, A. «Darwinismo y Mendelismo». A [ed.] J. R. Lacadena, *En el centenario de Mendel: Genética ayer y hoy*, Madrid: Alhambra, 1984, pàg. 335-357.

PREVOSTI, A. «Evolució natural i evolució artificial». *Tretzè Congrés de metges i biòlegs de llengua catalana*. Andorra. Llibre de ponències, 1988, pàg. 37-52.

PREVOSTI, A. «Reflexions entorn de la posició de l'home a la Natura: una alternativa». *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Vol. L, núm. 1. Tercera època, núm. 883 (1990), pàg. 1-27.

PREVOSTI, A. «Teoría de la evolución, teoría de sistemas y epistemología genética». A *Descifrar la vida*. Se-

villa: Publicaciones de la Universidad de Sevilla [en premsa].

SCHMALHAUSEN, I. I. «Evolution and Cybernetics». *Evolution*, núm. 14, pàg. 509-524.

STONIER, T. *Information and the Internal Structure of the Universe*. Springer Verlag, XII, 1990.

STONIER, T. *Beyond Information. The Natural History of Intelligence*. Springer, 1992.

VRBA, E. S. *Evolution, species and fossils: how does life evolve?*. S. Afr. J. Sci. 76 (1980), pàg. 61-84.

WILSON, E. O. *On human nature*. Cambridge, Mass. USA: Harvard University Press, 1978.