

INTRODUCCIÓ

Relació històrica de les idees sobre l'origen dels humans.*

ABANS DE DARWIN

Creacionisme (teoria de la constància de les espècies) en la tradició judeo-cristiana occidental.

Fins a inicis del present segle, en el món Occidental i per tot arreu on les esglésies cristianes estengueren llur poderosa influència, la concepció de l'origen de la vida i dels humans venia informada pel contingut literal del LLIBRE del GÈNESI de L'ANTIC TESTAMENT.

«Així fou el començament del cel i de la terra, quan foren creats.

Quan Jahveh va fer la terra i el cel, encara no hi havia cap arbust damunt la terra, ni cap herba no havia apuntat encara, perquè Jahveh no havia fet ploure damunt la terra, i no hi havia l'home per conrear-la. Un corrent d'aigua sorgia de la terra que amarava tota la superfície de la terra. Llavors, de la pols de la terra Jahveh va fer l'home i insuflà en els seus narius un alè de vida i l'home esdevingué un ésser vivent».

Gènesi, 2, vers. 4 a 7.

Cada espècie animal era una creació especial de Déu. El primer home, Adam, fou creat per Déu —amb fang (o terra roja, que és el que Adam significa)—, el sisè dia de la creació. Eva, la primera dona, fou creada per Déu a partir d'una de les costelles d'Adam.

Segons la **TEORIA de la CREACIÓ ESPECIAL**, tots els éssers dotats de vida i que avui dia existeixen sobre la Terra **no són res més que els descendents directes i immo­dicats** —a través de generacions i generacions— de les diferents espècies **que Déu creà individualment** durant els set dies de la creació.

A causa de la creença en l'exactitud literal de l'Antic Testament, qualsevol suggeriment o afirmació oposada a la immutabilitat permanent de totes les formes de vida vegetal i animal, i especialment la humana, fou catalogada de falsa i repugnant i, sobretot, d'herètica.

* Recopilació de Joaquim JUBERT i Joan MIRÓ.

A partir de les cronologies proporcionades per la Bíblia, en el segle XVII, James USSHER, Arquebisbe d'Armag, calculà que «la terra havia estat creada per Déu l'any 4004 a. de J.C.». ("Annals of the Ancient and New Testaments", 1650).

Pocs anys més tard, el Dr. John LIGHFOOT, membre del Col·legi de Sta. Caterina i Vice-rector de la Universitat de Cambridge, reajustà els càlculs i publicà la següent conclusió: «cels i terra, centre i circumferència, foren creats ensems en el mateix instant, així com els núvols carregats d'aigua,... així va tenir lloc. L'home va ser creat per la Trinitat el 23 d'octubre de l'any 4004 a. de J.C., a les 9 en punt del matí».

Creacionisme i teories mítico-evolucionistes en la tradició no cristiana.

La tradició judeo-cristiana no és l'única que ha proposat una explicació teològica de l'origen del món i dels éssers vivents. Tots els sistemes religiosos, a l'ensems que els sistemes científics, han elaborat cosmogonies, les quals, generalitzant molt, són o bé creacionistes (quan tot és atribuït a una divinitat creadora) o bé mítico-evolucionistes (quan déus, móns i éssers vivents evolucionen paral·lelament).

Segons el **brahmanisme**, Vishnú –un dels déus de la Trimurti– exhala i inhala el Cosmos a l'inici i a la fi de cada cicle d'existència de l'univers.

Per als **asteques**, el món fou creat per auto-immolació del déu Nanahuatzin.

De vegades, una parella primordial engendra el temps, l'espai, els astres, els déus, totes les coses, sovint mitjançant generacions successives. La parella primordial representa entitats abstractes; el cel i la terra (pre-brahmànics), Gaia i Eros (a Grècia), les fonts del nord i del sud (**pobles germànics**).

En alguns casos, les divinitats primordials emergeixen d'un abisme o caos primitiu: del fons de l'abisme sorgeix la parella procreadora o una entitat que dona existència a totes les coses. L'**Antic Egipte** creia que l'esperit indiferenciat va emergir per voluntat pròpia de l'abisme de fang i aigua i, tot il·luminant el món, fou, esdevingut Ra, el creador dels altres déus i dels homes.

Els éssers vivents i els éssers humans són creats pels déus o per mitjancers semidivins de molt diverses maneres: pastats amb la sang dels déus, com és el cas de Bel-Marduk; tot inspirant facultats racionals als arbres, com entre els germànics; a partir del blat de moro, com deien els **maies** americans; o enviant uns éssers celestes a poblar la terra, com creuen alguns **pobles africans**.

Àdhuc en algun cas es considera que van existir varies espècies d'humans abans de l'actual.

Les arrels gregues de les idees sobre la natura en l'edat mitjana i la seva influència en la ciència moderna.

Tanmateix, la filosofia jònica grega, tot remarcant que hom podia estudiar la natura i descobrir científicament el seu ordre intern, va permetre intuïcions premonitòries.

TALES DE MILET considerava que l'aigua era el principi comú de la matèria i que tot s'havia format a partir de l'aigua per processos naturals.

ANAXIMANDRE DE MILET defensava que els primers vivents foren els peixos, nascuts del fang. Alguns d'aquests peixos es transformaren en animals terrestres. L'home, d'altra part, procedia d'animals més primitius i més resistents durant la infantesa.

ANAXÀGORES creia que la intel·ligència humana era superior a la dels altres animals a causa del tipus peculiar de les nostres mans.

L'aristotelisme, que suposà la pre-existència d'una idea completa i perfecta –en el sentit platònic– sobre cada organisme (**entelèquia**), fou el sistema filosòfic més àmpliament acceptat en l'edat mitjana. S'inscriu amb èxit en el tronc de la filosofia cristiana de la mà de ST. TOMÀS D'AQUINO i es convertí en el nucli fort del sistema filosòfic oficial del món cristià. De la filosofia aristotèlico-escolàstica deriven les teories holístiques i finalístiques (**teleologisme**), així com el **vitalisme**.

La destrucció de l'aristotelisme com sistema científic començà en el Renaixement i tingué èxit en les disciplines físiques. Però en les ciències biològiques l'aristotelisme durà fins a l'adveniment de la revolució darwiniana.

La filosofia de DEMÒCRIT, que constitueix l'antítesi o el pol oposat de la d'Aristòtil, va ésser transmesa sobretot per mitjà del poeta llatí LUCRECI (**De Rerum Natura**) i segueix essent la filosofia adoptada per una majoria dels científics moderns. Es tracta d'una teoria **reduccionista**, que intenta explicar el món mitjançant hipòtesis basades en l'estructura atòmica i els moviments dels àtoms (atomisme i causalitat). D'ella deriven el mecanicisme, el materialisme i el determinisme, així com el **principi de necessitat**.

Especulacions científiques pre-evolucionistes.

Tot partint de simples especulacions, a les acaballes del segle XVIII, s'anaren perfilant –a contracorrent, és cert– tot un reguitzell d'opinions, folles o força

ajustades, que preparaven el terreny als esdeveniments científics que tot seguit s'havien de produir.

James BURNET (1714-1799), en una obra en 6 volums ("**On the Origin and Progres of language**") publicada el 1799, llançava la hipòtesi que «l'orangutan és una classe de l'espècie humana» i que «els humans neixen amb cua, veritat que fins al moment s'ha ignorat mercès a l'existència d'una lliga de confabulades llevadores d'àmbit mundial».

Diluvianistes.

En el darrer quart del segle XVIII neix la Geologia com a ciència, i es constata l'evidència d'estrats en l'escorça terrestre i la troballa en ells de fòssils d'animals extingits. Els qui romanien fidels a la Bíblia trobaren en el fet del DILUVI una primera explicació d'aquelles troballes. La CATASTROFE del DILUVI justificava l'extinció d'aquests animals: «**ja que tots els animals no van cabre dins l'Arca de Noé, i per tant van desaparèixer**».

Catastrofistes.

Però William SMITH (1769-1839), fundador de la geologia anglesa, va descriure 32 estrats diferents i en cadascun d'ells hi trobà diferents fòssils. Per això, George CUVIER (1769-1832), geòleg i naturalista francès, fundador de la paleontologia vertebrada, sostingué que aquest fet sols podia interpretar-se donant per suposada l'existència d'una sèrie de CATASTROFES i no solament d'una d'aquestes catàstrofes, seguida de NOVES CREACIONS (fixisme).

BRONGNIAERT i D'ORBIGNY, deixebles de Cuvier, elaboraren un rígid i dogmàtic sistema de 26 successives catàstrofes i creacions.

Geologia Científica.

James HUTTON (1726-1797) fou el primer en formular les bases d'un mètode científic per estudiar els canvis de la superfície de la Terra. «**No recorrerem a processos que no siguin naturals al planeta, no admitem cap acció excepte aquella de la qual coneguem el principi**». «**La terra s'ha format d'una manera normal, no catastròfica**».

Charles LYELL publicà, entre 1830 i 1833, els tres volums de l'obra que havia d'inaugurar la geologia moderna: "**Principles of Geology**" «mitjançant els quals s'intenta explicar els anteriors canvis de la superfície terrestre segons canvis que avui encara actuen». A més, defineix el principi de la **uniformitat de les causes i els efectes**. És a dir: allò que està passant ara és el mateix que passava abans consumint igual temps.

La conseqüència fou òbvia: el temps precisat per la formació dels estrats i dels accidents geològics era forçosament més llarg que no pas els quasi mil mil anys bíblics.

Les cronologies bíbliques, la teoria del diluvi, el catastrofisme, quedaren desacreditats a bastament; però cap teoria sòlida era oferida encara per explicar l'aparició de noves espècies.

Els primers passos del transformisme.

Encara que a l'inici de la seva obra Carl LINNÉ (1707-1778) fou **fixista** (atribueix tota espècie que descriu i classifica a creacions especials i úniques per part de Déu), l'ampliació sistemàtica de la seva monumental obra (**Systema Naturae, Fundamenta Botanica**) –del 1735 al 1749– el portà molt tímidament i prudent (davant del control inquisitorial de l'Església catòlica) a posar en qüestió la idea del fixisme tradicional. En primer lloc constatà que «almenys en el regne vegetal» podien aparèixer espècies noves i, 16 anys abans de la seva mort, en els seus **Fundamenta fructificationis** (1762), acaba admetent una certa plasticitat de les espècies animals. Només les grans subdivisions de la seva sistemàtica classificatòria –classes, famílies i tal volta gèneres– serien obra del Creador, però les espècies eren susceptibles de diferenciació al llarg del temps ("l'obra del temps"), com apareix en la seva obra pòstuma **Amoenitates** (1779). A més a més d'obrir una seriosa fenedura en el cos del fixisme, LINNÉ situà definitivament l'home en l'escala zoològica (intent assajat ja per ARISTÒTIL i GALILEU).

És, però, amb la introducció de la nomenclatura **binària** (1753) –que agrupa els éssers per llurs afinitats, designant amb un terme comú (nom de **gènere**) aquells que ofereixen prou semblances– que suggereix, en certa mesura, la idea d'un parentiu real entre les espècies d'un mateix gènere. Tanmateix, l'any 1742, LINNÉ ja havia observat una de les primeres **mutacions** d'espècies de les quals es té notícia, la **Linaria pilosa** (MARCHANT, l'any 1715 havia observat una mutació en l'espècie **Mercurialis**), i òbviament això li féu revisar les seves concepcions fixistes inicials i reemplaçar-les per una mena de transformisme limitat.

Georges-Louis LECLERC, comte de BUFFON (1707-1788), contemporani i aferrissat adversari de LINNÉ, ha d'ésser considerat com el primer **transformista limitat**, si més no a partir de 1766 ("**De la Dégénération des Animaux**"). Abans d'aquesta data, degut a què havia tingut freqüents embolics amb els teò-

legs (sobretot per la seva "Théorie de la Terre") realitza una veritable "fugida d'estudi" respecte del tema de l'origen de les espècies. Però en aquest famós capítol sobre la "Dégénération des Animaux", dona el seu total consentiment a la tesi mutabilista o transformista, la qual fa derivar grups sencers d'animals d'una arrel comuna. BUFFON creu que tot el regne animal s'originà d'un cert nombre de tipus originals, alguns dels quals han persistit gairebé tal com eren, mentre que d'altres han engendrat, per derivació o degeneració, tota una família d'espècies veïnes. Es tracta, en definitiva, d'una "evolució al revés". Tal com comenta ROSTAND (1945), «fer derivar una espècie "noble" d'una espècie inferior hauria semblat veritablement escandalós a aquest aristòcrata de la biologia». A fi d'explicar la formació dels tipus originals ("nobles" o superiors), BUFFON apel·la simplement a la generació espontània (una teoria ja desbarborada cent anys abans per Francesco REDI, llevat pel que feia referència als "animàculs de les infusions").

Davant de tot això, malgrat que no podem pas considerar BUFFON com un precursor de l'evolucionisme, sí que hem de reconèixer el seu paper de peoner en la identificació dels agents o circumstàncies exteriors (allò que avui designem amb el nom de *medi*) com capaços de forçar la transformació dels éssers vius. Avançant-se a LAMARCK, postulà que els efectes produïts sobre l'animal per les condicions externes es transmeten per herència, de l'ascendent al descendent (transmissió de les modificacions adquirides), però a diferència de la variació adquirida lamarkiana la variació buffoniana no és pas necessàriament adaptativa.

Transformisme raonat.

De manera clara la fi del fixisme i l'expansió del transformisme s'esdevé a conseqüència del pensament racionalista (esperit de l'*Encyclopédie*) segellat per la Revolució francesa.

Peoner destacat en aquest camp fou MAUPERTUIS (1698-1759), més conegut com a físic i matemàtic que com a biòleg, qui arribà a formular una veritable teoria de l'evolució ("*Venus physique*", 1745 i "Assajos sobre la formació dels éssers organitzats", 1754). Atribuï l'aparició de noves espècies a l'acumulació d'"errors individuals" o individus aberrants, que donarien lloc així a noves espècies, avançant-se al concepte de mutació. A més d'aquest "factor intern", també intuï la importància del medi (que ell restringí a "factors climàtics").

Tot i això, els seus postulats bàsics són clarament científics. Segons MAUPERTUIS, els organismes vius posseeixen "partícules" aptes de modificar-se sota condicions externes. Aquestes "partícules" circulen per l'organisme i passen a les cèl·lules sexuals a través del tracte genital. No només, doncs, fou un altre precursor de l'herència dels caràcters adquirits (induïts aquests pel medi), teoria formulada de forma clara per LAMARCK, sinó que fou així mateix un precursor de les "gèmules" de DARWIN.

Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de MONET, cavaller de LAMARCK (1744-1829).

LAMARCK proposà, a les seves “**Recherches sur l'organisation des corps vivants**” (1802) i “**Philosophie zoologique**” (1809), la primera teoria coherent de l'EVOLUCIÓ. Segons aquest autor, tots els organismes (plantes i animals) més complexos, fins i tot l'home, són el resultat d'un llarg procés de canvi en el temps. Aquest procés arrenca de les formes més elementals de vida i es continua de forma ininterrompuda.

La clau de volta de la seva teoria és l'**herència dels caràcters adquirits: «les condicions en les quals viu un organisme, produeixen en ell efectes que s'hereten i passen a la següent generació».**

A més de l'**herència dels caràcters adquirits**, els altres principis de la teoria de LAMARCK eren:

- 1.) La **generació espontània** (creença encara força generalitzada en la seva època).
- 2.) L'existència en els organismes vius d'un **impuls intern vers la perfecció**.
- 3.) La capacitat dels éssers vius per **adaptar-se al medi**.

Tot i que en estricta justícia, segons MAYE (1972), «LAMARCK ha d'ésser considerat el pare de la teoria de l'evolució», allò que aquest autor va voler explicar en la seva obra no tenia pas com a objectiu central referir-se, en principi, a l'evolució o «explicació de la successió de les flors i faunes al llarg dels temps geològics», sinó que l'objectiu de la seva teoria era el de l'**adaptació**, és a dir, el **propòsit** (direcció interna cap al progrés o finalisme biològic o teoria instructiva). De fet LAMARCK no utilitza el mot evolució, sinó el de transformisme (oposant-se al pre-formacionisme etimològic implícit en el mot evolució), per referir-se als canvis que experimenten els organismes, canvis dirigits per les condicions de vida de l'ésser viu. Però a diferència dels pre-lamarckians i de molts neo-lamarckians, no admet la hipòtesi que les condicions físiques i altres condicions externes (de l'ambient) actuïn directament sobre els organismes. Segons LAMARCK no té lloc cap influx directe de les circumstàncies del medi sobre la morfologia i l'organització dels animals, sinó que més aviat s'indueixen modificacions en les necessitats (“**besoins**”) i, en conseqüència, els animals actuen en un altre sentit. Es tracta d'una “transformació per voluntat pròpia”. Els animals **elegeixen**, per un acte de voluntat, conduir la seva vida d'una altra manera i això implica un esforç, alhora, d'utilitzar alguns dels seus òrgans de manera apropiada. Els efectes d'aquest ús o desús s'hereten i passen a la següent generació. El comportament (reacció enfront dels estímuls del medi) dissenya la funció, i és aquesta la que crea l'òrgan. Cada organisme o grup d'ells representa una línia transformada independentment, producte d'aquestes adaptacions. Per LA-

MARCK, doncs, l'evolució obeeix a una necessitat i no la condiciona l'atzar («la necessitat sense l'atzar»).

LAMARCK enunciació les dues lleis següents, referents a la transmissió dels canvis produïts per l'ús o manca d'ús de parts del cos d'un animal:

«Primera llei. A tot animal que no ha ultrapassat el terme del seu desenvolupament, l'ús més freqüent i sostingut d'un òrgan qualsevol fortifica gradualment aquest òrgan, el desenvolupa, l'engrandeix i li dóna una potència proporcionada a la duració d'aquest ús, mentre que la manca constant d'ús del dit òrgan l'afebleix insensiblement, el deteriora, fa minvar progressivament les seves facultats i acaba fent-lo desaparèixer.

Segona llei. Tot allò que la natura ha fet adquirir o perdre als individus per la influència de les circumstàncies a què llur raça es troba exposada de fa temps i, per consegüent, per la influència de l'ús predominant del dit òrgan o per la manca constant d'ús de tal part, ho conserva a través de la generació en els nous individus que en provenen, sempre que els canvis adquirits siguin comuns als dos sexes o als qui han produït els nous individus. Són dues veritats constants que només poden ésser desconegudes pels qui no han observat ni seguit mai la natura en les seves operacions o pels qui han caigut en l'error que em dispo a combatre».

En contrast amb molts neolamarckians, LAMARCK fou un materialista (BOESIGUER, 1983). Encara que parli d'un «autor sublim» o de «la causa primera de tot», d'un «principi vital» o d'una «ànima», afirma que l'únic coneixement sòlid sobre els organismes procedeix de l'estudi de les lleis de la natura.

«Estic convençut que la vida és un fenomen molt natural, un fet físic, realment força complicat».

DARWIN

Teoria de l'evolució o darwinisme.

El finalisme o teleologisme (teleonomia, segons la nomenclatura actual), la "causa final" d'Aristòtil, ha estat «l'ombra i el misteri inexplicat que obsessióna la Biologia» fins a DARWIN. El fet d'haver donat a la **selecció natural** el paper de principal agent direccional del procés evolutiu, féu possible que hom pogués eixir argumentadament d'aquell únic enfocament explicatiu. Charles DARWIN (1809-1882) i Alfred WALLACE (1832-1913) són els creadors, independentment l'un de l'altre, d'aquesta nova teoria de l'evolució. Però, mentre WALLACE condensà totes aquestes aportacions en una memòria o article ("De la tendència de les varietats a separar-se indefinidament del tipus primitiu"), que l'any 1858 féu arribar a DARWIN a fi que aquest la fes publicar, l'obra de DARWIN és extensa i minuciosa. Fet que ha permès lligar el seu nom a la teoria i no el de WALLACE (com en justícia caldria fer).

Els trets bàsics d'aquesta teoria, argumentada –per DARWIN– mitjançant una minuciosa aportació d'observacions directes, són els següents:

- 1) **Les espècies no són immutables; es modifiquen contínuament.**
- 2) Hom pot seguir entrera les petjades dels antecessors de quasi totes les espècies, fins a les formes de vida més simples.
- 3) Aquests canvis poden ésser avantatjosos o no pel fet d'adaptar-se a un nou medi. L'individu que presenti variacions avantatjoses sobreviurà i es reproduirà; mentre que aquells qui presentin variacions menys adaptatives als canvis del medi tendiran a extingir-se. Així, per **selecció natural**, sobreviuran els més aptes.

Però si, a grans trets, aquests són els punts bàsics de la teoria de l'evolució que avui encara perviuen, cal sistematitzar quin era **el darwinisme de DARWIN**. Tal com escriu P. THUILLIER (1982) «la teoria darwiniana de l'evolució ha progressat tant que s'ha fet freqüentment inidentificable». Així, hom ha arribat a suposar que DARWIN havia formulat teories que, de fet, són modificacions presentades per estudiosos posteriors. De manera que, rellegant les obres de DARWIN, ell mateix ens pot semblar «molt poc darwinista».

Al costat de la teoria de la **selecció natural** (o de persistència del més apte), veritable **nucli fort o central** de la teoria, han d'ésser destacades altres aportacions o tesis auxiliars en l'exposició de DARWIN, sense les quals la teoria principal és inaplicable o no suficientment explicativa. La primera qüestió principal que DARWIN necessita resoldre és la de l'**origen de la diversitat o variació** inter-individual que es constata en les poblacions de les diferents espècies i que són la

base de la selecció natural (**divergència**). Aquestes variacions prenen de base sempre, segons DARWIN, alguna causa natural i cal buscar-la en el medi ambient («condicions externes a les quals ha estat exposat cada individu i, de forma especial, els seus avantpassats»). Lluny del modern concepte de mutació, les variacions afecten sobretot a l'organisme adult o a l'embrió, però només excepcionalment sobre els "elements sexuals".

Un altre aspecte de la teoria de DARWIN fa referència a allò que avui anomenem **micro-evolució**. Segons DARWIN, la matèria primera de l'evolució la proporcionen petites «diferències individuals», partint d'un rígid postulat filosòfic: «la natura no dona salts». Dit en unes altres paraules: «l'evolució és contínua i no discontinua».

Mancat de referències genètiques, DARWIN va haver d'inventar una "hipòtesi provisional" per poder explicar la transmissió hereditària de les variacions favorables. És la seva teoria de la **pangenesi** i de l'herència intermèdia o per barreja, veritable punt flac de tot el seu sistema teòric.

Amb aquesta teoria de l'herència, el poder o força de les variacions individuals —que suporta un sol progenitor— quedava forçadament diluït.

Per això es veié obligat a admetre que no totes les variacions són hereditàries, tot ressaltant la importància més gran de l'**acció directa de les condicions exteriors**, i a adherir-se a l'**herència dels caràcters adquirits**. Així, davant la poca **amplitud** de les variacions individuals per explicar el procés de l'evolució, és suficient que s'esdevingui una "**uniformitat de causes**" en el medi on es troben poblacions perquè tingui lloc una "**uniformitat d'efectes**" en tots els organismes d'aquest medi. I, encara, postulà dues altres modalitats d'evolució: la que depèn de la sola acció de les **lleis del creixement**, independent de la selecció natural, i la **selecció sexual** (deguda a «la lluita entre individus d'un sexe, generalment mascles, per assegurar-se la possessió de l'altre sexe»).

Veiem així que tot i que és freqüent identificar el darwinisme de DARWIN purament i simple amb la teoria de la selecció natural, la veritat és de què es tracta d'un sistema teòric àmpliament pluralista. O, com diu THILLIER (1982), «un sistema en el qual alguns elements no tenen res de "darwinistes"».

MENDEL

Gregor Johann MENDEL (1822-1884) presentà l'any 1865 una memòria ("Versuche über Pflanzen-Hybriden")* sobre la hibridació vegetal, amb diferents tipus de pèsols (valorant en total unes dotze mil plantes), que representa un pas decisiu i de valor significatiu per a la ciència biològica, parell als principis establerts per SCHWANN sobre la teoria cel·lular i per DARWIN i WALLACE sobre la selecció natural com a interpretació de l'evolució. En aquest treball, recull de nou anys d'experimentació i observació, descobreix que les variacions generacionals sorgien a conseqüència d'alteracions en **elements o unitats hereditàries discretes**. Durant la reproducció, les unitats hereditàries transmeses a la nova generació es combinen sense perdre la identitat i poden manifestar-se o no, però en tot cas romanen immutables a través de successives generacions i poden manifestar-se posteriorment, quan les circumstàncies esdevenen favorables.

Aquests fets queden formulats en dues lleis essencials:

- 1) Llei de la **disjunció** de les característiques hereditàries, a les cèl·lules reproductores de l'híbrid.
- 2) Llei de la **independència** de les característiques.

Per arribar a aquestes comprovacions, MENDEL, en comptes de pensar en termes de **raça o individu**, pensa en termes de **característica (unitats discretes)**. Això li permeté d'atènyer el patrimoni hereditari considerant que estava constituït per unitats separables, cadascuna de les quals té sota la seva dependència característiques determinades. Les grans dificultats que DARWIN intentà de superar amb les seves teories auxiliars, a fi de vèncer la impossibilitat explicativa del fet evolutiu mitjançant l'herència intermèdia o per barreja, trobaren en les lleis de MENDEL la seva solució.

El fet de la disjunció independent, que permetia que un caràcter d'un progenitor (p.e. gran talla) **dominés** al caràcter (p.e. petita talla) de l'altre progenitor, en la descendència, i que en generacions successives d'autofecundació aquell caràcter dominant fos tres vegades més nombrós que el recessiu, aportà la llum necessària que li permetia evidenciar els mecanismes hereditaris de la teoria de l'evolució.

El fet clau de l'obra de MENDEL és, però, el de la **disjunció independent** de les característiques hereditàries, que posava clarament de manifest que aquestes són elements separables, dissociables, els uns dels altres.

* Vegeu a l'apèndix II la traducció d'aquesta memòria.

Aquesta memòria de MENDEL incloïa ja tot l'esplendor de la genètica moderna. «Per primera vegada –escriu ROSTAND (1954)– introduïa en aquest domini ple de confusió i misteri, el mètode, la claredat, l'exactitud i fins i tot el rigor imprevisit de la matemàtica... Fou el primer que fragmentà, esmicolà, desmuntà el fenomen de l'herència... I això no pas implícitament, no pas en forma d'intuïció vaga, com acostumava a succeir en les obres dels iniciadors, sinó de forma madura i acabada». A partir d'aleshores era possible, mitjançant un mètode rigorós, preveure amb absoluta precisió els resultats estadístics d'un encreuament d'individus portadors de diferents caràcters variables, així com l'aplicació de les lleis de l'atzar dels fenòmens de l'herència.

DESPRÉS DE DARWIN I MENDEL

Saltacionisme i macro-evolució.

Ben aviat, però, la teoria darwiniana de l'evolució comença a ser objecte de modificacions, com a mínim pel que fa a les teories auxiliars.

T. H. HUXLEY (1825-1895), al qual s'anomenà el "bulldog de DARWIN", per l'aferriada defensa que en féu, no acceptà la proposició gradualista de DARWIN («la matèria no fa salts»). La tesi **saltacionista** propugnada per HUXLEY postulà canvis sobtats i significatius de determinen l'origen de noves espècies.

H. De VRIES (1848-1935), un dels redescobridors de les lleis de MENDEL, va proposar igualment que les noves espècies s'originarien per **mutació**, salt espontani o substitució brusca ("Die Mutationstheorie", 1901-1903). L'argumentació d'aquest parer li fou donada per l'observació dels resultats del conreu en "línia pura" de quinze mil plàntules (*Oenotherae* de Lamarck), de les quals només deu presentaven característiques anormals (individus aberrants) que transmetien totes les seves característiques a la seva descendència. Arribà, així, a la conclusió que l'aparició de noves espècies tenia lloc de forma esporàdica i d'un cop, sense passar per cap etapa transicional, de pares absolutament "normals", amb la qual cosa difereix de DARWIN i WEISMANN. Això només podia esdevenir d'un canvi sobrevingut directament en el mateix "germen" i que afectés a una sola unitat o partícula del patrimoni hereditari (un sol **pangene**). De VRIES difereix de LAMARCK perquè no atribueix al canvi cap relació amb les circumstàncies externes. Manté la importància de la selecció natural darwiniana, però prefereix el terme **elecció** al de selecció, ja que afecta aïlladament a un individu i no pas al grup.

L'any 1936, O. SCHINDEWOLF, repren novament aquesta hipòtesi de presentació "repentina de nous tipus", apel·lant només a arguments paleontològics. DARWIN i els seus seguidors justificaven que les llacunes de transició entre espècies, en el material paleontològic, procedien d'una imperfecció de la fossilització o d'insuficiències en la recerca i troballa de fòssils. Tot rebutjant aquesta opinió, SCHINDEWOLF proposa de descartar la idea d'un "artefacte" i d'admetre que de fet tenen lloc canvis sobtats en els plans genètics d'organització corporal, que provoquen l'aparició de nous grups d'espècies.

En la plenitud o majoria d'edat de la genètica clàssica, R. B. G. GOLDSCHMIDT (1940) proposà com a única alternativa possible (excloses totes les teories vitalistes o teleofinalistes), per explicar la història de l'evolució biològica, la suposició de "**mutacions de sistemes**" (fenomen merament hipotètic en aquell moment), que produïrien canvis sobtats i generals en l'estructura d'un organisme, i originarien un nou **phylum**. GOLDSCHMIDT esdevenia així un precur-

sor de la teoria de la **macroevolució** o canvi fenotípic a gran escala degut a mutacions genètiques també a gran escala (és a dir, per modificacions cromosòmiques).

Així mateix, el paleontòleg americà G. G. SIMPSON –un dels fundadors de la síntesi moderna o neodarwiniana de l'evolució–, també s'adherí provisionalment a aquesta hipòtesi (1944). En una solució de compromís, que permetés donar explicació a tots els fets que s'anaven constatant, proposà tres grans mecanismes evolutius:

- 1) **micro-evolució** (diferenciacions mínimes en el si de les espècies),
- 2) **macroevolució** (canvis genètics sobtats que determinen el pas d'una espècie a l'altra, o d'un gènere a l'altre), i
- 3) **megaevolució** (deguda a **evolució quàntica**, que implica canvis genètics ràpids, produïts en poblacions reduïdes i que donen lloc de pressa a nous estadis evolutius).

A partir de 1953, com veurem, s'adherí plenament a la selecció natural com a únic mecanisme que dirigia la totalitat dels canvis genètics.

Els representants actuals d'aquesta teoria macroevolutiva són N. EL-DREDGE i S. J. GOULD (1971, 1972 i 1977) que proposen la noció d'**evolució per equilibris intermitents** (“**punctuated equilibria**”), basada en l'estudi de les sèries fòssils, i segons la qual cada espècie és una entitat individual, permanent i estable, «delimitada en el temps per un origen, una història i un final». Segons aquests autors l'evolució té lloc a múltiples nivells semiindependents (entre ells la microevolució), cadascun dels quals aporta la seva pròpia categoria de fenòmens, però només la **selecció a nivell d'espècie** (és seleccionada una sola entre varies estirps filles candidates) és la realment operativa.

En una orientació saltacionista es situà també el **Departament d'Història Natural del Museu Britànic**, en ocasió de l'exposició i publicació fetes l'any 1981, commemoratives del seu centenari, quan va adoptar una sistemàtica **cladista** (mètode de diferenciació entre caràcters primitius i caràcters evolucionats, que permeten l'elaboració de cladogrames i que posen de manifest les relacions de parentiu entre espècies), que evidència l'existència de discontinuïtats en el procés evolutiu i s'aprecia com en cada cas una sola espècie és substituïda per moltes d'altres.

Aquesta visió discontinuïsta de l'evolució, oposada a la gradualista pròpia de l'enfocament genètic, és bàsicament defensada per paleontòlegs. Però més recentment, R. C. LEWONTIN (1974), un geneticista, proposa un model en el qual la unitat de selecció no seria ja el gen (cistró) sinó un segment cromosòmic característic o tot el genoma, en la mateixa línia de GOLDSCHMIDT.

Essencialisme.

Tot i les excepcions, primerenques i recents, hom pot afirmar, tot generalitzant, que fins a l'any 1920 (quan les dades de la genètica clàssica imposen un predominant contingut gradualista) la teoria de l'evolució, a més de saltacionista, fou també "essencialista". Assumint l'argument del "projecte" dels teòlegs, només podria produir-se un canvi que expliqués el procés evolutiu per la creació d'una nova essència, ja que partint de la idea platònica «el món està integrat per un nombre limitat d'essències invariants». P. TEILHARD de CHARDIN (1881-1955), amb la seva trajectòria evolucionista del punt "alfa" a l'"omega", és el seu màxim i brillant representant. Claude TRESMOSTANT resumeix aquesta línia de pensament amb la següent frase: «L'evolució no és creadora, és la creació que s'expressa en l'evolució».

Malgrat tots els seus esforços, els defensors de les teories essencialistes han estat incapaces de trobar un mecanisme (excepte el sobrenatural) que pugui explicar el finalisme que postulen.

Neolamarckisme.

Encara que, com afirma E. BOESIGER (1973), no existeix cap teoria neolamarckiana coherent, és possible detectar –al llarg dels darrers cent anys– propostes d'hipòtesis inspirades en les idees de LAMARCK, tot i que no estiguin directament centrades en l'herència dels caràcters adquirits. Totes elles rebutgen el paper de la mutació i l'atzar en l'evolució i s'adhereixen a la necessitat. Recalquen el fet que l'adaptació és de natura totalment penetrant i que persegueix clarament un propòsit («com si l'ambient hagués forçat l'adaptació i l'organisme l'hagués sol·licitada», escriu SIMPSON), anant molt més enllà d'allò que LAMARCK exposà.

Deixant de considerar ara les coincidències de HAECKEL (plasmidis o plastidis), de SPENCER (unitats fisiològiques) o de DARWIN (gèmules i teoria de la pangènesi) amb LAMARCK, centrem-nos en aquells autors que postulen un cert neolamarckisme.

Segons WINTREBERT (1962), defensor apassionat de LAMARCK, «l'ésser vivent (és) creador de la seva evolució» i les mutacions no poden explicar l'evolució. Les mutacions representen només variacions intraespecífiques. La creació d'una espècie nova és la conseqüència de la reacció general dels organismes i només l'adaptabilitat intrínseca de la matèria viva pot donar raó del mecanisme essencial de l'evolució. Postula un lamarckisme de tipus bioquímic: davant dels requeriments del medi, el protoplasma crea les adaptacions necessàries que són posteriorment transmeses a la descendència a través dels gens. El

gen no és res més que un instrument del protoplasme i aquest no és res més que una resposta enfront de l'impuls intrínsec d'adaptabilitat biològica davant dels canvis del medi.

P.P. GRASSE (1973), com també féu VANDEL (1938), adopta una posició intermèdia entre el neodarwinisme i el lamarckisme, però la seva anàlisi és massa confusa i plena de qüestionaments com per ésser considerada una alternativa teòrica.

Un evident mal ús de les hipòtesis lamarckianes, de manifesta intencionalitat ideològica o política, fou la tesi elaborada per LYSENKO, ràpidament desautoritzada per la genètica molecular.

Neodarwinisme primitiu.

L'any 1892, abans de la "descoberta" de les lleis de MENDEL, August WEISMAN postulà l'existència d'unes partícules materials, a les quals denominà **determinants**, que actuaven de suport en la transmissió dels caràcters hereditaris i aplicà aquest concepte a la teoria de l'evolució darwiniana. Sense saber-ho, aportà el mendelisme al darwinisme. Inaugurà així el neodarwinisme, enfocament teòric que representa una conjunció entre la genètica mendeliana i el concepte de selecció natural darwiniana, sense concepcions lamarckianes (en concret: la impossibilitat de l'herència dels caràcters adquirits).

Teoria sintètica de l'evolució, ("síntesi moderna" o falsament coneguda com "teoria neodarwiniana").

La teoria sintètica no considera els éssers vius individualment, sinó com a membres de **POBLACIONS**.

Les variacions genètiques que donen lloc a l'evolució són mínimes i heretables d'acord amb les lleis de MENDEL. A conseqüència d'aquestes mutacions mínimes, una mateixa espècie, ubicada i aïllada en una situació geogràfica diferent, si experimenta variacions genètiques adaptatives al nou medi, facilita als seus portadors la possibilitat de viure més temps i de deixar més descendència. Si el procés es repeteix de generació en generació, els caràcters hereditaris adaptatius seran majoritaris en la població, fins a esdevenir els pobladors exclusius.

Si aquestes variacions afecten a un gran nombre de gens, la població tindrà una dotació genètica molt diferent de la inicial: apareixerà una **nova espècie**.

Tant l'**atzar** (variacions aleatòries, degudes a mutacions i a la recombinació genètica) com la **necessitat** (selecció natural imposada per les condicions del medi i la necessitat d'adaptar-s'hi per tal de sobreviure) són els factors crucials de l'evolució.

És una teoria **determinista**: les condicions ecològiques són les que, de fet, determinen la diferenciació de noves espècies. La teoria recull tres aportacions fonamentals:

- | | |
|-------------------|--|
| - genètica: | Theodorus DOBZHANSKY "Genetics and the Origin of Species" (1937). |
| - sistemàtica: | Ernest MAY, "Systematics and the Origen of Species" (1942) |
| - paleontològica: | Georges G. SIMPSON: "Tempo and Mode in Evolution" (1944) i "The major features of evolution" (1953). |

De fet, però, cal considerar així mateix aportacions imprescindibles, per a la construcció d'aquesta teoria, els milers de treballs i articles realitzats entre l'any 1920 i el començament de la dècada dels 50. Entre ells els treballs amb **Drosophila** per l'escola de T. H. MORGAN, consolidaren plenament la genètica mendeliana i a l'ensens la teoria neodarwiniana. A partir d'aquest moment noves disciplines, com la matemàtica, començaren a ocupar-se del tema de la transmissió hereditària i la seva aplicació al model teòric evolucionista. Ja no només era objecte de consideració una sola parella de gens o una sèrie al·lèlica, sinó el conjunt de gens existents en una població o grup natural. Amb els treballs de CHETVERIKOV a Rússia, de HALDANE i FISHER a Anglaterra i de WRIGHT als Estats Units, naixia una nova disciplina: la **genètica de poblacions**, i es fonamentaven les bases per a un nou enfocament teòric sobre l'evolució: la **teoria sintètica**.

La teoria, d'èxit esclatant, pot ésser sintetitzada atenent a dos postulats bàsics. El primer és el de l'acceptació d'una evolució **gradual** de les espècies deguda a petits canvis genètics aleatoris (mutacions) i la seva tria per selecció natural. El segon és la generalització o extrapolació d'aquesta teoria a tots els aspectes de l'evolució (macroevolució i especiació incloses). És evident, doncs, que la dita teoria neodarwiniana o, millor, teoria sintètica, rebutja de la teoria original de DARWIN el principi lamarckià de l'herència dels caràcters adquirits, de la mateixa manera que el neodarwinisme primitiu de WEISMANN. Però el seu tret distintiu és allò que podríem anomenar "pensament poblacional" (genètica de poblacions) i l'abandó del concepte de "mutacionisme" darwinià, substituït pel de variació al·lèlica deguda a la recombinació genètica normal (subministrat per la genètica clàssica).

És concomitant a tots aquests postulats la teoria de l'**especiació alopàtrica**, intrínseca a la teoria sintètica, en virtut de la qual la formació de noves espècies

és el subproducte d'una adaptació gradual diferent de les poblacions sotmeses a condicions ambientals diferents. Segons la qual seran exclusivament les condicions ecològiques les que determinaran el camí de l'evolució.

Neodarwinisme social (sociobiologia).

Al costat del neodarwinisme "clàssic" (DOBZNANKY, MAYR, SIMPSON) i de l'"innovador" (ELDREDGE i GOULD), pot distingir-se un neodarwinisme "conservador" (E. O. WILSON). Mentre que el primer (teoria sintètica) és mecanicista o determinista i reduccionista, i posa en dubte l'exclusiva supervivència només dels més aptes, el segon (teoria de l'evolució per equilibri intermitent) deixa que l'atzar jugui un paper important, alhora que considera globalment l'espècie com un subjecte d'evolució i reconeix un paper menys director a la selecció natural. El tercer moviment teòric pot ésser etiquetat de "conservador" ja que no posa en dubte la noció de supervivència dels més aptes, ni la noció de l'evolució com a simple adaptació de poblacions; no deixa lloc a l'atzar en l'origen de noves espècies i redueix els éssers vius a entitats elementals (gens); en conjunt, plantejaments bàsics molt propers als del mateix DARWIN. El seu nucli teòric principal és l'afirmació que la conducta social de totes les espècies, inclosa la humana, descansa sobre bases genètiques sotmeses al procés de selecció natural. Aquest corrent inclou fonamentalment biòlegs americans com E. O. WILSON, R. L. TRIVERS, o anglesos com R. DAWKINS, J. MAYNARD-SMITH... El primer dels citats, WILSON (1975), realitzà una "nova síntesi" entre els coneixements de l'etologia, l'ecologia i la genètica —que anomena **sociobiologia**— amb l'objectiu d'obtenir principis generals relatius a les propietats biològiques de les societats senceres. Per aconseguir aquest objectiu aplica els principis evolucionistes darwinians (selecció natural, supervivència del més apte, reducció de la unitat bàsica de l'evolució en el gen...) a l'estudi del comportament social dels animals i dels éssers humans.

«Si la posició de certs gens predisposa als individus vers un tret particular, com és ara un cert tipus de resposta social, i el tret a la vegada confereix una capacitat superior, els gens guanyaran una major representació en la següent generació. Si continua la selecció natural al llarg de moltes generacions, els gens afavorits s'estendran a tota la població i el tret es convertirà en característica de l'espècie».

Situació actual de la teoria sintètica de l'evolució.

Des dels anys trenta fins ara, els fundadors i deixebles de la teoria sintètica neodarwiniana, evidentment, també han evolucionat. A més cal tenir en compte la important aportació i influència exercides per la genètica molecular.

Encara que aquesta teoria segueix mantenint de puntals bàsics la mutació, a selecció natural i els mecanismes d'aïllament, resulta avui dia força diferent de l'original. El concepte fonamental de la dominància dels individus amb al·lels heterozigòtics sobre els homozigòtics, quant a la seva importància selectiva, destacats per FISHER l'any 1927, s'ha generalitzat àmpliament vers els conjunts poblacionals gràcies a HALDANE (1956), FORD (1965 i 1971) i, sobretot, DOBZHANSKY i la seva escola (1970). El concepte de polimorfisme genètic (o bioquímic) de les poblacions naturals i el paper jugat per les pressions selectives del medi –en condicions naturals– sobre el rerafons genètic, dominen avui dia l'escena. Per DOBZHANSKI:

«La selecció natural constitueix un punt d'unió entre el conjunt comú de gens d'una espècie i el medi ambient. Pot ésser comparada al servo-mecanisme d'un sistema eibernètic format per l'espècie i el seu medi ambient. Metafòricament, pot dir-se que la informació sobre els estats de l'ambient és conferida i emmagatzemada en el conjunt comú dels gens i en gens determinats. Tot i així, però, el medi ambient no ordena pas els canvis que s'esdevenen en els gens dels seus habitants».

DOBZHANSKY postula, doncs, la selecció natural com el factor antiatzar de l'evolució, que opera d'una forma oportunista. La selecció natural i l'evolució, conjuntament, permetrien la resposta dels organismes davant dels reptes del medi ambient. Les mutacions són, dins de certs límits bioquímics, esdeveniments atzarosos. Però la selecció natural és un factor d'ordenació, un agent antiatzar, que manté una correlació necessària entre els organismes i el seu medi ambient. En aquesta actualització i ampliació de la "nova síntesi", DOBZHANSKY integra la importància de les condicions ecològiques i planteja tres diferents modalitats d'adaptació per selecció natural (la selecció **normalitzant**: eliminadora d'al·lels deleteris; la selecció **equilibradora**: mantenidora d'al·lels diferents en un mateix lloc; i la selecció **direccional**: productora aquesta dels veritables canvis evolutius).

Teoria neutralista o estocàstica (teoria de l'evolució no darwiniana).

Proposa un qüestionament del neodarwinisme, i minimitza el paper de la selecció natural en el procés evolutiu. Per KIMURA (1968) les mutacions no tenen cap valor selectiu (degut a la lentitud de fixació d'una mutació aïllada, demostrada per HALDANE, i a l'extrem polimorfisme de l'ésser vivent, revelat per LEWONTIN). Segons KIMURA la majoria de les mutacions són neutres i l'evolució és un procés **estocàstic**, "guiat" per l'atzar.

Bona part dels biòlegs moleculars poden ésser arrengrats en aquest corrent no darwinista (teoria de l'evolució bioquímica), parcialment no seleccionista, entre els quals caldria incloure (amb precaucions) MONOD i JACOB (1970).

A grans trets, defensen que la filogènia pot ser deduïda exclusivament de la bioquímica dels organismes i que les modificacions del **codi genètic** i, en conseqüència, la producció de molècules noves, són l'única causa de l'evolució. L'evolució seria, sobretot, una sèrie d'esdeveniments a l'atzar en la modificació de les molècules d'ADN en ser substituïdes per **codons**. Matitzant aquestes propostes, JACOB (1970) suggereix que allò que evoluciona no és la matèria combinada amb l'energia, sinó l'organització, «la unitat d'emergència». Així, en els organismes, els efectes de l'atzar serien corregits immediatament per la **necessitat** d'adaptació, de reproducció i de selecció natural.

Teoria biològica de l'evolució en el moment actual.

Tot i les discrepàncies sorgides, un ampli consens provisional es manté majoritàriament vigent en el moment actual. Més enllà dels pretesos neolamarckians i dels neodarwinians, LAMARCK i DARWIN continuen mantenint una transcendent validesa en l'actual interpretació biològica de l'evolució. Seguint E. BOESIGER (1983), els elements més importants de la teoria biològica de l'evolució dels nostres dies són:

- 1) l'emergència de variants genètiques per mutació (DE VRIES);
- 2) la transmissió hereditària de variants genètiques d'acord amb les lleis de MENDEL;
- 3) l'adaptació d'organismes i poblacions a condicions ecològiques particulars (LAMARCK);
- 4) l'adaptació i evolució, d'organismes i poblacions, per selecció natural (DARWIN);
- 5) el manteniment de l'heterogeneïtat, el potencial evolutiu i les adaptacions enfront de reptes múltiples per l'avantatge dels heterozigòtics i la coadaptació dels cromosomes (DOBZHANSKY);
- 6) L'equilibri entre la renovació indispensable de l'heterogeneïtat de les poblacions i el manteniment obligatori i constant de la correlació entre les poblacions i les condicions del seu medi ambient per homeòstasi genètica (LERNER).

Breu recull dels enfocaments físics.

A les primeries del segle XVIII, a tall d'hereus d'antigues teories filosòfiques, remarcablement en l'annexió dels éssers vius a l'especulació geomètrica en

el cas de DESCARTES i el tractament materialista de LA METTRIE I D'HOLBACH, hom va començar a abordar la naturalesa segons l'òptica i els mètodes de les ciències físico-químiques, tot emmarcant-se en els corrents de pensament científic del seu temps. Aquest interès va ser qualitativament renovat amb l'escola quàntica, ja dins del segle XX. N. BOHR va voler aplicar el principi de complementarietat a la biologia, però no es manifestava mecanicista; així, el 1932, reconeixia la «**impossibilitat essencial de l'anàlisi acurada de les condicions físiques del desenvolupament de la vida**». Alhora, W. HEISENBERG remarca l'estabilitat estructural dels éssers vius, que no considerava explicable només per la via de la física i la química. E. SCHRÖDINGER va examinar la complexitat biològica comparada amb l'ordre termodinàmic; l'any 1944 es preguntava si hom pot dir que la vida està basada en les lleis de la física, ja que li estranyava que un petit grup d'àtoms organitzats pogués governar esdeveniments organitzats. SCHRÖDINGER es preguntava quin mecanisme podia ser aquest i declarava que no creia que les lleis de la física bastessin per explicar el comportament de la matèria viva que produeix ordre a partir de l'ordre, la qual cosa requereix una nova llei del tipus dinàmic-estadístic (segons la terminologia emprada per PLANCK). També en el camp de la termodinàmica I. PRIGOGINE deia, l'any 1974, que calia situar-se fora del principi d'ordre de Boltzmann per tractar els fenòmens biològics, ja que es desenvolupen lluny de l'equilibri termodinàmic. Aleshores, l'atzar i la necessitat cooperarien en les estructures dissipatives.

La dècada dels setanta ha presenciat l'enunciat de l'anomenat principi antròpic per J. A. WHEELER (1971), el qual ho relaciona amb una interpretació de la teoria mecano-quàntica de la multiplicitat d'universos d'H. EVERETT (1957). Aquest principi, que disposa d'enunciats feble i fort d'abasts diferents, forneix, segons R. H. DICKE, una «explicació antropocèntrica a un seguit de coincidències en la física de partícules i la cosmologia». Aleshores, la possibilitat de la vida en un univers en evolució depèn dels valors d'unes poques constants físiques fonamentals. Tanmateix, l'esmentat principi no és pròpiament una teoria física, sinó una especulació filosòfica.

La brevetat de la introducció no ens permet discutir a fons la tonalitat vitalista o mecanicista que semblen tenir els comentaris que hi hem recollit, quelcom que caldria matisar. Ben al contrari, hom tracta d'adquirir un enfocament més global que reduccionista.