UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

Facultatea Biologie şi Pedologie

Departamentul Biologie şi Ecologie

Mihai LEŞANU

EVOLUŢIONISMUL

Suport de curs

Aprobat
de Consiliul Calităţii al USM

CHIŞINĂU, 2017
CEP USM

CZU 575.8(075.8)
L 52

Recomandat de Departamentul Biologie şi Ecologie şi de Consiliul Facultăţii Biologie şi Pedologie.

Autor:
Mihai Leşanu, doctor în biologie, conferenţiar universitar

Recenzent:
Andrei Palii, doctor habilitat, membru corespondent al AŞM, profesor universitar, UASM

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII

Leşanu, Mihai.

Evoluţionismul : Suport de curs / Mihai Leşanu ; Univ. de Stat din Moldova, Fac. Biologie şi Pedologie, Dep. Biologie şi Ecologie. – Chişinău : CEP USM, 2018. – 225 p. : fig., tab.

Bibliogr.: p. 224 (12 tit.). – Referinţe bibliogr. la sfârşitul cap. – 50 ex.

ISBN 978-9975-71-966-7.

575.8(075.8)
L 52

© M.Leşanu, 2017
© USM, 2017

ISBN 978-9975-71-966-7

C U P R I N S

PREFAŢĂ 7
1. PRINCIPIILE DE ORGANIZARE A VIULUI 9
1.1. Sarcinile şi metodele de studiu ale evoluţionismului 9
1.2. Proprietăţile principale şi caracteristicile viului 14
1.2.1. Însuşirile chimice 14
1.2.2. Însuşirile fizice 18
1.3. Organizarea materiei vii 21
1.4. Însuşirile sistemelor biologice 23
1.4.1. Caracterul informaţional al sistemelor biologice 23
1.4.2. Integralitatea sestemelor biologice 25
1.4.3. Heterogenitatea internă a sistemelor biologice 26
1.4.4. Echilibrul dinamic 27
1.4.5. Existenţa programelor 28
1.4.6. Autoreproducerea 28
1.4.7. Autoreglarea sistemelor biologice 29
1.4.8. Finalitatea răspunsurilor 31
1.5. Nivelurile de integrare şi organizare a viului 32
1.5.1. Nivelul individual 34
1.5.2. Nivelul populaţional sau al speciei 35
1.5.3. Nivelul biocenotic 41
1.5.4. Nivelul biosferei 43
1.6. Principiile viului 43
1.6.1. Principiul simplităţii 43
1.6.2. Principiul economiei 44
1.6.3. Principiul preformării 45
1.6.4. Principiul restricţiei 47
1.6.5. Principiul determinismului fizic 48
Activităţi de învăţare 52

2. ORIGINEA VIEŢII 55
2.1.Teorii despre originea vieţii pe Terra 55
2.2. Principiile evoluţiei moleculare şi celulare 72
2.3. Evoluţia grupelor principale de organisme 84
Activităţi de învăţare 86
3. EVOLUŢIONISMUL – ŞTIINŢA EVOLUŢIEI 88
3.1. Evoluţionismul în dezvoltarea sa istorică 88
3.2. Darwin şi darwinismul 119
3.3. Dovezi ale evoluţiei biologice 136
3.3.1. Dovezi ale biologiei moleculare şi celulare 136
3.3.2. Dovezi ale paleontologiei 140
3.3.3. Dovezi ale anatomiei comparate 144
3.3.4. Dovezi ale embriologiei 147
3.3.5. Dovezi din genetică şi ameliorare 149
3.3.6. Dovezi ale biogeografiei 150
Activităţi de învăţare 153
4. MICROEVOLUŢIA 159
4. 1. Bazele genetice ale evoluţiei 159
4.1.1. Variabilitatea genetică şi semnificaţia ei evolutivă 159
4.1.2. Structura genetică a populaţei 161
4.2. Bazele ecologice ale evoluţiei 162
4.2.1. Caracteristicile ecologice ale populaţiei 162
4.2.2. Lupta pentru existenţă 164
4.3. Selecţia – ca forţă motrică a evoluţiei 167
4.4. Specia şi speciaţia 174
Activităţi de învăţare 179
5. MACROEVOLUŢIA 184
5.1. Evoluţia ontogenezei 185
5.2. Evoluţia filogenetică a organelor şi funcţiilor 190
5.3. Corelaţiile filetice 195
5.4. Progresul evoluţionist 196
Activităţi de învăţare 199

6. ORIGINEA OMULUI 203
6.1. Antropogeneza 203
Activităţi de învăţare 211
7. EVOLUŢIONISMUL CONTEMPORAN 212
7.1.Teorii evoluţioniste moderne 212
7.1.1.Teoria neutrală a evoluţiei 212
7.1.2.Teoria echilibrului intermitent (punctuat) 217
7.2. Problemele şi semnificaţia evoluţionismului 220
Activităţi de învăţare 222
BIBLIOGRAFIE 224

P R E F A Ţ Ă

Evoluţionismul, sau ştiinţa Evoluţiei, reprezintă o ştiinţă de sinteză, de mare utilitate în studiul fenomenelor vieţii. Niciun domeniu al Biologiei nu poate să-şi edifice cunoaşterea şi interpretarea datelor, fără a apela la interpretarea semnificaţiei acestora din punct de vedere evoluţionist. Unul dintre reprezentanţii de frunte ai evoluţionismului contemporan, geneticianul american de origine spaniolă, Francesco Ayala, a afirmat, în cadrul lucrărilor Congresului biologilor americani din 1976: „nimic din domeniul biologiei nu are sens, dacă nu este interpretat prin prisma evoluţionismului", reluând o idee a celebrului genetician american, de origine rusă, Theodosius Dobzhansky, unul dintre fondatorii teoriei sintetice a evoluţiei.

Aparent, Evoluţionismul se înscrie în domeniul interpretărilor teoretice, fără impact asupra dezvoltării societăţii, asupra acţiunilor practice. Tendinţa omului modern spre praxis, spre pragmatism, a devenit obsedantă şi, totodată, obositoare şi chiar distrugătoare în perfecţionarea spirituală. O asemenea poziţie faţă de ştiinţa Evoluţiei nu este numai eronată, devenind ignorantă, dar şi extrem de dăunătoare. În realitate, un biolog, fie că lucrează în domeniul „clasic", al anatomiei şi taxonomiei animale sau vegetale, sau într-un domeniu modern, al biologiei celulare şi moleculare, al biochimiei, sau al geneticii, este lipsit de orizont, dacă nu este înarmat cu principiile evoluţionismului care îl ajută să-şi ordoneze datele şi să le înscrie într-o interpretare raţională, evoluţionistă, clarificatoare, pentru sine şi pentru cei cărora îşi consacră eforturile cercetării.

Disciplina Evoluţionism reprezintă un curs normativ de sinteză, destinat studenţilor anului III de studii, specialităţile Biologie şi Biologie moleculară. Ea cuprinde principiile de

organizare a viului, problemele ce ţin de originea şi evoluţia vieţuitoarelor pe Terra.

Prezenta lucrare este structurată în şapte module în conformitate cu curriculumul disciplinei. Ea va contribui la dezvoltarea competenţelor de învăţare şi comunicare în limba maternă prin aplicarea cunoştinţelor din domeniul disciplinelor biologice de bază, generalizarea informaţiei acumulate şi propunerea de ipoteze, concepţii şi teorii cu referire la apariţia, adaptarea şi evoluţia organismelor.

Sperăm ca ea să reprezinte o lucrare utilă nu numai studenţilor, dar şi specialiştilor biologi, din diferite domenii particulare ale Biologiei.

Suntem deschişi la observaţiile şi sugestiile celor care vor consulta această lucrare şi Vă mulţumim anticipat pentru propunerile ce ne vor fi de un real folos în activitatea noastră viitoare.

Autorul

1. PRINCIPIILE DE ORGANIZARE A VIULUI

Obiective de referinţă:

- Reproducerea particularităţilor evoluţiei biologice
- Interpretarea însuşirilor sistemelor biologice
- Stabilirea legăturilor dintre evoluţionism şi alte discipline biologice
- Compararea diferitelor niveluri de integrare şi/sau organizare a viului în baza unor anumite criterii
- Estimarea consecinţelor aplicării metodei sistemice în investigaţiile ştiinţifice
- Recomandarea domeniilor de aplicare a postulatelor evoluţioniste în ştiinţele biologice

1.1. Sarcinile şi metodele de studiu ale evoluţionismului

Materia vie cunoaşte cel mai înalt grad de organizare şi evoluţie în Univers, mişcarea biologică fiind ultima expresie a mişcării materiei ce atinge gradul său cel mai complex de manifestare în fenomenele de cunoaştere, conştiinţă, temperament, comportament. Ştiinţa evoluţiei sau Evoluţionismul s-a desprins în ultimele decenii din ceea ce a fost o ştiinţă a interferenţelor, în care datele oferite de ştiinţele biologice particulare, precum morfologia, taxonomia, biochimia, biofizica, fiziologia, ecologia şi genetica contribuie la edificarea imaginii privind căile pe care s-a desfăşurat, se desfăşoară şi se va desfăşura evoluţia unei specii date sau a unui grup anumit de vieţuitoare.

Evoluţionismul reprezintă ştiinţa de sinteză ce studiază problema apariţiei, existenţei şi evoluţiei vieţii. Printre sarcinile principale ale evoluţionismului pot fi menţionate:

- Determinarea noţiunii de „viu” şi a nivelurilor de integrare şi organizare a viului;

- Cunoaşterea vieţii la diferite niveluri de integrare şi organizare;
- Cunoaşterea particularităţilor evoluţiei grupelor principale de plante, animale, microorganisme;
- Evidenţierea factorilor evoluţiei biologice;
- Studiul proceselor de micro- şi macroevoluţie şi interacţiunii lor;
- Analiza poziţiei omului în natură şi problema originii sale;
- Elaborarea de concepţii, ipoteze, teorii care ar explica procesele evolutive;
- Studierea mecanismelor de formare a adaptabilităţii sistemelor biologice;
- Analiza căilor posibile ale evoluţiei biologice.

Evoluţionismul utilizează în interpretările sale datele oferite de domeniile particulare ale biologiei, dar având moduri specifice de abordare a problemelor analizate, principii metodologice conceptuale de cercetare a acestora. Cele mai utilizate metode generale cu care operează sunt: metoda analitică, metoda istorică şi metoda sistemică.

Metoda analitică sau **cartezianǎ** este de fapt prima metodă ştiinţifică de cercetare din istoria ştiinţelor naturii, bazată pe analiza aprofundată a structurilor şi proceselor desfăşurate în sistemele biologice, cu ajutorul unor mijloace şi tehnici experimentale care în decursul timpului s-au perfecţionat permanent. Acumulându-se în timp un imens material faptic, pe baza folosirii metodei analitice, există şi pericolul unor neajunsuri de interpretare, cum ar fi reducţionismul. S-a simţit nevoia utilizării altor metode de cercetare, spre a se da o interpretare corespunzătoare, corectă fenomenelor vieţii. Reducţionismul conduce la interpretări adesea eronate, deoarece există în el tendinţa de a explica însuşirile, respectiv legile întregului prin însuşirile, respectiv legile părţilor componente.

Metoda analitică are tendinţa de a se concentra asupra părţilor, ignorând întregul. Pe o asemenea cale s-a ajuns la fixism – concepţie după care speciile sunt fixe şi nu evoluează.

Astăzi, aplicarea excesivă, unilaterală a metodei analitice conduce adesea la reducţionism, adică reducerea legilor biologice la legi fizice şi chimice, la explicarea evoluţiei materiei vii prin legi fiziologice, la reducerea fenomenelor populaţionale la cele individuale, iar pe acestea din urmă la fenomene de nivel molecular. Metoda analitică este unilaterală şi limitată, nefiind în stare să explice originea şi dezvoltarea fenomenelor vieţii.

Metoda istorică sau **darwiniană** este metoda de bază a gândirii evoluţioniste despre natura fenomenelor biologice, considerând că fiecare mecanism concret ce caracterizează materia vie trebuie privit ca rezultat, ca moment al unui lung proces de dezvoltare istorică a vieţii. Această metodă ne ajută la clarificarea valorii, adică a semnificaţiei evolutive-adaptive a fenomenelor şi proceselor biologice.

Dacă metoda carteziană dezvăluie structura întregului şi legităţile actuale ale organizării şi funcţionării sistemului biologic considerat, metoda istorică ne ajută să înţelegem atât originea proceselor desfăşurate în sistem, cât şi semnificaţia lor în procesul evoluţiei.

Metodele analitică şi istorică nu se exclud reciproc, ci, dimpotrivă, ele se presupun reciproc, completându-se. Drept exemplu poate servi analiza organelor omoloage (mâna omului, paleta delfinului, aripa liliacului, piciorul calului). În cadrul ei, metoda analitică ne ajută să stabilim că aceste organe au un plan unic de organizare, fără a ne spune nimic despre originea lor. Metoda istorică aduce dovezi privind originea lor comună în cursul dezvoltării ontogenetice, ca urmare a desprinderii grupelor actuale de organisme dintr-un strămoş comun.

Metoda sistemică este o metodă ce a apărut ca o necesitate a depăşirii unor inadvertenţe, a unor neajunsuri din concepţia sintetică (neodarwinistă) a evoulţiei. În descrierea şi analiza transformărilor evolutive ale organismelor, metodele analitice chiar cât de aprofundate ar fi ele, nu sunt suficiente. Din aceste considerente, de rând cu ele şi studiul istoric se aplică o analiză complexă a structurilor şi fenomenelor ce ar permite reflectarea lor complexă.

În interpretarea biologică, procesul evoluţiei este un proces complex, fiind necesară clarificarea obiectului care se transformă şi a celui care evoluează şi deci care suferă saltul calitativ. Astfel, lungul şi complexul proces care porneşte de la fecundarea ovulului şi ajunge la naşterea unui individ biologic reprezintă desfăşurarea unui şir de transformări ale materiei vii care nu înseamnă evoluţie, ci este, pur şi simplu, dezvoltarea ontogenetică. Pe parcursul timpului însă speciile de vieţuitoare au suferit transformări adaptative care le-au permis supravieţuirea în medii mereu schimbătoare. În consecinţă, aceste specii au evoluat. Salturile calitative în asemenea transformări au condus la desprinderea unor specii noi, mai bine adaptate, din cele preexistente. Aceasta este evoluţia biologică propriu-zisă. Transformările apar la nivelul individului, dar evoluţia are loc la nivelul speciei.

Obiectul evoluţiei nu este individul, deoarece având o viaţă limitată faţă de cea a speciei, individul nu poate acumula în timpul său scurt de viaţă suficiente transformări cerute de evoluţia unei specii, de constituirea unui cuantum de nou în structurile şi funcţiile sale. Ceea ce apare ca fiind nou la un individ este transmis descendenţilor săi – deci speciei. Iar acumulările de nou de-a lungul generaţiilor ating la un moment dat pragul care delimitează trecerea la o nouă calitate – apariţia unei specii noi în sânul celei vechi. De regulă, acest salt calitativ ce constituie izvorul evoluţiei speciei se realizează la un ansamblu de indivizi, deci la o populaţie ce aparţine unei specii date. Specia evoluează, aşadar, nu printr-un individ, ci mai curând printr-un ansamblu de indivizi care o compun. Evoluţia nu este un proces de nivel individual, ci unul de nivel supraindividual, desfăşurat de-a lungul nenumăratelor generaţii de indivizi ai speciei, dar care antrenează în desfăşurarea sa indivizii biologici ai fiecărei generaţii.

Obiectul evoluţiei este specia, sistemul supraindividual, supraordonat, în care diferiţi indivizi intră în calitate de elemente componente, de sisteme subordonate, de subsisteme. O asemenea concluzie este rezultatul aplicării concepţiei, respectiv metodei sistemice, în analiza fenomenului evoluţiei. Teoria generală a

sistemelor a reprezentat o nouă strategie cognitivă în ştiinţele naturii. Ea implică tehnici de modelare – acţiunea de a vedea proprietăţile unui sistem prin reprezentarea lui cu stabilirea de relaţii matematice între componentele sale. Se realizează o simulare a organizării şi funcţionării sistemului.

Metoda sistemică are şi limite. Ea nu poate oferi date referitoare la rolul individului în evoluţie, neacordând atenţie însuşirilor particulare ale indivizilor, componente ale sistemului care evoluează, deşi indivizii deţin în structura lor genetică şi exprimă în fenotipurile lor caracteristicile speciei, ale sistemului care evoluează, iar uneori un singur individ poate genera în condiţii de izolare o nouă specie (principiul fondatorului).

Concepţia sistemică nu acordă un rol cuvenit relaţiilor speciei cu mediul, trecând cu vederea relaţiile intraspecifice atât de importante în adaptare şi evoluţie. Metoda sistemică are însă marele merit de a elucida particularităţile de organizare şi funcţionare ale materiei, arătând că întreaga materie, atât cea vie cât şi cea lipsită de viaţă, este organizată în sisteme ierarhizate, fiecare sistem fiind alcătuit din subsisteme interdependente, ceea ce face ca să se comporte în raport cu mediul ca un întreg, ca o unitate. Metoda sistemică studiază raportul parte – întreg, modul în care interacţiunile părţilor (subsistemelor) componente conduc la apariţia însuşirilor noi ale întregului, a legilor proprii întregului şi pe care nu le regăsim în componentele lui.

Metoda sistemică ne arată că sistemele biologice nu sunt echivalente, ci alcătuiesc o ierarhie a nivelelor de organizare. Ea ne ajută să stabilim legile specifice fiecărui nivel de organizare al materiei vii.

Sistemele biologice funcţionează în conformitate cu principiile cibernetice după care intrările în sistem sunt controlate de ieşiri, asemenea funcţionare fiind caracteristică sistemelor cu conexiune inversă. Pe acest temei, metoda sistemică permite abordarea cantitativă a mecanismului evoluţiei. Metoda sistemică interferează cu metoda analitică şi cea istorică în explicarea mecanismelor

evoluţiei. Formele pe care le va îmbrăca acest proces depind, pe de o parte, de însuşirile populaţiei speciei în ansamblu, ca sistem integru, iar pe de altă parte, de structura şi modul de funcţionare a indivizilor componenţi. Aceasta implică cunoaşterea mecanismelor concrete ale metabolismului, ale ereditǎţii, ale relaţiilor organismelor cu mediul abiotic şi biologic (metoda analitică).

Problemele evoluţiei supraspecifice sunt cu mult mai complicate şi la soluţionarea lor se utilizează metode specifice bazate pe datele diferitelor discipline: ecologiei şi morfologiei (metoda ecologico-morfologică); morfologiei, embriologiei şi paleontologiei (metoda triplului paralelism).

1.2. Proprietăţile principale şi caracteristicile viului

1.2.1. Însuşirile chimice

Totalitatea vieţuitoarelor de pe planeta noastră alcătuieşte ceea ce se numeşte biosferă. Analiza compoziţiei chimice a unui mare număr de specii de vieţuitoare a relevat că din cele peste o sută de elemente chimice cunoscute în stare naturală, doar 80 intră în compoziţia diferitelor organisme. Toate aceste elemente au fost identificate şi în materia lipsită de viaţă, ceea ce reprezintă un argument în sprijinul ipotezei originii materiei vii din materia lipsită de viaţă. Dar caracteristic pentru materia vie este faptul că proporţiile dintre diversele elemente chimice sunt diferite de cele din materia lipsită de viaţă. Geochimistul american Frank Clarke a determinat compoziţia medie în elemente chimice a scoarţei terestre, iar A.E. Fersman a introdus noţiunea de clark, pentru a desemna conţinutul mediu al fiecărui element chimic din scoarţa terestră exprimat în procente. Scoarţa terestră presupune atmosfera, hidrosfera, biosfera şi litosfera până la adâncimea de 16 km sub nivelul mării. Valorile acestor clarkuri exprimate în procente (%) sunt următoarele: oxigen – 49,13; siliciu – 26,00; aluminiu – 7,45; fier – 4,20; calciu – 3,25; sodiu – 2,40; mangan – 2,35; potasiu – 2,35; hidrogen – 1,00; titan – 0,61; carbon – 0,35; clor – 0,20; fosfor – 0,12; sulf – 0,10; mangan –

0,10; fluor – 0,080; stronţiu – 0,075; bariu – 0,050; azot – 0,040; crom – 0,030; zirconiu – 0,025; nichel – 0,020; vanadiu – 0,020; zinc – 0,020; bor – 0,010; cupru – 0,010; staniu – 0,008; uraniu – 0,007.

În timp ce primele 10 elemente de la oxigen la titan reprezintă 98,74% din masa scoarţei terestre, celelalte elemente chimice din natură abia formează 1,26%. De remarcat că oxigenul este cel mai răspândit element chimic al scoarţei terestre reprezentând aproape 50% din masa acesteia.

Elementele chimice care intră în structura materiei vii sunt încadrate în trei categorii:

1. **macroelemente organogene**: O, C, H, N – elemente chimice majore ale materiei vii;

2. **microelemente**: Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, Fe;

3. **ultramicroelement**e: B, Si, V, Mn, Co, Cu, Zn, Mo, Ra, Cd, Sr, Li, Pb, I ş.a.

Singurul element chimic aflat în aceleaşi proporţii atât în materia vie, cât şi în scoarţa Pământului este oxigenul. În materia vie se concentrează elementele chimice cu greutate atomică mică. Cel mai greu dintre ele este oxigenul, acesta fiind însă cel mai uşor dintre elementele cele mai importante ce intră în alcătuirea scoarţei Pământului.

Deosebirea în compoziţia chimică a scoarţei terestre şi cea a materiei vii constituie consecinţa unei caracteristici esenţiale a sistemelor biologice, şi anume, electivitatea metabolismului, care reprezintă capacitatea organismului biologic de a extrage din mediu, în mod selectiv, anumite elemente chimice şi de a le concentra în sine. Prin aceasta se explică de ce specii de plante şi animale crescând alături, pe acelaşi sol sau în aceeaşi apă, au o compoziţie elementală diferită atât între ele, cât şi faţă de mediul în care trăiesc. Totodată, apare ca o caracteristică esenţială a metabolismului şi specificitatea sa prin care organismul viu transformă substanţele nutritive în componente specifice naturii sale. Aşa se explică faptul că omul, bunăoară, hrănindu-se cu alimente de provenienţă diferită (carne de porc, de vită, de oaie, de pasăre, ouă, lapte, legume, fructe)

le scindează în componentele lor, aminoacizi, acizi graşi, glucide etc. şi apoi, pe baza lor îşi construieşte propriile sale proteine, lipide sau glucide, specific umane. Informaţia genetică umană controlează menţinerea specificităţii matabolismului uman şi previne amestecul de substanţe alospecifice. Pe de altă parte, proprietatea electivităţii metabolismului face ca unele elemente aflate în proporţii foarte mici în scoarţa Pământului să fie concentrate în anumite specii. De exemplu, iodul este de 1000 de ori mai concentrat în unele alge brune (*Fucus*) decât în mediu. Tot astfel, ascidiile concentrează vanadiul, unele moluşte – cadmiul, iar lintiţa de baltă – radiul etc.

Păstrarea unei proporţii anumite între elementele chimice ale organismului este o condiţie esenţială a existenţei sale normale. Atât excesul, cât şi carenţa unor elemente chimice determină perturbări în desfăşurarea normală a proceselor biologice, condiţionând apariţia unor grave maladii la plante, animale şi om.

Elementele chimice, precum Mg, Ca, B, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo, reprezintă cofactori ai numeroaselor enzime.

Ionii de Na, K, Ca, Cl etc. joacă un rol important în menţinerea condiţiilor constante ale mediului intern, în desfăşurarea fenomenelor de membrană, precum şi în alte procese metabolice.

Menţinerea echilibrului dintre diferiţii ioni este esenţială pentru desfăşurarea vieţii şi se constată că la grupe foarte variate de organisme, adică în tot mersul evoluţiei filogenetice, echilibrul ionic se menţine în limite destul de strânse, apropiate de cele din apa de mare. Această asemănare este una dintre dovezile elocvente ale originii acvatice a vieţii.

Atomii ce intră în alcătuirea unei molecule se leagă între ei prin aşa-numitele legături chimice. Legăturile chimice cu semnificaţie în funcţionarea elementelor chimice în cadrul materiei vii sunt diverse.

Astfel, **legătura covalentă** este legătură chimică prin excelenţă, puternică, constând în unirea a doi atomi de metaloizi (aceiaşi sau diferiţi), datorită faptului că doi electroni de pe stratul extern, câte unul din fiecare atom, formează un dublet, devenind

electroni comuni moleculei ca întreg, asigurând starea de maximă stabilitate a atomilor ce alcătuiesc molecula. Formarea legăturii dintre doi atomi este însoţită în mod obişnuit de eliberarea de energie, atomii realzând un nivel energetic mai scăzut şi în consecinţă o stabilitate mai mare. Legăturile covalente sunt cele mai tari, deoarece energia eliberată la formarea lor este cea mai mare, fiind de 5-110 kcal/mol.

Legăturile covalente sunt caracteristice materiei vii, respectiv substanţelor organice, care sunt alcătuite în majoritate din metaloizi.

Legături ionice se stabilesc între un atom de metal şi unul de metaloid şi se datoresc atracţiei electrostatice a două sarcini electrice opuse. De exemplu: legătura dintre atomul de clor care are pe stratul M (ultimul strat electronic) 7 electroni în loc de 8 şi atomul de sodiu care are pe stratul M un electron: sodiul cedează electronul său clorului (transfer de electroni), astfel încât din neutri înainte de reacţie, sodiul devine ion pozitiv (cation – Na^+), iar clorul – ion negativ (anion – Cl^-). Se realizează o puternică atracţie electrostatică între cei doi atomi. Într-un cristal de clorură de sodiu (Na^+Cl^-) nu există propriu-zis molecule de Na^+Cl^- , ci o puternică atracţie reciprocă între Na^+ şi Cl^-.

Mecanismul legăturilor ionice este tipic pentru reacţiile cu transfer de electroni, procese deosebit de importante pentru desfăşurarea metabolismului.

Legătura ionică are o energie liberă mai slabă decât legătura covalentă, având circa 3-7 kcal/mol, fiind în consecinţă o legătură chimică slabă.

Nu există o limită absolută între legăturile covalente şi cele ionice, orice legătură covalentă căpătând parţial un caracter ionic, după cum orice legătură ionică devine parţial covalentă.

Legătura de hidrogen constituie o legătură specifică atomului de H. Este, de asemenea, o legătură cu O şi N slabă, formată între un atom de hidrogen legat covalent şi un alt atom, pe de o parte, iar pe de altă parte, cu un atom cu o puternică electrononegativitate. Legătura covalentă a hidrogenului cu O sau N, de exemplu, are un

puternic moment dipolar, deoarece norul electronic este asimetric, fiind mai puternic atras de elemente foarte electrononegative cu O sau N. Astfel, hidrogenul capătă o uşoară sarcină pozitivă, ceea ce duce la realizarea unei legături electrostatice (ionice) cu unele elemente electrononegative (de cele mai multe ori tot atomi de O sau N). Se formează astfel legături sau punţi de hidrogen între diferite elemente sau grupări atomice.

Legătura de hidrogen este o legătură slabă, având o energie liberă de 5-7 kcal/mol, dar are mare importanţă în structura materiei vii, constituind, printre altele, legătura dintre bazele azotate de pe cele două catene complementare ale dublului helix ADN. Tot ele determină particularităţile structurii secundare a moleculelor proteice.

Legătura Van der Waals, legătură slabă, apare în urma apropierii dintre molecule. Poate apare între orice fel de atomi ca urmare a atracţiei electrostatice dintre nucleii unei molecule faţă de electronii alteia. Energia liberă a legăturii Van der Waals este de 1 kcal/mol, adică ceva mai mare decât energia cinetică de mişcare a moleculelor (0,6 kcal/mol). Numărul mare de legături Van der Waals între atomii moleculelor face ca să fie depăşită tendinţa de desfacere a lor în urma mişcării termice.

Legăturile Van der Waals apar între molecule cu suprafeţe complementare, ceea ce este caracteristic macromoleculelor organice – cele mai importante şi caracteristice componente ale materiei vii.

1.2.2. Însuşirile fizice

Macromoleculele organice din materia vie sunt în stare coloidală (diametrul particulelor cuprinse între 0,000-0,1 μm fiind prea mari spre a forma o soluţie adevărată, dar prea mici spre a se depune). Protoplasma celulei este o soluţie coloidală. În funcţie de diferiţi factori: t^0, pH etc. soluţia coloidală se poate prezenta sub formă fluidă (*sol*) sau sub formă semisolidă (*gel*), când are aspectul de piftie. În materia vie se produc permanent treceri sol ↔ gel.

Materia vie se prezintă, de obicei, în stare de gel, în care macromoleculele proteinice fibrilare formează substanţa fundamentală (hialoplasma). În anumite condiţii, în soluţia coloidală se produc fenomene de coacervare – agregări de macromolecule, înconjurate cu un strat lichid (apa) comun întregii formaţiuni, legat de macromolecule. Coacervatele capătă însuşiri fizico-chimice deosebite de cele ale macromoleculelor izolate, putând adsorbi din mediu alte molecule, ioni cu care desfăşoară diferite reacţii ce pot duce la menţinerea coacervatului, la creşterea sau desfacerea lui. Datorită dimensiunilor coacervatelor şi macromoleculelor, în soluţiile coloidale capătă importanţă fenomenele de suprafaţă. Suprafraţa de contact cu mediul a unei particule este cu atât mai mare, cu cât volumul ei este mai mic. De exemplu, un cub cu latura de 1 cm are o suprafaţă totală de 6 cm^2 . Acelaşi cub împărţit în 8 cuburi cu laturile de 0,5 cm va da o suprafaţă de 12 cm^2 , iar dacă îl împărţim în cuburi cu latura de 0,01 mm, adică de ordinul de mărime a unei macromolecule, ele vor forma o suprafaţă totală de 60 cm^2. În organismul unui om suprafaţa acestor particule poate ajunge la ordinul a două milioane m^2. Interferenţele atât de dezvoltate determină apariţia unor însemnate forţe şi procese de suprafaţă: adsorbţii, concentrări de substanţă biologică activă, concentrări de molecule polare etc. Sunt facilitate reacţiile dintre molecule astfel că fenomenele de suprafaţă devin un factor activ care influenţează procesele ce se desfăşoară în materia vie.

În ce priveşte structura materiei vii (a protoplasmei), cei mai mulţi autori admit că moleculele diferitelor substanţe chimice ce intră în componenţa protoplasmei au un comportament asemănător aceluia pe care îl au *in vitro*. După părerea lui Eugen Macovschi însă, protoplasma vie este alcătuită din două feluri distincte de materie formate din aceleaşi materiale – materia vie şi materia nevie – care se intrepâtrund şi se află în relaţii de coexistenţă funcţională. Materia vie, care se formează prin asimilarea diferitelor substanţe ale materiei nevii, are o structură specială (biostructură) (concept introdus de E. Macovschi) şi imprimă întregii protoplasme comportarea caracteristică biologică.

Biochimismul protoplasmei cuprinde procesele ce se desfăşoară în materia nevie a protoplasmei, iar cele ce au loc în materia vie constituie metabolismul ei (asimilaţia – integrarea substanţelor chimice în structura materiei vii, şi dezasimilaţia – ieşirea din structura materiei vii). Structura materiei vii nu poate fi echivalată cu structura componentelor chimice ale ei, ea nu este o entitate aditivă, ci reprezintă un „întreg" cu însuşiri şi calităţi proprii ale întregului în care componentele integrate în partea vie a protoplasmei sunt în stări şi interacţiuni speciale, care dau naştere mişcării biologice.

Constituenţii protoplasmei se află într-o permanentă transformare, constând dintr-o continuă distrugere şi, totodată, reînnoire a părţilor componente, aspecte cunoscute sub numele de *turnover*. Cercetările efectuate cu izotopi radioactivi ai diferitelor elemente au arătat că moleculele organice se dezagregă permanent şi altele noi le iau locul. Aceasta se referă la substanţele proteice structurale, la enzime şi acizii nucleici. Viteza de reînnoire poate fi diferită, dar procesul reînnoirii este permanent desfăşurat în celule. Toate aceste procese de reînnoire trebuie controlate şi coordonate ca viteză, intensitate, localizare şi durată. Se pare că în organismul uman are loc chiar o înlocuire a tuturor celulelor (probabil, mai puţin neuronii), înlocuire realizată pe parcursul a 7-11 ani. În aparenta dezordine şi continua mişcare trebuie să existe o înaltă organizare şi ordine. Este astfel necesară o permanentă autoreglare, un permanent control al proceselor metabolice. Aceasta este însuşirea esenţială a materiei vii şi existenţa ei apare evidentă din simplul fapt că totalitatea acestor procese determină menţinerea şi dezvoltarea vieţii cu tot impactul schimbărilor continue ale mediului. Energia necesară menţinerii ordinii şi organizării structurilor şi proceselor biologice, desfăşurării activităţii organismului în corelaţiile lui cu mediul, are ca sursă alimentele. Energia din alimente neputând fi nici eliberată şi nici utilizată în fiecare moment în locul necesar şi în cantitatea necesară, se acumulează în acumulatorul universal de energie al materiei vii care este ATP, de unde este eliberată treptat şi utilizată în

procesele metabolice în momentul şi locul necesar, în cantitatea necesară, cu maximum de economie. În protoplasma vie apare o ordine şi coordonare structurală, o ordine şi coordonare energetică, cele două aspecte, structural şi energetic, fiind indisolubil legate.

Funcţionarea autoreglată şi strict coordonată a protoplasmei, menţinerea integralităţii şi echilibrului ei dinamic sunt posibile datorită organizării sistemice a materiei vii.

1.3. Organizarea materiei vii

Materia vie se caracterizează prin anumite particularităţi: organizare, structură, funcţie.

Organizarea înseamnă constituirea unor ansambluri de elemente şi fenomene în care elementele componente interacţionează şi se subordonează întregului (ansamblului), concurând la conservarea ansamblului.

Structura reprezintă starea ansamblului în care se stabilesc relaţii spaţiale între elementele sale componente, precum şi interacţiunile dintre aceste elemente.

Funcţia reprezintă activitatea desfăşurată de un element component ce duce la menţinerea întregului în care se află integrat.

Funcţia nu trebuie confundată cu funcţionarea: funcţia materialului ereditar este de a înregistra şi a transmite informaţia ereditară; în vederea realizării acestei funcţii ADN funcţionează replicându-se şi realizând transcrierea genetică.

Structura şi funcţiile elementelor componente ale unui întreg sunt indisolubil legate între ele.

Ca şi mişcarea, organizarea apare ca o însuşire inseparabilă a materiei. Unitatea organizatorică a materiei este sistemul. Toate corpurile materiale sunt sisteme.

Prin **sistem** se înţelege un ansamblu de elemente identice sau diferite, aflate în interacţiune şi deci unite prin conexiuni într-un întreg. Între sistem şi mediu (ansamblul celorlalte sisteme) se realizează schimburi de materie – de substanţe, de energie şi de

informaţie. Din punctul de vedere al relaţiilor cu mediul, putem deosebi trei categorii de sisteme: izolate, închise şi deschise.

Sistemul izolat nu întreţine cu mediul înconjurător nici schimburi de materie, nici schimburi energetice. Un asemenea sistem nu există în stare naturală. Ele sunt numai postulate teoretice, reprezentând o stare „ideală" a unui sitem. În mod artificial, experimental, ne putem apropia de un asemenea sistem ca în cazul cabinelor spaţiale, deşi nici ele nu realizează complet starea ideală, de sistem izolat. În natură nu există asemenea sisteme.

Sistemul închis realizează cu mediul doar schimb de energie, nu şi de materie. Asemenea sisteme se pot crea artificial. Un vas cu apă ermetic închis poate avea cu mediul schimburi energetice, nu însă şi materiale. O planetă poate fi considerată ca sistem închis, dacă neglijăm substanţele (meteoriţii, praful cosmic) care cad pe suprafaţa ei. Nici sistemele închise nu se întâlnesc în organizarea materiei vii. Caracterul de „închis" al unui sistem este totdeauna relativ.

Sistemele deschise sunt acelea care realizează cu mediul atât schimburi energetice, cât şi schimburi materiale. În această categorie intră cele mai multe sisteme, atât lipsite de viaţă, cât şi toate sistemele biologice. Sistemele deschise nebiologice sub influenţa relaţiilor cu mediul se degradează, se distrug, deoarece ele nu au capacitatea de a transforma factori ai mediului în substanţe proprii existenţei lor.

Spre deosebire de aceste sisteme nevii deschise, sistemele deschise biologice au capacitatea de a transforma condiţiile mediului în propriile lor condiţii. În felul acesta, schimburile materiale şi energetice la sistemele biologice devin o necesitate, o condiţie indispensabilă existenţei lor, făcând posibilă o permanentă autoînnoire a sistemului.

Organizarea – adică structura şi funcţionarea unui sistem anorganic oarecare – poate fi explicată numai pe baza cunoaşterii parametrilor actuali ai unui asemenea sistem. Astfel, spre a explica organizarea unei molecule oarecare, şi chiar spre a prevedea

comportarea ei în diferite condiţii, este suficient să cunoaştem însuşirile atomilor componenţi, legăturile dintre ei etc.

Dimpotrivă, pentru a putea explica organizarea unui sistem biologic, nu este suficientă cunoaşterea parametrilor lui actuali, ci trebuie cunoscută şi istoria sistemului, trecutul lui. Astfel, pentru a explica organizarea unui animal, capacităţile lui funcţionale şi comportamentele, posibilităţile lui evolutive, nu e suficient să cunoaştem doar anatomia şi fiziologia lui.

Trebuie cunoscută evoluţia istorică a speciei din care face parte sau chiar a grupului mai mare (a genului, clasei). Într-adevăr, genotipul unui organism (deci şi capacităţile morfofiziologice) este nu numai, şi nu atât rezultatul interacţiunii lui cu factorii mediului actual în care trăieşte, ci rezultanta informaţiei genetice în cadrul populaţiei date, în spaţiu şi în timp (în succesiunea generaţiilor), deci rezultatul acţiunii în timp a selecţiei naturale asupra populaţiei ca întreg şi nu asupra individului izolat.

Astfel, sistemele biologice se deosebesc principial, esenţial de toate celelalte sisteme deschise.

1.4. Însuşirile sistemelor biologice

Sistemele biologice se caracterizează după o serie de însuşiri (proprietăţi) distincte, unele fiind prezentate în continuare.

1.4.1. Caracterul informaţional al sistemelor biologice

Informaţia reprezintă orice mesaj (ştire) care poate fi recepţionat şi transmis. În cadrul sistemelor biologice, un animal, de exemplu, recepţionează şi transmite informaţii pe căi fizice (sunete, culori etc.), pe căi chimice (substanţele atractante şi/sau repelente) sau biologice (comportamente, obiceiuri).

Norbert Wiener, fondatorul ciberneticii, defineşte informaţia ca o succesiune continuă sau discontinuă de evenimente măsurabile, distribuite în timp. Transmiterea de informaţii se face prin succesiuni

de semnale (evenimente). Oamenii folosesc, de pildă, în comunicare limbajul, scrisul, semnalele electrice, luminoase, sonore etc. În lumea animală mijloacele de transmitere a informaţiei sunt de asemenea variate: sunete, ultrasunete, unde electromagnetice, culori, mişcări, emitere de substanţe chimice, comportamente diverse etc.

Tot informaţie este şi schimbarea acţiunii fizice a unui sistem în spaţiu şi timp.

Cantitatea de informaţie a unui sitem este cu atât mai mare, cu cât sistemul este mai organizat, adică într-o stare mai puţin probabilă. Cu cât sistemul este mai dezorganizat (starea mai probabilă), cu atât cantitatea de informaţie va fi mai mică. De exemplu, nişte litere aruncate la întâmplare (starea cea mai probabilă) nu vor furniza niciun fel de informaţie. Din contra, atunci când vor fi ordonate în cuvinte şi acestea ordonate la rândul lor într-un text, literele vor conţine în adunarea lor o anumită cantitate de informaţie. Tot astfel se întâmplă şi cu sistemele biologice, cu cât un sistem biologic va fi mai diferenţiat, cu o mai înaltă organizare, el va putea conţine şi transmite o mai mare cantitate de informaţie.

Conţinutul informaţional (informaţia ca atare) este cuprins în succesiunea semnalelor, ceea ce presupune transmiterea sa sub formă codificată. Codul este specific sistemului care îl transmite. Astfel, aparatul de radioemisie transmite o conferinţă, codificând-o în impulsuri electromagnetice. Aparatul de radiorecepţie ne permite recepţionarea informaţiilor (conferinţei) prin decodificarea textului conferinţei realizată prin transformarea semnalelor electronomagnetice în semnale sonore, accesibile nouă, dar fără a modifica conţinutul informaţiei. Orice sistem transmite informaţia dintr-un anumit cod specific lui (modului său de organizare). Pentru a fi recepţionată de un alt sistem, ea trebuie trecută („tradusă”) în codul specific sistemului dat, fără a-i altera sensul, conţunutul.

Mesajul cuprinde adesea un exces, un surplus de informaţie care îl lungeşte, fără a-i îmbogăţi conţinutul. Dar acest surplus informaţional asigură fidelitatea transmiterii mesajului. Acest fenomen se numeşte redundanţă, informaţia în exces fiind numită informaţie redundantă.

Numărul dublu al cromozomilor din celulele diploide este un caz tipic de redundanţă informaţională în cadrul fenomenului ereditar. Redundanţa are un nivel optim care asigură fidelitatea transmiterii informaţiei biologice, peste care redundanţa excesivă poate deveni dăunătoare. Aşa se întâmplă în cazul multiplicării numărului de cromozomi sau al realizării fenomenului de suprapopulaţie.

1.4.2. Integralitatea sistemelor biologice

Pentru sistemele biologice este caracteristic de a se comporta ca un întreg faţă de mediul înconjurător, în pofida faptului că este alcătuit din numeroase elemente componente (subsisteme), menţinându-şi existenţa un timp mai mult sau mai puţin îndelungat. Integralitatea este consecinţa, rezultatul interdependenţei părţilor sistemului, a conexiunilor dintre ele şi acestea, la rândul lor, decurg din diferenţierea, respectiv specializarea structural-funcţională a părţilor componente ale unui sistem. Cu cât diferenţierea este mai profundă şi specializarea elementelor componente în îndeplinirea unor anumite funcţii mai mare, cu atât dependenţa lor reciprocă va fi mai mare, independenţa, respectiv „libertatea" fiecărei părţi mai mică, iar integralitatea sistemului mai dezvoltată, mai accentuată.

Analiza fenomenului integralităţii arată că însuşirile întregului nu pot fi reduse la suma însuşirilor părţilor lui componente. Însuşirile noi ale întregului, noul care nu poate fi redus la suma însuşirilor componentelor sistemului provin tocmai din interacţiunile părţilor componente, deci dintr-o anumită organizare a acestor părţi.

Totodată, părţile componente ale întregului, atunci când sunt integrate în sistem, manifestă însuşiri noi, pe care nu le manifestă atunci când sunt în afara sistemului. Exemplu: prin formarea moleculelor (legături covalente) atomii îşi pierd individualitatea, pentru că o parte din electroni încetează să le mai aparţină şi devin electroni ai moleculei. Deci însuşirile atomilor integraţi în moleculă se schimbă. Apa liberă are anumite însuşiri, dar integrată într-o celulă ea capătă însuşiri de „cristal lichid", ale căror proprietăţi nu depind numai de propria sa structură, ci şi de aceea a

macromoleculelor adiacente. Un animal oarecare se comportă într-un fel când este izolat şi altfel când este integrat într-o grupare (stol, cârd, turmă etc.). Toate acestea ne arată că studiul unui sistem nu poate fi făcut corect decât ţinând seama de integralitatea lui.

Cu alte cuvinte, analiza părţilor lui va trebui făcută nu izolat, ci ţinând seama de integrarea lor în sistem, iar analiza sistemului ţinând seama nu numai de însuşirile părţilor, ci, şi mai ales, de interacţiunea lor, de funcţiile lor faţă de întreg. În dezvoltarea ontogenetică (ca şi în cea filogenetică) a sistemelor biologice are loc dezvoltarea însuşirilor şi, respectiv, dezvoltarea integralităţii lor, deoarece integralitatea apare ca rezultat al stabilirii relaţiilor spaţio-temporale din interiorul sistemului. Dezvoltarea integralităţii înseamnă dezvoltarea relaţiilor dintre părţi, creşterea diferenţierii şi totodată a integrării şi interdependenţei lor, sporirea gradului de organizare a sistemului, creşterea calităţii controlului în activitatea sistemului şi centralizarea treptată a acestuia.

În dezvoltarea individuală a animalelor, stadiile iniţiale, cum ar fi cel de blastulă, ne prezintă o integralitate slabă. De aici decurge şi posibilitatea separării blastomerelor, care pot evolua de sine stătător către stadii din ce în ce mai avansate, cu diferenţieri de ţesuturi, organe, de sistem nervos central care asigură coordonarea părţilor şi subordonarea lor faţă de necesităţile întregului. În evoluţia filogenetică se remarcă de asemenea o evoluţie a integrităţii de la forma primitivă (spongieri, celenterate) cu părţi puţin diferenţiate, slab integrate, până la formele evoluate (păsări, mamifere) la care în afară de un foarte fin reglaj central al funcţiilor are loc adesea şi o anumită organizare a indivizilor în sisteme supraindividuale – turme, stoluri, familii etc.

1.4.3. Heterogenitatea internă a sistemelor biologice

Sistemele biologice, fiind un tot întreg, sunt alcătuite din elemente mai mult sau mai puţin diferite. Aceste elemente fiecare în parte determină instalarea echilibrului dinamic în cadrul sistemului biologic. Prin urmare, sistemele biologice se caracterizează printr-o

heterogenitate internă ce exprimă diversitatea structurală şi funcţională a sistemului.

Heterogenitatea internă a sistemelor biologice este dictată de însăşi tendinţa generală a evoluţiei, care de rând cu stabilizarea formelor (genotipurilor) deja existente caută să perfecţioneze aceste forme (genotipuri), lucru care poate fi efectuat doar ca rezultat al prezenţei unei heterogenităţi genetice în cadrul sistemului.

Heterogenitatea poate fi observată şi în cadrul dezvoltării ontogenetice şi filogenetice. Însă există un anumit grad de heterogenitate (heterogenitate optimă) care este specific pentru diferite sisteme şi care, în cele din urmă, asigură dezvoltarea acestui sistem în condiţiile concrete de existenţă.

1.4.4. Echilibrul dinamic

Acest echilibru este starea caracteristică a sistemelor biologice şi deci una dintre importantele lor însuşiri. Orice sistem biologic, aflându-se într-un schimb permanent de materie şi energie cu mediul, se autoreînnoieşte continuu, unele din elementele sale componente se dezintegrează, eliberează energia lor potenţială care este folosită de sistem şi fiind înlocuite cu alte elemente, luate din mediul înconjurător. În felul acesta, deşi sistemul îşi păstrează individualitatea, este mereu altul. Această stare de continuă combinare a stabilităţii şi schimbării constituie echilibrul dinamic al sistemului. Orice sistem neviu, în conformitate cu cel de al doilea principiu al termodinamicii, tinde spre starea de echilibru termodinamic, prin creştere continuă de entropie – dezorganizare, astfel că energia liberă a sistemului tinde spre zona nulă şi când devine nulă sistemul se dezintegrează.

Spre deosebire de sistemele nevii, sistemele biologice, utilizând substanţe energetice din mediu, reuşesc nu numai să compenseze pierderile energetice şi deci să împiedice creşterea entropiei, dar, mai mult, prin dezvoltarea lor, adică prin creşterea gradului de organizare să determine scăderea entropiei. Cu alte cuvinte, sistemele vii au un comportament antientropic.

1.4.5. Existenţa programelor

Programul reprezintă una din stările posibile pe care le poate realiza sistemul, în limitele permise de organizarea sa. Un sistem are mai multe stări posibile prinse de structura lui. În consecinţă, el poate avea mai multe programe. Diferitele stări funcţionale ale unui organism reprezintă realizarea diferitelor programe: starea de repaus şi/sau de veghe, urmărirea unei prăzi, consumarea prăzii, construirea unui adăpost, căutarea femelei, împerecherea, îngrijirea puilor, apărarea contra unui duşman etc. Realizarea acestor programe se face în limite impuse de structura sistemului, de organizarea lui, care determină specificul reacţiilor sistemului. Realizarea programelor este condiţionată de condiţiile de mediu: o pasăre nu-şi va putea construi cuibul, dacă în mediul în care trăieşte lipseşte materialul necesar; o plantă entomofilă nu va putea produce seminţe, dacă lipsesc insectele care să producă polenizarea.

Sunt evidenţiate diferite tipuri de programe:

- „*pentru sine*" – asigură existenţa, autoconservarea sistemului (capturarea, devorarea, asimilarea hranei, apărarea organismului etc.);

- „*inferioare*" – programele sistemelor componente ale organismului (ale organelor pentru individ, ale organitelor pentru celulă, ale moleculelor pentru organite);

- „*superioare*" – menite să asigure existenţa sistemului superior în care este integrat sistemul dat. Este cazul programelor care asigură reproducerea şi înmulţirea organismelor, adică îndeplinirea funcţiei lor în viaţa speciei.

1.4.6. Autoreproducerea

Autoreproducerea reprezintă capacitatea organismelor vii de a forma copii mai mult sau mai puţin fidele modelelor parentale. Această capacitate determină existenţa speciilor şi în cele din urmă a sistemelor biologice. Ea este dieterminată de însăşi esenţa evoluţiei lumii organice, complicându-se şi perfecţionându-se pe parcursul acestei evoluţii.

Autoreproducerea este asigurată pe diferite căi (asexuat, sexuat) şi este specifică pentru diferite grupe de organisme, ce se deosebesc după durata ciclului vital, prolificitate, intensitatea natalităţii şi mortalităţii etc. Ea în cele din urmă determină existenţa şi perpetuarea vieţii pe Pământ.

1.4.7. Autoreglarea sistemelor biologice

Autoreglarea este o însuşire generală a tuturor sistemelor cibernetice. Sistemele biologice sunt prin excelenţă sisteme cibernetice. Deci autoreglarea este o caracteristică universală a sistemelor biologice. Ea este impusă de realizarea celorlalte însuşiri ale sistemelor biologice, integritate şi echilibru dinamic. Ea presupune controlul şi coordonarea automată a funcţionării elementelor componente ale sistemului biologic, pe de o parte, cât şi a comportamentului său faţă de alte sisteme, pe de altă parte.

Controlul automat al propriei funcţionări a unui sistem autoreglabil este consecinţa organizării sale în care există unele elemente capabile de a recepţiona informaţii din mediu, de a le analiza, de a prelucra aceste informaţii şi, în final, de a oferi răspunsul potrivit care anihilează tendinţele de dezorganizare a sistemului pe care le manifestă mediul. Răspunsul dat de sistem poate fi cel adecvat menţinerii integrităţii şi integralităţii sistemului, numai dacă va fi comparat cu comenzile primite, adică este necesară compararea a ceea ce efectuează concret sistemul cu ceea ce trebuie să facă.

Prin conexiune inversă, valoarea răspunsului este comunicată la dispozitivul receptor şi apoi la centrul de comandă şi este comparată cu comanda emisă. Dacă între această valoare şi comandă există vreo diferenţă (şi întotdeauna există), ea se transformă într-o nouă comandă care determină un nou răspuns ş.a.m.d., până ce răspunsul se apropie cel mai mult de cel mai adecvat funcţionării normale a sistemului, păstrării integrităţii şi integralităţii sale.

Sunt numeroase exemple de funcţionare a sistemelor biologice pe principiul autoreglării: menţinerea constantă a

temperaturii corpului şi a concentraţiei de glucoză în sânge, a presiunii sângelui, ajustarea deschiderii pupilei la variaţia intensităţii inimii etc.

Autoreglarea în funcţionarea sistemelor biologice asigură homeostazia, adică menţinerea valorii constante a unor parametri ai mediului intern, esenţială în funcţionarea normală a organismelor. Împiedicarea depăşirii într-un sens sau altul a valorii comandate a răspunsului se realizează prin conexiune inversă negativă, care tinde să menţină o anumită valoare a efectului şi astfel să păstreze organizarea şi funcţionarea normală a sistemului.

În unele cazuri, conexiunea inversă poate fi pozitivă atunci când fluxul de semnale de la efector la receptor duce la intensificarea treptată a efectului. Funcţionarea liberă a unui asemenea sistem ar duce la autodistrugerea lui, prin depăşirea măsurii sistemului. Asemenea rezultat poate fi evitat prin intervenţia conexiunii inverse a unui alt sistem care să oprească creşterea efectului la o anumită valoare.

În sistemele biologice se întâlnesc numeroase exemple de conexiune inversă (*feedback*) în cadrul unor mecanisme fiziologice. Naşterea este un exemplu tipic de conexiune inversă pozitivă, expulzarea fătului realizându-se prin contracţii sporite ale musculaturii uterului, amplificate pe calea conexiunii inverse pozitive, în urma eliberării pe cale neuroendocrină a unei cantităţi progresiv sporite de hormoni corespunzători. Şi alte acte reflexe, desfăşurate în aparatul genito-urinar, se realizează printr-un feedback pozitiv. Şi la nivel molecular, inclusiv în funcţionarea mecanismelor ereditare, apar aspecte de reglaj prin conexiune inversă.

Conexiunea inversă face posibilă stabilitatea sistemelor, condiţionând însăşi existenţa lor printr-un răspuns adecvat dat de sistem, prin care acesta anihilează acţiunea factorilor care tind să dezorganizeze sistemul dat.

1.4.8. Finalitatea răspunsurilor

Cea mai importantă trăsătură a sistemelor biologice autoreglabile este finalitatea răspunsurilor lor la influenţele factorilor de mediu. Aceasta înseamnă că răspunsurile date de un sistem autoreglabil nu sunt întâmplătoare, haotice, ci orientate în sensul contracarării variaţiilor de moment ale factorilor care acţionează asupra sistemului.

Asemenea răspunsuri cu valoare imediată în menţinerea integralităţii şi echilibrului dinamic ale sistemului se numesc adecvate.

Finalitatea răspunsurilor date de un sistem considerat este un fenomen obiectiv, rezultat din însuşi modul de organizare a sistemului. Cibernetica ne ajută astfel să rezolvăm una din importantele şi dificilele probleme ale biologiei teoretice, care a generat o permanentă dispută între materialişti şi idealişti, şi anume, problema existenţei finalităţii în structura şi funcţionarea materiei vii, finalitatea biologică neavând nimic comun cu finalismul idealist, ea apărând ca un fenomen obiectiv, universal necesar, care face posibilă stabilitatea sistemelor biologice şi de aici menţinerea şi totodată posibilitatea evoluţiei lor, a vieţii în general.

Heterogenitatea sistemelor biologice, diversitatea structurală şi funcţională internă a oricărui sistem biologic este o trăsătură necesară şi comună sistemelor biologice, de orice nivel, derivată din însăşi organizarea lor. Într-adevăr, autoreglarea presupune existenţa a minimum două elemente diferite, cel puţin funcţional: unul care reglează şi altul supus reglării, precum şi a canalelor de comunicaţie (de conexiune directă şi inversă). Sistemele biologice de orice nivel evoluează spre creşterea complexităţii funcţional-structurale, spre creşterea diversităţii lor interne. Ca urmare însă a apariţiei corelaţiilor dintre elementele sistemului se determină imposibilitatea realizării diversităţii maxime. Corelaţiile duc la scăderea gradului de incertitudine în structura sistemului, a cantităţii de informaţie (faţă de maximul posibil) şi deci la scăderea diversităţii (faţă de maximul teoretic). Existenţa corelaţiilor (a conexiunilor) în schimb face să crească eficienţa autocontrolului sistemului, ducând la creşterea

stabilităţii lui, care se constituie în condiţie esenţială a supravieţuirii sistemului biologic în împrejurări concrete de mediu. Orice sistem biologic tinde spre un anumit grad de heterogenitate, o heterogenitate optimă care asigură cel mai bine menţinerea lui în condiţiile concrete ale existenţei sale.

În concluzie, **sistemele biologice** sunt sisteme informaţionale deschise, cu capacitate de autoconservare, autoreproducere, autoreglare şi autodezvoltare de la forme simple spre cele complexe de organizare. Sistemele biologice au un comportament antientropic şi finalizat care le asigură stabilitatea în relaţiile lor cu alte sisteme.

1.5. Nivelurile de integrare şi organizare a viului

Ierarhia sistemelor biologice este un fenomen obiectiv ce decurge din organizarea materiei vii în care orice sistem este alcătuit din subsisteme şi la rândul său intră în alcătuirea unui alt sistem. Organismele vii pot fi investigate la diferite niveluri de integrare şi organizare.

Organizarea materiei la un **nivel de integrare** este consecinţa dezvoltării lumii de la simplu la compus. Nivelurile de integrare reprezintă un sistem ce cuprinde în componenţa sa un alt sistem (sisteme), servind drept o nouă calitate a materiei. Ele cuprind atât sisteme nebiologice (particule subatomice, atomice, molecule), cât şi sisteme biologice (celule, ţesuturi, organe, aparate), reprezentând totalitatea sistemelor ierarhizate incluse în alcătuirea unui sistem biologic dat.

Nivelurile de organizare reprezintă categoriile de sisteme biologice diferite calitativ din punctul de vedere al organizării lor. Deci această noţiune se referă numai la sisteme biologice.

În organizarea ierarhică a materiei vii se disting două linii care, deşi interdependente, nu sunt echivalente una cu alta şi nici nu se situează liniar una în prelungirea celeilalte.

Una dintre aceste linii este ierarhia morfofiziologică sau individuală, fiind reprezentată prin ierarhia sistemelor integrate în

interiorul unui organism. În stare integrată unui organism, aceste sisteme nu pot exista de sine stătător.Vârful acestei ierarhii este individul. Ea începe de la atomi şi molecule şi trece prin celule, ţesuturi, organe şi complexe de organe, toate integrate într-un organism. În decursul evoluţiei, are loc o complicare a ierarhiei sistemelor morfofiziologice însoţită de perfecţionarea sistemelor de control. La un organism monocelular compoziţia ierarhiei morfofiziologice este moleculă-organite-organism. Această ierarhie este diferită la organismele monocelulare şi pluricelulare, cum diferită este şi ierarhia morfofiziologică la un peşte faţă de un mamifer.

Genele coordonează procesele celulei ca întreg. În organismul pluricelular controlul este asigurat de sistemele hormonal şi nervos. Sistemul neurohormonal controlează, în ultimă instanţă, activitatea întregii ierarhii morfofiziologice din organism.

Relaţiile dintre sistemele de control din cadrul ierarhiei morfofiziologice sunt de subordonare ierarhică şi de coordonare a sistemelor „inferioare" de către cele „superioare", în funcţie de relaţiile organismului cu mediul, din care cauză şi răspunsurile organismului ca sistem la variaţiile factorilor mediului au un caracter adecvat, contracarând aceste variaţii şi asigurând autoconservarea individului.

A doua linie ierarhică a sistemelor biologice este ierarhia supraindividuală sau ierarhia nivelelor de organizare a materiei vii.

Această ierarhie rezultă din faptul că sistemele biologice sunt de categorii diferite, neechivalente între ele, având naturi diferite, legi proprii ale structurii şi funcţionării. Aceste categorii de sisteme alcătuiesc nivelele de organizare ale materiei vii. Aprecierea dacă un sistem biologic sau altul reprezintă un nivel de organizare se face după criteriul universalităţii sistemelor unui nivel. Aceasta înseamnă că sistemele unui nivel dat trebuie să cuprindă întreaga materie vie, fără excepţie.

Pe baza criteriului universalităţii se poate enunţa definiţia nivelului de organizare a materiei vii: ansamblul de sisteme biologice echivalente cu caracter de universalitate.

Până în prezent au fost stabilite cu certitudine patru ***niveluri de organizare***:

– **Nivelul individual**, având ca unităţi reprezentative indivizii biologici – forma elementară universală de organizare a materiei vii.

– **Nivelul populaţional** sau al speciei, reprezentat prin sisteme populaţionale sau ale speciilor.

– **Nivelul biocenotic**, reprezentat prin sisteme biocenotice.

– **Nivelul biosferei**, reprezentat prin sistemul unic al biosferei planetei noastre.

Fiecare din aceste niveluri reprezintă, de fapt, o formă calitativ deosebită de mişcare, de organizare a vieţii, având legi caracteristice.

1.5.1. Nivelul individual

Nivelul individual este un nivel de organizare a materiei vii reprezentat prin sisteme individuale, adică indivizi biologici, cuprinzând întreaga materie vie, de la cele mai simplu organizate sisteme biologice până la om, neexistând materie vie în afara organismelor. Individul biologic, organismul individual reprezintă forma elementară şi totodată universală de existenţă şi deci de organizare a materiei vii. În ceea ce priveşte moleculele organice, oricât de complexe ar fi ele, nu pot reprezenta un nivel de organizare a materiei vii, deoarece nu există molecule vii. Moleculele de diferite complexităţi reprezintă diferite trepte în evoluţia materiei nevii spre apariţia vieţii care ia naştere prin forme de organisme individuale. Iată de ce sistemele componente ale indivizilor, adică din ierarhia morfofiziologică, nu pot fi considerate ca reprezentând niveluri de organizare, ci doar niveluri de integrare şi de ce această din urmă ierarhie nu poate fi prezentată în prelungirea liniară a ierarhiei nivelurilor.

Alte părţi componente ale unui individ: celule, ţesuturi, organe, complexe de organe nu pot reprezenta niveluri de organizare, deoarece nu respectă criteriul universalităţii. Ele nu există la toate organismele, se dezvoltă treptat în cursul evoluţiei filogenetice sau în

cursul dezvoltării individuale. Ele reprezintă etape ale dezvoltării în organizarea sistemelor individuale.

Există în cadrul sistemului individual diferite trepte ale dezvoltării sistemelor individuale. Pe treapta inferioară pot fi considerate virusurile – complexe macromoleculare nucleoproteinice. Urmează apoi procariotele – bacterii, cianoficee în care celulele încă nu au toate elementele complet diferenţiate, după care urmează eucariotele lungi (ciupercile), plantele şi animalele monocelulare, apoi organismele pluricelulare, plante şi animale. Principala cauză a existenţei şi dezvoltării individuale este contradicţia internă, şi totodată, unitatea dintre asimilaţie şi dezasimilaţie, laturi contrare ale procesului de metabolism.

Metabolismul ca proces fiziologic este şi legea specifică a nivelului individual al organizării materiei vii. Acest proces este determinant pentru celelalte trăsături caracteristice ale indivizilor: ereditatea şi variabilitatea, reproducerea, dezvoltarea ontogenetică, excitabilitatea, mişcarea etc. La sistemele biologice de nivel individual, integralitatea este cea mai pronunţată, deoarece şi diferenţierea structurală şi funcţională a părţilor corpului este foarte avansată şi ca urmare şi mecanismele integratoare ale indivizilor atât cele nervoase, cât şi cele hormonale sunt interdependente. Dezvoltarea integrităţii înseamnă totodată sporirea sensibilităţii, fineţii şi a eficienţei sistemelor de control, iar odată cu aceasta se produce o integrare mai fină şi mai subtilă a indivizilor în mediul lor de viaţă.

1.5.2. Nivelul populaţional sau al speciei

Orice individ biologic aparţine unei anumite specii, cu alte cuvinte, nu există indivizi biologici în afara speciilor. Sistemul speciilor, cuprinzând întreaga materie vie, reprezintă un nivel de organizare, ale cărui elemente componente (subsisteme) sunt organismele.

Specia poate fi alcătuită dintr-o singură populaţie de indivizi – caz în care specia şi populaţia se confundă, sau din mai multe populaţii.

Procesul fundamental caracteristic nivelului populaţiei (speciei) îl constituie relaţiile interspecifice, contradictorii şi totodată unitare.

Dezvoltarea şi rezolvarea acestor relaţii contradictorii duce la apariţia unei anumite structuri a populaţiilor speciilor unei anumite organizări, a unei anumite dinamici a trăsăturilor populaţionale. Aceste trăsături sunt în acelaşi timp indisolubil corelate cu factorii mediului abiotic şi biotic, cu alte cuvinte, ele reprezintă adaptări ale speciilor.

Populaţiile sau speciile reprezintă nu indivizi izolaţi, ci ansambluri organizate de indivizi în succesiunea neîntreruptă a generaţiilor.

Factorul timp devine o componentă esenţială a speciei. Fiecare specie are o istorie a sa. Pe când timpul de existenţă (longevitatea) a individului este dinainte determinat, în limite destul de strânse, timpul de existenţă a speciei este nedefinit, depinzând atât de numeroşi factori interni (ai speciei), cât şi de cei externi (ai mediului), putând ajunge la sute de milioane de ani.

Nivelul populaţiei (speciei) ca orice sistem deschis este caracterizat prin: integralitate, echilibru dinamic, autoreglare, prezenţa programelor etc.

Integralitatea este rezultatul firesc al diferenţierii elementelor sistemului populaţiei (speciei), a interdependenţei acestor elemente (părţi) şi întreg. Ea presupune în lumina rezolvării raportului parte-întreg, preluarea unor elemente, trăsături şi legi, aparţinând părţilor, subordonarea şi integrarea lor în cadrul întregului.

Legea care acţionează la nivelul speciei este selecţia naturală. Specia în acest caz reprezintă substratul (câmpul de activitate) unic şi specific al selecţiei naturale. Rezultatul selecţiei naturale este adaptarea ca fenomen istoric ce apare de-a lungul generaţiilor, la nivelul populaţiei.

Selecţia naturală (lege de nivel populaţional), preluând fenomene de nivel individual, cum sunt ereditatea şi variabilitatea, le transformă în scurgerea timpului în proces de nivel supraindividual (specific), concretizate în adaptare.

Iată deci cum procese de nivel individual sunt integrate în procese de nivel supraindividual (specific), asigurându-se integritatea nivelului supraindividual.

Ca lege de nivel superior, supraordonat, de nivel specific, selecţia naturală orientează desfăşurarea proceselor de nivel subordonat, individual – metabolismul – în funcţie de programul (necesităţile) speciei, aşa încât „programul pentru sine" al individului devine „program pentru specie" . „Interesele" speciei pot subordona pe cele ale indivizilor. Este cunoscut faptul că unele caractere (acul albinei, culorile vii la cocoşii de mesteacăn, coarnele mari ale cerbilor, lipsa secundară a reproducerii sexuate la unele organisme superioare) sunt dăunătoare indivizilor care le deţin, dar folositoare speciei din care fac parte.

Remarcăm însă faptul că raportul dintre integralitatea individului şi integralitatea speciei este în favoarea individului. Integralitatea individului este mult mai mare faţă de cea a speciei. Spunem că integralitatea este rezultatul firesc al diferenţierii elementelor unui sistem biologic dat. Indivizii unei specii sunt mai mult sau mai puţin identici (dar variabilitatea rămâne una dintre legile universale ale naturii). Relaţiile ce se stabilesc între ei sunt relaţii reproductive (în folosul speciei, programul pentru specie) sau trofice. Scoşi din populaţie, indivizii pot să trăiască de sine stătător.

Integralitatea speciei este rezultatul diferenţierii structurale şi funcţionale a indivizilor. Această diferenţiere se caracterizează în polimorfismul intrasrecific care după R.L.Berg (1959) înseamnă o diversitate discontinuă a formelor de vârstă, succesiunea generaţiilor, alternanţa fazei haploide cu faza diploidă, dimorfismul sexual, heterostilia, formele sezoniere la nevertebrate etc.

Diferenţierea intraspecifică fiind rezultatul acţiunii selecţiei naturale, ea apare ca o formă esenţială de adaptare, ceea ce face posibilă rezistenţa populaţiei în ansamblu la complexul nefavorabil al factorilor externi de a reacţiona adaptativ la variaţia mediului. Capacitatea de a rezista la acţiunile nefaborabile ale mediului este

aşadar mult mai mare la populaţie, în ansamblu, decât la indivizii izolaţi ce intră în componenţa sa.

Integralitatea sistemelor de nivel populaţional-specific este mai mică faţă de aceea a indivizilor biologici. Integralitatea cu mult mai bine exprimată la organisme ca sisteme de nivel individual rezidă în diferenţierea enormă morfofuncţională şi fiziologică a elementelor ce alcătuiesc organismul. Această extremă diferenţiere a părinţilor unui întreg – care este organismul – duce la un asemenea grad de integralitate încât părţile separate din întreg nu sunt în stare de o existenţă de sine stătătoare.

Dimpotrivă, la nivelul populaţiei (speciei) integralitatea este mult mai slab evidenţiată ca expresie a unei diferenţieri mai slabe a indivizilor ce alcătuiesc populaţiile speciei. Aceasta permite existenţa de sine stătătoare a elementelor separate: un individ scos dintr-o populaţie supravieţuieşte un timp mai mult sau mai puţin îndelungat.

Integralitatea mai puţin pronunţată a sistemelor de nivelul speciei pare a fi un fapt de excepţională însemnătate pentru evoluţie. Astfel, un grup de indivizi, o populaţie – element fundamental al nivelului speciei, desprinsă din specie, izolată geografic, ecologic, genetic, fiziologic sau comportamental, capabilă de existenţa de sine stătătoare, ca rezultat al integralităţii mai slabe a speciei, constituie un punct de plecare pentru procesul speciaţiei, atunci când această populaţie intră sub controlul selecţiei naturale.

Este important de subliniat că între nivelul de organizare individual şi cel specific există o intercondiţionare reciprocă. Între sistemele celor două niveluri de organizare există o comunicare în sens dublu, folosindu-se canalul de legătură fenotipic, expresie a genotipului. Toate modificările apărute în genotip, generalizate la întreaga populaţie, se exteriorizează în fenotip. Evident, relaţiile dintre sistemele celor două niveluri de organizare sunt adesea contradictorii. Unele modificări apărute la indivizi pot fi favorabile acestora, dar nu populaţiei în întregime. Vom spune că programul „pentru sine” nu corespunde programului pentru specie. Programul „pentru sine” al individului îl reprezintă autoconservarea. Programul

„pentru specie” al individului îl reprezintă reproducerea. Aşadar, procesele de nivel individual (metabolismul, autoconservarea şi reproducerea) prin acţiunea legii de nivel specific – selecţia naturală – primesc o orientare spre menţinerea şi conservarea speciei. Se întâmplă însă şi ca cele două programe să coincidă. Numai selecţia naturală, lege care acţionează la nivelul populaţiei (speciei), va fi aceea care va hotărî (expresia este desigur metaforică), dacă programul „pentru sine” al individului este sau nu în concordanţă cu programul „pentru specie”. Urmarea acestei „hotărâri” este sau eliminarea (când programul nu corespunde speciei), sau adaptarea (când programul corespunde speciei).

Acţiunea selecţiei la nivelul populaţiei (speciei) îşi pune amprenta asupra caracteristicilor individuale. La rândul lor, caracteristicile individuale (genotipice) influenţează modul de desfăşurare a proceselor de la nivelul speciei. Este evidentă intercondiţionarea în dublu sens. Este clar însă că dezvoltarea dialectică de la simplu la complex, de la inferior la superior, de la dezordonat la ordonat presupune subordonarea legilor proceselor inferioare de către legile proceselor superioare. Metabolismul – o unitate a luptei contrariilor la nivel individual – este subordonat selecţiei naturale – lege de nivel supraordonat, specific.

Contradicţia de bază care se manifestă la nivelul individualului este metabolismul. Metabolismul este legea specifică prin care se realizează cele două funcţii esenţiale ale acestui nivel: autoconservarea şi autoreproducerea individului. La nivelul populaţiei (speciei) contradicţia de bază o reprezintă relaţiile intraspecifice, relaţii contradictorii şi unitare în acelaşi timp.

Selecţia are ca obiect specia şi nu indivizi izolaţi. Rezultatul acţiunii selecţiei naturale este adaptarea. Adaptarea, deşi apare la diferiţi indivizi, ea nu este elaborată pentru fiecare individ în parte, deoarece viaţa individului este limitată. Selecţia naturală acţionând continuu, de-a lungul generaţiilor, asupra populaţiei ca întreg, conduce la adaptarea indivizilor ce compun acea populaţie şi care reprezintă subsisteme ale sistemului populaţional-specific. Numai că, pe când

indivizii se nasc, se reproduc şi mor, populaţia persistă nedefinit în timp, astfel că tot ce se realizează ca perfecţionare în adaptarea la nivelul indivizilor, în generaţia actuală a populaţiei, va fi transmis indivizilor descendenţi ce vor constitui generaţia următoare a acelei populaţii (specii). O variaţie favorabilă adaptării, apărută la un individ, va fi reprodusă diferenţiat (ca succes în lupta pentru existenţă, acea variaţie conferind acelui individ un fitness remarcabil) sub acţiunea selecţiei naturale, şi astfel va fi generalizată în populaţie, transformându-se din trăsătură individuală în trăsătură a întregii specii. Abia acum, deci în scurgerea mai multor generaţii, o trăsătură individuală devine o trăsătură a speciei, constituindu-se dintr-o adaptare. Iată de ce adaptarea nu poate fi un proces de nivel individual, ci mai curând un proces supraindividual, de nivel populaţie-specie. Ea poate fi iniţiată însă la nivelul individului, sub forma apariţiei unor variaţii ce conferă acelui individ fitness, adică succes în lupta pentru existenţă, asigurându-i acestuia reproducere diferenţiată, respectiv supravieţuire nu atât prin sine, cât mai ales prin urmaşi. Tocmai această supravieţuire diferenţiată şi mai ales reproducerea diferenţiată (asigurarea participării prin flux genic realizat pe verticală, de la părinţi la descendenţi, la constituirea genofondului populaţiei în generaţia următoare) a individului sau indivizilor la care a apărut o variaţie favorabilă reprezintă în esenţă selecţia naturală. Aceasta este de fapt rezultatul interacţiunii dintre organismele vii, indivizii biologici ce constituie o specie considerată – cu factorii de mediul înconjurător abiotic şi biotic. În cadrul acestei interacţiuni unii indivizi biologici se dovedesc a fi nefavorizaţi şi deci vor fi eliminaţi, pe când alţii se dovedesc a fi favorizaţi (prezintă fitness) şi ei vor fi păstraţi; reproducându-se acestea vor transmite trăsătura lor fundamentală la un număr mare de descendenţi. Cu timpul această trăsătură va fi generalizată în populaţie. Populaţia (specia) va trece de la o stare de adaptare la o nouă stare de adaptare mai bună.

Selecţia naturală acţionează totdeauna în favoarea speciei, dar efectul său asupra indivizilor poate fi favorabil sau nefavorabil. Caracterul acţiunii selecţiei naturale reflectată la nivel individual este

în funcţie de coincidenţa programului individului modificat cu programul cerut de evoluţia speciei.

1.5.3. Nivelul biocenotic

Biocenoza – nivelul supraspecific de organizare a materiei vii – reprezintă un ansamlu de populaţii, aparţinând diferitelor specii.

Biocenoza este un sistem integrat, caracterizat prin relaţii de coordonare şi control ale sistemului (biocenoza) faţă de părţi, subsisteme (speciile).

Desigur, nu există o echivalenţă a nivelelor de organizare şi integrare a materiei vii. Proprietatea de ereditate caracteristică nivelului individual nu se găseşte în nivelul biocenotic, iar integralitatea individului este mult mai mare decât cea a biocenozei.

În evoluţia lumii organice apare o ierarhie de niveluri de organizare şi integrare a materiei vii, în cadrul căreia acumulările cantitative duc la salturi calitative, prin apariţia unor trăsături noi.

În ceea ce priveşte integritatea biocenozei ea este dată de diferenţierea speciilor componente ale biocenozei şi concretizată în interacţiunea speciilor – interdependenţă manifestată mai ales în cadrul relaţiilor trofice. Cu cât speciile sunt mai diferenţiate, cu atât relaţiile trofice sunt mai complexe şi cu atât integralitatea biocenozei este mai mare.

În raport cu specia, integralitatea biocenozei este mai pronunţată. Scoaterea unei specii din biocenoză are importante repercusiuni asupra integralităţii şi funcţionării biocenozei în funcţie de locul pe care-l are specia respectivă în cadrul relaţiilor interspecifice.

Integralitatea biocenozei depinde şi de heterogenitatea condiţiilor ecosistemului, fiind direct proporţională cu acesta, dar mai ales cu natura speciilor din biocenoză şi complexitatea relaţiilor dintre specii.

Sistemele de nivel individual şi populaţional-specific sunt integrate în nivelul superior-biocenotic. Ca orice sistem deschis ele sunt autoreglabile, dar influenţate în activitatea lor de sistemul

supraordonat-biocenotic în care intră ca subsisteme. Legea care guvernează sistemul biocenotic este cea a relaţiilor interspecifice care îşi pune amprenta asupra desfăşurării metabolismului ca lege de nivel individual şi selecţiei ca lege de nivel populaţie (specie).

În felul acesta este rezolvat în raportul individ-biocenoză şi raportul parte-întreg. Este bine cunoscut cazul păsării de noapte *Tyto alba*, a cărei densitate este reglată printr-un complex mecanism de interacţiune între selecţia naturală ca lege a nivelului populaţiei (speciei) şi relaţiile interspecifice ca lege a nivelului biocenozei. Acţiunea selecţiei naturale ca lege a nivelului subordonat este orientată de relaţiile trofice, interspecifice – ca lege a nivelului subordonat. Când în biocenoză specia pradă – şoarecele de câmp – este abundentă, selecţia naturală la nivelul speciei *Tyto alba* va fi mai puţin „crudă", va acţiona relaxat, permiţând supravieţuirea tuturor puilor. Dimpotrivă, când populaţia pradă va fi foarte redusă numeric, selecţia naturală la nivelul speciei *Tyto alba* va fi foarte „riguroasă", va acţiona „drastic", „dur", eliminând puii în ordinea inversă eclozării, permiţând doar supravieţuirea primului pui spre a asigura descendenţa şi deci supravieţuirea speciei. Astfel, densitatea populaţiei de *Tyto alba* va fi reglată în funcţie de densitatea speciei pradă, respectiv de resursele trofice ale ecosistemului pe calea interacţiunii dintre legea biocenozei şi legea populaţiei (speciei), prima având rol de a dirija sensul acţiunii legii nivelului subordonat.

Selecţia naturală fiind orientată de legile sistemelor de nivel biocenotic va acţiona pe bază de conexiune inversă asupra fenotipurilor şi a genotipurilor populaţiei, asupra activităţii biologice a populaţiei, în sensul menţinerii speciei.

Evoluţia speciilor ne-o putem imagina ca pe o evoluţie a sistemelor deschise. Când un sistem deschis subordonat speciei, adică individul, pierde capacitatea de a-şi dezvolta un echilibru dinamic în relaţiile sale cu mediul, el se distruge. Şi adaptarea – rezultat al acţiunii selecţiei naturale – ne apare ca o perfecţionare a sistemelor deschise subordonate sistemului specific, ca o capacitate a acestora de a prezenta un echilibru dinamic mai mult sau mai puţin

perfecţionat în schimburile materiale, de substanţă şi energie cu mediul. Dar această perfecţionare a sistemelor deschise de nivel individual are loc de-a lungul generaţiilor, astfel că adaptarea apare ca un proces de nivel specific.

Echilibrul dinamic al sistemelor de nivel populaţie-specie este păstrat datorită capacităţii de autoreglare. Trecerea de la un echilibru dinamic în altul printr-o capacitate mai mare de autoreglare în cazul sistemelor de nivel populaţie-specie şi biocenoză este sensul general al transformării progresive a speciilor. Iată deci cum putem vorbi în acest caz de evoluţia speciilor printr-o evoluţie a capacităţii de autoreglare, prin trecerea de la un echilibru dinamic la un altul, mai perfecţionat.

1.5.4. Nivelul biosferei

Nivelul biosferei cuprinde totalitatea biocenozelor, deci totalitatea vieţii pe Pământ, şi funcţionează ca un sistem biologic la scară planetară. Până în prezent nu se cunosc bine legităţile generale de organizare şi funcţionare a acestui sistem.

Biosfera după B. Commoner (1972) este alcătuită din ecosferă (substratul biotic) şi troposferă (substratul abiotic). Integralitatea biosferei se datorează constituirii ciclurilor biogeochimice ca rezultat al conexiunilor dintre părţile ei componente. Anume ciclurile biogeochimice sunt acele mecanisme de autoreglare în biosferă.

1.6. Principiile viului

Lumea vie funcţionează după anumite principii care îi asigură existenţa şi evoluţia. S-au putut descifra cinci asemenea principii de bază: al economiei, simplităţii, preformării, restricţiei, determinismului fizic.

1.6.1. Principiul simplităţii

Simplitatea este principiul dominant în construcţia cromozomilor şi celulelor. Acest lucru nu este surprinzător, de vreme ce simplitatea este deja evidentă la nivel fizic, chimic şi biochimic.

Toţi atomii sunt construiţi din trei tipuri principale de particule: electroni, protoni şi neutroni. Toţi compuşii chimici cunoscuţi, de o impresionantă diversitate, sunt construiţi din ceva mai mult de 100 de elemente şi aceste elemente au derivat dintr-un singur atom mai simplu, hidrogenul. Milioane de proteine sunt construite din numai 20 de aminoacizi principali. Marea diversitate a codificării genetice este determinată de succesiunea doar a patru tipuri de nucleotide.

În regulile sale de bază, nici celula nu poate fi exagerat de complexă, deoarece ea nu ar fi funcţionat sau supravieţuit niciodată atât de mult (peste trei miliarde de ani), dacă ar fi prea sofisticată. Nu este exclus ca într-un viitor nu prea îndepărtat să auzim că organizarea cromozomului şi a celulei pot fi exprimate prin ecuaţii ... chiar foarte simple. Cine s-ar fi gândit la începutul secolului XX că relaţia dintre masă şi energie ar putea fi exprimată cu o formulă de asemenea simplitate cum este aceea atât de cunoscută: $E=mc^2$, în care E este energia, m – este masa şi c – pătratul vitezei luminii. Mai mult, această formulă este variabilă condiţiei prezente într-un atom sau într-o stea. Viaţa, ca şi restul Universului, este copleşitor de simplă în imensitatea complexităţii sale, de altfel ea nu s-ar mai fi produs niciodată!

1.6.2. Principiul economiei

Simplitatea are un bun însoţitor – economia. Principiul economiei este strâns legat de principiul simplităţii în organizarea şi funcţionarea lumii vii. O structură care funcţionează bine este folosită extensiv în loc de a fi create altele noi. În schimbul construirii unei proteine mari prin asamblarea mai multor proteine diferite, în cele mai multe cazuri o singură unitate este repetată de 4 sau de 10 ori, dând naştere unei noi structuri. Aşa sunt construite capsidele virale (învelişul proteinic al virusului), hemoglobinele, imunoglobinele (anticorpii) etc. La virusul mozaicului tutunului (V.M.T.) o singură unitate proteinică cu o secvenţă de 158 aminoacizi este repetată de 2150 de ori, spre a realiza capsida virală.

Simetria atât de comună în lumea vie este un caz particular de economie.

În celulă, aceeaşi unitate membranară este utilizată spre a construi toate organitele. Dar regulile economiei au consecinţe mai adânci, pe măsură ce organismele se dezvoltă. Plantele sunt obligate să folosească ca resurse chimice elementele prezente în lumea minerală, iar animalele sunt obligate să obţină hrana lor fie de la plante (ierbivorele), fie de la animale (carnivorele). Această drastică economie este sursa celui mai crud element al vieţii – unele organisme sunt pur şi simplu obligate să ucidă pentru a trăi! Un univers mai puţin economic decât cel în care trăim poate că ar fi fost un loc mai plăcut pentru a trăi.

1.6.3. Principiul preformării

Acest principiu este evident în lumea vie. Fiecare specie, fiecare organism, fiecare structură, fiecare moleculă par a fi fost formate cu mult mai înainte de a-şi fi asumat vreun rol funcţional şi independent. Aceasta este cauza pentru care naturaliştii secolelor XVIII şi XIX erau uimiţi de succesul formelor de viaţă şi de precizia construcţiei lor. Şi nu există niciun motiv să nu admirăm şi noi azi minunile lumii, numai că acum nu-şi mai au locul explicaţiile simpliste, vetuste, ale naturaliştilor secolelor trecute, privitoare la ordinea lumii vii. Perfecţiunea care subliniază o minune izvorăşte, o ştim astăzi, din preformaţia bazată pe o ordine anterioară. Orice element apare numai dacă a fost format mai înainte, urmând regulile dictate de ordinea moleculară stringentă a nivelului anterior.

Organizarea genelor şi a cromozomilor la eucaroite este de aşa natură încât ele pot experimenta noi soluţii, păstrând totodată pe cele vechi. Dar ele se reproduc pe baza a ceea ce au fost. Niciodată de la construirea lor, la începuturi, o genă, o moleculă de ADN sau un cromozom n-au mai apărut din nefiinţă, adică din nimic. Filozofia antică a surprins strălucit acest adevăr în lapidarul aforism: *Ex nihilo, nihil*!

Reguli după care se desfăşoară preformarea ne scapă în prezent. Dar acesta este un fenomen general. Oul conţine în momentul fecundării cantitatea de ARNm necesară pentru

dezvoltarea iniţială a viitorului organism. Dezvoltarea sa începe rapid, cu mare precizie, deoarece cele mai multe molecule ale sale au fost pregătite cu mult înainte, uneori cu luni şi ani înainte. O femeie care are vârsta de 40 de ani eliberează ovule care au fost pregătite încă de la naştere. În ovulele de amfibieni, ca şi în cele umane, se acumulează o mare cantitate de ARN ribozomal şi alte molecule prin amplificarea genică. Grija mamei pentru progenitură începe de la nivelul molecular!

Multe organe sunt formate şi pregătite cu grijă cu mult înainte de a fi în măsură să funcţioneze. Florile speciilor de brânduşă (*Crocsus*) sau de zambilă (*Hyacinthus orientale*), care ies primăvara, ca şi frunzele de mesteacăn (*Betula*), sau oricare arbore cu frunze căzătoare, care apar tot primăvara, au fost formate în detaliu în timpul toamnei, respectiv al iernii. Când florile apar rapid, dintr-odată, în cele mai multe cazuri, anterele au deja grăuncioare de polen care se dezvoltă încă din toamnă în interiorul bulbului aflat în sol, sau pus la păstrare în cazul lalelelor ori altor bulboase. Cele mai multe diviziuni ale unei frunze au apărut de asemenea în mugure, în cursul lunilor precedente. Frunza devine mare în câteva zile, în special prin expansiune. Aripile adultului unui fluture sunt pregătite dinainte de pupă (crisalidă), fiind complete când iese adultul (imago) din aceasta. Aripile compresate se desfăşoară doar şi se întind într-o structură mai mare în câteva minute, exact cum bobocul de trandafir devine floare în câteva zile.

Preformarea este garanţia continuităţii ordonate. În evoluţia filogenetică a funcţionat de asemenea principiul preformării care nu trebuie confundat cu acela al preformismului opus epigenezei. De exemplu, înainte de apariţia cloroplastelor, a existat deja o cale fotosintetică la bacterii şi cianobacterii. Înainte de a aparea mitocondriile eucariote, procariotele libere posedau deja citocromul c. La nivelul cromozomului eucariot, înainte să apară centromerul, exista deja un protocentromer neindividualizat al cromozomului procariot etc. Ordinea prezentă la nivel molecular, celular şi organismic este deci prestabilită de evenimente precedente.

Principiul preformării este de fapt o aplicare în ontogenie a ceea ce s-a întâmplat în decurs de ere geologice în filogenie şi dovedeşte realitatea posibilă a evoluţiei.

1.6.4. Principiul restricţiei

Un alt principiu în organizarea, funcţionarea şi evoluţia sistemelor biologice este cel al restricţiei. Conceptul prevalent în evoluţia biologică este cel al „complexităţii crescânde" şi cel al „ramificării", al divergenţei, al cladisticii permanente a arborilor filogenetici, conducând la apariţia de forme noi. Înterpretarea evoluţiei presupune dezbaterea ideilor de „progres" şi de „expansiune".

Expansiunea este măsurată în termeni de număr de specii şi număr de indivizi. De fiecare dată când apare o specie nouă, viaţa se extinde, deschizându-şi noi căi ale existenţei sale. Dar totodată apar şi elemente de restricţie.

Înainte de formarea celulelor, în „supa primitivă" apăruseră reacţii chimice, utilizându-se diferite substanţe chimice. Alegerea ADN-ului ca material genetic a produs o restricţie extraordinară în evoluţia ulterioară, deoarece după momentul „deciziei" pentru ca ADN-ul să fie material ereditar, numai organismele bazate pe ADN au putut evolua fiind exclusă orice altă alternativă. Aceasta a fost prima restricţie crucială în biogeneză şi bioevoluţie. Din acel moment toată viaţa a putut evolua numai urmând ceea ce a fost permis de proprietăţile fizico-chimice ale ADN. După John Bernal (1965), invenţia sau descoperirea ADN-ului a fost un punct de cotitură în sens negativ, deoarece a împiedicat evoluţia biochimică ulterioară la acel nivel. Dacă proteinele ar fi fost „alese" ca material genetic, posibilităţile variabilităţii lumii vii ar fi fost incomensurabile, deoarece s-ar fi realizat combinaţii de 20 luate câte 3 şi nu de 4 luate câte 3 (cifra se realizează în codul genetic ADN).

Când ADN s-a asociat cu histonele spre a forma cromozomul eucariotelor, s-a constituit o a doua restricţie majoră, deoarece numai organismelor cu acest tip de cromozomi li s-a permis să se dezvolte ulterior şi să evolueze rapid.

ADN, ARN şi proteinele sunt stringent interdependente, de mai bine de 3,5 miliarde de ani din cercul acesta închis neputându-se elibera niciunul dintre cele trei elemente.

Numărul de cromozomi a fost, de asemenea, un factor limitat. Fiecare grup de animale prezintă numere specifice de cromozomi. De exemplu, mamiferele eucariote au de regulă un număr de cromozomi care variază între 18 şi 24 (număr haploid, n). Dar acest număr optim de cromozomi a creat o anumită restricţie evoluţiei din cadrul grupului. Plantele au cromozomi care de obicei nu au centromerul strict terminal, dar la animale acest tip morfologic de cromozomi este comun. Pentru plante, această caracteristică a cromozomilor a reprezentat o restricţie de bază, deoarece a limitat evoluţia plantelor, nefiind posibile translocaţiile de tip robertsonian (fuziuni centrice), atât de comune la animale.

Poliploidia este foarte frecventă la plante, direcţionând linia principală de evoluţie a organismelor vegetale, evoluţia pe această cale a animalelor fiind supusă principiului restricţiei. Fiecare etapă în evoluţie creează o înnoire, dar totodată închide alte cărări. Alegerea pare a fi în principal determinată de construcţia moleculară şi astfel restricţia este un produs al proprietăţilor atomice ale organismelor, celulelor şi cromozomilor. Încheind metaforic, se poate spune că fiecare floare este născută într-o închisoare, într-o lume a restricţiunilor. Libertăţile sunt produse ale „închisorilor" Terrei!

1.6.5. Principiul determinismului fizic

În lumea vie funcţionează şi principiul determinismului fizic. Atât mediul, cât şi organismele se schimbă permanent. Aceasta determină un proces de interacţiune în care până acum organismele au avut supremaţie, adică au fost capabile de a-şi menţine organizarea şi ordinea lor interioară.

Istoria atomică şi moleculară a ADN, ARN şi proteinelor arată că acestea au provenit ca rezultat al proprietăţilor unice ale carbonului şi apei. De acum încolo nu mai era punct de întoarcere, moleculele de ADN, ARN şi proteine nu pot decât să respecte legile

fizicii şi chimiei care au fost aplicate în construirea lor. Ele sunt prizonierii determinismului fizic care este o parte integrantă a particulelor elementare ce le-au construit. Aceste molecule pot evolua numai pe baza recunoaşterii lor reciproce, după principii fizice, ceea ce a condus la apariţia autoasamblării care stă la baza diferenţei de principiu dintre organismele vii şi maşini. Componentele unei celule se recunosc reciproc pe o cale stringentă şi autoasamblarea lor este inevitabilă, urmând ordinea şi ierarhia. Construcţia unui organism viu se face dinspre interior, spre în afară, organizarea prin recunoaşterea fizico-chimică decizând construirea componentelor celulare.

De îndată ce s-a stabilit ordinea în moleculele de bază ale sistemelor vii, care apar ca fiind în principal dictate de proprietăţile fizico-chimice ale atomilor săi, oricare dintre celelalte evenimente trebuie să respecte această ordine.

Organismul şi prin expresie, specia, au depăşit acţiunea selecţiei datorită organizării sale moleculare rigide şi totodată plastice. Un determinism fizic pare a fi canalizat construcţia vieţii, dictând dezvoltarea şi evoluţia organismelor, lăsând loc pentru inovare numai în cadrul unor tendinţe şi oscilaţii limitate.

Evoluţia biologică este procesul de schimbare ordonată şi de restricţii succesive ce apar ca o consecinţă obligatorie a canalizării atomice inerente construcţiei organismelor, schimbare afectată de confruntarea organismelor cu mediul fizic.

Schimbarea ordonată implică faptul că organismele au suferit modificări, aşa cum atestă datele fosile, fără însă a se fi modificat apreciabil construcţia lor internă. Restricţiile succesive au fost consecinţa faptului că fiecare cale nouă a dezvoltării a generat limitări. Continuarea vieţii s-a realizat implicând doar anumite trăsături cu miliarde de alternative, ceea ce a însemnat o puternică restricţie. Evoluţia biologică pare a urma legile fizicii şi chimiei ca o consecinţă obligatorie a alcătuirii sistemelor biologice.

Canalizarea atomică inerentă construcţiei organismelor decurge din organizarea ADN, ARN şi proteinelor, a cromozomilor

şi a altor organite celulare. Toate aceste edificii moleculare au fost construite dinspre interior, fiecare atom fiind adăugat la cel precedent numai în măsura în care el s-a potrivit fizico-chimic atomilor existenţi anterior sau componentelor moleculare. Autoasamblarea a ghidat construcţia acestor edificii moleculare. Mediul a avut rol în evoluţie, dar se pare că lui i-a revenit un rol secundar. Dacă mediul ar fi avut supremaţie în decizia soartei evoluţiei organismelor, acestea nu s-ar fi format niciodată, deoarece mediul este unul dintre agenţii cei mai puternici generatori de restricţii şi cel mai adesea el este dezorganizator. Viaţa s-a modelat în conformitate cu restricţiile impuse de mediu, dar puterea de a se modela nu a ţinut de mediu (factor inert), ci de viaţă ca factor activ al modelării. Plasticitatea vieţii este într-adevăr extraordinară, de vreme ce ea se desfăşoară de la Polul Sud la Ecuator şi de aici la Polul Nord, în gheţurile antarctice şi arctice, în izvoare termale, în abisurile mărilor şi oceanelor, pe vârful munţilor celor mai înalţi etc.

În biologie, puţine fenomene sunt atât de bine stabilite ca evoluţie, dar puţine sunt atât de puţin înţelese. Aproape orice aspect al biologiei a ajutat la evidenţierea procesului evoluţiei, începând de la evidenţierea fosilelor până la datele recente de hibridare moleculară de ADN. Dar, demonstrarea desfăşurării evoluţiei nu este echivalentă cu demonstrarea că mecanismul său se bazează pe selecţia naturală. Pe când grupul de evoluţionişti Dobzhansky-Stebbins subliniază aspectul modificării frecvenţei genelor în populaţii ce stă la baza procesului evoluţiei, Lima-de-Faria subliniază aspectele de organizare moleculară, pe când primii evidenţiază rolul canalizării moleculare interne, acolo unde ei caută randomizarea, Lima-de-Faria cercetează ordinea şi preorganizarea. La baza vieţii se află canalizarea atomică ce se confruntă cu restul Universului mai puţin organizat. Evoluţia este transformarea ce rezultă din această canalizare şi confruntare atomică.

Evoluţia sistemelor biologice ca specii sau sisteme transspecifice a reprezentat şi reprezintă un grandios proces al naturii

de care se ocupă ştiinţa evoluţiei – Evoluţionismul. Înainte de a vedea câte se ştiu şi câte nu se ştiu despre evoluţia biologică să trecem în revistă cunoscutele şi necunoscutele biogenezei – ale izvoarelor vieţii. Dar despre aceasta vom vorbi în capitolul următor.

Bibliografie selectivă:

1. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
2. **Gheţea, L.G.** *Evoluţionism*. Bucureşti: Ars Docendi, 2008.
3. **Яблоков, А.В., Юсуфов, А.Т.** *Эволюционное учение*. Москва: Высшая школа, 1989.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

1.1. BAZELE EVOLUŢIONISMULUI

1. Rescrieţi şi completaţi spaţiile libere din următoarele propoziţii:

1.1. _____ este ştiinţa care studiază problemele evoluţiei lumii organice.

1.2. Pentru organismele vii sunt caracteristice următoarele particularităţi comune: _____, _____ şi _____.

1.3. Metoda de studiu _____ este limitată din punct de vedere a evoluţionismului, deoarece nu prevede studiul interacţiunii dintre fenomene.

2. Selectaţi răspunsul sau răspunsurile corecte.

2.1. Care dintre următoarele metode de cercetare presupune studiul complex al anumitor structuri sau fenomene?

a) electroforeza
b) metoda sistemică
c) metoda molecular-genetică
d) cromatografia
e) metoda microscopică

2.2. Care dintre autorii enumeraţi era considerat evolutionist?

a) C. von Linne
b) J.B. Lamarck
c) Ch. Darwin
d) A.R.Wallace

2.3. Evoluţia biologică reprezintă:

a) un proces istoric de transformare a lumii
b) proces de transformare saltaţionist
c) transformarea reversibilă a naturii
d) transformarea ireversibilă a naturii
e) trecerea de la o formă mai simplă la una mai complexă de organizare a organismelor

3. Prezentaţi sarcinile evoluţionismului, folosind schema „Piramida”.

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între adaptabilitatea şi istoricitatea evoluţiei biologice, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Adaptabilitatea	Criterii de comparare	Istoricitatea
1.		
2.		
3.		

5. Estimaţi, în baza exemplelor din mediul înconjurător, consecinţele posibile ale:

5.1. dereglării organizării interne la nivelul individului sau biocenozei;

5.2. lipsei principiului economiei sau preformării.

1.2. ORGANIZAREA LUMII VII

1. Definiţi noţiunea de sistem şi numiţi principalele tipuri de sisteme.

2. Prezentaţi schematic nivelele de organizare a viului folosind un exemplu concret (exemplu, „Harta sistematică”).

3. În baza informaţiei obţinute la alte cursuri sau individual, completaţi tabelul sistemelor de semnalizare în lumea vie.

Stimuli / Organisme	Fizici	Chimici	Biologici
Mistreţ			
Albine			
Fazan			

4. Evidenţiaţi cuvintele care nu corespund seriilor prezentate şi argumentaţi de ce le-aţi selectat.

A: celulă; individ; populaţie; biocenoză; biosferă.

B: molecular; celular; tisular; individual.
A.

_____
_____

B.

_____
_____

5. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

5.1. **Da Nu** Nivelul individual reprezintă un nivel de organizare a materiei vii, deoarece la acest nivel sunt exprimate toate particularităţile viului.

_____
_____

5.2. **Da Nu** Sistemele biologice întotdeauna conţin informaţie în surplus, deoarece informaţia transmisă determină adaptarea organismelor la condiţiile de mediu.

_____
_____

6. Prezentaţi urmările tulburării echilibrului dinamic dintr-un ecosistem terestru sau acvatic concret, aplicând metoda *SWOT*.

2. ORIGINEA VIEŢII

Obiective de referinţă:

- Descrierea originii eucariotelor
- Interpretarea succintă a celor mai răspândite teorii despre originea vieţii
- Stabilirea legăturilor dintre diferite grupe de plante şi animale în cadrul evoluţiei biologice
- Argumentarea avantajelor cunoaşterii diverselor teorii ale originii vieţii
- Estimarea consecinţelor poluării mediului înconjurător asupra biodiversităţii vegetale şi animale
- Prognozarea direcţiilor evoluţiei grupelor principale de organisme

2.1. Teorii despre originea vieţii pe Terra

Problema originii vieţii pe Terra este una dintre problemele centrale ale biologiei şi din analiza sa a fost înregistrată de-a lungul timpurilor o permanentă dispută între concepţiile filozofice idealiste şi materialiste.

În acest capitol vom încerca să facem o scurtă prezentare a principalelor concepţii despre originea şi apariţia vieţii pe Pământ, expunând opiniile unor savanţi într-o problemă atât de dezvoltată pe plan mondial.

Teoria generaţiei spontane

Teoria generaţiei spontane a fost enunţată încă din antichitate, dar ea nu s-a bucurat niciodată de încredere în gândirea ştiinţifică. Ea a fost pe rând îmbrăţişată, abandonată, acceptată, dar niciodată ignorată.

Ideea originii vieţii din materia anorganică – *abiogeneză* – ca şi ideea că viaţa ia naştere din materia organică moartă, cum ar fi apariţia viermilor din carnea aflată în descompunere – *heterogeneză* – se încadrează în teoria generală a generaţiei spontane.

În antichitatea greacă a dominat reprezentarea naivă despre originea vieţii cunoscută sub numele de generaţie spontană, ipoteză care admitea că fiinţele vii apar gata formate din materiale nevii: pământ, apă, putregai. Această ipoteză a dăinuit până la mijlocul secolului al XIX-lea şi ea admitea că viaţa apare mereu pe Terra prin geneză spontană din pământ (şerpi, cârtiţe, şoareci), din mâl (raci, broaşte, peşti, crocodili), din resturi organice în putrefacţie (insecte, viermi etc.).

După Descartes – cel mai reprezentativ filozof materialist mecanicist al secolului al XVII-lea – naşterea spontană a fiinţelor vii ar fi un proces de autoconstituire a unei maşini, fără intervenţia unui principiu spiritual, a unei forţe supranaturale.

Ideea vitalistă, pe de altă parte, vedea o dihotomie între materia organică şi materia anorganică, excluzând în mod clar ideea abiogenezei. Newton, Harvey, Descartes şi von Helmont au acceptat heterogeneza, fără a-şi pune întrebări. Ideea heterogenezei a fost înlăturată aproape simultan cu publicarea lucrării lui Darwin, în 1859, *Originea speciilor*.

Încercări de a respinge ideea autogenezei vieţii au fost întreprinse şi pană la Ch.Darwin, unele cu succes, iar altele mai puţin reuşite. În anul 1668 medicul şi naturalistul italian **Francesco Redi**, acoperind carnea cu ţesătură fină de muslin, astfel că muştele nu-şi pot depune ouăle pe ea, a demonstrat că în aceste condiţii carnea nu mai face „viermi”. Heterogeneza a fost definitiv respinsă, prin celebrele experienţe efectuate de **Louis Pasteur**, în secolul al XIX-lea, cu vase cu „gât de lebădă”, în care a pus lichid nutritiv sterilizat. Prin gâtul în formă de S, deşi vasul era lăsat neastupat, nu mai puteau intra germeni microscopici şi în mediul de cultură nu mai apăreau microorganisme. Astfel, s-a demonstrat că acestea nu apar prin generaţie spontană, ci, existând pretutindeni în aer, apă, sol, se dezvoltă acolo unde au condiţii prielnice. În 1864, L. Pasteur spunea profesorilor de la Sorbona: „Doctrina generaţiei spontane nu îşi va mai reveni niciodată de pe urma loviturii mortale dată de acest experiment simplu”.

Ideea de abiogeneză s-a conturat în mintea lui Darwin, la 1871, când într-o scrisoare a făcut următoarea afirmaţie: „S-a spus adesea că acum există toate condiţiile pentru producerea unui prim organism viu, condiţii care se poate să fi existat dintotdeauna. Dar dacă (şi o, ce mare dacă!) am putea concepe că în vreun bazin mic, cu tot felul de săruri de amoniu şi fosfaţi, cu lumină, căldură, electricitate etc. s-ar forma în mod chimic un produs proteic, gata să sufere transformări şi mai complexe, în zilele noastre un asemenea compus ar fi devorat sau absorbit în mod instantaneu, fapt care nu s-ar fi putut întâmpla înainte de a se fi format creaturile vii".

Dihotomia dintre materia organică şi cea anorganică a fost abolită, datorită şcolii de gândire reducţionistă care susţinea că materia vie nu are în sine forţe vitale autonome. Această gândire reducţionistă şi-a bazat interpretările pe două descoperiri importante legate de înţelegerea materiei şi energiei. Prima se referă la sinteza ureii realizată de Wohler în 1828, aceasta fiind prima substanţă organică sintetizată în laborator, iar cea de a doua referindu-se la dezvoltarea conceptului de conservare a energiei. S-a judecat astfel: dacă toate energiile implicate într-o reacţie pot fi cuantificate şi nu rămâne nimic, atunci nicio forţă vitală (care se credea că este un fel de energie) nu este necesară în reacţie. Prin aceste descoperiri, pentru punctul de vedere reducţionist, s-a îndepărtat o barieră majoră din calea conceptului de abiogeneză. După înţelegerea naturii atomice a materiei s-a putut elabora o teorie modernă a abiogenezei. Dar a urmat o lungă perioadă de tăcere, până când, în 1924, biochimistul rus A.I. Oparin a reluat conceptul abiogenezei, sugerând că aranjamentele moleculare complexe şi funcţiile sistemelor vii au evoluat din molecule mai simple care au existat dinainte pe pământul primitiv, lipsit de viaţă. Această afirmaţie a însemnat iniţierea teoriei moderne a evoluţiei chimice.

Teoria evoluţiei biochimice

Viaţa aşa cum apare ea pe Pământ este rezultatul unui lung proces de evoluţie. Ea apare ca o formă de mişcare şi organizare a materiei vii, prin constituirea sistemelor biologice în forma lor cea

mai elementară. Mişcarea biologică este rezultatul organizării spaţio-temporale a acestor sisteme. Organizarea lor este de aşa natură, încât face posibilă îndeplinirea unor funcţii al căror ansamblu reprezintă esenţa fenomenului vieţii caracterizată prin autoconservare, autodezvoltare, autoreglare şi autoreproducere.

Îndeplinirea acestor funcţii este rezultatul unor complexe interdependenţe structural-funcţionale ce se realizează în cadrul sistemelor biologice între diferitele substanţe. Cele mai importante substanţe ce intră în alcătuirea sistemelor biologice sunt compuşii carbonului: glucide, lipide, proteine, acizi nucleici. Rolul cel mai important în îndeplinirea funcţiilor sistemelor biologice revine interdependenţei dintre acizii nucleici şi proteine. În explicarea originii vieţii trebuie pornit de la cercetarea modului de apariţie şi de evoluţie a compuşilor carbonului, aceasta fiind ideea centrală a ***ipotezei A.I. Oparin – J.B.S. Haldane.*** Momentul apariţiei sistemelor biologice este reprezentat de constituirea programelor genetice.

În cadrul sistemului solar compuşi ai carbonului au fost identificaţi în atmosfera mai multor planete. Astfel, metanul a fost identificat pe Jupiter, Saturn şi un satelit al lui Saturn. Apariţia acestor hidrocarburi s-a realizat pe cale abiogenă, prin evoluţia naturală a materiei anorganice.

Substanţele organice identificate în meteoriţi au fost sintetizate pe cale abiogenă şi sunt lipsite de activitate optică, pe când substanţele organice de ordine biogenă au activitate optică rotind fie spre stânga (levogire), fie spre dreapta (dextrogire) planul de polarizare a luminii. Porfirinele sunt atât în meteoriţi, cât şi în organismele vii, fără activitate optică.

În evoluţia compuşilor carbonului pe Pământ se disting două etape:

1) apariţia moleculelor organice simple;

2) apariţia substanţelor organice macromoleculare.

Planetele sistemului solar, incluzând Pământul, s-au format în jurul unor neomogenităţi realizate prin concentrarea gazelor şi a prafului cosmic ce formau nori de gaz rece, planetele fiind deci

iniţial reci. În evoluţia atmosferei Pământului au existat mai multe faze. În prima fază temperatura era scăzută, atmosfera primitivă era alcătuită din H şi He şi, probabil, Neon. În a doua fază se produce încălzirea treptată a Pământului la peste 100^0C, prin eliberarea energiei gravitaţionale şi datorită radioactivităţii naturale. Erupţiile vulcanice fac posibilă eliberarea de gaze – exogazarea – din părţile lichefiate ale scoarţei. Începe degajarea de CO_2, N_2 şi CH_4. Vaporii de apă produşi prin exogazare, când temperatura a scăzut sub 100^0C, alcătuiesc 90% din atmosfera primitivă a Pământului. Restul de 10% reprezintă CO_2, H_2SO_4, HCl, CO, N_2, CH_4. În cea de a treia fază, care începe odată cu scăderea temperaturii sub 100^0C, are loc condensarea vaporilor de apă cu formarea oceanelor, mărilor, lacurilor şi râurilor. Scade cantitatea de apă din atmosferă. Fiind uşor solubili în apă, CO_2 şi SO_2 trec în aceasta, astfel că în atmosferă creşte concentraţia de H_2, CO şi CH_4 care sunt greu solubili în apă. Atmosfera primară a Pământului are astfel un pronunţat caracter reducător. Biochimistul englez J.B.S. Haldane se pare că a fost primul care a apreciat că atmosfera reducătoare – adică lipsită de oxigen – a fost o necesitate pentru apariţia vieţii din materie organică nevie.

Sub influenţa descărcărilor electrice se formează în această atmosferă amoniacul – NH_3 – care, de asemenea, se dizolvă în apă. Cele patru elemente esenţiale ale vieţii H, O, C şi N se aflau în această fază sub forma a trei compuşi: H_2O, CH_4 şi NH_3. Exista, de asemenea, azot molecular (N_2). În lipsa oxigenului atmosferic nu ar fi existat ozonul de la altitudinile înalte, care să blocheze cea mai mare parte a radiaţiilor UV emise de soare. Oxigenul atmosferic ar fi distrus substanţele organice sintetizate, cum de altfel şi radiaţia UV neecranată de ozon ar fi avut acelaşi efect. Ozonul a rezultat din oxigen molecular supus puternicelor descărcări electrice.

Sub acţiunea descărcărilor electrice, a razelor UV şi a radioactivităţii Pământului s-au sintetizat substanţe organice simple, precum: glucide, glicerină, acizi graşi, aminoacizi, baze azotate purinice şi pirimidinice.

Confirmarea directă a ipotezei originii abiogene a substanţelor organice de pe Pământ, ca rezultat al evoluţiei materiei anorganice, este adusă de aşa-numitele experienţe de simulare – cercetări experimentale prin care se reproduc în laborator condiţiile atmosferei primitive a Pământului, întreprinse pentru prima dată de **Stanley L. Miller** în 1953, pornind de la ipoteza lui A.I. Oparin privind alcătuirea atmosferei primitive. S-a simulat astfel atmosfera primară ca fiind alcătuită din 13% H_2, 26% CH_4, 26% NH_3 şi 35% vapori de apă. Ea a fost supusă descărcărilor electrice. Se constată că în faza lichidă, ca şi în cea gazoasă, apare un amestec format din: CO, CO_2, N_2, acid cianhidric, acid formic, aldehidă formică, grăsimi, acid acetic, uree şi numeroşi aminoacizi, precum: glicocol, alanină, acid glutamic, asparagină etc. Acidul cianhidric şi aldehida formică sunt primii produşi sintetizaţi sub acţiunea descărcărilor electrice. Sinteza acestor substanţe organice nu are loc în prezenţa oxigenului, ceea ce confirmă ipoteza atmosferei primitive reducătoare. În alte experienţe similare s-au obţinut şi alţi aminoacizi, iar **Cyril Ponnamperuma** a obţinut şi baze azotate purinice şi pirimidinice, în urma iradierii amestecului respectiv cu electrioni cu o energie apropiată de radioactivitatea naturală a razelor cosmice. Prin iradiere cu UV sau raze X a soluţiei de aldehidă formică se obţin pentozele, riboza şi deoxiriboza. Sub acţiunea UV asupra unei soluţii de adenină, riboză şi compuşi fosforici s-au obţinut AMP care se ştie că este „acumulatorul" universal de energie în sistemele biologice. S-au obţinut şi catene nucleotidice, pe aceeaşi cale neenzimatică.

În concluzie, în apele Pământului primitiv, pe cale abiogenă, au putut fi sintetizate substanţe organice cu moleculă relativ simplă din care, în a doua etapă, au putut fi sintetizate substanţe organice macromoleculare care au precedat nemijlocit apariţia primelor sisteme biologice – protobionţii.

Locul apariţiei acestor substanţe macromoleculare ordonate de tipul proteinelor şi acizilor nucleici pare a fi fost, după toate probabilităţile, apele stătătoare de mică adâncime sau învelişurile rocilor detritice. Cel mai probabil loc de apariţie a substanţelor

macromoleculare pe cale biogenă a fost reprezentat de ape de mică adâncime, cu fund de nămol, cuprinzând argile aluminosilicoase şi cristale de hidroxid de fier care puteau juca rolul unor catalizatori anorganici, pe substraturi solide putându-se realiza concentrarea şi totodată ordonarea moleculelor mici, regularitatea structurilor organice fiind impusă de regularitatea structurilor cristaline ale substanţelor anorganice.

S.Fox a putut obţine copolimeri de acid aspartic şi acid glutamic, utilizând pentru polimerizare, ca sursă de energie, căldura. Aceşti copolimeri cu masa moleculară de 5 000-25 000 daltoni s-au numit *protenoizi*, ei având multe însuşiri ce le apropie de proteine. Fox a obţinut, de asemenea, structuri ordonate, fără ajutorul vreunui substrat ordonat, ordinea fiind determinată chiar de structura şi funcţiile proprii ale aminoacizilor implicaţi.

Un moment hotărâtor în apariţia sistemelor vii l-a reprezentat apariţia însuşirii de autoreproducere, în forma ei cea mai elementară, la nivel molecular. Autoreproducerea este o însuşire esenţială, definitorie a sistemelor biologice şi este rezultatul unor complexe interdependente srtuctural-funcţionale dintre acizii nucleici şi proteine, realizate în cadrul proceselor de metabolism.

Apariţia primelor organisme a anulat posibilitatea reapariţiei vieţii în forma sa iniţială, heterotrofia protobionţilor „sărăcind", şi-n cele din urmă epuizând, componentele „supei organice" a oceanului primar, astfel că ei au fost obligaţi să recurgă la hrănirea cu alţi protobionţi, devenind astfel consumatori.

Odată apărută, viaţa a urmat calea unei evoluţii complexe, cu cele mai neaşteptate diversificări realizate prin mutaţie, recombinare şi adaptare, ca urmare a acţiunii selecţiei naturale. Dar, din momentul apariţiei sale, viaţa a fost continuă pe Terra, necunoscându-se era geologică lipsită de viaţă, oricât de vitrege ar fi fost condiţiile oferite. Supravieţuirea s-a realizat prin transformare progresivă, adică prin evoluţie.

Viaţa a apărut ca un proces caracteristic complexelor de substanţe macromoleculare, cu un anumit grad de organizare şi de

interacţiune. Ea nu ar fi putut apare la nivelul unor macromolecule izolate, de proteine sau acizi nucleici, pentru simplul motiv că nu există molecule vii, nu există o substanţă chimică vie. În forma sa elementară, viaţa este modul de existenţă a unor sisteme deschise macromoleculare, capabile de autoreproducere şi autoreînnoire.

Problema evoluţiei celulelor vii din materia lipsită de viaţă poate fi divizată în 5 etape:

1) formarea planetei cu gaze în atmosferă, ce au putut servi ca materiale de construcţie a vieţii;

2) sinteza monomerilor biologici, precum aminoacizi, baze azotate organice, zaharuri şi acizi graşi ca materiale de construcţie (cărămizile vieţii);

3) polimerizarea monomerilor în polimeri: proteine primitive, acizi nucleici primitivi, polizaharide, lipide într-un mediu acvatic în care polimerizarea este favorizată termodinamic;

4) segregarea, adică izolarea, respectiv secluziunea, desprinderea de mediu a picăturilor organice din supa fierbinte de tip Haldane-Oparin şi constituirea lor ca protobionţi cu o chimie şi identitate proprie;

5) dezvoltarea unui tip de maşinărie chimică de reproducere care să asigure celulelor fiice toate capacităţile chimice şi metabolice ale celulelor parentale.

Evoluţia aparatului genetic este etapa din evoluţia vieţii pentru care există modele de laborator. Nu se ştie cum arată un asemenea aparat în forma sa primitivă, aparatul genetic la sistemele biologice actuale fiind extrem de complex, oricât de primitiv sau simplu ar fi sistemul biologic considerat, astfel întrucât este greu de admis că un asemenea aparat genetic a putut apărea dintr-odată. Aparatul genetic a luat naştere sub forme organizatorice mai simple şi el a suferit în cursul evoluţiei o permanentă complexificare.

În concepţia actuală, în miezul problemei biogenezei stă procesul prin care s-a realizat colinearitatea foarte riguroasă dintre secvenţa de nucleotide din acizii nucleici şi secvenţa de aminoacizi din catenele polipeptidice, ceea ce înseamnă geneza codului genetic.

O primă abordare a acestei probleme este introducerea conceptului „accidentului înghețat”, de către F.H.C. Crick, după care potrivirea de codoni (triplete de nucleotide) – aminoacizi a fost produsul întâmplării, dar care s-a dovedit a fi de la început atât de eficientă, atât de exactă, că a fost păstrată ca atare, fiind reprodusă cu exactitate de către sistemele primare autoreproducătoare, de-a lungul întregului timp al evoluţiei biologice.

S-a enunţat ipoteza construirii mai multor tipuri de coduri genetice, inclusiv codul genetic cu dublete – codoni formaţi din combinarea a câte două nucleotide, dar se pare a fi mai plauzibilă ipoteza biochimistului japonez F.Egami, enunţată în 1979, potrivit căreia bazele azotate din nucleotidele acizilor nucleici au fost sintetizate simultan şi coordonat, pe căi sintetice comune, cu aminoacizii pe care au ajuns să îi poziţioneze în această catenă.

În supa organică primitivă aminoacizii au fost sintetizaţi succesiv, derivând unii din alţii, pe patru căi sintetice distincte, căi ce s-au intricat cu cele patru căi sintetice distincte pe care au apărut nucleotidele din ARN.

Apărând simultan, bazele azotate purinice şi pirimidinice, pe de o parte, şi aminoacizii, pe de alta, atunci nu se mai pune întrebarea cine a apărut mai întâi, acizii nucleici sau proteinele?

În sistemele biologice actuale sunt 20 de aminoacizi principali ce intră în structura proteinelor şi 61 de triplete sens (adică codificatoare) ale acestor 20 de aminoacizi.

O clasificare a celor 20 de aminoacizi, după numărul crescând de atomi de carbon din moleculele lor şi după baza azotată predominantă în codonii care specifică aminoacizii corespunzători, a permis aranjarea lor în două grupe de bază, una în care predomină în codoni bazele azotate purinice (adenina şi guanina) şi alta în care predomină bazele azotate pirimidinice (uracilul şi citozina). Fiecare din aceste grupări se pot divide în alte două subgrupe, o grupă a guaninei, în care punctul de plecare al căii de sinteză a aminoacizilor este glicina ce are doi atomi de C (obţinută din precursori mai simpli cu un singur atom de C şi unul de azot, prezenţi în atmosfera

primitivă), după care urmează alanina şi serina (cu câte trei atomi de C), acidul aspartic (cu 4 atomi de C) etc. Sinteza subgrupei adeninei începe cu glicina din care derivă acidul α-aminobutiric cu 4 atomi de C. Prin adiţie pot rezulta compuşi cu 6 atomi de C.

În grupa bazelor azotate pirimidinice se începe cu compuşi de tip uree şi compuşi cu câte trei atomi de carbon. În subgrupa uracilului, sinteza aminoacizilor începe cu adiţia de compuşi cu căte trei atomi de carbon, iar în subgrupa citozinei punctul de plecare este un compus cu cinci atomi de carbon, probabil acidul α-aminopentanoic. În codonii care specifică aceşti aminoacizi predomină bazele azotate pirimidinice (uracilul şi citozina).

Deşi oferă o explicaţie comodă şi este susţinută de unele date, ipoteza lui Egami are şi unele lacune. Astfel, ea nu poate explica de ce cisteina, arginina şi serina figurează în ambele grupe de baze azotate – aminoacizi şi nu rezolvă problema metioninei şi triptofanului despre care, neîncadrându-se în una sau cealaltă grupă, se speculează că au fost sintetizaţi mai târziu şi au fost incluşi în proteine, după apariţia codului genetic.

Există deci ideea că acizii nucleici şi proteinele au apărut în paralel. Cataliza enzimatică şi replicarea ADN-ului sunt atât de strâns interdependente în celulele vii, că este greu să ne imaginăm cum a arătat un sistem mai simplu, dar, după cum aprecia J.D. Bernal, imaginea „moleculei solitare de ADN pe ţărmul unei mări primitive, generând restul vieţii a fost propusă cu ceva mai puţină plauzibilitate decât aceea a lui Adam şi Evei în grădina Paradisului”.

Niciuna dintre încercările făcute până acum nu poate explica convingător această potrivire naturală dintre secvenţa de aminoacizi din proteine şi secvenţa de nucleotide din acizii nucleici care a putut exista înainte de apariţia maşinăriei actuale de traducere genetică ce implică existenţa ARNt, a ribozomilor şi a enzimelor de încărcare (aminoacizii-ARNt-ligaze sau aminoacil-sintetaze).

Asocierea acizi nucleici-proteine a generat maşinăria de transcriere genetică complexă şi de traducere a mesajului genetic

existentă în toate sistemele celulare actuale. Dobândind un aparat de replicare, unul de transcriere şi altul de traducere, protobionţii s-au putut reproduce, păstrându-şi toate capacităţile biochimice dobândite în lunga evoluţie de la macromolecule la viaţă.

Mesajele genetice transmise de la părinţi la descendenţi protobiontici erau uşor alterate, bruiate, de către radiaţia ionizată atât de puternică pe pământul primitiv, ca şi de către alţi agenţi ai diversificării. Urmare tocmai a apariţiei acestei variabilităţi, a selecţiei naturale care, aşa cum a fost el conceput de către Charles Darwin şi Alfred Russel Wallace, a acţionat pe principiul supravieţuirii variantei celei mai apte, principiul eroare-eliminare, variantă favorabilă, utilă, eficienţă-păstrare, promovare, perpetuare, generalizare.

Chiar dacă teoria biogenezei (evoluţiei biochimice) este îmbrăţişată de foarte mulţi savanţi, aceasta nu înseamnă că şi ea nu are anumite puncte vulnerabile. Printre ele pot fi menţionate:

- Posibilitatea sintezei substanţelor organice în condiţii extremale;
- Dominaţia formelor L de aminoacizi;
- Prioritatea proteinelor sau a acizilor nucleici;
- Rolul genetic al acizilor nucleici (ARN/ADN);
- Interdependenţa dintre proteine şi ADN (codul genetic);
- Etc.?!

Fragilitatea şi sărăcia argumentaţiei experimentale predispun teoriile biogenezei la vulnerabilitate. Pentru a deveni credibile, pentru a fi tari în adevărurile afirmate, este necesară o mult mai largă interferenţă a ştiinţelor. Criza evoluţionismului actual, incluzând şi teoria biogenezei, este nu atât o criză conceptuală, cât una experimentală. Asemenea criză va putea fi depăşită printr-o nouă sinteză.

Teoria panspermiei

Termenul „panspermiei" a fost propus de filosoful antic Anaxagoras. L.Buffon vorbea în sec. al XVIII-lea despre circulaţia în spaţiu a „embrionilor de viaţă".

Această teorie include două ipoteze:

a) ipoteza cosmozoizilor (litopanspermiei) susţine că germenii au fost transportaţi cu ajutorul meteoriţilor;

În meteoriţii analizaţi (Orgueil, Kaba ş.a.) au fost descoperite hidrocarburi, acizi aromatici, acizi graşi, aminoacizi (17), hidraţi de carbon (manoza, glucoza), compuşi azotaţi ciclici (adenina, guanina). Unii savanţi (Ch. Lipman, M. Calvin) consideră că aceşti compuşi sunt de origine biogenă, alţii (V. Vernadski, A.I. Oparin, J. Haldane) – abiogenă.

b) ipoteza rodiopanspermei (Svante Arrhenius) susţine că viaţa a apărut prin transportarea germenilor vieţii din corpurile cereşti dotate cu viaţă.

Crick şi Orgel (1973) consideră că viaţa ar fi apărut pe o planetă mai veche care a beneficiat de condiţii favorabile, iar Pământul a fost „însemânţat cu forme vii elementare de către unele fiinţe inteligente". În adeverirea acestei ipoteze se propune universalitatea codului genetic şi timpul comparativ scurt între formarea pământului şi apariţia cianobacteriilor.

Până în prezent nu există dovezi materiale privind existenţa vieţuitoarelor pe alte corpuri cereşti, în afara planetei noastre. Nu este exclusă probabilistic existenţa vieţii, pe acele planete din Univers, unde sunt întrunite condiţiile minime necesare vieţii.

Datele actuale de astrofizică şi cosmobiologie arată că numai pe Pământ, în cadrul sistemului nostru solar, există forme organizate de viaţă. Celelalte planete nu oferă condiţii pentru existenţa acesteia.

Luna, cel mai bine studiat corp ceresc, călcat şi de paşii omeneşti, şi pe care s-au trimis staţii automate care au aselenizat lin, are suprafaţa acoperită cu roci bazaltice şi ultrabazice. Sub acţiunea variaţiilor de temperatură şi a bombardamentelor cu protoni solari şi raze UV acestea sunt fărâmiţate şi transformate în granule, rezultând un praf slab corosiv care acoperă suprafaţa Lunii, pe adâncimi variabile.

Deşi elementele chimice din rocile lunare sunt cam aceleaşi din cele terestre, ele diferă de acestea din urmă, deoarece apare o proporţie neobişnuit de mare de titan, zirconiu şi crom, precum şi o

deficienţă în metale alcaline (sodiu, potasiu, rubidiu). Pe această bază, s-a respins ipoteza desprinderii Lunii din Terra. Vârsta Lunii este de 3-4 miliarde de ani. Meteoriţii şi activitatea vulcanică modelează relieful lunar. La adâncimea de câţiva metri de la suprafaţă, temperatura este constantă, de circa 30^0C. Sub această adâncime ar exista un strat de gheaţă – apă în stare solidă.

Masa relativ mică şi forţa gravitaţională scăzută (de circa 6 ori mai mică decât cea de pe Pământ) fac ca Luna să nu poată reţine gazele şi în consecinţă să nu aibă atmosferă, ceea ce determină marea variaţie a temperaturii (-170^0C / +100^0C), înregistrate la suprafaţă.

Substanţele organice identificate în probele de praf lunar aduse de staţia Apollo-II sunt probabil contaminanţi tereştri. Ele au fost de 30 şi 126 părţi la milion. Este concluzionat că pe Lună condiţiile sunt incompatibile cu existenţa vieţii.

Marte întruneşte mai multe condiţii necesare vieţii. Pe suprafeţe întinse se află oxizi de fier, pulverizaţi, dintre care goethitul conţine apă de cristalizare, ceea ce ar putea reprezenta o sursă de apă pentru microorganisme. El absoarbe puternic radiaţia UV, ceea ce ar putea proteja eventualele fiinţe vii. Dar Marte are condiţii climaterice severe:

- temperaturi maxime la ecuator: la sol - 27^0C; la poli - 87^0C;

- presiunea atmosferică 65 mm coloană de Hg, deci sub 1/10 din cea a Pământului;

- vânturile ating viteza de 180 km/oră şi generează furtuni violente de praf. Atmosfera marţiană conţine azot, CO_2, argon, foarte puţină apă, deasupra craterelor vulcanice se formează nori cu vapori de apă. La poli se află straturi de gheaţă groase de mai mulţi metri. Atmosfera marţiană pare a nu conţine oxigen. Clima marţiană este foarte severă (rece, aridă) cu o atmosferă rarefiată. Teoretic ar putea exista unele forme de viaţă, de tipul unora dintre cele terestre. Nu este posibilă existenţa unor forme evoluate de viaţă.

Venus are la suprafaţă 300-330^0C, până la 700^0C acolo unde insolaţia este directă, ceea ce exclude posibilitatea prezenţei apei în stare lichidă. Pe munţii înalţi, temperatura este sub 100^0C. Planeta este acoperită de nori care au cristale de apă în partea superioară şi

picături de apă în cea inferioară, precum şi CO_2, şi, probabil, azot şi oxigen. Deci, pe munţi şi la baza norilor ar putea exista forme de viaţă comparabile cu cele inferioare de pe Terra.

Mercur – temperatura variază între 120^0C şi peste 400^0C în cursul unei zile. Presiunea atmosferică este foarte mică, comparativ cu cea terestră. Planeta Mercur nu oferă condiţii pentru nicio formă terestră de viaţă.

Jupiter – masa mare a planetei reţine practic toate gazele. Atmosfera sa conţine H_2, He, CH_4 şi NH_3. Temperatura norilor este de -70^0C. Vaporii de apă nu pot părăsi planeta; deci Jupiter are apă, deşi ea nu a fost decelată. Sub nori apa apare sub formă de gheaţă. La suprafaţa planetei apa şi amoniacul se pot afla sub formă lichidă. Mediul reducător este asemenea celui de pe Pământ, în atmosfera sa primară, ceea ce face posibile procese moleculare, premergătoare apariţiei vieţii.

Saturn, Uranus, Neptun şi ***Pluton*** sunt foarte puţin cunoscute, dar este exclusă posibilitatea existenţei vieţii sub forma sub care aceasta se află pe Pământ.

Condiţiile obligatorii pentru existenţa vieţii sunt:

1 – o anumită masă a planetei care să permită existenţa atmosferei cu o anumită compoziţie;

2 – o anumită temperatură şi o anumită presiune atmosferică;

3 – evoluţia atmosferei de la reducătoare la oxidantă;

4 – protecţie faţă de radiaţia cosmică şi în speţă UV;

5 – prezenţa apei lichide.

După cunoştinţele actuale, doar Terra îndeplineşte aceste condiţii sine qua non ale existenţei vieţii.

Teoria cuantelor

Această teorie interpretează idealist identificarea întâmplării cu indeterminismul.

După **Pascual Jordan** „viaţa organică se desprinde de forme anorganice, nu ca ceva ce a apărut în virtutea necesităţii cauzale supuse previziunii, ci ca ceva ce am putea numi întâmplare, salt cuan-

tic, individual şi izolat". P. Jordan afirmă (1956) că „originea vieţii este procesul în care şi-a găsit expresie libertatea creatoare".

Această teorie nu se bazează pe fapte reale şi reprezintă o mistificare a biologiei.

Teoria ţintei

Teoria dată susţine afirmaţia că procesele biologice sunt efecte ale radiaţiilor penetrante, ce nu au direcţie statistic determinată.

Datorită cercetărilor biofizice s-a stabilit că anumite efecte izolate, ce ţin de fizica cuantică, au un rol hotărâtor în desfăşurarea unor procese din lumea vie. Dar nu putem, în cele din urmă, afirma că procesele cuantice, elementare şi izolate joacă un rol definitiv în sistemele vii cu o înaltă complexitate.

Teoria biostructurii

Această teorie a fost elaborată de savantul român **E. Macovschi** în 1958.

Conform ei o parte din substanţele protoplasmei vii prezintă o structură specială, caracteristică numai materiei vii, numită biostructură, iar cealaltă parte a substanţelor este formată dintr-o soluţie intraplasmatică. Moleculele integrate în biostructură îşi pierd specificul lor, formând structuri caracteristice viului. Odată cu moartea protoplasmei vii biostructura se distruge. Soluţia intraplasmatică este alcătuită din apă şi substanţe dizolvate în ea. În apă au loc reacţiile biochimice.

Cele două formaţiuni ale protoplasmei se întrepătrund, materia biostructurală reprezentând o masă cu aspect spongios, străbătută de spaţii infracapilare anastomozate, iar soluţia intraplasmatică – furnizor de molecule şi energie pentru biostructură.

În adeverirea teoriei date pot fi aduse rezultatele ultramicroscopice obţinute de K. Poter, J. Wolesewich şi J. Tuker (1981) asupra structurii microreticulare a substanţei citoplasmatice.

Teoria biosintezei „la rece"

Savanţii români **J.C. Simionescu** şi **F. Denes** (1980), oferind dovezi experimentale, presupun că viaţa a putut apărea nu în mediul apos, ci pe suprafeţele reci ale gheţurilor oceanelor sau cristalelor de gheaţă din atmosferă. (Idei asemănătoare au fost înaintate de S. Miller şi L.E. Orgel în 1973.) În aceste condiţii din produşii primari (NH_3, CH_4, H_2O) se sintetizează protobiopolimeri, apoi biopolimeri, care, la rândul lor, degradează în monomeri. Compuşii obţinuţi prin autoasamblare formează protocelulele.

Teoria absorbţiei

Formulată de **M. Katschaiski** (Israel), teoria absorbţiei presupune că apariţia vieţii a fost posibilă datorită prezenţei în mediu a unor minerale speciale (*montmorilomit*). Aceste minerale, manifestând proprietăţi catalitice, favorizează desfăşurarea reacţiilor de sinteză, absorbţia compuşilor organici şi chiar selecţia lor în prezenţa factorilor defavorabili.

Teoria caracterului primordial al protoproteinelor

Până în prezent există o dispută permanentă asupra naturii primelor substanţe organice apărute prin sinteză abiogenă.

Done (1983) propune ca purtător al informaţiei protogenetice proteinele iniţiale (protoproteinele). El consideră că anume protoproteinele au fost primele substanţe informaţionale, ce au determinat evoluţia biologică ulterioară.

Teoriile genotipului

Caracteristica generală a teoriilor genotipului, reunite de **Barbieri** (1983), constă în evidenţierea caracterului primordial al ADN-ului. Viaţa conform teoriilor date a apărut odată cu apariţia abiotică a uneia sau mai multor gene. Datorită lor a fost posibilă codificarea procesului de creştere şi multiplicare.

Autorii acestor teorii susţin ideea despre posibilitatea existenţei în trecut a vieţii în lipsa proteinelor, doar datorită ADN-ului primitiv

(perioada polinucleotidelor) care pot suferi mutaţii sub acţiunea factorilor fizici (razelor ultraviolete).

Teoria lui Monod

J. Monod (1971) susţine că evoluţia precelulară a trecut prin trei faze succesive:

1. formarea de nucleotide şi aminoacizi (din constituenţi chimici ai organismelor vii);

2. formarea unor molecule capabile de replicare (asemănătoare ADN-ului actual);

3. formarea celulelor primitive.

După J.Monod elucidarea originii codului genetic şi mecanismelor realizării informaţiei codului genetic rămâne o problemă majoră.

Teoria ribotipului

Fondatorul teoriei ribotipului **Barbieri** (1981) consideră că viaţa a apărut pe Pământ odată cu strămoşii ribotipurilor actuale şi a evoluat trecând:

– *etapa precelulară* (apariţia ribozomilor (din ARN sau ribonucleoproteine), nucleozidelor (cuacervate de ribozoizi) şi heterozoidelor (nucleozizi membranari „contaminaţi" cu ADN));

– *etapa protocelulară* (mărirea greutăţii moleculare a ribozomilor şi formarea procariotelor şi microeucariotelor) şi

– *etapa celulară* (formarea din procariote a arhebacteriilor şi eubacteriilor, iar din microeucariote – a eucariotelor, prin evidenţierea mitocondrilior şi cloroplastelor).

Teoria progenotului

Conform acestei concepţii (**Sogin**, 1972; **Fox** şi **Woese**, 1980) toate organismele actuale au o origine monoancestrală, ancestorul universal fiind *progenotul* – structură ipotetică cu organizare primitivă, mai simplă ca celula procariotă actuală. În progenot informaţia era determinată de acizii ribonucleici.

De la progenot pornesc două linii primare evolutive ce duc la apariţia arhebacteriilor şi eubacteriilor, la care se adaugă apoi linia evoluţiei eucariotelor.

Teoria progenotului presupune că fiecare organism păstrează în sine sub formă de macromolecule informaţionale (*semantide* – ADN, ARN, proteine) calea istorică a organismului respectiv.

Teoria creaţionistă

Conform acestei teorii viaţa a fost fondată de o forţă supranaturală într-un anumit timp şi într-o anumită succesiune de evenimente.

După calculele arhiepiscopului **Asher** din Irlanda (1650) viaţa a apărut în octombrie 4004 până la era noastră.

La baza acestei concepţii se află adevărul teologic absolut, care, bineînţeles, nu necesită dovezi experimentale şi trebuie acceptat întocmai.

2.2. Principiile evoluţiei moleculare şi celulare

Cel mai surprinzător aspect al evoluţiei vieţii pe Pământ este rapiditatea cu care aceasta s-a realizat. La două miliarde de ani de la formarea planetei noastre apăruse deja unele forme primitive de viaţă. Pentru apariţia celulei eucariote a fost necesar un timp dublu. Etapa scursă de la formarea materiei organice nebiologice la apariţia vieţii pare a fi fost mai uşoară decât s-ar fi aşteptat, pe când trecerea de la procariotele unicelulare la organismele eucariote, pluricelulare, pare a fi fost mai dificilă, dar acest proces este mai bine înţeles.

Problema apariţiei primelor sisteme biologice nu a fost însă deplin lămurită de biologia contemporană. La capătul unei evoluţii chimice îndelungate a materiei anorganice care a durat cel puţin două miliarde de ani s-a înfiripat viaţa. Admiterea unei combinaţii întâmplătoare dar fericite dintre acizii nucleici şi proteine a condus la organizarea şi evoluţia programelor genetice.

Evoluţia precelulară a fost iniţiată de apariţia unor molecule informaţionale de tip ARN.

Argumentele primordialităţii ARN-ului sunt:

1) ARN-ul constituie şi azi material genetic, şi anume, la rebovirusuri în această calitate având capacitatea de autoreplicare;

2) În unele cazuri se întâlnesc în moleculele de ARN secvenţe care au fost înalt conservate. Aşa este şi cazul fagului β al bacteriei *Escherichia coli* şi al fagilor înrudiţi. Unele molecule de ARN celular, precum ARNr 5S prezintă o secvenţă de circa 12 ribonucleotide care a rămas aceeaşi la toate sistemele biologice, constituind o veritabilă fosilă informaţională, numită încă fosilă moleculară. Un exemplu tipic de „fosilă informaţională" este însuşi codul genetic, prin universalitatea sa şi caracterul său „îngheţat" (rămas neschimbat de la apariţie, excepţiile din cadrul codificării mitocondriale, fiind nesemnificative şi de fapt confirmând regula universalităţii);

3) La oncovirusuri din familia *Retroviridae* sau *Lentiviridae* (virusul HIV_1 şi HIV_2-SIDA) ARN-ul viral serveşte ca matriţă pentru sinteza ADN-ului sub acţiunea reverstranscriptazei, fenomenul numindu-se reverstranscriere. Deci, AND-ul ar fi putut apare ulterior ARN-ului, acesta servindu-i ca model. Trecerea de la ribonucleotide – monomeri ai poliribonucleotidelor (adică ai ARN) – la deoxiribonucleotide – monomeri ai polideoxiribonucleotidelor (ADN) – s-a putut realiza prin scoaterea oxigenului de la C_2 al ribozei, care devine astfel deoxiriboză, şi prin metilarea uracilului care devine timină;

4) Argumentul hotărâtor privind primordialitatea ARN-ului este reprezentat de faptul că replicarea oricărei molecule de ADN se face numai prin procesul de iniţiere a noii catene – a replicii. În cadrul acestui proces, prima etapă este reprezentată de reacţia de primare, care presupune sinteza unui mic segment de ARN, numit ARN-primer, sub acţiunea enzimei transcriptazice numită primază (de fapt o ARN-polimerază).

Dar, în funcţionarea ARN-ului ca moleculă informaţională esenţială, au intervenit mai multe obstacole care au fost numite metaforic „crize informaţionale".

O primă criză informaţională a fost reprezentată de însăşi structura ARN-ului. Macromolecula ARN-ului are o lungime mai

mică, ceea ce nu putea oferi înscrierea în secvenţa sa de ribonucleotide a unei cantităţi din ce în ce mai mari de informaţie genetică, cerută de necesitatea teleonomică a diversificării şi complexificării sistemelor biologice. Pe de altă parte, datorită reactivităţii mai mari a ribozei, comparativ cu deoxiriboza, moleculele de ARN prezentau o oarecare instabilitate, neasigurându-se o suficientă fidelitate a transmiterii informaţiei genetice, replicarea acestor molecule de ARN realizându-se în cadrul unui sistem de sinteză predispus la erori.

Latura statistic-diversificatoare a ereditǎţii era în consecinţă prevalentă asupra celei teleonomic-diversificatoare, iar conservatismul şi stabilitatea fenomenului ereditar erau precare.

Această primă criză informaţională a fost depăşită prin traducerea unor segmente din ARN genetic în proteine enzimatice. Acestea au putut canaliza sinteza unor molecule de ARN genetic de lungime mult mai mare, adică de câteva mii de nucleotide. Prin sinteza enzimatică a ARN-ului, informaţia genetică s-a putut mări cantitativ şi totodată a fost diminuată şansa apariţiei erorilor.

Dar evoluţia sistemelor biologice necesită în continuare creşterea şi diversificarea teleonomică a informaţiei genetice. Macromoleculele de ARN nu mai puteau creşte în lungime, peste anumite limite. Structura particulară monocatenară nu mai permitea aceasta, datorită unor restricţii stereochimice. A apărut astfel a doua criză informaţională. Aceasta a fost rezolvată prin preluarea de către ADN a funcţiei de moleculă informaţională principală, structura sa fiind mai puţin reactivă, datorită printre altele înlocuirii ribozei cu deoxiriboza. Trebuie să ne imaginăm că acest proces nu s-a realizat dintr-o dată, ci pe parcursul a sute de milioane de ani, şi nu printr-un transfer direct de „sarcini", ci trecând prin stări intermediare în care ARN-ul a servit deopotrivă ca matriţă şi ca enzimă polimerizatoare, asigurând sinteza unei catene ADN, care trecută în stare bicatenară şi-a probat stabilitatea sa mai mare, garantându-şi succesul ca moleculă informaţională, cu largi perspective evolutive.

În urma unei îndelungate competiţii de nivel molecular, presiunea selectivă a avantajat molecula care se opunea, prin structura sa,

entropiei, dezordinii, deci care avea un mai pregnant caracter antientropic, acesta fiind ADN-ul. Concepţia evoluţionistă a lui Darwin a fost atât de generoasă şi este atăt de trainică, deoarece miezul său conceptual, şi anume, mecanismul selecţiei naturale, a fost esenţial nu numai în organizarea primelor sisteme biologice, ci şi în evoluţia lor ulterioară. A renunţa la principiul selecţiei naturale înseamnă a introduce dezordinea în toată gândirea contemporană despre evoluţia biologică şi nu numai despre aceasta!

Structura de catenă dublă a ADN-ului a asigurat redundanţa informaţională şi, ca o consecinţă, transmiterea cu mai mare fidelitate a informaţiei genetice.

Mai mult, aceasta a asigurat posibilitatea de reparare a leziunilor induse în ADN prin acţiunea agenţilor mutageni. Astfel, dacă una dintre catene este lezată, cea de a doua prin jocul hazardului, rămasă intactă, poate servi drept model complementar, spre a fi reparată catena afectată. Mecanismul matriţă-replică (de tip broască-cheie) funcţional în sinteza ADN-ului este desfăşurat cu o mult mai mare eficienţă şi replicarea ADN-ului se face cu o mai mare acurateţe decât se făcea aceea a ARN-ului, asigurându-se transmiterea fidelă a informaţiei ereditare, de la molecula parentală de ADN la moleculele fiice. Procesul se realiza prin intermediul unor enzime de replicare (polimerizare) numite ADN-polimerizare, prezente şi astăzi în toate sistemele replicative de ADN. Mai mult, aceste enzime au şi capacitatea de corecţie, eliminând erorile de replicare ce apar prin erori de includere sau de împerechere, mărind astfel gradul de fidelitate în transmiterea informaţiei genetice.

Dublu catenaritatea ADN-ului a asigurat realizarea unor lungimi considerabile ale moleculei acestuia astfel că, într-o asemenea moleculă, poate fi înscrisă codificat informaţia ereditară ce corespunde la un număr mare de gene. Toate aceste caracteristici ale ADN-ului i-au conferit mari avantaje selective acestuia în competiţia sa cu ARN-ul ca material ereditar, competiţie desfăşurată în procesul organizării protobionţilor, în apele Oceanului Planetar, primordial.

În sistemele biologice ulterior constituite, după dobândirea de către ADN a funcţiei de material ereditar, s-a ajuns la realizarea unei interdependenţe funcţionale ADN-ARN în cadrul căreia informaţia genetică este prelucrată de o „maşinărie" complexă în care intervenţia concentrată a diferitelor molecule de ARN (mesager-ARNm, de transport sau de transfer-ARNt, şi ribozomal-ARNr) este o condiţie „sine qua non" în asigurarea decodificării mesajului genetic.

Concepţia evoluţionistă are două alternative privind originea fiinţelor vii: monofiletică şi polifiletică. Potrivit concepţiei monofiletice toate organismele şi toate celulele care intră în alcătiurea lor sunt descendenţii unei celule ancestrale comune. Concepţia polifiletică admite organizarea sincronică iniţială a mai multor celule din care au derivat în direcţii diferite, sau pe drumuri evolutive comune, organismele actuale. În prezent este greu să se aprecieze pertinent care din aceste două interpretări corespunde realităţii de acum peste trei miliarde de ani.

Marcată de oarecare certitudine rămâne însă afirmaţia bazată pe principiul actualismului, potrivit căruia variaţia întâmplătoare a informaţiei genetice şi selecţia variaţiilor generale au asigurat în trecutul geologic supravieţuirea şi propagarea formelor apte în lupta pentru existenţă şi aceiaşi factori acţionează şi azi în evoluţia speciilor biologice.

Înconjurate de membrane, semantidele (moleculele informaţionale reprezentate de acizii nucleici şi proteine) au interacţionat constituindu-se în sisteme autoreproductibile, reproducându-se mai întâi cu mare inexactitate, aceasta fiind ea însăşi o sursă a variabilităţii primordiale, şi apoi cu mare fidelitate, caracteristică asigurată de replicarea materialului genetic după modelul matriţă-replică. Împerecherea specifică dintre nucleotide complementare a jucat se pare un rol crucial în originea vieţii, mecanismul matriţă-replică fiind esenţial şi astăzi în funcţionarea sistemelor biologice, stând la baza transferului informaţional în toate sistemele biologice şi la toate nivelele informaţionale: de la ADN la ADN, de la ADN la ARN, de la

ARN la ADN, de la ADN la ARN şi prin aceasta din urmă de la acizii nucleici la proteine. Mecanismul matriţă-replică este, pe de o parte, de o mare simplitate, iar pe de alta, de mare exactitate. Moleculele autoreplicative (acizii nucleici cu rol informaţional) prezintă un „genotip" dat de secvenţa de nucleotide, reprezentând înscrierea în ele a informaţiei genetice sub formă de codificare biochimică şi un „fenotip" reprezentat de structura tridimensională pliată a moleculei acidului nucleic asupra căreia acţionează indirect selecţia naturală, aceasta acţionând direct asupra ansamblului fenotipic de caractere populaţionale.

Apariţia sintezei proteinice controlată de acizii nucleici a reprezentat unul dintre mecanismele cruciale care au condus la formarea primei/primelor celule. Un al doilea eveniment crucial a fost apariţia membranei externe. Primele gene au fost de tip ARN. Prima celulă s-ar fi putut forma atunci când moleculele de fosfolipide din supa organică prebiotică s-au asamblat în structuri membranare, închizând un amestec de ARN autoreplicativ şi molecule proteinice. În acest spaţiu închis, moleculele de ARN şi-au început evoluţia lor în relaţie cu proteinele, ca dirijori ai structurii şi funcţiilor acestora, moleculele de ARN putând fi exprimate de acum sub forma unor caractere ale celulei ca un întreg.

Procesele complexe care stau la baza fenomenelor vieţii se desfăşoară în celule. Cele mai simple celule existente actualmente în biosferă sunt micoplasmele – microorganisme asemănătoare bacteriilor, cu existenţă obligatoriu parazitară în celulele animale sau vegetale, având dimensiunile celor mai mari particule virale (diametrul 0,3 μm) şi o capacitate de codificare pentru 750 de proteine diferite, acestea reprezentând, se pare, numărul minim de proteine necesare unei celule spre a supravieţui. În micoplasme, informaţia genetică este înscrisă în ADN, pe când în primele celule aceasta era înscrisă în ARN.

În cursul evoluţiei s-a realizat transferul funcţiei ereditare de la ARN la ADN. În îndeplinirea funcţiei sale ereditare, ADN-ul a reali-

zat o strânsă colaborare cu ARN-ul care s-a diferenţiat mai ales funcţional, devenind purtător de mesaj genetic (ARN mesager), element structural al ribozomilor (ARN ribozomal) şi adaptor între ARN mesager şi proteine (ARN de transfer). Preluarea funcţiei ereditare de către ADN s-a impus datorită faptului că structura bicatenară a ADN-ului a asigurat, prin redundanţa sa, o mai bună păstrare a informaţiei genetice, o replicare mai exactă şi posibilitatea reparării eficiente a leziunilor pe care le-a suferit sub acţiunea factorilor mutageni.

Cele mai vechi reacţii metabolice desfăşurate la nivelul protobionţilor se pare că au fost glicoliza, prin care glucoza este degradată anaerob (în absenţa oxigenului). Prin glicoliză se formează ATP – substanţă macroergică universală – şi această reacţie se desfăşoară virtual în orice celulă vie. De reacţiile centrale ale glucidofosfaţilor se leagă sute de alte reacţii chimice.

Trecerea de la fotosinteza anaerobă în care era fixat CO_2 atmosferic (reducerea CO_2 se realiza cu ajutorul hidrogenului din diferite substanţe sau chiar din H_2S) şi amoniacul (NH_3) cu sinteza de substanţe organice complexe, la fotosinteza aerobă (utilizarea H_2O ca sursă de H_2, realizându-se astfel fotoliza apei cu ajutorul energiei solare, captată de clorofilă) a însemnat un moment esenţial în evoluţia lumii vii, un punct de răscruce în care lumea vie a evoluat în două direcţii total diferite: procariote şi eucariote. A apărut „magistrala eucariotă" în evoluţia lumii vii.

La început celula primitivă a avut o organizare simplă, procariotă. Din celulele procariote au derivat prin endosimbioză sau compartimentalizare şi diversificare structural-funcţională celulele eucariote. Concepţia derivării tuturor organismelor actuale dintr-o celulă primordială are la bază marile asemănări dintre toate organismele actuale oricât de simple sau oricât de complexe ar fi ele.

Celula eucariotă are un nucleu încadrat de o anvelopă nucleară care îl separă de citoplasmă. Nucleul conţine cea mai mare parte a ADN-ului celular. În citoplasma celulei eucariote se află organite

specifice dintre care cele mai distincte sunt mitocondriile şi cloroplastele.

Potrivit concepţiei lui Woese (1981), în evoluţia celulară s-a pornit de la un *progenot* – o celulă ancestrală universală, mai simplă decât oricare dintre celulele procariote actuale – pe trei direcţii: a eubacteriilor, a arhebacteriilor şi a cariotului ancestral. Primele bacterii erau bacterii fotosintetizante verzi şi purpurii. Cariotul ancestral a captat eubacteriile de tipul celor fotosintetizante purpurii care aveau capacitatea de a sintetiza citocromul şi pe seama acestuia de a oxida substanţele organice până la CO_2 şi H_2O, eliberând energia. O asemenea eubacterie aerobă a devenit protomitocondrie indispensabilă cariotului în condiţiile atmosferei ce se îmbogăţea în oxigen de origine biogenă, produs prin fotosinteză aerobă. Una din primele reacţii ale nucleotidelor dependentă de energia solară a fost, probabil, producerea de ATP – adenozintrifosfatul, care a devenit substanţa macroergică universală în sistemele biologice. Protomitocondria i-a asigurat cariotului primitiv (celulei protonucleare) posibilitatea supravieţuirii, iar aceasta, la rândul său, i-a asigurat protecţia într-o nişă ecologică intracelulară. Mutualismul endosimbiozei (xenogeneza) a devenit astfel mecanismul care a declanşat geneza unei mari diversităţi de organisme, un punct nodal în evoluţia lumii vii.

În a doua etapă a genezei celulei eucariote, presiunea selecţiei a impus necesitatea ca celulele amoeboidale să se deplaseze în mediu spre noi surse nutritive, fiind avantajate acele celule pe suprafaţa cărora erau fixate bacterii mobile anaerobe de tipul spirochetelor actuale, asigurând prin mobilitatea lor coordonată deplasarea complexului amoeboidal în mediu. Eventual, o asemenea bacterie mobilă a pătruns endosimbiotic în complexul amoeboidal, acum circa 1,5 miliarde de ani, declanşând procesul de geneză al tuturor celulelor eucariote. Spirocheta asociată celulei amoeboidale ce prezenta protomitocondrie a devenit flagelul acelei celule. Dintr-o asemenea asociere permanentă a putut deriva direct celula protistelor şi a ciupercilor şi indirect celula metazoarelor şi a plantelor. Spirocheta s-a restructurat devenind flagel, iar corpul bazal al acestuia şi microtubulii au căpătat

funcţii adiţionale, constituind aparatul mitotic, adică devenind centriol şi fus mitotic (fus de diviziune). Apariţia, perfecţionarea şi stabilizarea aparatului mitotic de diviziune a durat circa un miliard de ani, dar acesta a devenit după cum se exprimă plastic şi Margulis (1976) „cheia viitorului", deoarece a asigurat o distribuţie echilibrată a produşilor de replicare în celulele fiice, în cadrul diviziunii celulare mitotice, iar în varianta sa meiotică a permis perfecţionarea mecanismelor de reproducere sexuată cu apariţia de celule sexuale specializate – gameţii.

Apariţia celulei vegetale aerob fotosintetizante a fost condiţionată de realizarea unei endosimbioze cu o cianobacterie sau cu procariote aerobe fotosintetizatoare de tipul lui *Prochloron* (cel puţin pentru algele vierzi şi plantele superioare) invadatorul devenind cloroplast, asigurând gazdei heterotrofe capacitatea de a realiza fotosinteza şi astfel de a deveni autotrofă.

Eucariotele apar drept fiinţe himerice, conţinând gene ale cariotului primar, gene eubacteriene şi gene arhebacteriene.

Scenariul endosimbiozelor succesive, explică logic, plauzibil, originea organitelor celulei eucariote actuale, în speţă a cloroplastelor, mitocondriilor şi centrului celular.

Dificultăţile cele mai mari apar atunci când se cere explicată organizarea nucleară a celulei eucariote, respectiv încadrarea materialului genetic într-un spaţiu genetic specificat, delimitat faţă de citoplasmă printr-o membrană dublă – anvelopă nucleară – cu formarea celui mai proeminent organit al celulei eucariote – nucleul – şi repartizarea procesului genetic pe mai mulţi genofori – cromozomii celulei eucariote, ştiut fiind că dacă la procariote există un singur cromozom – de fapt o moleculă, de regulă circulară, de ADN, necomplexat cu histonele şi deci un singur grup de linkage, toate genele unei celule procariote fiind strâns linkate – la eucariote există cel puţin doi cromozomi, ajungând la un număr mare la unele specii, de ordinul sutelor, iar în cazul unor nivele înalte de poliploidie, la ordinul miilor de cromozomi. Fiecărui cromozom eucariot îi corespunde o singură moleculă – se admite liniară – bicatenară (un dublu helix) de ADN, totdeauna complexată cu

histonele, formând fibra nucleohistonică sau fibra de cromatină. Astfel, fiecare cromozom eucariot este suportul fizic al unui grup de linkage.

Această organizare genetică, cariotică (nucleară) a celulei eucariote (cu nucleu veritabil) este mult mai complexă decât acea procariotă, care are materialul genetic dispus sub forma unui nucleoid, adică a unei singure molecule de ADN ce apare ca o reţea tridimensională de fibre de 25 Å diametru, dispusă, de regulă, în centrul celulei, în contact nemijlocit cu citoplasma.

O organizare atât de sofisticată a aparatului genetic eucariot nu putea apare dintr-o dată. Ea este rezultatul unei evoluţii progresive, dintr-o structură mai simplă, probabil o variantă mai puţin stabilă a organizării genetice procariote care a necesitat pentru supravieţuire redundanţă structurală şi la care prin mutaţie au apărut din gene pentru alte proteine structurale şi genele pentru histone. Asemenea gene pentru proteine structurale asociate cu ADN au fost evidenţiate chiar la unele arhebacterii, bacterii şi cianobacterii actuale (Roujiere-Yaniv, 1976), numai că proteinele specificate de ele nu sunt histone de tip eucariot, ci doar nişte „histone like". Apariţia histonelor conferind stabilitate ADN, a dat posibilitatea ca dintr-un ipotetic nucleotid unic să se separe fie prin diviziune inegală în timpul diviziunii celulare şi eşuarea citochinezei, fie prin segmentare în urma acţiunii unor agenţi fizici mutageni (radiaţii) două sau mai multe elemente care, dată fiind stabilitatea pe care le-o conferă asocierea cu histonele, au rămas ca elemente de sine stătătoare, pe care erau distribuite gene, astfel că unicul grup de linkage iniţial s-a scindat în două sau mai multe grupe de linkage.

Structuri membranare derivate din membrana citoplasmatică au izolat ocazional total aceste elemente genetice în spaţiul care va deveni intermembranar. Celula eucariotă a fost astfel compartimentată în două spaţii majore: spaţiul nuclear în care era închis materialul genetic şi spaţiul citoplasmatic în care cele mai importante elemente structurale au fost ribozomii şi membranele. Într-un asemenea cariot

primitiv se poate imagina uşor desfăşurarea evenimentelor endosimbiozelor succesive.

Existenţa acizilor nucleici, a citocromilor, ATP şi NAD a asigurat uniformitatea chimică în lumea biologică, la nivelul molecular şi celular.

Dacă iniţial structurile nucleare şi ale organitelor intracitoplasmatice erau asemănătoare, fiecare conţinând câte un genom complet, cu timpul au apărut diferenţieri funcţionale şi structurale progresive, membrana nucleară derivată prin invaginare din membrana citoplasmatică şi-a pierdut activităţile respiratorii şi de fotosinteză (la procariote funcţiile respiratorii şi de fotosinteză sunt cantonate în structuri membranare, celula procariotă funcţionând ca un sinergon, îndeplinind aceste funcţii vitale prin aceleaşi structuri membranare) acestea rămânând sechestrate în mitocondrii şi, respectiv, în cloroplaste. Dacă la nivelul genomului nuclear s-a înregistrat o creştere în cantitatea de material genetic (prin duplicaţie sau restructurări cromozomale şi dobândirea în consecinţă de funcţii genice noi, genomul organitelor a pierdut multe gene, simplificându-se şi reducându-se.

În concluzie, pentru geneza organizării genetice eucariotice s-au propus mai multe ipoteze. Astfel, potrivit ipotezei dezvoltării continue sau a filiaţiei directe (ontogenezei), evoluţia celulei eucariote s-a realizat în şapte stadii ipotetice succesive: la baza originii celulei eucariote stă un organism ipotetic primitiv de tipul cianobacteriilor, numit *Uralga* (I), în regiunea centrală a căruia s-ar fi format un nucleoid mare (II) care, fiind înconjurat de membrane ar fi devenit nucleu (III), pierzând funcţia de respiraţie şi fotosinteză, această membrană devine exclusiv membrană nucleară (IV), apar microfibrile şi microtubuli (V), prin dispariţia peretelui celular, celula îşi intensifică endocitoza şi exocitoza (VI), având loc organizarea sistemelor microtubulare în grupuri de 2 × 9+2, formând flageli sau cili din care, prin transformări specifice, derivă aparatul fusorial, astfel că celula eucariotă are toate caracteristicile structurale şi funcţionale definite (VII) existente şi la celula eucariotă actuală.

În 1974, Uzzel şi Sporoski reiau ipoteza invaginării membranelor, prin care s-a format în jurul genomului celular o membrană dublă, devenind ulterior membrană nucleară. Presiunea selectivă ar fi impus sechestrarea funcţiilor de respiraţie şi fotosinteză în organite specifice, formându-se membranele mitocondriale şi ale cloroplastelor.

În 1975, Bogorad a formulat ipoteza clonării genomului prin care genele ancestrale, cu funcţii celulare bine conturate, s-ar fi separat şi multiplicat relativ independent de restul genomului celular. Lizozomii şi aparatul Golgi, potrivit acestei concepţii, ar fi luat naştere similar, dar aceste oragnite şi-ar fi pierdut toate genele şi odată cu acestea şi dubla membrană periferică, rămânând înconjurate de o membrană monostrat.

În acelaşi an, Reignders emite ipoteza dublicare ADN-compartimentare-dominare prin care genomul nuclear şi cel al organitelor au derivat dintr-un genom comun care a fost compartimentat prin invaginarea membranei celulare, genomul nuclear devenind dominant în centrul controlului celular.

Cavalier-Smith admite în geneza organizării eucariote fenomenul de citoză prin care o cianobacterie facultativ fototrofă, pierzând peretele celular şi genele care dirijează sinteza lui, a devenit o celulă capabilă de fagocitoză, dar şi de fotosinteză şi totodată de exocitoză. Apariţia microtubulilor a permis evoluţia celulei pe calea diviziunii mitotice şi meiotice.

Originea prin endosimbioze succesive (polifiletică) a celulei eucariote are, spre deosebire de ipotezele de mai sus, unele puncte de sprijin pentru existenţa aparatului ereditar extranuclear localizat în mitocondrii şi cloroplaste, ce dirijează sinteze specifice de proteine relativ independent faţă de sinteza proteinică desfăşurată în ribozomii din citoplasmă, mitocondriile şi citoplastele având ADN mitocondrial şi respectiv ADN cloroplastic, ribozomii mitocondriali şi ribozomii cloroplastici, ARNt mitocondriali şi ARNt cloroplastici. De asemenea, s-a descris existenţa pentru mitocondrii a unui cod genetic cu particularităţi care îl diferenţiază de cel nuclear şi în care, pe lângă

codonul de iniţiere AUG specific codului genetic nuclear, apar şi alţi codoni de iniţiere, şi anume codonii AUA şi AUU care specifică tot metionina. De asemenea, codonii AGA şi AGG funcţionează în mitocondrii în calitate de codoni *nonsens* (stop), iar codonul UGA care în codul genetic nuclear are valoare de codon *nonsens* (stop) specifică în mitocondriile umane triptofanul.

2.3. Evoluţia grupelor principale de organisme

La baza evoluţiei grupelor principale de organisme se află concepţia monofiletică, adică dezvoltarea de la simplu la compus, de la organismele inferioare la cele superioare. Pe măsură descoperirii de noi organisme (microorganismele, de exemplu) se încerca repartizarea lor în cadrul sistemului deja cunoscut. Dar apăreau şi unele probleme. Poziţia paradoxală de consorţium a lichenilor a fost clasată printre plante, dat fiind faptul că ciupercile au fost clasificate tot plante. Să ne amintim şi de *Euglenales*, unele *Volvocales* care prin forţa tradiţiei figurează atât în clasificările plantelor, cât şi cele ale animalelor.

Pe parcursul ultimelor decenii s-a încercat pe diverse considerente reîmpărţirea lumii vii în trei, patru sau cinci regnuri.

Practic, tot ce cunoaştem noi astăzi despre evoluţia organismelor pluricelulare se bazează pe probele paleontologice.

În evoluţia plantelor pot fi evidenţiate câteva etape: epoca primară (bacteriană) – circa 3 mld. de ani în urmă; epoca primelor arhebionte şi a cianobacteriilor; epoca algelor (precambian-devonian) – circa 1 mld. de ani în urmă; epoca ferigilor (devonian-permian) – circa 130 mil. de ani în urmă; epoca gimnospermelor (permian-cretacic); epoca angiospermelor (cretacic) – circa 100 mil. de ani în urmă.

Problema cardinală în evoluţia animalelor până în prezent rămâne apariţia metazoarelor. Se presupune că evoluţia animalelor a pornit de la flagelatele autotrofe, o ramură a cărora a dat naştere plantelor, iar cealaltă – flagelatelor heterotrofe. De la flagelatele he-

terotrofe au apărut metazoarele (organismele din mai multe celule) primitive (rizopodele), apoi acelomatele („*koelma*”) (gr.) – cavitate) (celenteratele) şi arhicelomatele.

De la arhicelomate ca rezultat al divergenţei au apărut moluştele şi artropodele, pseudocelomatele (vermii), deuterostomenii (peştii), batracienii, reptilele, păsările şi mamiferele.

Bibliografie selectivă:

1. ***Gavrilă, L., Leşanu, M.*** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
2. **Mohan, Gh., Neacşu, P.** *Teorii, legi, ipoteze şi concepţii în biologie*. Bucureşti: Scaiul, 1992.
3. **Грант, И.** *Эволюция организмов*. Москва: Мир, 1980.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

2.1. ORIGINEA ŞI EVOLUŢIA VIEŢII PE PĂMÂNT

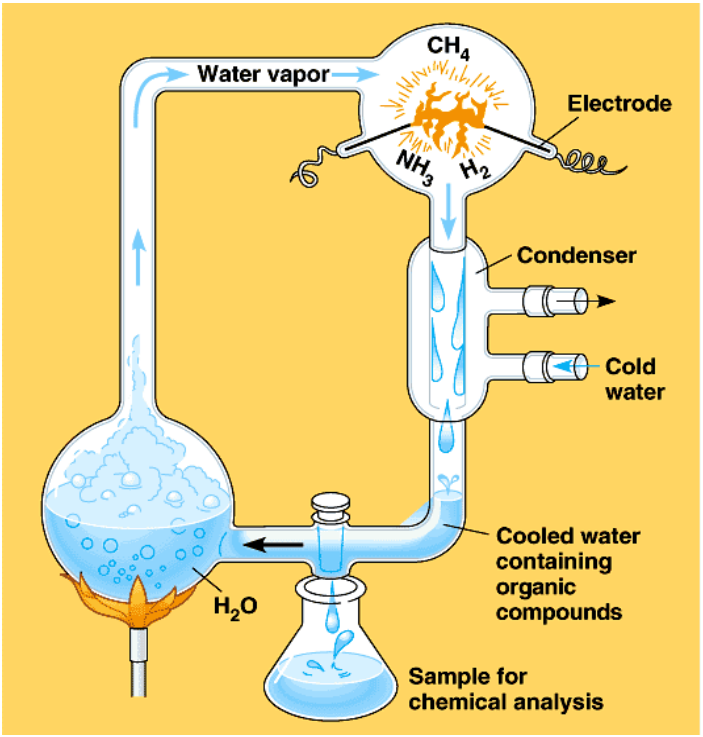
1. Numiţi principalele ipoteze ale apariţiei vieţii şi descrieţi esenţa lor.

2. Prezentaţi etapele teoriei biogenezei, ilustrând o schemă structurată.

3. Propuneţi un experiment care ar putea dovedi sau combate apariţia vieţii.

4. Comparaţi ipotezele apariţiei vieţii pe Pământ, indicând caracterul lor ştiinţific. Argumentează răspunsul.

5. Descrieţi esenţa experimentului lui S. Miller, folosind următoarea imagine. Explicaţi prin metoda SWOT cum au putut fi obţinute substanţe organice în astfel de condiţii extreme.



6. Utilizând diverse surse de informare, pregătiţi o prezentare în *PowerPoint* despre căile posibile de apariţie şi evoluţie a plantelor/ciupercilor/animalelor (una din grupele prezentate).

3. EVOLUŢIONISMUL – ŞTIINŢA EVOLUŢIEI

Obiective de referinţă:

- Recunoaşterea savanţilor şi ideilor materialiste/evoluţioniste
- Descrierea esenţei lamarckismului şi darwinismului
- Compararea dovezilor evoluţiei lumii organice în baza unor criterii de asemănare şi deosebire
- Argumentarea anumitor teorii despre originea organismelor
- Estimarea dezvoltării darwinismului
- Propunerea de dovezi în susţinerea/negarea ideilor evoluţioniste

3.1. Evoluţionismul în dezvoltarea sa istorică

Nu se ştie când au apărut primele idei despre evoluţia bologică, dar nu este exclus ca oamenii de Cro-Magnon, aceşti veritabili „greci ai paleoliticului" să fi înţeles diferenţele şi totodată asemănările, adică înrudirile dintre bour şi zimbru – aşa cum le-au redat ei în arta lor rupestră din peştera Altamira sau Lascaux din sudul Franţei, tot atât de impresionantă ca şi Capela Sixtină.

El, omul primitiv, a născocit şi mitul creaţiei şi mai apoi, transpus în Prometeu al gândirii, a lăsat spiritualităţii omeneşti şi mitul evoluţiei, aşa cum mai apare el şi astăzi la triburile primitive sub forma totemismului. Se ştie că acestea venerează ca strămoş lemurianul aye-aye, aşa cum face un trib din Madagascar, sau maimuţa, aşa cum face un trib din jungla Sumatrei centrale. În cărţile Genezei, Ernst Haeckel, deşi un fervent adept al darwinismului, găsea clar exprimată ideea specializării şi diferenţierii organelor ca şi ideea progresului biologic. Zoologul indian Spurway vede în avatarurile lui Vishnu simbolul evolutiei vertebratelor, iar zeiţa Laksmi, însoţitoarea lui Vishnu, este simbolul selecţiei sexuale. Siva simbolizează discontinuitatea în evoluţie. Vechea gândire indiană avea un sens adânc evoluţionist. Demitologizarea reală a cunoaşterii apare însă în

gândirea Greciei Antice, acolo unde întâlnim clar exprimate idei despre evoluţia biologică.

Idei ştiinţifice despre evoluţia biologică le găsim deci conturate abia în antichitatea greacă. După cum afirmă Engels, în *Dialectica naturii,* în cadrul multiplelor forme ale filozofiei greceşti, se află deja în germene aproape toate concepţiile ulterioare. Gândirea filozofilor greci era însă o gândire sincretică, neîncadrată într-o concepţie unitară. Asfel, **Anaximandru din Milet** (610-546 î.e.n.) a prefigurat ideea de adaptare la mediu prin modificări, pe care le putem numi evolutive, afirmând că „animalele sunt născute prin acţiunea căldurii solare asupra mâlului umed, după care ele au ieşit pe uscat şi atunci au suferit modificări. Primele animale s-au născut în apă, chiar omul se trage din peşti". Aceste gânduri ale lui Anaximandru sunt, deşi naive, evident evoluţioniste.

Heraclit din Ephes (540-480 î.e.n.) atribuia apariţia şi menţinerea prin evoluţie a vieţuitoarelor, ca de altfel, a tuturor celorlalte lucruri, unităţii şi luptei contrariilor, care se susţin reciproc şi care determină mişcarea materiei. Aceste idei sunt admirabil şi lapidar redate în celebrul „*panta rhei*" însemnând „totul curge".

Contradicţia este la Heraclit izvorul mişcării şi armoniei. „Cele potrivnice se pun de acord şi din cele care sunt în dezacord se naşte cea mai frumoasă armonie şi toate se nasc din discordie". În gândirea dialectică a lui Heraclit apar astfel formulate bazele filozofice ale concepţiei automişcării materiei în general şi a automişcării materiei vii în special.

Empidocle din Agrigentum (483-423 î.e.n.) vorbea despre existenţa unui foc interior care reuneşte organe separate prin asocieri fortuite în agregate heteroclite. Asocierile accidental favorabile de fragmente iniţiale supravieţuiesc, cele care dau monştrii dispar. Lumea lui Empidocle oscilează între împărăţia Urii şi aceea a Iubirii, generatoare de cicluri succesive de viaţă.

Anaxagora din Clazomenai (500-428 î.e.n.) este autorul concepţiei venirii germenilor vieţii din alte planete. El iniţiază seria idei-

lor despre panspermie, susţinută mai târziu şi de chimistul suedez Swantle Arrhenius, precum şi de biocimistul englez F.H.C. Crick.

Democrit din Abdera (460-360 î.e.n.) şi profesorul său Leucip sunt autorii atomismului. Ei recunosc ca singurele realităţi vidul şi atomii, aceştia din urmă se combină, dând imensa varietate de lucruri şi fiinţe. După Democrit, omul este fiul Hazardului, hazardul fiind forma compexă a legii naturii pe care noi o ignorăm. Democrit se preocupă de originea vieţii, evidenţiind inechivalenţa diferitelor animale şi supravieţuirea celor armonioase. Se ocupă de problema înmulţirii fiinţelor vii. Dintre toţi gânditorii antici de dinaintea lui Aristotel, Democrit a avut rolul cel mai de seamă şi cea mai puternică influenţă asupra dezvoltării ulterioare a ştiinţei. Democrit împarte animalele în cele fără sânge (nevertebratele în vorbirea modernă) şi cele cu sânge (vertebratele în limbaj modern). Această clasificare, care va fi adoptată şi de Aristotel, a dăinuit timp de milenii. După Democrit, germenii vieţiutoarelor sunt formaţi prin ceea ce putem denumi a fi microparticule care reproduc în miniatură diferitele părţi ale corpurilor de unde migrează în organele reproducătoare. Această concepţie este foarte asemănătoare teoriei pangenezei, formulată de către Darwin, în sec. al XIX-lea, dar la care a renunţat curând, din lipsă de date faptice.

Hipocrate din Cos (460-377 î.e.n.) este, în colaborare cu elevii săi, autorul seriei impresionante de tratate medicale care alcătuiesc *Corpus Hippocraticus*, o sinteză a cunoştinţelor din epocă, despre medicină, embriologie, fiziologie şi anatomie. El este adeptul concepţiei pangenezei şi prin cercetările sale comparative asupra embrionului de găină şi, ocazional, asupra embrionului uman, este prin concluziile pe care le-a tras, un precursor al anatomiei comparate.

Aristotel din Stagira (384-322 î.e.n.), magistrul lui Alexandru Cel Mare (Makedon), elev al lui Platon, iar acesta din urmă discipol, la rândul său, al lui Socrate, este mintea cea mai genială a antichităţii. Deşi adept al principiului: „*jurare în verba magistri*" – să te încrezi în cuvântul magistrului, este adept al principiului: „*Amicus*

Plato, sed magis amica veritas" – prieten îmi este Platon, dar mai mare prieten îmi este adevărul.

Aristotel stabileşte că între *Zoon politikon* – adică omul – şi alte animale există distanţe mari. El afirmă că „nu hazardul, ci finalitatea este aceea care stăpâneşte natura lucrurilor". Finalitatea aristotelică – *entelechia* – are în ea încorporate elemente de metafizică. Tot el compară rândunica care construieşte cuibul său, printr-un impuls natural, cu arhitectul care reflectează, adică gândeşte, construcţiile sale. În ambele cazuri apare o finalitate a activităţii, dar de alt ordin. Marile sale sinteze „Părţile animalelor", „Generaţiile animalelor", „Mişcările animalelor" reprezintă întregul cunoştinţelor epocii, redate de o minte strălucitoare şi de un observator, cel mai adesea, avizat.

Experimentând în domeniul embriologiei, analizând din oră în oră dezvoltarea embrionului de găină, constată dezvoltarea progresivă a organelor în cursul embriogenezei. Aristotel devine astfel părintele concepţiei epigenetice, opuse concepţiei preformiste.

În ceea ce priveşte apariţia vieţii, deci originea ei, el este adeptul generaţiei spontane. Aristotel este şi un mare clasificator al naturii, stabilind scara gradată a naturii, adică o evoluţie de la plante la animale şi de aici la om. Plantele sunt pentru el intermediari între lumea nevie şi lumea animalelor.

Deşi consideră omul ca pe un animal, el îl socoteşte ca singurul în care s-au realizat toate intenţiile Naturii. Deşi glisează uşor spre transformism, Aristotel rămâne fixist. Se găsesc însă în gândirea sa idei evoluţioniste dezbătute în şcoala peripatetică pe care o conducea şi le va da contur exact Lamarck, atunci când va vorbi despre tendinţa interioară de progres (analogă entelehiei aristotelice), care duce la apariţia de organe noi, sau Darwin, atunci când va vorbi despre supravieţuirea celui care este mai apt în lupta vieţii. Aristotel afirmă că animalele care trăiesc în acelaşi loc şi folosesc aceeaşi hrană se luptă între ele, ceea ce ar reprezenta în germene ideea despre lupta pentru existenţă.

Teophrast din Eres de Lesbos (370-287 î.e.n.) este un botanist reputat. Este adeptul doctrinei cauzelor finale devenită mai târziu

o dogmă exacerbată. După el, plantele dau descendenţi ce se aseamănă cu genitorii, dar există şi excepţii de la această regulă. Susţine „metamorfoza" unor specii de plante în altele, idee reluată în vremurile noastre de dogmaticul şi pseudosavantul T.D. Lâsenko (1898-1976). El afirmă că plantele se hrănesc nu numai cu ajutorul rădăcinilor, ci şi al frunzelor şi că sub influenţa condiţiilor de cultură ele se modifică.

În antichitatea romană, **Plinius cel Bătrân** (23-79 e.n.), dispărut în erupţia Vezuviului, a scris o operă vastă *Historia naturalis* – în 37 de volume, în care descrie lumea plantelor şi animalelor, dar cel mai mare naturalist al antichităţii romane rămâne poetul **Lucretius Caro** (98-55 î.e.n.), care reia ideea lui Epicur (341-270 î.e.n.) despre hazard ca bază a edificiului vieţii. El susţine ideea pluralităţii lumii în Universul infinit. El afirmă că întreaga lume, adică tot ce ne înconjoară, este opera Naturii.

În poemul său *De Rerum Natura* el dă o explicaţie evoluţionistă originii plantelor şi animalelor. După Lucretius, pământul a generat totul: plantele, animalele şi în şfârşit specia umană. Este un precursor al conceptului de selecţie naturală, cristalizată la mijlocul sec. al XIX-lea de A.R. Wallace şi mai ales de Ch.Darwin, arătând că monstruozităţile, ca şi formele mai puţin dotate, sunt eliminate. În opera sa se întâlnesc, de asemenea, idei sociobiologice, despre originea limbajului şi de etologie comparată. Lucretius evidenţiază existenţa fenomenului dominaţiei, atunci când afirmă că, în amestecul seminţei femeii cu aceea a bărbatului, domină la copii caracterele bărbatului. Lucretius ar putea fi considerat şi precursorul teoriilor corpusculare ale eredităţii, fiindcă el vorbeşte despre existenţa unor elemente diverse – *primordia multua* – transmise de la tată la fiu.

Ideile antichităţii greceşti şi romane sunt uitate în Evul Mediu, dar reînviate în timpul Renaşterii. **Albert cel Mare** (1193-1280), acest „doctor universal", descrie numeroase fenomene naturale, dar face erori referitoare la transmutaţia anumitor specii vegetale sub influenţa solului sau nutriţiei.

Leonardo da Vinci (1452-1519), universala minte a Renaşterii, deschizător de drumuri nu numai în pictură, dar şi în multe domenii ale ştiinţelor, este iniţiatorul paleontologiei şi anatomiei comparate, analizând dinamica scoarţei pământeşti. După el, speciile care au dispărut şi din care au rezultat urme fosile nu au putut face faţă transformărilor subite ale pământului, pe când cele care au supravieţuit au suportat asemenea transformări.

John Ray (1627-1705), cel mai prestigios botanist al secolului al XVIII-lea, este primul care conturează şi defineşte noţiunea de specie ca o categorie taxonomică, a sistematicii vieţuitoarelor, despre care afirmă că reprezintă o formă care îşi păstrează natura ei specifică, adică dă în descendenţă indivizii asemănători. Deşi Ray concepe specia ca o entitate fixă, imuabilă, subliniind caracterul de stabilitate al speciilor, admite, în unele cazuri, şi posibilitatea transformării speciilor.

Charles Linne (1707-1778), fără îndoială, este cel mai reputat sistematician al tuturor timpurilor. Prin capodopera sa *Systema Naturae* (1735), în care realizează o clasificare a celor trei regnuri mineral, vegetal şi animal şi care a fost tradusă în toate limbile, Linne a propus o revoluţie în ştiinţele naturii, exercitând o influenţă covârşitoare la vremea sa, contribuind în cea mai mare măsură la renaşterea acestora.

Linne este doctrinarul fixismului creaţionist. Formula sa celebră redată în *Fundamenta Botanica* (1736) a devenit deviză a concepţiei sale: „*Species tot sunt quot diversas ab initio creavit infinitum ens*", ceea ce înseamnă că „Sunt atâtea specii câte forme diferite a produs la început fiinţa infinită". Mai târziu, în *Philosophia Botanica* (1751), Linne modifică această formulă: „*Species tot numeramus quot diversas formas in principio sunt create*" – adică numărăm atâtea specii câte forme deosebite au fost create la început.

În lucrarea *De sexu plantarum* (1760), vorbind despre speciile africane ale genului *Geranium*, Linne se întreabă: „Toate aceste specii noi sunt ele oare fiice ale timpului sau au fost formate încă de la originea lucrurilor? Este o întrebare pe care n-aş îndrăzni s-o tranşez". Dacă

acum stă în cumpănă, în ediţia a 6-a a lucrării sale *Genera plantarum* (1764) această ezitare a dispărut. În ediţia a 12-a a operei *Systema Naturae*, Linne devine mai categoric: „Plecând de la primul principiu vegetal, au fost create atâtea plante deosebite, câte ordine naturale sunt. Aceste ordine s-au amestecat prin generaţie, astfel încât s-au produs atâtea plante câte genuri există astăzi. Natura a amestecat apoi toate aceste forme (fără a modifica structura florilor) şi a făcut din ele speciile existente". Aceasta arată că Linne ajunsese la ideea că nici speciile, nici genurile nu au fost create de la început, ci numai ordinele. Cu toate acestea, nu se poate spune că Linne era evoluţionist. Dar meritul excepţional al lui Linne este acela de a fi introdus în denumirea speciilor de vieţuitoare *nomenclatura binară sau binominală*.

Călătoria sa în Laponia, în anul 1732, i-a deschis ochii minţii, l-a luminat, conducându-l la stabilirea principiilor de clasificare a lumii vieţuitoarelor, la inovaţia extraordinară introdusă de el în ştiinţă, şi anume, aceea de a denumi speciile prin două nume de regulă latineşti, unul de gen şi altul de specie, botezând astfel orice fiinţă vegetală sau animală, înlăturând greoaiele şabloane prin care speciile erau numite în stilul lui *Tournefort*, prin fraze încâlcite şi confuze. Această inovaţie a lui Linne va dăinui cât timp omenirea se va ocupa de studiul plantelor, adică cât timp va exista omul. Limba latină va rămâne astfel „vie" prin nemurirea ştiinţei unui om.

În capodopera sa *Systema Naturae*, Linne a aşezat omul împreună cu maimuţele în clasa mamiferelor, ordinul primatelor, ceea ce pe atunci constituia o inovaţie foarte curajoasă. În corespondenţa sa cu Gmelin (1709-1775), vestit botanist şi călător în Siberia, care a adus câteva mici modificări la ediţia a 13-a a operei sale *Systema Naturae*, Linne îi scria acestuia, la 14 februarie 1747: „Oamenilor nu le place că am aşezat omul printe antropomorfe. Doar omul se cunoaşte pe sine însuşi. Să lăsăm vorbele la o parte, mie îmi este indiferent ce nume vom folosi. Dar te întreb pe tine şi pe toată lumea, în ce constă deosebirea principală dintre om şi maimuţă, conform cu legile istoriei naturale? Într-adevăr, eu nu cunosc nici o deosebire. Să-mi arate oricine vrea măcar una singură. Dacă l-aş fi numit pe om mai-

muţă sau invers, asupra mea s-ar fi năpustit toţi teologii, dar după regulile stiinţei eu aş fi trebuit să fac acest lucru".

Ideea apropierii nu numai formale între om şi maimuţă, dar mai ales aceea a legăturii de sânge între om si celelalte primate, va fi exprimată voalat la Lamarck şi adoptată degfinitiv în ştiinţă prin Darwin.

Influenţa enormă exercitată de Linne asupra contemporanilor săi se explică mai ales prin precizia cu care el a delimitat speciile. Cuénot, marele biolog francez al sec. al XX-lea, nu este sigur dacă el avea intuiţia clară a ceea ce este specia, totuşi recunoaşte valabilitatea marii majorităţi a speciilor lineene, dintre care doar foarte puţine n-au rezistat timpului şi au trebuit să fie îmbunătăţite. Este demn de remarcat faptul că Linne a întrebuinţat pentru prima oară cuvântul mutaţie, în exact aceeaşi accepţiune ca astăzi, numind prin acest termen apariţia bruscă a unei forme noi, dar ereditare. Aceasta s-a petrecut în 1742, când un student, Zioberg, a descoperit aproape de Uppsala, pe o insulă, într-o populaţie de *Linaria vulgarus*, o plantă necunoscută până atunci, căreia Linne i-a dat numele *Peloria* (*monstruoasa*), fiindcă la baza corolei avea 5 pinteni în loc de unul, ca *Linaria*. Linne nu credea că este vorba în acest caz de o varietate produsă prin influenţa solului, a hranei, temperaturii, vântului etc. Neputând explica apariţia acestei plante, el a recurs la ipoteza hibridării dintre *Linaria* cu 1 pinten şi o formă cu 5 pinteni la baza corolei, la acelaşi individ întrunindu-se caracterele invariabile de la două specii înrudite. Deşi Linne îsi baza sistemul său de clasificare pe caracterele organelor sexuale, ideile sale asupra naturii fenomenului sexualităţii erau total greşite, adoptând în această privinţă concepţiile lui Aristotel şi Cesalpino care negau sexualitatea la plante. Cesalpino susţinea că sămânţa provine direct din măduva tulpinii, că staminele reprezintă lemnul, corola liberul şi caliciul scoarţa; deci unirea celor două sexe ar fi de fapt o contopire a substanţei lemnului, adică a staminelor, cu principiul vital al măduvei, adică pistilul.

Este greu de explicat poziţia lui Linne despre sexualitatea plantelor, deşi el ar fi trebuit să cunoască lucrările lui Camerer (Rudolf Ia-

cob Camerarius) (1665-1721), din Tübingen, asupra a două plante dioice *Mercurialis annua* şi *Ricinus communis* prin care a dovedit rolul staminelor, al ovarelor şi al stilului în sexualitatea plantelor. Era, de asemenea, cunoscut cazul menţionat de G.J. Gleditsch (1714-1787) despre un curmal (*Chamaerops humilis*) femel din Grădina Botanică din Berlin, care înflorea de 80 de ani, fără să dea niciun fruct. În 1749, Gleditsch a cerut să i se trimită de la Grădina Botanică din Leipzig inflorescenţe mascule, de la un palmier din aceeaşi apecie şi, realizând polenizarea artificială, a putut determina fecundaţia, care a reuşit pe deplin. Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), matematician, naturalist şi filozof francez, pe atunci preşedinte al Academiei din Berlin, a putut să-i prezinte împăratului Frederic cel Mare mai mult de o mie de curmale, rezultate din această fecundaţie.

Linne îsi leagă numele şi de România prin determinarea unei insecte trichoptere *Phryganea*, recoltată de cancelarul Erich Karlesson, din Moldova, în 1739. În *Oeconomia Naturae* (1749) Linne redă o reflecţie personală asupra legăturilor dintre lucruri şi circulaţia elementelor în natură: „Nimic nu este de sine stătător, ci trebuie să fie în aselaşi timp subordonat altui lucru, asemenea verigilor unui lanţ astfel că, dacă un singur lucru ar lipsi, întreaga orânduire ar fi zdruncinată. Soarele dă lumină ziua, înviorând pământul rece, Luna e candela nopţii. Aerul serveşte vieţii noastre, ploaia răceşte pâmântul uscat, pământul hrăneşte plantele, plantele hrănesc animalele, animalele se slujesc unele pe altele şi toate laolaltă îl slujesc pe om, cel mai nobil dintre ele, înzestrat de Creator cu înţelepciune mai mare, spre a-l slăvi şi preamări”.

Este clar că există o predeterminare în economia naturii după această concepţie a lui Linne, dar lumea este alcătuită după o dialectică clară în care pieirea unui element îngăduie naşterea altuia, aşa încât moartea creează viaţă.

Ideea de mişcare, de circulaţie în natură, apare clar în *Systema Naturae*: „i-am urmărit paşii pe pajiştile naturii şi am observat în toate lucrurile, chiar şi în cele în care abia le putem distinge, o nemărgi-

nită înţelepciune şi putere. Am văzut acolo că toate animalele erau înţreţinute de plante, plantele de pământ şi pământul de globul terestru. Am văzut cum acest glob se învârteşte zi şi noapte, fără încetare, împrejurul Soarelui care i-a dat viaţă. Am văzut cum Soarele, împreună cu planetele şi cu stelele fixe, se învârtesc oarecum pe osiile lor, pe întinderi nemărginite şi în număr nesfârsit de mare, susţinute în gol de mişcarea cea dintru-ntâi mai presus de orice închipuire, scânteia universală, cârma a tot ce vieţieşte, stăpână a lumii întregi. Dacă îi zicem destin nu greşim, căci toate stau în mâna lui, dacă îi zicem natură, iarăşi nu greşim, căci totul a purces din ea. Dacă îi zicem Providenţă încă avem dreptate, căci totul se mişcă la semnul şi potrivit voinţei ei".

Linne – legislatorul lumii vieţuitoarelor, al doilea secretar (păstrător de secrete) al naturii, după Aristotel – este învăţatul căruia i se datoreşte în mare parte avântul imens luat după el de ştiinţele naturii şi care a voit să îmbrăţişeze într-un grandios sistem cele trei regnuri. Dar, om fiind şi el, n-a putut şti, nici face totul. Şi nimeni n-a fost mai conştient de aceasta, decât el însuşi, când a spus atât de înţelept: „*Ea quae sciamus sunt pars minima eorum quae ignoramus*" (cele ce ştim sunt o parte minusculă din cele ce nu ştim). O deviză care, înţeleasă corect, ar putea duce pe mulţi pe calea adevărată şi demnă a modestiei, a măsurii, a echilibrului. Nefiind el nicidecum evoluţionist, Linne a deschis larg porţile evoluţionismului, deoarece însăsi această clasificare a lumii vii este o operaţie care a putut fi făcută de om numai datorită faptului că toate speciile de vieţuitoare existente în natură sunt rezultatul grandiosului, îndelungatului şi neterminatului proces de evoluţie al înrudirii lor mai apropiate sau mai îndepărtate şi deci al descinderii unora din altele, respectiv al transformării lor. Ordonând speciile în sisteme taxonomice, pe criterii obiective de înrudire şi descendenţă, nu facem altceva decât să reproducem la scara cunoaşterii îndelungata operă a naturii desfăşurată în îndelungate epoci geologice, de formare a unor specii din alte specii. Linne a conceput natura ca o succesiune de specii, de fiinţe organizate în unităţi discrete şi distincte, legate printr-o origine comună,

alcătuite din indivizi cu trăsături generale identice. Idei evoluţioniste sau creaţionist-fixate le întâlnim şi la alţi gânditori ai timpului. Astfel, în concepţia lui Leibniz, evoluţia este un proces derivat dintr-un principiu intrinsec organismului (autogenetism) absolut independent de mediu.

Ca şi în zilele noastre, în secolul luminilor, evoluţionismul era domeniul în care se înfruntau cele trei direcţii intrepretative, autogenetismul, ectogenetismul şi concepţia automişcării, pe plan filozofic realizându-se o îmbinare între materialismul cartezian şi materialismul englez. Evoluţionismul sec. al XVIII-lea era însă din plin angajat în marea bătălie împotriva fixismului şi creaţionismului care dominau gândirea biologică.

Pe fundalul contradictoriu al ideologiei germane s-a născut evoluţionismul romantic, naturfilozofic, în care s-au contopit ideile evoluţioniste ale lui Buffon, teoria lui Leibniz şi Herder despre un prototip ideal, adică un plan ideal şi o unitate de structură a lumii vii, cu umanismul lui Rousseau, filozofia lui Kant şi setea pentru o lume mai frumoasă şi mai nobilă decât searbăda realitate filistină a timpului. Goethe scoate evoluţionismul din întunecatele cabinete muzeale, cu bogate colecţii de mumii şi oase, în lumina senină, olimpiană a poeziei clasice germane, descifrând mesajul artistic al unor fenomene evolutive comune precum metamorfozarea frunzelor în flori, pe care el le numeşte poetic „unelte ale dragostei", susţinând teoria vertebrală a craniului şi orientând evoluţionismul spre universul idealului şi conceptualului, spre raţionalism.

Dialectica hegeliană va netezi enorm de mult drumul evoluţionismului. Imperfecţiunea organelor, antagonismele, contradicţiile dintre ele, determină „neputinţa Naturii", acel *Ohnmacht der Natur* cum spunea Hegel, care nu este altceva decăt izvorul „luptei pentru existenţă".

Un astru de primă mărime în constelaţia naturaliştilor veacului al XVIII-lea a fost **Georges Louis Leclerc Buffon**. Genial naturalist, el avea să afirme: „*Le génie n'est autre chose qu'une grande aptitude à la patience*" (Geniul nu este altceva decăt o mare aptitudine pentru

răbdare), ceea ce aduce mult cu shakespeareanul „*how poor are they that have no patience*" (ce sărmani sunt cei care nu au răbdare). Buffon este autorul unei grandioase opere intitulată *Histoire naturelle generale et particuliere* (*Istoria naturală generală şi particulară*). Primul volum se intitulează *Histoare de la Terre* (*Istoria Pământului*) şi reprezintă ideile îndrăzneţe ale sale asupra originii Pământului şi a întregului sistem solar, asupra formării munţilor, morfologiei, structurii interne şi vechimii Pământului, precum şi asupra fosilelor considerate ca rămăşiţe pietrificate ale fiinţelor care au trăit odinioară, veritabile borne pe întunecatul drum al trecutului geologic.

În acest volum, mai sunt prezentate consideraţiile sale asupra adevărului, moralei şi nemuririi sufletului. Marea popularitate a acestui volum va atrage asupra autorului său fulgerele bisericii şi ale Sorbonei, facultatea de Teologie neputând tolera ca un nobil, membru al Academiei de Ştiinţe şi superintendent al Grădinii regelui, să nutrească şi să răspândească, prin chiar Imprimeria regelui, din Paris, idei în flagrantă contradicţie cu *Scriptura*, referitoare la cosmogonie, nemurirea sufletului, adevăr şi morală.

După Buffon, puterea naturii rezultă din două mari legi: atracţia şi repulsia. Opera lui Buffon cuprinde toate cunoştinţele vremii sale despre originea sistemului planetar, structura şi înfăţişarea externă a Pământului, epocile naturii, viaţa şi comportarea animalelor, omul cu toate artele, industriile, talentele, bucuriile, durerile, iluziile şi năzuinţele lui, în toate vârstele şi climatele. Este o operă care cuprinde în ea totul într-o viziune grandioasă. Tot ce se ştia şi cum se ştia până la el!

În zugrăvirea naturii, aşa cum este ea proaspătă, vie şi mereu tânără, mereu în mişcare şi în necontenită transformare, distrugătoare şi creatoare, Buffon a dat întreaga măreţie a talentului său, neegalat de nimeni cu unele excepţii, cum ar fi Humboldt, autorul lui *Cosmos*, şi Fabre, neîntrecutul povestitor al vieţii insectelor.

La baza filozofiei lui Buffon stă concepţia materialistă după care totul se transformă în Univers şi pe Pământ, materia este intim şi indisolubil legată de mişcare şi căldură, lumină şi electricitate, fiind mani-

festări ale materiei, sau mai exact materia însăsi, iar atracţia şi repulsia – cele două forţe, materializate şi ele, care reglează întregul mecanism al Cosmosului. Astfel, Buffon depăşeşte prin concepţiile sale originale (din care mai tărziu se vor inspira Kant, întemeietorul idealismului german, şi Laplace, astronom şi matematician francez) concepţiile lui Descartes exprimate în „Le Monde" şi ale lui Leibniz (1646-1716) exprimate în „Protagaea". Filozofia sa este impregnată cu relativismul şi scepticismul fecund al lui Montaigne (1533-1593) şi al lui Descartes (1596-1650), autorul celebrului *Discours sur la méthode*.

Ne este greu să recunoaştem astăzi, când suntem bazaţi pe arsenalul modern de mijloace de investigaţie cu care am destrămat multe dintre necunoscutele macro- şi microcosmosului, că Buffon rămâne în actualitate cu aceste gânduri despre cunoaşterea umană; multe dintre axiomele din paradigmele ştiinţei moderne poartă încă pecetea antropocentrismului şi a antropomorfismului. Cu toate acestea, intuiţia, mintea omului, stabileşte legături şi desprinde laturi ale proceselor naturii pe care niciun aparat, oricât de perfecţionat este sau va fi, nu le va putea sesiza. Nu degeaba Eistein aprecia că intuiţia a adus mai multe descoperiri decât orice experiment, decât orice aparat.

Buffon ne aminteşte că „naturalismul este făcut pentru a descrie, nu pentru a inventa şi că nu poate să folosească imaginaţia decât pentru a combina observaţiile, a generaliza faptele, şi a face din ele un tot care să prezinte spiritului o ordine metodică de idei clare şi de raporturi închegate şi probabile.

Opera lui Buffon cuprinde germeni ai ideilor transformiste, ai teoriei cauzelor actuale, fiind deci un precursor al lui Lamarck, Geoffroy de Saint-Hillaire şi Darwin.

În opera sa de maturitate *Les Époques de la Nature* (1778), Buffon a împărţit istoria Pământului în 7 perioade care nu sunt despărţite prin revoluţii catastrofale, cum se credea până la el şi cum a crezut şi după el Cuvier, ci „prin simplul efect al revoluţiei globului şi al răcirii lui progresive". Astfel, Buffon realizează prima încercare de a împărţi istoria globului pământesc în ere, luând parte la crearea geologiei.

Buffon schiţează în trăsături largi istoria globului de la desprinderea sa din Soare (Leibniz ca şi Descartes consideră planetele ca pe nişte foşti sori cu lumină proprie, fără legătură între ele) până la apariţia omului. Fluid şi incandescent la început şi cu lumină proprie, prin învârtire în jurul axei sale s-a umflat la ecuator, turtindu-se la poli şi a luat forma unui sferoid. Prin răcire progresivă a prins coajă deasupra unui nucleu central – rest din materia solară, care s-a păstrat cald. Prin răcirea progresivă a scoarţei s-au format munţii. S-au condensat apoi vaporii de apă şi au căzut sub formă de ploi nesfârşite, rezultând oceanul primitiv care a acoperit tot globul. În acest ocean s-au depus ca foile unei cărţi sedimente ce cuprind rămăşiţe pietrificate ale fiinţelor care au trăit atunci. Sedimentele au acoperit munţii la formarea cărora au participat deci focul şi apa, adică Pluton şi Neptun. Nu seamănă oare crestele munţilor, văzuţi din depărtare, cu valurile mării? Nu cuprind stâncile cele mai înalte cochilii, resturi de fiinţe dispărute care constituie cea mai bună dovadă că munţii au fost odinioară sub apă? Apoi continentele au ieşit la suprafaţă ca nişte insule din undele mării. Viaţa s-a instalat pe ele. Treptat, treptat au apărut animalele de uscat, de la cele mai mici până la elefanţi, rinoceri, hipopotami, uscatul luând înfăţişarea sa de azi. La sfârşit a apărut omul, cea mai tulburătoare şi mai ciudată fiinţă de pe glob. Prin cercetarea şi cunoaşterea naturii, Omul a ajuns să o domine şi să o subjuge intereselor sale.

Florile care ne îmbată cu mireasma lor, fructele delicioase din livezile noastre, bobul de grâu din care se face pâinea cea de toate zilele, toate rasele de animale domestice care ne înconjoară nu sunt simple daruri ale naturii, ci ele au fost smulse de la aceasta prin munca, iscusinţa şi vrednicia omului.

Buffon este iniţiatorul teoriei cauzelor actuale, găsind în geologul englez Ch.Lyell (1797-1875) un strălucitor continuator.

În *Théorie de la Terre* Buffon afirmă: „nu trebuie să recurgem la cauze al căror efect este rar, violent şi subit; ele nu se află în mersul obişnuit al naturii, ci la efecte care se întâmplă în toate zilele, la

mişcări care se succed şi se reînnoiesc fără încetare, la acţiuni constante şi repetate; acestea sunt cauzele noastre şi raţiunile noastre".

Nu se putea da o formulare mai clară a cauzelor actuale care modelează Pământul şi determină transformarea vieţuitoarelor care trăiesc pe el, aceleaşi care în trecutul geologic, de-a lungul erelor, au condus la marile transformări ale scoarţei şi ale lumii vii!

Buffon este şi fondatorul biogeografiei. El afirmă primul că „animalele care populează astăzi ţinuturile de miazăzi ale continentului nostru (adică Lumea veche) au venit aici de la nord, pentru că acolo se găsesc dinţi şi oase de elefanţi, schelete de rinoceri, dinţi de hipopotami şi capete monstruoase de boi (zimbri) care au izbit prin mărimea lor şi este mai mult decât probabil că s-au găsit de asemenea şi rămăşiţele altor specii mai puţin remarcabile". Originea boreală a unor patrupede este clară pentru Buffon şi a fost confirmată de cercetările ulterioare.

Acestea, în urma schimbării condiţiilor climaterice, s-au retras în valuri succesive spre sud, unde trăiesc şi astăzi.

Buffon a arătat pentru prima dată deosebirile dintre fauna tropicală a Lumii vechi şi aceea a Americii de Sud (Lumea nouă), susţinând că fauna Lumii vechi şi aceea a Lumii noi au origine comună, deosebirile dintre ele explicându-le prin influenţa climatului. El a remarcat, de asemenea, răspândirea circumpolară a faunei arctice, punând-o pe seama legăturii de odinioară dintre continente în regiunea boreală.

Deşi la început a fost partizan al fixităţii speciilor mai mult din oportunism, Buffon se scutură treptat de ideile fixiste, afirmând în cele din urmă categoric realitatea variaţiei speciilor, ceea ce implică transformarea şi deci evoluţia lor.

În volumul al VIII-lea din *Histoire Naturelle*, apărut în 1744, în capitolul despre animalele din continentul vechi, Buffon face primele aluzii la transformarea speciilor şi exprimă foarte clar ideea despre selecţia naturală: „animalele nu sunt în multe privinţe decât produşi ai Pământului, cele dintr-un continent nu se găsesc în altul; cele care se găsesc aici sunt alterate, micşorate, adesea până la a fi de

nerecunoscut, trebuie mai mult pentru a fi convins că pecetea formei lor nu este nealterabilă, că natura lor, mai puţin constantă decât a omului, poate să varieze şi chiar să se schimbe absolut, cu timpul, că pentru acelaşi motiv speciile cele mai puţin perfecte, cele mai delicate, cele mai greoaie, cele mai puţin active etc. (...) au dispărut sau vor dispare? ... Prodigiosul mamut, animal patruped, ale cărui oseminte le-am privit adesea cu uimire şi pe care l-am socotit cel puţin de şase ori mai mare şi mai puternic decât cel mai puternic elefant, nu mai există nicăieri (....). Această specie era cu siguranţă prima, cea mai mare şi mai forte decât toate patrupedele; dacă a dispărut, câte altele mai slabe şi mai puţin remarcabile au trebuit, de asemenea, să piară!". Iată, ideea selecţiei naturale exprimată clar cu peste 100 de ani înainte de Darwin!

Buffon exprimă în continuare clar afirmaţia că speciile se transformă în decursul timpului: „câte alte specii, zice el, denaturându-se sau degradându-se (la vechii naturalişti cuvântul *degradare* avea sens de transformare) din cauza marilor schmbări ale uscatului sau ale apelor, prin părăsirea sau cultivarea naturii prin lunga influenţă a unui climat devenit potrivit sau favorabil, nu mai sunt aceleaşi cu cele de altădată!". Astfel, Buffon pune variaţia speciilor pe seama influenţei mediului, ceea ce va constitui una din tezele lamarckismului.

În 1753, în volumul al VIII-lea al capodoperei sale în capitolul despre asin (*De l'Âne*), Buffon este şi mai categoric în ceea ce priveşte evoluţia speciilor: „dacă din imensa varietate pe care o prezintă fiinţele animale care populează lumea vom alege un animal sau chiar corpul omului ca să servească cunoştinţele noastre şi să raportăm la acestea, pe calea comparaţiei, celelalte fiinţe organizate, vom găsi că, deşi toate aceste fiinţe variază prin diferenţe gradate la infinit, există în acelaşi timp un desen primitiv şi general, pe care îl putem urmări foarte departe şi ale cărui degradări sunt mult mai încete decât cele ale înfăţişărilor şi ale raporturilor aparente; să considerăm piciorul unui cal, în aparenţă foarte diferit de mâna omului, este alcătuit totuşi din aceleaşi oase, aşa cum a observat Daubenton; şi vom judeca, da-

că această asemănare ascunsă nu este mai uimitoare decât deosebirile aparente, dacă această conformaţie constantă şi acest plan nu este urmărit de la om la patrupede, de la patrupede la cetacee, de la cetacee la păsări, de la păsări la reptile, de la reptile la peşti etc.”.

Este, în această afirmaţie, exprimat clar principiul evoluţiei, al planului unic de organizare, reluat şi argumentat mai târziu de Etienne Geoffroy de Saint-Hillaire şi fiul său Isidore şi reprezentând una din cheile de boltă ale evoluţionismului clasic.

Buffon subliniază: „nu numai asinul şi calul, dar chiar omul şi maimuţa, patrupedele şi toate animalele ar putea fi considerate ca formând aceeaşi familie; omul şi maimuţa au origine comună cu asinul şi calul, fiecare familie atât la animale, cât şi la vegetale şi-a avut o singură tulpină; şi chiar toate animalele se trag din aceeaşi spiţă care, în succesiunea timpurilor, a produs, perfecţionându-se şi degradându-se, toate rasele celorlalte animale”.

Nimeni şi niciodată, aprecia Cuénot, nu a formulat cu atâta claritate o concepţie transformistă aşa de completă, legând toate animalele, inclusiv omul, de aceeaşi spiţă, de acelaşi organism primitiv din care toate ar fi ieşit pe cale de descendenţă.

„Degenerarea” animalelor în interiorul speciilor sau genurilor este înţeleasă de Buffon în sensul devenirii lor, al existenţei unei istorii a formelor de animale. Această idee valabilă deopotrivă Pământului şi mineralelor, descrisă în *Les Époques de la nature*, este opusă aceleia despre ordinea eternă. Dar, chiar dacă viaţa va fi să dispară pe Pământul devenit rece şi dacă pe alte planete, alte vieţuitoare asemănătoare celor de pe Pământ, formate după aceleaşi legi vor suferi efectele aceleiaşi degradări, iar omul terestru va fi dispărut, gândirea va trăi de-a pururi. Din confruntarea Omului şi Naturii triumfător iese omul, deoarece triumfă gândirea sa care a descoperit ordinea materiei.

Cu mult înainte de Lamarck, Buffon şi-a întemeiat concepţia sa evoluţionistă pe ereditatea caracterelor dobândite, considerând că „marele lucrător al naturii este timpul”. Trebuie într-adevăr mult timp pentru a produce acele modificări interioare care, perpetuându-

se prin generaţii, au devenit caractere generale şi constante după care recunoaştem rasele.

Spre deosebire de Lamarck, care implică interpretarea finalistă în privinţa originii variaţiilor, Buffon îşi bazează concepţia sa transformistă pe o explicaţie în totalitate nefinalistă: „Natura este deci departe de a se supune cauzelor finale în alcătuirea fiinţelor; pentru ce n-ar pune ea în acestea şi părţi de prisos de vreme ce atât de adesea le lipseşte de părţi esenţiale? Câte animale nu sunt lipsite de simţuri şi de membre. Pentru ce voim ca în fiecare individ orice parte să fie folositoare celorlalte şi necesară întregului? Nu este de ajuns ca ele să se întâlnească împreună, să nu se vatăme una pe alta, să poată creşte fără piedică şi să se dezvolte fără a se stingheri reciproc? Însă cum noi voim să punem totul pe seama unui anumit scop, când părţile nu au folosinţe aparente, le presupunem folosinţe ascunse, închipuind raporturi care n-au nici un temei, care nu există în natura lucrurilor. Noi denaturăm obiectul, care este acela de a cunoaşte cum-ul lucrurilor, felul în care natura acţionează şi înlocuim un obiect real cu o idee vană, încercând să ghicim pentru ce-ul faptelor, scopul pe care ea şi-l propune acţionând ...".

Puţini sunt cei care au scos în evidenţă faptul că Buffon alături de Herder poate fi considerat ca un precursor al gândirii despre codificarea ereditară. El a intuit în mod genial existenţa programului genetic, atunci când a făcut afirmaţia: „există în Natură un prototip general al fiecărei specii datorită căruia fiecare individ este modelat dar care se realizează, se modifică şi se perfecţionează sub acţiunea mediului, ... anumite calităţi ale sale suferă o variaţie ciudată în manifestare, în succesiunea de generaţii de indivizi, dar în acelaşi timp prezintă o constantă remarcabilă pentru specia considerată ca întreg; primul animal, primul cal, de exemplu, a fost modelul exterior şi matricea interioară pentru toţi caii care s-au născut, toţi cei care există şi toţi cei ce vor fi născuţi; dar acest model a fost copiat de fiecare dată, cu mici modificări sau perfecţionări pe măsură ce s-a multiplicat". Este în această redare de acum două secole a gândirii lui Buffon, exact ceea ce se ştie astăzi despre codificarea biochimică a tuturor

caracterelor individului şi despre programul genetic specific fiecărei specii. Dacă vom înlocui cuvântul „prototip general" cu „program genetic" restul poate fi păstrat întocmai spre a reda versiunea modernă a ceea ce se numeşte codificare genetică.

Buffon a fost şi un mare umanist şi susţinător al cauzei păcii şi colaborării între popoare. În *Les Époques de la Nature* el afirmă: „Există măcar o singură naţiune care să se poată lăuda că a ajuns la cea mai bună guvernare posibilă, care ar fi să facă pe toţi oamenii dacă nu egal de fericiţi, măcar mai puţin neegal de nenorociţi, veghind la conservarea lor, la cruţarea sudorilor şi a sângelui lor prin pace, prin belşug de hrană şi îndestularea vieţii?".

„Adevărata glorie este ştiinţa, iar pacea – adevărata fericire. Să sperăm că echilibrul, cu toate că neperfect, care se găseşte astăzi între popoarele civilizate, se va menţine şi va putea deveni mai stabil, pe măsură ce oamenii îşi vor cunoaşte mai bine adevăratele lor interese, vor cunoaşte preţul păcii şi al fericirii liniştite şi vor face din ele obiectul ambiţiei lor". Cât de actuale sunt aceste profesiuni de credinţă ale lui Buffon, marele precursor al transformismului!

Prima teorie evoluţionistă consistentă, bine cristalizată, aparţine lui **Lamarck** şi a fost propusă în anul 1809, an în care avea să se nască părintele evoluţionismului ştiinţific, Charles Darwin. Ideea centrală a concepţiei evoluţioniste a lui Lamarck – lamarckismul – este aceea a transformismului, adică a procesului de schimbare în timp a vieţuitoarelor, în natură având loc un progres de la organismele cele mai simple la organismele cele mai complexe – plante, animale şi de aici la om.

Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, cavaler de la Marck, cunoscut în ştiinţă ca **Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829), este aşadar primul naturalist care enunţa o concepţie unitară despre evoluţie cunoscută sub numele de transformism, expusă în celebra sa carte *Philosophie zoologique*, apărută în anul 1809. O influenţă benefică asupra lui Lamarck a avut-o fondatorul mutaţionismului, Antoine Nicolas Duchesne, cel care a descoperit fragul monofil, *Fragaria*

monophila şi a scos în evidenţă rolul mutaţiilor în apariţia de specii noi, deci în evoluţie.

Despre transformarea speciilor a vorbit în timpul lui Lamarck şi **George Cabanis** (1757-1808), medic şi filozof. După Lamarck viaţa a apărut prin generaţie spontană, iar speciile chiar şi cele mai perfecte care sunt cele mai apropiate de om, poartă în organizarea lor amprenta climatului şi al habitatului, a hranei şi a raporturilor cu alte vieţuitoare.

Şi Linne, prinţul de neegalat al Botanicii vremii sale, subliniase în *Philosophie botanique* că unele specii de plante se pot transforma în altele, afirmând că florile, frunzele şi ramurile sunt de aceeaşi origine, ca periantul. Ele se formează prin reunirea de flori rudimentare. O vegetaţie luxuriantă distruge florile şi se transformă în frunze, pe când o vegetaţie săracă îşi modifică frunzele şi se transformă în flori.

În 1790, poetul şi naturalistul german **Johann Wolfgang von Goethe** (1749-1832) a scris cartea sa intitulată *Metamorfoza plantelor* în care arată că florile, frunzele şi fructele, ca şi diversele părţi care le compun, provin din acelaşi organ apărut sub formă primară în cursul evoluţiei, punând la baza tuturor plantelor un tip primitiv de plantă.

Goethe a mai descoperit că şi la om există cele două oase intermaxilare care susţin incisivii superiori, dar că ele sunt strâns sudate, ceea ce nu este cazul la alte mamifere, inclusiv la maimuţe. Vizitând cimitirul evreiesc din Veneţia, în anul 1790, Goethe a provocat printr-o lovitură involuntară cu piciorul dezarticularea unui craniu de berbec în părţile sale componente şi acest fapt i-a sugerat ideea formării craniului prin modificarea unui anumit număr de vertebre, elaborând astfel teoria vertebrală a craniului.

Aceste transformări, aceste metamorfoze descrise de Goethe în regnul vegetal şi animal, l-au determinat să îmbrăţişeze ideea transformismului şi să urmărească cu deosebit interes disputa academică din 1830 dintre creaţionistul şi fixistul Cuvier şi evoluţionist-transformistul Geoffroy de Saint-Hilaire.

Lucrarea lui Lamarck *Filozofia zoologiei* apare pe un fond al disputei dintre fixişti-creaţionişti şi evoluţionişti-transformişti, susţinută la începutul sec. al XIX-lea, când el, împreună cu Treviranus introduc în ştiinţele naturii termenul de biologie, în inţelesul pe care îl are astăzi: „biologia este ştiinţa care se ocupă cu studiul diverselor forme şi fenomene ale vieţii, al condiţiilor şi legilor sub care au loc fenomenele vieţii şi cauzele care le determină".

În 1805, biologul german **Gottfried Reinhold Treviranus** (1776-1837) scria, în opoziţie cu catastrofismul care domină epoca de pe poziţiile unui transformism profetic: „Suntem convinşi că fiecare specie şi fiecare individ traversează perioade determinate de creştere, de înflorire, de decădere şi de moarte. Depresiunea sa nu este o descompunere asemănătoare corpurilor moarte, ci o transformare. Admitem în general că marile catastrofe au cauzat distrugerea animalelor lumii originale, dar nu pe toate. Unele dintre ele au supravieţuit şi au devenit cu timpul altele. Pe globul nostru totul este curgător şi trecător. Chiar şi omul va dispare într-o zi, transformându-se. Omul nu este un organism cu desăvârşire superior. El se va dezvolta şi se va transforma într-o formă superioară mai subtilă".

Pe un asemenea teren de gândire biologică apare transformismul lui Lamarck, din păcate într-o lume ştiinţifică dominată de fixismul lui Cuvier şi publicarea operei sale în două volume *Philosophie zoologique* a demonstrat nu numai un curaj ştiinţific, ci şi unul civic. Apropiat împăratului Napoleon, Cuvier a avut tot sprijinul în a respinge transformismul lamarckist. În 1809, cu ocazia recepţiei anuale oferite de Napoleon membrilor Academiei care alcătuiau Institutul Franţei, Lamarck i-a oferit împăratului un exemplar al cărţii sale, dar acesta i-a rezervat o primire rece, persiflantă şi foarte nefavorabilă, deşi el aprecia în mod deosebit pe savanţi. Au rămas celebre cuvintele sale din campania din Egipt când, atacaţi, la picioarele piramidelor de cavaleria inamică a dat comanda: „măgarii şi savanţii la mijloc!". Erau oameni de ştiinţă care îl însoţeau în campania din Egipt, printre care se afla şi Etienne Geoffroy de Saint-Hilaire. Lamarck rămâne însă primul care elaborează o teorie generală a evoluţiei biologice, pornind de la origi-

nea vieţii şi ajungând la explicarea transformării unor specii în altele printr-un progres constant al organismelor de la cele mai simple spre cele mai complexe. Organele noi apar ca răspuns la „acţiunea mediului şi dimensiunea lor este proporţională cu folosirea sau nefolosirea lor". Una dintre „legile" enunţate de Lamarck este cea a dezvoltării organelor ca urmare a funcţionării lor: cu cât este mai utilizat un organ dat, cu atât el se dezvoltă mai bine. Această aserţiune a lui Lamarck este adesea prezentată inexact şi incorect drept „funcţia creează organul". Deşi a formulat o observaţie curentă, Lamarck i-a conferit statut de lege printr-o extindere exagerată. El a scos în evidenţă că exerciţiul sau neexerciţiul unui organ are o influenţă considerabilă asupra expresiei sale în contextul general al organismului.

A doua ipoteză a lui Lamarck se referă la transmiterea la descendenţi a transformărilor dobândite de organism în cursul vieţii sale individuale. Este deci vorba de „principiul eredităţii caracterelor dobândite" potrivit căruia tot ce natura a făcut să se dobândească sau să se piardă de către un organism sub influenţa condiţiilor de mediu la care acel organism a fost mult timp expus sau sub influenţa utilizării, respectiv a neutralizării, unei părţi a organismului se va conserva la descendenţi. Ca exemplu, pentru prima „lege" Lamarck dă reducerea sau atrofierea ochilor la cârtiţă, datorită vieţii ei subterane şi ca o consecinţă a neutralizării ochilor, şi fortificarea, respectiv alungirea, gâtului girafei care, trăind în regiuni fără ierburi a fost obligată să întindă gâtul spre frunzele arborilor sau alungirea ciocurilor şi a picioarelor la păsările acvatice care se hrănesc cu peştişori, melci, larve acvatice, pe care le caută la fundul apelor.

Lamarck dă şi multe exemple din viaţa omului, legate de regimul alimentar şi regimul de muncă.

Contrar concepţiei catastrofale a lui Cuvier, Lamarck consideră fosilele ca urme ale unor organisme analoage celor actuale sau chiar urme ale formelor ancestrale ale organismelor actuale, ale strămoşilor acestora.

Pe scurt, ***lamarckismul*** se prezintă astfel:

– mediul fizic produce în organismul vegetal, prin acţiune directă noi caractere;

– în organismul animal, caracterele noi apar în urma dobândirii de noi obiceiuri, prin eforturile de adaptare imediată la mediu;

– organismele răspund în mod adecvat la influenţele factorilor de mediu, adaptarea fiind întotdeauna directă, adecvată, adică conformă cu necesităţile imediate, nu realizează, aşa cum este considerată astăzi, în timp, în decursul multor generaţii, deci ca rezultat al evoluţiei, astfel că Lamarck separă în mod eronat adaptarea de evoluţie şi aceasta este cea mai mare eroare pe care o face el;

– caracterele noi sunt întărite prin efort continuu;

– folosirea şi nefolosirea explică dezvoltarea, respectiv rudimentarizarea organelor;

– caracterele dobândite în cursul vieţii organismului sunt fixate ereditar şi transmise de-a lungul generaţiilor, pe această cale apar noi adaptări şi are loc transformarea speciilor;

– natura evoluează graţie unei forţe interioare (intrinseci) care acţionează şi atunci când condiţiile de existenţă rămân neschimbate, având tendinţa perfecţionării;

– nu se realizează o organizare regulată a scării fiinţelor vii, deoarece influenţele mediului alterează ordinea ideală a naturii;

– prin enunţarea tendinţei naturii spre perfecţionare, Lamarck transpune, după părerea lui Lucian Blaga, entelechia aristotelică, de pe plan ontogenetic pe plan filogenetic;

– evoluţia înseamnă transformarea continuă a vieţuitoarelor de la forme primitive spre cele evolutive prin progresul continuu al organizării şi funcţiilor lor datorită unei tendinţe interioare spre progres (entelechia aristotelică) sădită de la început de către divinitate în toate fiinţele, ulterior divinitatea nemaiamestecându-se, modul de desfăşurare a acestei tendinţe depinzând de condiţiile de mediu care determină adaptarea vieţuitoarelor.

Lamarck explică două procese având după el cauze şi naturi diferite. Sub influenţa condiţiilor de mediu apar variaţii cu caracter adecvat şi totodată adaptativ, modificarea acestor condiţii de mediu

solicitând funcţionarea sau nefuncţionarea unor organe, ceea ce duce la dezvoltarea, respectiv la reducerea lor treptată. Esenţialul în mecanismul lamarckist al evoluţiei este ereditarea caracterelor dobândite sub acţiunea directă a mediului, concepţie nevalidată de biologia modernă, cu foarte puţine şi nesemnificative excepţii.

O musculatură puternică realizată prin antrenament de către un sportiv ar fi în concepţia lamarckistă un caracter somatic dobândit, urmaşii unui asemenea sportiv trebuind să moştenească acest caracter de „musculatură puternică", ceea ce nu se întâmplă în realitate.

Pe de altă parte, unele date sunt greu de explicat pe o altă cale, fără ca să nu fie implicată, cel puţin în parte, ereditatea caracterelor dobândite. Astfel, lamarckismul chimic, de emanaţie recentă, admite că un factor fizic al mediului (temperatura, umiditatea, lumina etc.) produce prin acţiune directă o transformare în structura unui organ. Schimbarea apărută nu afectează patrimoniul ereditar (genele), ci doar corpul (soma), respectiv metabolismul, dar această schimbare se poate înscrie în programul genetic al organismului prin intervenţia unor mesageri chimici, imaginaţi de Wintrebert (1949) care vehiculează la gene informaţia nouă, realizând legătura între mediul extern şi patrimoniul ereditar. Această informaţie ajunsă la gene, perturbă genele, realizându-se o reacţie de tip antigen (mesager)-anticorp (genă), care declanşează o schimbare în patrimoniul ereditar, schimbare care se va perpetua de-a lungul generaţiilor. Sunt date recente care atestă apariţia la in a unor modificări generate de condiţii specifice de nutriţie, modificări care se exprimă prin apariţia unor linii, numite genotrofi, distincte de plantele ţinute în condiţii standard de nutriţie.

Deşi nedovedit, dar logic acceptabil, principiul lamarckist al eredităţii caracterelor dobândite are o viabilitate ieşită din comun, pe lângă altele şi datorită unor aspecte obscure, încă greu de descifrat ale procesului evolutiv. Astfel, calozităţile la cămilă şi la mistreţul african (*Phacachoerus*) apar exact acolo unde membrele se freacă de sol, când aceste animale îngenunchează şi aceste calozităţi sunt ereditare. Apariţia lor poate fi explicată, în mod foarte logic, prin mecanismul lamarckist, dar foarte dificil, prin prisma altor reprezentări

evoluţioniste. Argumentaţia logică a lamarckismului, deşi fără solide confirmări experimentale, a făcut ca el să fie acceptat şi de către Engels atunci când, în spirit lamarckist, a vorbit în *Dialectica naturii* despre rolul exerciţiului continuu al mâinii în procesul de muncă ca stimulent al umanizării şi despre ereditatea perfecţionărilor dobândite de mâinile omului prin muncă.

Lamarckismul a dat naştere, la sfârşitul sec. al XIX-lea, la mai multe curente neolamarckiste printre care ectogenetismul sau mecanolamarckismul reprezentat şi prin mnemism sau teoria mnemei, după care excitantul extern ar avea ca efect înscrierea în materia vie a unei engrame sau memorii ce se transmite ereditar, autogenetismul sau psiholamarckismul care a reţinut din lamarckism ideea unei forţe interne legată de „un sentiment lăuntric al evoluţiei", adaptarea directă fiind o capacitate înnăscută. Teoria ortogenezei enunţată de zoologul german Eimer admite existenţa unei evoluţii rectilinii în care apar şiruri filogenetice de specii ce evoluează într-o singură direcţie aşa cum a fost evoluţia calului orientată spre creşterea taliei şi reducerea numărului de degete, fără a ţine seama că acest sens evolutiv reprezintă de fapt media statistică a numeroase alte sensuri evolutive etc.

Identificarea evoluţiei biologice cu un proces fizico-chimic de creştere a cristalelor este esenţa ortogenetismului, dar şi marea sa eroare.

Variaţiile fenotipice numite astăzi modificaţii sunt transformări cauzate de acţiunea mediului ambiant, în special factorii climatici şi nutritivi, care afectează soma (corpul) nu germenul (aparatul ereditar). Se cunoaşte bine cazul păpădiei, ghizdeiului, busuiocului de câmp, plante de câmpie sau deal care crescute în zona alpină, la peste 2000 m îşi schimbă atât de mult habitusul, înfăţişarea, încât pentru un neavizat apar ca specii noi.

Amelioratorii de plante agricole au putut constata adeseori că soiurile aduse din alte ţări cu climat diferit spre a fi folosite ca surse de gene în programele de ameliorare îşi modifică în noile condiţii caracterele morfologice, fiziologice şi biochimice încât adesea cu greu pot fi regăsite în ele însuşirile originale pentru care au fost

achiziţionate. Şi la animalele domestice apare aşa-numita „criză de adaptare", atunci când sunt duse într-o altă zonă cu condiţii diferite de acelea în care s-au născut. La gândacul de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) creşterea larvelor la temperaturi prea scăzute (-20^0C) sau prea ridicate ($+40^0$C) are ca efect schimbarea culorii adulţilor.

Cu excepţia speciilor cu caractere canalizate, toate speciile de plante şi de animale reacţionează fenotipic mai mult sau mai puţin la schimbarea factorilor externi. Aceste modificări sunt determinate de faptul că îndată ce intervin schimbări mai substanţiale în mediul de viaţă al organismelor, complexul de gene reglatoare-structurale suferă influenţa, ajustându-se la noile condiţii, ceea ce determină schimbări nu în natura genelor, deci în informaţia genetică pe care o deţin în secvenţa lor de nucleotide, ci mai ales în expresia lor cantitativă, în cantitatea de produs pe care îl specifică. Dacă influenţele sunt de lungă durată, pot apare şi schimbări calitative în expresia genelor, represarea unora şi activarea altora. Organismele afectate de modificaţie readuse în mediul original îşi revin la normal, dovadă că nu a fost afectată structura genelor.

Capacitatea unei populaţii de a reacţiona fenotipic la schimbările mediului ambiant constituie plasticitatea sau modificabilitatea fenotipică a acestora şi este o însuşire preţioasă a plantelor agricole, deoarece plantele care valorifică mai bine condiţiile agroecologice favorabile şi agrofondurile optime (cantităţile sporite de îngrăşăminte, irigaţiile etc.) dau producţii mari.

Modificaţiile au rol important pentru evoluţie, deoarece prin ele organismele dau un răspuns adecvat cu valoare imediată condiţiilor de mediu, asigurând supravieţuirea până la revenirea unor condiţii optime, corespunzătoare.

Ereditatea caracterelor dobândite nu a fost dovedită. Ideea că variaţiile somatice nu se transmit la descendenţi are la bază teoria lui Weismann (1885, 1892) privind independenţa absolută dintre substanţa ereditară – germenul (plasma germinativă, germoplasma sau idioplasma) şi substanţa neereditară (soma, somatoplasma, trofoplasma). Insectele lucrătoare şi insectele luptătoare de la termite nu

pot transmite caracterele care le-au dobândit la descendenţi pentru simplul motiv că ele nu se reproduc. Ele moştenesc caracterele specifice de la formele parentale care, de fapt, nu manifestă caracterele respective.

Malformaţiile dobândite de om în cursul ontogenezei nu se transmit, dar acestea nu trebuie să fie confundate cu malformaţiile congenitale care sunt determinate de modificări ale genelor şi care sunt, în consecinţă, transmisibile.

Variaţiile somatice care se menţin un timp mai îndelungat în absenţa factorilor inductori se numesc modificaţii persistente sau durabile, dar nici ele nu afectează substratul ereditar. Independenţa dintre linia germinală şi linia celulară somatică este confirmată atât la plante, cât şi la animale.

Variaţiile fenotipice nu sunt altceva decât reacţii de acomodare a organismelor la mediu. Se schimbă doar norma reacţiilor genotipului, odată cu schimbarea condiţiilor de mediu, dar genotipul rămâne nemodificat. Uneori, în urma modificării condiţiilor de viaţă, norma reacţiilor se modifică atât de mult, încât acelaşi genotip poate da naştere la mai multe fenotipuri.

Lamarck consideră că viaţa a apărut prin generaţie spontană, dar el este inconsecvent, când ateu, când deist, în intetpretările pe care le dă originii vieţii.

După Lamarck, de la apariţia sa, materia vie a avut tendinţa de a se complica graţie „fluidelor" care au modificat ţesuturile, în care au format canale diferite şi au creat diferite organe, rezultând o organizare din ce în ce mai complicată.

Viaţa s-a dezvoltat de la inferior la superior, rezultând o gradaţie progresivă a lumii vii. Organismele sunt ghidate de forţe misterioase, intrinseci care le fac capabile să depăşească handicapurile mediului. Regularitatea pe care am putea-o denumi ortogeneză, a acestei evoluţii este alterată de circumstanţe exterioare care explică diversitatea, adică dezordinea lumii vii.

Condiţiile de mediu exterior acţionează direct asupra plantelor şi indirect asupra animalelor. Vorbind despre om, Lamarck arată că

şi acesta a suferit transformarea de la o rasă perfecţionată de patrupede la o rasă de bipede.

Lamarck implică un „Autor Suprem” al Universului care a stabilit a priori legile după care s-a desfăşurat complicarea gradată a materiei, apariţia spontană şi în mai multe reprize a vieţii (generaţie spontană repetată) şi evoluţia într-un sens determinat – de la simplu la complex – a lumii vii. După apariţia sa, lumea vie a evoluat de sine stătător, după legile sale.

În concluzie, spre a explica cursul particular al transformărilor din natură, mai exact al evoluţiei vieţuitoarelor, Lamarck invoca patru principii:

– variabilitatea organismelor sub influenţa condiţiilor schimbătoare de mediu, organismele având capacitatea de a deveni adaptate la „circumstanţe” sau „împrejurări”, adică la mediu;

– moştenirea caracterelor sau trăsăturilor dobândite în cursul vieţii;

– dezvoltarea organelor ca efect al utilizării lor repetate şi regresia lor, prin neîntrebuinţare;

– existenţa în organisme, în special la animale, a unei tendinţe către progres, către perfecţionare.

Aceşti factori stau la baza realizării unei gradaţii evolutive.

Condiţiile mediului extern influenţează forma şi organizarea vieţuitoarelor, astfel că atunci când aceste condiţii se modifică, vieţuitoarele prezintă variaţii corespunzătoare. Specia are o stabilitate relativă, în strânsă legătură cu stabilitatea mediului.

În concepţia lui Lamarck, variaţiile sunt produse lent sub acţiunea directă a mediului extern, ele sunt mici, se întăresc prin întrebuinţare, sunt utile pentru organism, sunt direct adaptative, sunt ireversibile, continue şi pot deveni ereditare. Variaţiile apar ca răspuns direct şi activ al vieţuitoarelor la schimbările condiţiilor de mediu, ele fiind adecvate acelor condiţii, răspunzând totodată necesităţilor organismului şi fiind în consecinţă utile acestuia. Prin această concepţie, Lamarck separă adaptarea de evoluţie, ceea ce a constituit una din marile erori ale concepţiei sale.

Variaţiile achiziţionate, dobândite de organism în decursul vieţii sale sunt succeptibile de a fi transmise la descendenţii acestuia, astfel ele devenind ereditare şi datorită acestei moşteniri la urmaşi, ele progresează din generaţie în generaţie, se întăresc şi se dezvoltă.

Evoluţia unei variaţii noi se produce foarte lent şi necesită multiple generaţii succesive, în condiţii identice de mediu. Procesul evoluţiei apare în concepţia lui Lamarck, lent, fără salturi, cu desfăşurare continuă, având loc adaptarea directă, ea reprezentând răspunsul adecvat al organismului faţă de schimbarea condiţiilor de mediu. Lamarck a fost un deist care a crezut în creaţia iniţială, dar, considerând că după facerea lumii şi a vieţuitoarelor, Creatorul nu a mai intervenit, nu s-a mai amestecat, organismele evoluând natural, evoluţia fiind ghidată de un „impuls intern" către progres, dependent de gradaţia stabilită iniţial.

Lamarckismul nu s-a impus datorită argumentaţiei fragile, inconsecvenţei sale în explicarea mecanismelor evoluţiei şi mai ales climatului politico-social al vremii sale, nepropice unei teorii transformiste, evoluţioniste. Dar el rămâne prima concepţie închegată, care a sintetizat datele şi ideile predecesorilor într-un sistem conceptual cristalizat, Lamarck fiind considerat iniţiatorul evoluţionismului clasic, însuşi Darwin afirmând că Lamarck este primul ale cărui concluzii în privinţa originii speciilor i-au atras atenţia în mod deosebit.

Concepţia lui Lamarck era diametral opusă aceleia a lui **Georges Cuvier** (1769-1832) care, după Linne, este cel mai prodigios reprezentant al fixismului. Fondator al paleontologiei, ale cărei date vor constitui, paradoxal, unele dintre cele mai sigure argumente ale evoluţionismului, şi descoperitor al principiului corelaţiei dintre organe, care i-a permis ca pe baza unui singur os să poată reconstrui organismul ca întreg, Cuvier s-a impus ca unul dintre cei mai mari biologi al vremii sale, aducând mari contribuţii şi la dezvoltarea anatomiei comparate. După Cuvier, organismul viu reprezintă un ansamblu, un sistem unic şi închis, definit, părţile sale prezentând corespondenţe reciproce şi concurând la aceeaşi acţiune definită, printr-o reacţie reciprocă. Niciuna din aceste părţi nu se poate schimba fără

ca şi celelalte să se schimbe; şi ca o consecinţă, fiecare dintre ele luată separat, indică şi redă pe toate celelalte.

În celebrul său „Discurs asupra revoluţiilor suprafeţei globului", din 1812, care va deveni introducerea la *Cercetări asupra oaselor fosile ale patrupedelor*, Cuvier îşi expune concepţia sa „catastrofistă" în legătură cu dinamica globului terestru şi biosferei şi această lucrare va deveni „best-seller-ul" ştiinţific al Franţei, până în 1890.

Ca şi pentru Linne, pentru Cuvier, speciile sunt imuabile, numai varietăţile sunt variabile şi determinate de intensitatea acţiunii condiţiilor de mediu. După Cuvier, caracterele cele mai superficiale sunt cele mai variabile, aşa cum este culoarea în funcţie de lumină, desimea părului în funcţie de temperatură, talia în funcţie de hrană. Cuvier scoate în evidenţă influenţa omului asupra variabilităţii animalelor domestice, dar arată că un schelet de pisică de Angora nu diferă cu nimic de scheletul pisicii sălbatice. Considerând fauna Egiptului Antic, analizată după imaginile de pe obeliscuri sau scheletele militare din mormintele faraonilor, puse la dispoziţie de Geoffroy de Saint-Hilaire care a făcut parte din echipa de savanţi ce l-au însoţit pe Napoleon în compania sa din Egipt, din 1789, el constată că ea este asemănătoare cu aceea din zilele noastre. Fără a considera scurta perioadă de timp care a trecut din vremea faraonilor până astăzi, în fond o clipă, raportată la scara timpului geologic în care s-a desfăşurat evoluţia vieţii, dar mai ales faptul că în afara caracterelor anatomice superficiale nu au putut fi investigate şi alte caracteristici ale speciilor trăitoare pe vremea faraonilor, Cuvier trage concluzia că speciile biologice sunt invariabile.

Inspirat de Biblie, Cuvier enunţă teoria sa despre catastrofe, potopul biblic şi legendara arcă a lui Noe, numindu-le semnele ultimei inundaţii universale. După fiecare catastrofă a avut loc un nou act de creaţie de specii biologice, omul fiind ultima şi cea mai perfectă operă a Creatorului.

Astfel, Cuvier este un fixist catastrofist şi creaţionist. În disputa sa academică din 22 februarie 1830, el atacă două principii ale anatomiei comparate susţinute de Geoffroy de Saint-Hilaire: „principiul

analogiei organelor" şi „unitatea de compoziţie şi de plan" a lumii vii. Disputa a rămas nedecisă. Marele poet şi naturalist german Goethe, urmărind disputa academică a celor doi coloşi ai ştiinţelor naturii din vremea sa, i-a dat câştig de cauză lui Saint-Hilaire, considerând că această dispută declanşează o mare revoluţie ştiinţifică şi că Saint-Hilaire este un aliat al său dintre cei mai vrednici. E.Geoffroy de Saint-Hilaire, inspirat de transformismul lui Lamarck, admitea că speciile se pot transforma printr-o suită de acţiuni ale unui ansamblu de circumstanţe prelungite. El recunoaşte că variabilitatea speciilor este limitată în epoca noastră şi că marile transformări paleontologice aparţin trecutului şi s-au datorat acţiunii directe a mediului ambiant şi sunt cele mai importante atunci când acestea sunt exercitate în perioada embrionară. Adept al epigenezei, – doctrină contrară preformismului lui Cuvier, Geoffroy de Saint-Hilaire afirmă că dacă organismele nu preexistă, ci se formează şi se dezvoltă progresiv, atunci este imposibil ca ele să nu sufere acţiunea circumstanţelor de mediu, în momentul formării lor în cursul acestei serii de stări din ce în ce mai complexe pe care le traversează succesiv.

Comparând craniul unui orangutan tânăr cu cel de adult, Geoffroy de Saint-Hilaire constată că puiul de orangutan posedă „forme infantile şi graţioase" ce se aseamănă celor de la om, ceea ce mai târziu va fi dezvoltat în teoria fetalizării sau a neoteniei, formulate de anatomistul Bolk, referitoare la originea speciei umane.

3.2. Darwin şi darwinismul

Graţie operei lui **Charles Darwin** (1809-1882), paradigma evoluţionistă s-a impus nu numai în lumea ştiinţifică, dar şi în cea publică. Sâmburele concepţiei sale evoluţioniste este acela că evoluţia se desfăşoară ca urmare a acţiunii selecţiei naturale – rezultat al interacţiunii complexe dintre organisme şi mediul lor de viaţă, abiotic şi biotic, proces în cadrul căruia sunt eliminate variaţiile care nu conferă organismului avantaje adaptative şi sunt păstrate variaţiile care sunt apte în lupta pentru existenţă. Conferind organismului avantaje adaptative, asemenea variaţii sunt păstrate şi multiplicate de-a lungul generaţiilor succedente, astfel că la un moment dat ele vor fi generalizate în populaţiile speciei, acestea trecând de la o stare veche, mai puţin adaptată, la o stare nouă, mai bine adaptată la mediu. Astfel, specia se transformă, adică evoluează.

Darwin a avut în ascendenţa sa reprezentanţi ai curentului transformist. Astfel, bunicul său, Erasmus Darwin (1731-1802) a scris lucrarea *Zoonomia*, în care, chiar înainte de Lamarck, prezintă unele idei transformiste, evidenţiind unele fenomene adaptative, precum este acela de mimetism, imitaţie care asigură protecţia organismelor, precum şi acela de homocromie, prin care animalele capătă culoarea mediului în care trăiesc, fiind astfel protejate de duşmani. Tot el evidenţiază existenţa şi rolul selecţiei sexuale în ameliorarea speciilor.

Variabilitatea spontană a naturii a fost remarcată cu mult înainte de Darwin, de mai mulţi cercetători. Mutaţiile spontane în natură au fost remarcate de către botanistul francez Jean Marchant care a elaborat o concepţie generală privitoare la transformarea unor specii în altele.

În anul 1707, el a prezentat în Academia de Ştiinţe lucrarea *Dissertation sur une rose monstrueuse*, iar în 1719, lucrarea *Sur la production des nouvelles espèces de plantes*, acestea reprezentând singurele lucrări de mutaţionism evoluţionist din secolul luminilor. În anul 1769, Michel Adamson publică lucrarea *Sur le changement des espèces dans les plantes* în care scoate în evidenţă variabilitatea

lumii vii, în speţă a regnului vegetal. Descoperirea unei mutaţii celebre – fragul monofil – *Fragaria monophila*, de către Nicolas Duchesne (1747-1827), a marcat un pisc în analiza mutagenezei spontane a naturii, autorul scoţând în evidenţă pentru prima dată rolul mutaţiilor – aceste modificări bruşte ale organismului în lumea vie. Din lumea animalelor este bine cunoscut cazul rasei de oi cu picioare scurte Ancona, creată de crescătorii de oi din Anglia, pornind de la un singur berbec care a apărut cu această mutaţie.

Interesul pentru diversitatea lumii vii şi pentru evoluţia speciilor, pentru apariţia de specii noi (speciaţia) i-a fost stârnit lui Darwin în cursul călătoriei sale de 5 ani în jurul lumii, începând din anul 1831, ca naturalist la bordul vasului „*Beagle*" – „Copoiul" – pe care s-a îmbarcat având o gândire împregnată de fixismul epocii sale, dar devenind în timpul călătoriei un evoluţionist convins. Citind cartea lui Charles Lyell, *Principii de geologie*, Darwin devine partizanul principiilor actualismului potrivit căruia cauzele actuale care transformă planeta noastră, inclusiv vieţuitoarele, au acţionat şi în trecutul geologic. Ajungând în arhipelagul Galapagos, cu nenumăratele sale cratere şi văi cu lavă de origine recentă, care se prezenta ca un veritabil laborator al naturii, Darwin a fost fascinat de diversitatea enormă a vieţuitoarelor de aici, constatând că pe fiecare insulă se află o formă particulară de broaşte ţestoase gigantice sau de piţigoi, diferitele forme fiind strâns înrudite, dar inconfundabile, deci diferite. Ele proveneau de fapt de pe continentul sudic american, dar, ajungând în arhipelag, găsind libere numeroase nişe ecologice, sufereau o mare diversificare, deoarece puteau să se adapteze în mod specific la aceste nişe ecologice ce prezentau fiecare o altă constelaţie de factori de mediu abiotici şi biotici. Analiza vieţuitoarelor şi a condiţiilor de pe diferitele insule ale arhipelagului Galapagos l-a determinat pe Darwin să părăsească ideea creaţiei speciale a unei forme date pentru o anumită insulă, conducându-l la concluzia că populaţia fiecărei insule descinde dintr-o aceeaşi specie, dar care, adaptându-se la condiţiile caracteristice nişei ecologice pe care a ocupat-o, devine o specie incipientă şi în final o specie nouă, distinctă de aceea din care a

provenit. Pe această bază, Darwin a fundamentat conceptul de „transmutaţie", adică de transformare sau de evoluţie a speciilor.

În anul 1838, Darwin ajunge la concluzia că mecanismul care stă la baza evoluţiei speciilor este selecţia naturală. După 20 de ani, în 1858, Darwin primeşte manuscrisul lui **Alfred Russel Wallace**, un tânăr naturalist englez care studia distribuţia plantelor şi animalelor în Indiile de Est şi în Malayesia, în care îşi expunea concepţia sa asupra aceluiaşi mecanism al selecţiei naturale, concepţie care era foarte asemănătoare cu aceea a lui Darwin şi la care ajusese independent, în urma analizei răspândirii speciilor de plante şi animale din zona studiată. Ca şi Darwin, Wallace fusese stimulat de cartea lui Malthus *Eseu asupra populaţiei* în care se vorbea despre creşterea numerică a populaţiei în progresie geometrică, pe când resursele cresc doar în proporţie aritmetică, din care cauză apare o suprapopulaţie şi ca o consecinţă o presiune exercitată de aceasta care generează lupta pentru existenţă.

De comun acord, Darwin şi Wallace au prezentat o comunicare unică asupra teoriei selecţiei naturale la sesiunea societăţii Linneene din 1858, pentru ca un an mai târziu, în 1859, Ch.Darwin să publice monumentala sa carte: *Originea speciilor prin selecţie naturală sau supravieţuirea celui mai apt în lupta pentru existenţă* (*The origin of the species by natural selection or survival of the most favoured rases in the struggle for the life*).

Explicaţia dată de Darwin şi Wallace procesului evolutiv porneşte de la faptul că o caracteristică universală a lumii vii, a speciilor de plante şi animale, este aceea a existenţei variabilităţii care face ca niciun individ ce aparţine unei specii date să nu fie identic cu ceilalţi indivizi, chiar dacă descind din aceiaşi părinţi. Ei nu au înţeles cauzele variabilităţii, dar au intuit că aceasta este una dintre proprietăţile inerente, înnăscute ale vieţuitoarelor, având rol esenţial în evoluţie. Ei au mai înţeles că se nasc mai multe vieţuitoare decât ar putea supravieţui în raport cu resursele de mediu, astfel că de fapt apare o suprapopulaţie. Ideea supravieţuirii într-o lume suprapopulată a derivat din opera lui Malthus. Indivizii care prin trăsăturile lor, diferite

de ale celorlalţi, prezintă calităţi mai bune care le asigură o mai mare supravieţuire în mediul dat, vor fi favorizaţi în lupta pentru existenţă, se vor dovedi mai apţi, vor fi mai bine adaptaţi şi vor fi menţinuţi, pe când alţii vor fi eliminaţi. Cei care sunt menţinuţi (supravieţuiesc) şi dau descendenţi au suferit o selecţie pozitivă, pe când cei care au fost eliminaţi au suferit o selecţie negativă. Această idee a supravieţuirii celui mai apt în lupta pentru existenţă este miezul teoriei Darwin-Wallace de evoluţie prin selecţia naturală.

Indivizii care supravieţuiesc şi care vor da naştere la generaţia următoare transmit la descendenţi variaţiile cele mai utile dintr-o populaţie. Generaţiile succesive vor deveni astfel din ce în ce mai adaptate la mediu. Pe măsură ce mediul se schimbă vor apare noi adaptări. Acţiunea selecţiei naturale de-a lungul generaţiilor va face ca descendenţii să devină foarte diferiţi de strămoşii lor, uneori atât de diferiţi încât pot fi consideraţi ca un tip diferit de animal, respectiv de plantă. Mai mult, anumiţi indivizi dintr-o populaţie care prezintă un anumit tip de variaţie pot să se adapteze la schimbări de mediu într-o anumită direcţie, pe când alţii, cu un set diferit de variaţii, pot să devină adaptaţi pe o cale diferită sau la un mediu diferit. Astfel, dintr-un singur grup ancestral, pot deriva două sau mai multe tipuri diferite de organisme, având astfel loc diversificarea evolutivă a speciei, emergenţa unor specii noi dintr-o specie iniţială. Darwin a recunoscut faptul că animalele şi plantele pot prezenta variaţii care nu sunt, din punctul de vedere al supravieţuirii într-un mediu dat, nici folositoare, dar nici dăunătoare organismului care le poartă. Asemenea variaţii nu vor fi afectate direct de selecţia naturală şi transmiterea unor asemenea variaţii neutre sau neutrale în generaţiile următoare este o chestiune de şansă, de hazard. Asemenea idee constituie esenţa teoriei neutraliste a evoluţiei, enunţată în 1968 de Kimura şi Ohta şi care a fost considerată a reprezenta o interpretare nedarwiniană a evoluţiei, dar care, după cum se vede, îşi are originea exact în darwinism! Teoria neutralistă a evoluţiei explică evoluţia mai ales la nivel molecular.

Teoria lui Darwin despre selecţia naturală a fost atât de bine argumentată şi atât de logică că ea a fost îmbrăţişată încă de la început de cei mai mulţi biologi, dar supusă periodic şi unor critici ce aveau drept obiect eficienţa mecanismului selecţiei naturale. O obiecţie importantă a fost aceea referitoare la imposibilitatea explicării prin selecţia naturală a unor structuri aparent fără utilitate sau a unor structuri hipertelice care depăşesc cu mult necesităţile (coarne enorme la cervide, de exemplu), unele caractere alestetice (penaj viu colorat la păsări, benzi colorate la peşti şi tritoni etc.) şi unele comportamente perigamice (din cadrul jocurilor nupţiale la animale), care expun indivizii speciei la prădători, neasigurând supravieţuirea. Explicaţia actuală constă în aceea că multe diferenţe dintre specii pot să nu fie importante pentru supravieţuire, ci sunt simple efecte incidentale ale genelor care au efecte fiziologice invizibile din punctul de vedere al valorii de supravieţuire. Alte diferenţe „inutile" sau neadaptative pot fi controlate de gene care sunt strâns lincate în cromozomi cu alte gene care controlează caracteristici care sunt importante pentru supravieţuire. Alte caracteristici neadaptative pot fi fixate într-o populaţie prin hazard (şansă, întâmplare) fenomen cunoscut sub denumirea de drift genetic sau derivă genetică, eficient mai ales în populaţii mici.

Evoluţia, adică transformarea speciilor, nu se face instataneu, ci în timp îndelungat, în decursul multor generaţii, prin indivizi, dar nu la nivelul individului, ci al speciei în ansamblul ei. Iată de ce procesul evolutiv este considerat a fi un fenomen desfăşurat la nivelul speciei, nu al individului, deoarece doar specia are continuitate în timp, uneori de ordinul erelor geologice. Apoi, selecţia este o lege a mulţimilor, ea presupune o mulţime de indivizi dintre care pe unii îi păstrează, pe alţii îi elimină. Comparaţia avantajos-neavantajos în lupta pentru existenţă nu se poate face cu unul şi acelaşi individ, ci în cadrul unui ansamblu, al unei mulţimi de indivizi, deci în cadrul speciei.

Din opera lui Darwin rezultă două postulate:

1 – lumea vie nu este statică, ci se află în continuă transformare, adică în evoluţie;

2 – procesul evoluţiei este gradat (gradualismul darwinist) şi continuu, el neconstând din salturi bruşte, din schimbări discontinue (*natura non facit saltus*). Darwin nu acorda nicio valoare evolutivă variaţiilor bruşte, adesea generatoare de monstruozităţi.

Dacă Lamarck considera că fiecare organism sau grup de organisme reprezinta o linie evolutivă independentă, avându-şi începutul într-o generaţie spontană şi tinzând constant către perfecţiune, Darwin a postulat, dimpotrivă, că organismele similare sunt înrudite, adică descind dintr-un strămoş comun. Astfel, el considera că toate mamiferele au derivat dintr-o specie ancestrală după cum toate speciile ce aparţin oricărui grup de vieţuitoare au descins dintr-un strămoş comun. Concepţia aceasta a descendenţei comune a mers până acolo încât a făcut generalizarea că toate vieţuitoarele actuale ar fi putut deriva dintr-un singur strămoş, existând un sâmbure unic al vieţii din care prin transformare (evoluţie) a derivat imensa varietate de forme de viaţă de la virusuri şi bacterii, la plante, animale şi om.

Ideea descendenţei comune avea o aşa de mare putere explicativă că ea a fost aproape imediat adoptată de majoritatea biologilor, înrădăcinându-se adânc în gândirea acestora. Ea explica atât ierarhia stabilită de majoritatea biologilor în clasificarea plantelor şi animalelor pe baza ierarhiei propuse de Linne, privind categoriile taxonomice, cât şi constatările din domeniul anatomiei comparate după care toate organismele ar putea fi încadrate într-un anumit număr limitat de planuri de organizare, adică de tipuri morfologice.

Cea de a patra subteorie a concepţiei evoluţioniste a lui Darwin a fost aceea a selecţiei naturale şi aceasta a fost cheia schemei sale evoluţioniste.

Descoperirea rolului selecţiei naturale în evoluţie reprezintă un pas decisiv în explicarea mecanismului acestui proces fundamental al lumii vii care este evoluţia, deoarece prin acest concept, înainte de a se fi descoperit legile lui Mendel, privitoare la transmiterea caracterelor ereditare şi mutaţionismul, care explică apariţia variabilităţii, s-a putut

stabili un model determinist pentru evoluţia biologică. De la Darwin încoace, orice proces desfăşurat în lumea vie a trebuit să fie explicat prin prisma conceptului de selecţie naturală care astfel a devenit un concept generalizator şi unificator al biologiei moderne.

Sensibilizaţi deja de propriile lor observaţii din natură, Darwin şi Wallace, la vremea lor, au fost foarte receptivi la aserţiunile lui Malthus. Tendinţa de înmulţire nelimitată a organismelor vine însă în contradicţie cu capacitatea limitată de suport a vieţii pe care o posedă Pământul. Darwin citează unele fapte care arată că numărul indivizilor adulţi nu depinde de numărul de ouă sau de seminţe, ci de contextul în care specia îşi desfăşoară activitatea, de mediul abiotic şi biotic înconjurător. Astfel, pelinul nu se înmulţeşte exagerat, deşi o plantă face într-un an circa un milion de seminţe, după cum numărul peştilor rămâne relativ constant, deşi o femelă poate depune milioane de icre. Dar, în cele mai multe cazuri, este evidentă tendinţa de înmulţire în proporţie geometrică a indivizilor speciei, pe când resursele de mediu rămân aceleaşi. La plante se produc mai mulţi indivizi decât rezerva de substanţe nutritive şi cantitatea de lumină solară incidentă, ce cade pe suprafaţa terestră. La fel, la animale se nasc mai mulţi indivizi decât disponibilităţile de hrană şi de spaţiu din ecosistem. Apare astfel fenomenul de suprapopulaţie. În aceste condiţii, organismele din cadrul tuturor speciilor sunt nevoite să „lupte pentru existenţă”. Este o expresie metaforică care desemnează totalitatea activităţilor unui organism desfăşurate în vederea asigurării supravieţuirii sale. În lupta pentru existenţă – consecinţă a suprapopulaţiei – fiinţele depind unele de altele. Datorită acestei lupte pentru existenţă, variaţiile oricât de mici, dacă sunt folositoare indivizilor unei specii, vor contribui la menţinerea indivizilor respectivi şi vor fi moştenite de urmaşi.

Lupta pentru existenţă se realizează prin trei forme. Prima este aceea intraspecifică desfăşurată între indivizii aceleiaşi specii, având rolul cel mai important în evoluţie, fiind cea mai violentă, cea mai acerbă, aici aplicându-se sever principiul supravieţuirii „celui mai apt” din punct de vedere morfologic şi fiziologic, acest tip de luptă

pentru existenţă întărind specia prin înlăturarea indivizilor slabi, cu diferite anomalii ereditare, neadaptabili.

A doua formă de luptă pentru existenţă este aceea interspecifică constituind un factor limitativ în înmulţirea speciilor, de răspândire şi de transformare a acestora, afectând indivizii în toate etapele vieţii lor.

A treia formă a luptei pentru existenţă este lupta cu condiţiile de mediu, în special cu factorii climatici, jucând un rol important în delimitarea numărului indivizilor dintr-o specie. În pustiuri şi zonele reci aceasta este forma exclusivă a luptei pentru existenţă: speciile favorizate de condiţiile de mediu se înmulţesc, cele îngrădite de asemenea condiţii de mediu fiind eliminate. Între indivizii care aparţin aceleiaşi specii, deoarece prezintă aceleaşi cerinţe faţă de mediu, lupta pentru existenţă este mult mai acerbă decât între indivizii care aparţin altor specii (cu excepţia relaţiei pradă-prădător). În lupta pentru existenţă reuşesc, adică supravieţuiesc şi dau urmaşi doar indivizii cei mai bine dotaţi, cei mai apţi şi aceasta este de fapt esenţa selecţiei naturale. Succesul în lupta pentru existenţă nu înseamnă doar supravieţuirea prin sine a individului, ci mai ales manifestarea capacităţii sale de a participa la reproducere, de a da o descendenţă numeroasă, de a avea urmaşi viabili şi fertili şi astfel de a-şi trimite genele sale la urmaşi. Este deci o supravieţuire prin urmaşi.

Ereditatea este în concepţia lui Darwin un factor esenţial al evoluţiei, el considerând transmiterea ereditară a caracterelor o regulă, iar netransmiterea o anomalie. În procesul evoluţiei doar variaţiile ereditare au importanţă. Ereditatea are rolul de a fixa anumite variaţii dobândite în cursul vieţii, de a le acumula şi accentua de la o generaţie la alta. Ereditatea caracterelor dobândite a fost exemplificată de Darwin cu dezvoltarea picioarelor la raţe, dezvoltarea ugerului la vaci prin exerciţiu funcţional (mulgere), modificarea instinctelor la animalele domestice, modificări care au devenit ereditare şi apoi s-au transmis constant de-a lungul generaţiilor.

Darwin a deosebit o ereditate simplă în cazul înmulţirii vegetative şi al înmulţirii autogene, când urmaşii moştenesc însuşirile unui

singur organism şi o ereditate compusă în cazul înmulţirii sexuate, alogame, când descendenţii moştenesc însuşiri de la ambii părinţi. Uneori, apar caractere pe care părinţii nu le-au manifestat, sau chiar caractere cu totul neobişnuite (păr lânos la om, pilozitate abundentă pe tot corpul, rest de coadă, mamele suplimentare la femei şi la bărbaţi) pe care le-a numit atavisme şi care dovedesc descinderea speciei umane din strămoşi la care aceste organe erau deplin dezvoltate şi funcţionale. De asemenea, Darwin a descris la om peste o sută de organe rudimentare, vestigii ale unor organe deplin funcţionale la strămoşii omului.

Practica cultivatorilor de plante şi crescătorilor de animale i-a permis lui Darwin, fin observator al naturii, să descopere faptul că şi la organismele domestice, asemănător celor sălbatice, apar fenomene de variabilitate, adică abateri ale descendenţilor de la înfăţişarea şi însuşirile părinţilor, deosebindu-se totodată între ei chiar şi descendenţii aceloraşi părinţi. Astfel, Darwin trage concluzia că variabilitatea este un fenomen universal în lumea vie. După el, cauzele variabilităţii naturale sunt:

- acţiunea condiţiilor schimbate de mediu;
- întrebuinţarea şi neîntrebuinţarea organelor;
- încrucişarea.

Influenţa mediului asupra organismelor poate fi directă sau indirectă. Direct, mediul acţionează asupra întregului organism sau numai asupra unei părţi a acestuia. Indirect, mediul acţionează prin intermediul sistemului de reproducere care este foarte sensibil la variaţia condiţiilor de mediu. După Darwin, sunt mai multe *tipuri de variaţii*:

– *variaţii definite* – care afectează în aceeaşi măsură aceleaşi caractere la toţi indivizii modificaţi fiind un răspuns uniform al acestora, adecvat, în raport cu cauzele de mediu care le-au produs. Apar astfel modificări ale taliei corpului în raport cu cantitatea de hrană şi de mărimea spaţiului (în insula Elba s-au descris cai pitici şi elefanţi pitici în stare fosilă; plantele din zona alpină iau aspect pitic – jneapănul – *Pinus mugo* şi ienupărul – *Juniperus communis*), ale culorii

în raport cu natura hranei, grosimea pielii şi desimea părului în raport cu clima;

– *variaţii nedefinite* – sunt răspunsuri diferite ale descendenţei aceloraşi părinţi, diferite de la un individ la altul, faţă de acţiunea aceluiaşi factor de mediu, depinzând de natura fiecărui individ, putând fi utile, indiferente sau dăunătoare sub aspect adaptativ. După Darwin, aceste variaţii nedefinite sunt cele mai frecvente şi oferă cel mai variat material pentru selecţia naturală, de aceea ele au rolul cel mai important în evoluţie. După Darwin, „variaţiile nedefinite sunt specii în formare", o asemenea varietate putându-se constitui într-o formă ancestrală a unei noi specii. Variaţiile nu sunt adecvate mediului în care apar, nu sunt predeterminate. Procesul de generă a variaţiilor este întâmplător, adică se desfăşoară în toate direcţiile. Întâmplător unele se pot dovedi a conferi avantaje organismului purtător, fiind adecvate mediului în care acesta trăieşte, dar cele mai multe sunt dăunătoare (deletorii) sau indiferente (neutrale);

– *variaţiile corelative* sunt o consecinţă a legii corelaţiei dintre organe. La porumbelul guşat de talie mare, numărul vertebrelor este mai mare faţă de porumbelul guşat de talie mică. Variaţiile corelative au o mare importanţă în practica ameliorării plantelor şi animalelor, deoarece uneori trăsături utile într-o anumită direcţie (greutate corporală) se corelează cu trăsături utile într-o altă direcţie (procent de carne raportat la grăsime la porcine), dar poate exista adesea situaţia în care trăsături foarte utile (productivitate mare, precocitate) se corelează cu trăsături nedorite (sensibilitate la boli şi dăunători). În cazuri patologice, la om, albinismul (absenţa pigmentului brun din piele, păr şi ochi) se corelează cu afecţiuni de văz şi auz;

– *variaţiile prelungite* constau în aceea că o modificare oarecare, odată declanşată, continuă să se manifeste în aceeaşi direcţie în următoarele generaţii, intensificându-se treptat. Astfel, se constată că raţele sălbatice crescute în apele unui parc au pierdut treptat coloritul specific.

Darwin constată că variabilitatea este mai accentuată la vieţuitoarele de pe o treaptă superioară a scării filogenetice şi cu un areal

de răspândire mai mare, însuşirile de specie sunt mai variabile decât cele de gen, iar organele excesiv dezvoltate cum sunt coarnele de elan, frunzele la varză, grăsimea la porci etc. sunt mai variabile.

Indivizii din cadrul unei populaţii se deosebesc între ei prin numeroase caractere morfoanatomice ca şi după sex, vârstă, prolificitate, vitalitate, fecunditate, capacitate diferenţiată de concurenţă, de căutare a hranei, de îngrijire a progeniturii, astfel că la nivelul populaţiei apare o mare heterogenitate fenotipică a indivizilor ce reprezintă expresia unui polimorfism genetic populaţional. Astăzi se ştie că orice populaţie are o anumită rezervă de gene numită fondul de gene al populaţiei sau genofondul, la alcătuirea căruia contribuie fiecare individ cu genele sale.

Darwin a descris şi o formă specială a selecţiei naturale sub denumirea de selecţie sexuală, însemnând succesul în lupta dintre indivizii de acelaşi sex de a participa la formarea generaţiei următoare şi de a-şi transmite astfel caracterele la urmaşi. Selecţia sexuală este mai puţin riguroasă comparativ cu selecţia naturală. În cadrul ei, dintre doi indivizi la fel de bine dotaţi în lupta pentru existenţă, şanse mai mari de a lăsa urmaşi le are acela care posedă anumite formaţii morfologice (penaj bogat, coarne mai mari, culori mai vii) sau calităţi fiziologice mai atractive pentru indivizii de sex opus.

Formarea de specii noi are la bază, în concepţia lui Darwin, mecanismul divergenţei caracterelor sub influenţa condiţiilor de mediu.

Pornind de la rezultatele selecţiei artificiale, când în cadrul rasei, la unii indivizi apar mici modificări care se accentuează treptat, ducând la formarea de rase noi, distincte de rasa iniţială, Darwin apreciază că în natură se petrece un fenomen asemănător. Lupta pentru existenţă din interiorul speciei dă câştig de cauză anumitor indivizi cu anumite modificări care fac să fie mai bine adaptaţi condiţiilor de viaţă, formele mai puţin apte, incluzând tipul normal, fiind eliminate. După un număr mare de generaţii, formele modificate care au avut succes în lupta pentru existenţă, fiind continuu perfecţionate, generaţie după generaţie, devin specii noi.

Eliminând formele intermediare ca fiind mai puţin adaptate, selecţia asigură o diversitate crescândă a vieţuitoarelor, ducând la supravieţuirea extremelor. Această explicaţie ştiinţifică, materialistă a genezei de specii noi, atât de logică şi cu argumente atât de solide, nu are nevoie de nicio altă intervenţie, de altă natură, indeterministă sau predeterministă. Selecţia naturală explică deopotrivă apariţia de specii noi şi dispariţia unor specii, atunci când ele nu mai realizează relaţii coordonate cu mediul lor şi nu mai fac faţă presiunilor selective din cadrul luptei pentru existenţă.

Conceptul de selecţie naturală permite să se dea răspuns la primele două probleme ale demersului evoluţionist; explicarea cauzelor evoluţiei (micro- şi macroevoluţia) şi explicarea adaptării speciilor. Evoluţia, adică transformarea progresivă a speciilor, este totodată un proces adaptativ, selecţia operând pe principiul utilităţii, al avantajului pentru formele care prezintă variaţii utile în ceea ce priveşte adaptarea la mediu, fiind eliminate variaţiile dăunătoare, cele indiferente scăpând acţiunii selecţiei, fiind acumulate pe bază de întâmplare, de hazard, sau cum îi spune teoria modernă a evoluţiei, drift sau derivă genetică.

Astfel, de fapt, Darwin dă răspuns şi la cea de a treia problemă a demersului evoluţionist, aceea a diversităţii crescânde a speciilor. Pornind de la un strămoş comun şi evoluând divergent variaţiile, se produc în toate sensurile. Selecţia tinde să elimine formele intermediare care nu prezintă aspecte tranşante în adaptare (de fapt fiind mai puţin apte, ocupând nişe ecologice apropiate de cele ocupate anterior de specie, de tipul normal, având o valoare adaptativă mai redusă) şi păstrează extremele care pot ocupa nişe ecologice total diferite şi care în timp, având cerinţe diferite faţă de mediu se pot adapta la aceste nişe diferite, utilizând mai eficient resursele de mediu. Este tocmai ceea ce a observat Darwin pe insulele arhipelagului Gallapagos. Diversitatea mare a formelor erau de fapt consecinţele adaptării la nişe ecologice diferite, consecinţele evoluţiei. Asemenea diversitate este o trăsătură foarte avantajoasă pentru specie, pentru supravieţuirea şi evoluţia sa.

Elaborată cu peste o sută cinzeci de ani în urmă, teoria darwinistă nu a putut să explice baza materială a variabilităţii, izvorul variaţiilor, sursa lor, şi nici să clarifice natura speciei. Ea nu a permis înţelegerea avantajului conservării unei variabilităţi genetice ce poate servi ca material de răspuns evolutiv la schimbările de mediu, acceptând interpretarea lamarckistă de inducţie de către mediu a transformărilor ereditare, a variaţiilor dobândite. Astfel, revoluţionară în esenţa ei, teoria darwinistă nu a reuşit să elucideze mecanismele intime ale evoluţiei biologice. Aceste probleme vor fi soluţionate, cel puţin în parte, numai după prestigioasele descoperiri din domeniul biologiei moleculare, al geneticii în special, al ciberneticii şi după elaborarea teoriei generale a sistemelor.

Până la moartea lui Darwin, survenită în anul 1882, concepţia sa despre o lume în evoluţie, opusă celei statice, a fost aproape universal acceptată. Chiar şi concepţia descendenţei animale a omului s-a impus, e drept, cu mai mare dificultate, în conştiinţa contemporanilor lui Darwin. Nu acelaşi lucru se poate spune despre celelalte două postulate ale lui Darwin. Unul dintre aceste postulate a fost conceptul gradualismului. Chiar şi T.H. Huxley cunoscut ca „buldogul lui Darwin" pentru îmbrăţişarea cu vigoare a celor mai multe aspecte ale noii teorii, nu a putut accepta originea gradată a categoriilor taxonomice superioare speciei şi chiar a speciilor noi, propunând în schimb originea lor saltaţionistă, prin salt evolutiv. Teoria saltaţionismului a obţinut un impuls şi mai mare în 1901, când Hugo De Vries, unul dintre redescoperitorii legilor mendeliene ale eredităţii, a enunţat „teoria mutaţionistă", potrivit căreia speciile noi iau naştere prin mutaţie. Teoria sa a fost elaborată prin confuzia unui fenomen – cel al segregării, ce are loc la un heterozigot, menţinut permanent în această stare prin mecanisme genetice speciale, aşa cum este planta *Oenothera lamarckiana* – cu un alt fenomen – cel al mutaţiei. H. de Vries are însă marele merit de a fi îmbogăţit patrimoniul ştiinţific universal cu noţiunea de mutaţie, înţelegând prin aceasta corect ceea ce este, şi anume, o modificare bruscă a caracterelor morfologice de la *Oenothera* şi deci apariţia de specii noi pe aceeaşi cale. De fapt, H.

de Vries nu a făcut decât să descrie segregarea la *Oenothera*, permanent heterozigotă, la care combinaţiile heterozigote sunt valabile, pe când cele homozigote prezintă letalizare zigotică, murind deci încă din stadiul de zigot, nemaiputând apare ca plante.

Teoria mutaţionistă a lui H. de Vries a reprezentat la timpul său o încercare de a submina teoria darwinistă a evoluţiei prin selecţie naturală. De vreme ce speciile pot apare brusc prin „mutaţie", care ar mai fi rostul acţiunii selecţiei naturale, desfăşurată în timp, pe perioade foarte mari? În 1940, geneticianul german R.Goldschmidt a considerat „mutaţiile sistemice" sau macromutaţiile (mutaţii de mare anvergură, ce afectează simultan complexe de caractere, de structuri) ca sursă a unor tipuri taxonomice de vieţuitoare, de rang superior speciei, cum ar fi genurile, familiile, ordinele şi clasele.

La începutul sec. al XX-lea, teoria evoluţiei prin selecţie naturală era admirabil argumentată, dar toate dovezile sale se refereau la niveluri prea „înalte", cel al individului şi al populaţiei. Darwiniştii nu cunoşteau baza celulară a eredităţii şi evoluţiei. Răsunetul produs de opera lui Mendel, în care era pentru prima dată expusă în mod ştiinţific şi exprimată cu limbajul riguros al matematicii ideea că ereditatea are anumite legi care pot fi studiate cu exactitate, a avut efect enorm asupra naturaliştilor. Mendeliştii studiau variabilitatea şi ereditatea, deci tocmai materialul evoluţiei. Ar fi fost logic ca şcoala mendelistă să devină un aliat de nădejde al doctrinei evoluţioniste. Numai că W.Johannsen, unul dintre reputaţii mendelişti ai vremii, avea impresia, ca şi alţii de altfel, că darwinismul este numai o doctrină speculativă, iar genetica formală singura ştiinţă exactă dintre ştiinţele vieţii. Speculaţia fiind dispreţuită ca neştiinţifică, şcoala mendelistă a respins în primii ani orice contact cu evoluţionismul.

De altfel, elaborând teoria liniilor pure, prin experienţe efectuate la mazăre, W.Johannsen a încercat să demonstreze că selecţia naturală nu este atotputernică, ea fiind ineficientă în interiorul liniilor pure. Dar aşa cum se va vedea după numai un sfert de veac, s-a constatat că mendelismul este nu numai compatibil cu darwinismul, dar îl şi între-

geşte pe acesta, oferindu-i o teorie statistică asupra combinării variaţiilor la hibrizi, evoluţia bazându-se pe continuitatea materiei vii ca premisă a existenţei lumii organice, iar genetica mendeliană studiază tocmai mecanismele prin care este asigurată continuitatea în lumea vie, factori ereditari transmişi prin celulele sexuale de-a lungul generaţiilor, asigurând această continuitate.

G.Mendel, la vremea sa, avusese cunoştinţă despre evoluţie. Căutând să explice variabilitatea excepţională a plantelor domestice, care se dezvoltă în condiţii de cultură aproape uniforme, de secole şi de milenii chiar, logic a ajuns la concluzia că de vreme ce mediul lor de cultură este uniform, cauza variabilităţii trebuie căutată în alţi factori, mai concret în hibridare. Astfel, ca şi Ch.Darwin, G.Mendel a descoperit că nu omul, ci natura a creat enorma variabilitate a organismelor, în condiţii de domesticire.

Ceea ce ne apare acum ciudat este faptul că la început mendeliştii nu au acceptat teoria selecţiei naturale. Ei erau esenţialişti şi saltaţionişti şi ei considerau mutaţia ca forţa directoare probabilă a evoluţiei. Această concepţie s-a schimbat însă, odată cu punerea bazelor geneticii populaţiilor în 1920. Între 1930 şi 1940 s-a realizat o sinteză exprimată în (şi datorată în cea mai mare parte acestor autori) cărţile scrise de Theodosius Dobzhansky, Julian Huxley, Bernard Rensch, George Simpson, Ledyard Stebbins şi Ernst Mayr. Această sinteză între darwinismul clasic şi datele geneticii s-a constituit într-o teorie nouă care a primit ulterior denumirea de ***teoria sintetică a evoluţiei***. Această teorie sintetică a evoluţiei a amplificat teoria lui Darwin în lumina teoriei cromozomiale a eredităţii şi a geneticii populaţiilor, a concepţiei biologice a speciei şi multor alte concepţii din biologie şi paleontologie. Noua sinteză se caracterizează prin completa respingere a eredităţii caracterelor dobândite prin accentuarea gradualismului (caracterul gradat) evoluţiei, prin descoperirea faptului că fenomenele evolutive sunt fenomene populaţionale şi reafirmarea enormei importanţe a selecţiei naturale în desfăşurarea evoluţiei. Respingerea conceptului de ereditate a caracterelor dobândite este acum facilă şi logică, evoluţioniştii indicând de acum alternativa co-

rectă: apariţia de noi caractere se face prin mutaţie şi recombinare genetică.

Reunirea principiilor evoluţioniste elaborate de Darwin cu descoperirile concrete din diferitele domenii ale biologiei, în special ale geneticii şi ecologiei cu accentuarea evidenţierii mecanismelor şi factorilor actuali ai evoluţiei faţă de aspectul său istoric, au dus la cristalizarea teoriei moderne a evoluţiei – teoria sintetică sau sinteza modernă.

Redescoperirea legilor lui Mendel a permis geneticienilor să stabilească experimental unele trăsături ale variabilităţii care aparent veneau în contradicţie cu conceptul darwinist al eredităţii şi variabilităţii, formulate pe când nu se ştia nimic despre baza lor materială. Experienţele de genetică dovedeau că variaţiile ereditare sunt discontinue, au caracter discret, după cum şi factorii ereditari (genele) erau corpusculi discontinui, discreţi, fiind modificabili prin mutaţii şi care nu dispar în cadrul încrucişărilor cu indivizi ce nu le posedă aşa cum considera Darwin, ci se păstrează, manifestându-se vizibil în generaţiile succedente.

În lucrarea sa apărută în anul 1937, intitulată *Genetica şi originea speciilor*, Theodosius Dobzhansky realizează o sinteză comprehensivă între darwinism şi genetică, punând bazele sintezei evoluţioniste moderne. Teoria sintetică a evoluţiei începe să se contureze încă din anul 1926, când apare lucrarea geneticianului rus S.S. Cetverikov intitulată *Asupra unor momente ale procesului evolutiv din punctul de vedere al geneticii contemporane* în care afirmă că genetica mendelistă confirmă darwinismul, Cetverikov fiind astfel fondatorul geneticii populaţiilor. La aceeaşi concluzie ajung totodată şi R.A. Fisher şi J.B. Haldane în Anglia, S. Wright şi Th.H. Morgan în SUA. Între anii 1924-1946 se pun bazele teoretice şi experimentale ale teoriei sintetice a evoluţiei, definitivată prin lucrările lui Th. Dobzhansky (1937) *Genetica şi originea speciilor*, J. Huxley (1942*) Evoluţia. Sinteza modernă* şi S.G. Simpson (1944) *Ritmul şi modul evoluţiei*.

Imaginea actuală despre evoluţia biologică este construită din câteva principii fundamentale. Schimbările în numărul şi structura cromozomilor şi în natura genelor constituie materialul de construcţie al evoluţiei. Pentru apariţia unei specii noi trebuie să intervină un anumit fel de izolare. Selecţia naturală este implicată în reproducerea diferenţiată asigurând supravieţuirea unora dintre mutaţiile care apar şi eliminarea altora. Sunt cinci principii ale evoluţiei în care sunt de acord aproape toţi biologii:

1. Evoluţia se desfăşoară mai rapid în anumite perioade decât în altele.

2. Evoluţia nu se desfăşoară cu aceeaşi rată la diferite grupe de organisme. La o extremă se află Lamellibranhiatele şi Brachiopodele, unele specii rămânând neschimbate de acum 50 milioane de ani, valvele fosile păstrate în straturi geologice din acel timp fiind identice cu cele ale animalelor care trăiesc astăzi. Prin contrast, numeroase specii de om au apărut şi au dispărut în ultimele câteva sute de mii de ani. În general, evoluţia apare rapid când o specie nouă apare prima dată, şi apoi gradat îşi încetineşte ritmul pe măsură ce grupul devine stabilit.

3. Speciile noi nu derivă din formele cele mai avansate şi specializate care deja trăiesc, ci din forme relativ simple, nespecializate. De exemplu, mamiferele nu au evoluat din dinozaurienii mari specializaţi (deşi după reconstituirile realizate aceştia căpătaseră forme care erau foarte asemănătoare cel puţin pentru forma capului şi a membrelor cu unele mamifere, cum ar fi cangurul şi calul), ci dintr-un grup de reptile mici şi nespecializate.

4. Evoluţia nu se desfăşoară totdeauna de la simplu la complex. Sunt multe exemple de evoluţie „regresivă" în care o formă complexă dă naştere la unele mai simple. Cei mai mulţi paraziţi au derivat din strămoşii ce trăiau liberi care erau mai complecşi decât formele prezente: păsări nearipate cum este cazuarul au derivat din păsări care puteau zbura; multe insecte nearipate au derivat din insecte aripate; şerpii fără picioare au derivat din reptile cu apendice; morsele fără picioare anterioare au derivat din mamifere care aveau două pe-

rechi de picioare. Toate acestea sunt reflectări ale faptului că mutaţiile genice apar la întâmplare şi schimbările rezultate în fenotip nu cresc în mod necesar complexitatea sau „perfecţiunea" organismului. Dacă există un oarecare avantaj la o specie în a avea o structură mai simplă, sau în a activa fără o anumită structură, orice mutaţie ce favorizează condiţia mai simplă va prezenta tendinţa de a se acumula prin selecţie naturală.

5. Evoluţia are loc prin populaţii, nu prin indivizi, prin procesul de mutaţie, reproducere diferenţiată, selecţie naturală şi drift genetic.

3.3. Dovezi ale evoluţiei biologice

3.3.1. Dovezi ale biologiei moleculare şi celulare

Datele privind chimia vieţii ne arată că viaţa nu a început, ci ea este inerentă proprietăţilor universului. Dacă în sec. al XIX-lea se credea că viaţa a început cu organisme simple, cum ar fi amoebele, mai târziu s-a considerat că viaţa a început cu un tip de celulă foarte simplă. Când s-a descoperit că virusurile cristalizează, s-a considerat că ele fac trecerea de la neviu la viu. Când ADN-ul a fost recunoscut ca material genetic autoreplicativ viaţa s-a considerat a fi început sub formă de ADN. În conceptul biologilor ultimilor 100 de ani, viaţa a fost atribuită unor forme din ce în ce mai simple. Şi ARN poate funcţiona ca material genetic. Dar de ce s-ar începe cu ARN, când tipurile actuale de ARN sunt produşii ulteriori ai unei lungi evoluţii a diferitelor tipuri de proto-ARN-uri? Se merge mai departe la glucide, fosfat şi baze azotate. Bazele azotate sunt alcătuite din carbon, hidrogen, oxigen şi azot. Carbonul este elementul-cheie al tuturor moleculelor organice, în special, deoarece are capacitatea de a se uni cu sine însuşi spre a forma lanţuri sau catene. Se admite că, asemănător altor elemente, carbonul ar fi derivat din hidrogen, iar hidrogenul este alcătuit din protoni şi electroni. De aici se poate trage concluzia că viaţa nu are un început, ci este inerentă structurii Universului (Lima-de-Faria, 1983).

Varietatea „prodigioasă” a Naturii este numai aparentă. Compuşii biologici sunt ubicvitari. Viaţa apare ca un caleidoscop de fiinţe, atunci când este analizată la nivel macroscopic. Dar, când sunt studiate la nivelul molecular, organismele prezintă similitudini izbitoare. Evoluţia a păstrat fundamentul molecular şi celular al vieţii fără modificări esenţiale, această conservare constituind chezăşia existenţei vieţii pe Terra. În acelaşi timp, apariţia de elemente noi în cadrul paternurilor moleculare şi celulare vechi a reprezentat o chezăşie a evoluţiei. Iată bunăoară că **nucleotidul pirimidinic** este cărăuşul universal al hidrogenului pentru toate organismele vii. Acest compus este prezent în microorganisme la heterotrofe şi autotrofe, în plantele superioare ca şi la animale. Dar această substanţă este prea complexă, pentru a fi fost primul transportor de hidrogen. Organismele primitive trebuie să fi utilizat alţi compuşi mai simpli, derivaţi din mediul extern.

Adenozintrifosfatul (ATP) este o moleculă unică în capacitatea sa de a transfera energia în organismnele vii. El este prezent la toate organismele vii ca sursă fundamentală de energie. Legăturile sale pirofosfatice sunt bogate în energie, adică sunt legături macroergice. Când o moleculă fosforică este desprinsă din ATP, se eliberează o energie de 12 000 calorii/mol cu formare de ADP (adenozindifosfat).

Coenzima A (CoA) este un alt compus biologic ubicvitar, fiind componentul necesar în toate biosintezele implicate în formarea unei punţi directe între doi atomi de carbon. Lanţul reacţiilor biochimice care constituie baza fermentaţiei alcoolice sau lactice este foarte răspândit. El a persistat de-a lungul evoluţiei, fiind prezent în metabolismul organismelor primitive, plantelor superioare şi animalelor. Acest sistem trebuie să fie foarte eficient de vreme ce durează de miliarde de ani. Prima parte a lanţului fermentativ se întâlneşte la toate organismele vii. Numai partea a doua a sa se ramifică, conducând la formarea alcoolului şi CO_2 la plante şi la formarea acidului lactic la animale.

Porfirinele se complexează cu fierul spre a forma un pigment roşu al sângelui, foarte larg răspândit, numit hemina. Aceste substanţe trebuie să se fi format într-un stadiu foarte timpuriu al evoluţiei organismelor de vreme ce sunt general prezente.

Structura porfirinei conţine un inel central din 16 atomi: 12 de carbon şi 4 de azot, uniţi prin patru inele pirolice. Această moleculă este un component-cheie al numeroaselor macromolecule care au funcţii celulare de bază, dar diverse. Acestea sunt: vitamina B_{12}, bacterioclorofila *a*, clorofila *a* algală, hemul.

Remarcabil este faptul că inelul porfirinic şi-a păstrat în esenţă aceeaşi structură la toţi aceşti derivaţi. Stabilitatea acestei molecule a reprezentat un factor-cheie în evoluţia celulară.

Tot interesant apare şi faptul că în aceşti derivaţi diferiţi ionul metalic nu este acelaşi. Ionul metalic chelator din centrul inelului porfirinic este cobaltul în vitamina B_{12} (cianocobalamina), magneziul la clorofilă şi fierul în hem.

Complexitatea şi diversitatea organismelor vii se bazează pe diferenţele biochimice, dar, pe de altă parte, cele mai multe proprietăţi fiziologice fundamentale ale tuturor celulelor se bazează pe funcţii chimice comune. Atât plantele, cât şi animalele utilizează acelaşi combustibil în respiraţie şi depozitează rezerve chimice similare. Toate organismele studiate până acum sunt capabile de a sintetiza nucleul tetrapirolic, dar la plante acest nucleu este folosit în sinteza compuşilor clorofilici care le dă capacitatea de a fi autotrofe, pe când la vertebrate şi unele nevertebrate acesta este utilizat în sinteza hemoglobinei, un cărăuş al oxigenului.

Citocromii, **catalaza** şi alte **peroxidaze** constituie un alt grup de porfirine şi sunt, de asemenea, biocatalizatori comuni plantelor şi animalelor. Carotenoizii reprezintă o clasă ubicvitară de compuşi polienici sintetizaţi de către plante, prezenţi universal de la Protiste la animale. Ei se află în principal prezenţi în trei tipuri de ţesuturi; suprafeţele întegumentare expuse, gonade şi regiunile glandulare. De asemenea, unii derivaţi ai carotenoizilor produşi de către anumale,

aşa cum sunt vitaminele A, au proprietăţi fiziologice foarte importante şi sunt larg distribuite.

Histona IV este o nucleoproteină care a fost conservată în evoluţie într-un grad înalt. Analiza secvenţei de aminoacizi din această proteină arată că există doar două substituţii în linia evolutivă a mazărei şi a bovinelor, de când aceste grupe de vieţuitoare au suferit divergenţă din strămoşul lor comun întâmplată acum un miliard de ani.

Toate **proteinele** care apar în celule sunt alcătuite din 20 de aminoacizi, care de fapt prezintă şi ei unele similitudini, unii cu alţii, ceea ce permite gruparea lor în clase. Aceasta este cea mai probabilă dovadă a sărăciei şi a economiei sau parcimoniei Naturii nevoită ca din puţine elemente pe care le-a avut la dispoziţie să realizeze o uimitoare diversitate de forme şi funcţii şi în aceasta constă tocmai ingeniozitatea sa.

Codul genetic a rămas acelaşi la toate eucariotele. Doar în mitocondrii apar unele modificări de la codul genetic universal.

În timpul unei îndelungate evoluţii, au fost introduse doar unele mici variante în etapele şi componentele de bază ale transcrierii şi traducerii informaţiei genetice. Acelaşi lucru s-a evidenţiat legat de sudarea ARN din cadrul prelucrărilor posttranscripţionale ale transcriptelor primare ale genei mozaicate a eucariotelor. Maşinăria de sudare este un proces precis care a fost conservat în cursul evoluţiei eucariotelor. Fiecare transcript intronic începe cu o secvenţă GU(CA) în catena corespunzătoare ADN şi se termină cu AG. Aceasta este regula GU(AG), deoarece ea s-a identificat la toate cele 90 de joncţiuni extron-intron care au fost secvenţiate la eucariote. Alte „secvenţe consens" sunt prezente lângă joncţiuni în cele mai multe cazuri analizate. Când transcriptul primar al genei ovalbuminei de găină este introdus în celulele de şoarece aflate în cultură, transcriptul este sudat corect de către maşinăria de clivare-sudare de şoarece. Aceste rezultate arată conservatorismul modelului exon-intron şi că maşinăria de tăiere-sudare pare a fi universală la eucariote. Unii

savanţi susţin că maşinăria de sudare a fost prezentă chiar înainte de formarea eucariotelor.

Vorbind despre similitudinile în lumea vie la nivel microscopic să nu uităm de **unitatea celulară** a tuturor vieţuitoarelor. Teoria celulară, elaborată încă în sec. al XIX-lea de către T.Schwann, M.Schleiden şi R.Virchow confirmă că la originea tuturor vieţuitoarelor se află celula – unitatea elementară structurală şi funcţională. Chiar dacă există diferenţe între anumite tipuri de celule (procariote sau eucariote; microtică, vegetală sau animală), ele nu pun la îndoială planul comun de organizare al vieţuitoarelor, iar deosebirile pot fi rezultatul necesităţii acestor vieţuitoare de a se adapta la un anumit mod de viaţă.

La nivelul unor grupe mai mici de organisme (animale, plante, ciuperci) deosebirile la nivel celular se reduc esenţial.

3.3.2. Dovezi ale paleontologiei

Scoarţa Pământului constă din cinci straturi majore de roci fiecare împărţit la rândul său în straturi minore, fiind aşezate unul peste altul. Aceste straturi de rocă, învelişuri ale scoarţei s-au format prin acumularea de argilă şi nisip la fundul oceanelor, mărilor şi lacurilor, fiecare conţinând **fosile** caracteristice care servesc la identificarea depozitelor care s-au format în acelaşi timp în diferite părţi ale lumii.

Timpul geologic a fost împărţit în ere, perioade şi epoci potrivit succesiunii acestor straturi de roci aşezate una peste alta. Durata fiecărei perioade poate fi estimată după grosimea stratului rocii, şi depozitele de rocă sunt datate prin rata descompunerii anumitor elemente radioactive. Un element radioactiv este convertit în altul cu o rată care în esenţă nu este afectată de presiuni sau de temperatură la care roca a fost supusă. Jumătate dintr-o probă dată (eşantion dat) de uraniu este convertită într-un anumit izotop al plumbului în 4,5 miliarde de ani. Astfel, vârsta unei bucăţi de rocă cristalină poate fi estimată prin măsurarea proporţiei dintre uraniu şi plumb prezent în ea. Rubidium 87, care suferă dezintegrarea radioactivă cu o înjumătăţire

la 47 miliarde de ani, oferă o altă posibilitate utilă de măsurare a timpului geologic.

Între erele majore au existat extinse mişcări geologice numite revoluţii geologice, care au ridicat sau au coborât vaste regiuni ale suprafeţei Pământului şi au creat sau eliminat mări de mică adâncime. Aceste revoluţii geologice au produs mari schimbări în distribuţia vieţuitoarelor de mare şi de uscat, eliminând complet pe unele dintre ele şi condiţionând înflorirea altora. În ciuda acestor mari modificări ale scoarţei Pământului nu se cunoaşte vreo perioadă în care planeta să fi fost sterilă – adică lipsită de viaţă, după ce viaţa a apărut odată pe Pământ.

Rocile celei mai vechi ere geologice, Archeozoic, se află expuse la fundul Marelui Canion şi de-a lungul ţărmurilor Lacului Superior din America de Nord şi în multe alte locuri ale planetei, ele aflându-se îngropate adânc în cele mai multe părţi ale restului lumii. Era Archeozoică nu a început cu originea Pământului, ci cu formarea scoarţei Pământului, când existau roci şi mări şi începuse procesul de eroziune şi sedementare. Era Archeozoică care a durat două miliarde de ani s-a caracterizat printr-o activitate vulcanică foarte intensă şi enorme mişcări de straturi geologice. Căldura, presiunea şi mişcările tectonice cu frământări de straturi ale scoarţei terestre au distrus cele mai multe dintre fosile care ar fi putut să fie prezente, dar câteva urme de viaţă din acel timp s-au mai păstrat totuşi. După cantitatea de grafit prezent în aceste roci se poate deduce că în mările Archeozoice a fost o viaţă abundentă.

Era secundară Proterozoică a fost din punct de vedere geologic mai liniştită decât prima eră, cu activitate vulcanică mai redusă, cu mai extins proces de sedimentare şi cu cel puţin o mare perioadă de glaciaţiune în cursul căreia învelişul de gheaţă s-a întins până la 20 grade faţă de ecuator. Fosilele identificate din rocile Proterozoice arată că viaţa a fost prezentă şi că evoluţia s-a desfăşurat foarte rapid înainte de sfârşitul erei lungi de un miliard de ani. Se diferenţiază deja plantele şi animalele, apăruseră organismele şi apăruseră reprezentanţii unora din grupele majore de plante şi de animale.

O a doua mare revoluţie geologică s-a produs la sfârşitul erei Proterozoice şi în cursul celor 370 milioane de ani ai erei Paleozoice apăruseră toate filumurile şi clasele de plante şi animale, cu excepţia păsărilor şi mamiferelor. Unele dintre aceste animale au suferit extincţie (au dispărut) în scurt timp (geologic vorbind) şi fosilele lor reprezintă markeri potriviţi prin care rocile aceleiaşi ere în diferite localităţi pot fi corelate. Atât plantele, cât şi animalele din perioada Cambrian trăiau în mare, uscatul era un pustiu ciudat lipsit de viaţă până în perioada Ordovician, când plantele au colonizat uscatul. Evoluţia din perioada Cambrian s-a caracterizat mai curând prin complicarea şi ramificarea liniilor deja prezente decât prin apariţia de forme de viaţă cu totul noi. Uscatul a început să se ridice spre sfârşitul erei Paleozoice, în Permian, astfel că mările de mică adâncime au devenit uscat. Revoluţia Appalaseană, cu care s-a terminat această perioadă, alături de o extinsă glaciaţiune, a omorât un număr enorm de animale.

Următoarea eră, Mezozoic, a început acum 230 milioane de ani şi a durat 167 milioane de ani. În cursul primelor sale două perioade cea mai mare parte a zonelor continentale erau deasupra apei, erau calde şi aproape uscate, dar în cursul ultimei sale perioade, în Cretacic, marea a inundat din nou zone întinse ale continentelor. Era Mezozoică este caracterizată prin enorma evoluţie, diversificare şi specializare a reptilelor şi s-a terminat cu o revoluţie geologică de tip Munţii Stâncoşi datorită căreia cea mai mare parte a reptilelor au suferit extincţie la sfârşitul perioadei Cretacic, aparent din cauză că nu au fost capabile să se adapteze la schimbările geologice şi de climă.

Era Cenozoică se întinde de la revoluţia geologică a Munţilor Stâncoşi până în prezent şi se subdivide în perioada timpurie – Terţiar care a durat 62 milioane de ani, şi perioada prezentă – Cuaternar care a început acum 1,5 milioane de ani. Perioada Terţiar este împărţită în cinci epoci: Paleocen, Eocen, Oligocen, Miocen şi Pliocen. Mişcările orogenetice din Miocen şi Pliocen şi apoi glaciaţiunile din Pleistocen au distrus multe specii de mamifere. Pleistocen şi Actual sunt două subdiviziuni ale Cuaternarului. În cursul glaciaţiunilor

din Pleistocen, o mare parte din apa oceanelor a fost blocată în mase de gheaţă astfel că nivelul Oceanului Planetar era cu 100 de metri mai scăzut decât este astăzi. Aceasta a creat legături pe uscat sau punţi între Siberia şi Alaska la Strâmtoarea Bering şi între Anglia şi continentul Europei. Multe mamifere, incluzând tigrul cu dinţi sabie şi mamutul, au dispărut în Pleistocen, după ce apăruse între timp omul primitiv.

Pe lângă urme fosile rămase ca oase, resturi de frunze, trunchiuri sau numai impresiunea, mutajul în argilă al diferitelor organisme care au existat în trecut, deosebit de interesante sunt fosilele în care părţile tari originale sau chiar şi ţesăturile moi ale organismului au fost înlocuite de minerale, proces numit petrificare. Mineralele care înlocuiesc ţesutul pot fi pirita de fer, siliciul, carbonatul de calciu sau substanţe asemănătoare acestora. Muşchii pietrificaţi ai unui rechin de acum 300 milioane de ani au fost atât de bine conservaţi că pot fi identificate nu numai fibrele musculare individuale, dar chiar şi striaţiile lor transversale pot fi observate în secţiuni fine la microscop.

În chihlimbar s-au putut păstra organisme fosile într-o excelentă stare de conservare, mai ales insectele. Mamuţi cu blană au fost conservaţi intacţi în Siberia şi Alaska în stare congelată, datând de acum 25.000 ani. Carnea lor era atât de bine conservată că a fost mâncată fără ezitare de câinii expediţiilor polare.

Oameni şi animale care au trăit în Pompei au fost conservaţi aproape perfect de cenuşa vulcanică produsă de erupţia Vezuviului.

Datele fosile, de rând cu datele actuale de biogeografie, alături de cele de taxonomie, anatomie comparată, embriologie, oferă dovezi concludente privind desfăşurarea evoluţiei biologice în trecutul Pământului şi în prezent. Mai mult decât atât, ele ne pot indica asupra unor relaţii de rudenie filogenetică după anumite structuri. Unele resturi fosile sunt considerate **forme de trecere** între diferite grupuri de vieţuitoare. De exemplu, cunoscuta pasăre fosilă *Archeopterexul* este considerată de paleontologi drept o formă de trecere dintre reptile şi păsări, ea având caractere specifice pentru reptile (prezenţa dinţilor,

ghearelor, solzilor cărnoşi) şi pentru păsări (prezenţa aripilor primitive). În aceeaşi ordine de idei, *tereodontul* este considerat o formă de trecere fosilă între reptile şi mamifere, iar *trilobiţii* – o formă de trecere de la anelide la artropode. Şi în lumea vegetală au fost descrise forme de trecere fosile, cum ar fi *psilofitele* sau *rinofitele,* – forme fosile de trecere de la plantele acvatice la plantele de uscat.

Resturile fosile rareori sunt descoperite intacte. Perioada de restabilire a lor este destul de anevoiasă. Atunci însă când sunt găsite fosile ce aparţin unui anumit grup sistematic, se alcătuieşte **seria filogenetică**, care îmbină în sine diferite grupe de organisme fosile şi care au menirea să descrie calea evolutivă posibilă a unei specii actuale. Savanţii paleontologi actualmente operează cu seria filogenetică a calului contemporan care reflectă evoluţia copitei pe parcursul a circa 60 mil. de ani. Această serie filogenetică include formele: *Hiracoterim, Mezohipus, Merihipus, Pliohipus* şi calul contemporan.

3.3.3. Dovezi ale anatomiei comparate

Morfologia şi anatomia comparată aduc dovezi ale evoluţiei în ceea ce priveşte existenţa **organelor omoloage** – care au origine comună, plan unic de organizare, dar formă şi funcţii diferite, fiind apărute în urma unei evoluţii divergente: paleta delfinului, aripa liliacului, piciorul vacii, piciorul calului, mâna omului.

Existenţa organelor omoloage, deşi fiecare este adaptat pentru îndeplinirea anumitor funcţii, este un argument puternic pentru o origine evolutivă comună.

Existenţa **organelor analoage** este un alt argument al evoluţiei. Ele sunt rezultate în urma unei evoluţii convergente, reprezentând organe care au origine diferită, plan de organizare diferit, dar evoluând în acelaşi mediu şi îndeplinind aceeaşi funcţie capătă formă asemănătoare, dar neidentică. Aşa este cazul îno-tătoarei peştilor şi paletei delfinului (mamifer).

Şi existenţa **organelor rudimentare**, vestigiale, vine în sprijinul ideii de evoluţie biologică. Asemenea organe rudimentare existente astăzi dovedesc faptul că la strămoşii organismelor actuale ele

erau deplin funcţionale şi bine dezvoltate. La om există peste 100 asemenea organe rudimentare: apendicele, restul de coadă, măseaua minţii, membrana nictitantă a ochiului, părul de pe corp, muşchii urechii etc.

Din cauza schimbării modului şi a modificării de viaţă al speciei, organul rudimentar a devenit inutil pentru supravieţuire şi treptat s-a redus, devenind un vestigiu. Dacă asemenea organe sunt necesare pentru supravieţuire, organismele ce conţin asemenea mutaţii vor prezenta tendinţa de a fi eliminate. Dacă organele nu sunt necesare pentru supravieţuire, ele vor fi reduse dimensional progresiv, vor deveni „vestigiale" şi eventual vor fi eliminate.

Cei care au studiat orhideele au descris o situaţie de-a dreptul surprinzătoare, şocantă, reprezentată de copulaţia unor insecte cu florile anumitor genuri de orhidee. Florile de *Ophrys insectifera* şi O.*apifera* sunt asemănătoare morfologic şi coloristic cu femela viespei *Gorytes* (*Argogorytes*). Aceste flori produc o substanţă chimică – un feromon – prin al cărei miros atrag insectele (masculii) genului respectiv de viespi. Masculii tipului de viespi apar cu câteva săptămâni mai înainte de ieşirea femelelor şi în timpul acestei perioade ei nu au parteneri de împerechere. Masculii insectei vizitează însă florile orhideei şi încearcă să se copuleze cu ele. Ei realizează mişcări tipice de copulaţie. Acestea sunt cauzate de forma, culoarea şi parfumul florilor, care fac ca masculii să ia floarea drept femelă. În cursul acestei activităţi sexuale polenul florii se prinde de capul masculului şi pe această cale se realizează polenizarea încrucişată.

Astăzi se ştie că dacă plantele şi animalele fuseseră construite pe baza sistemelor moleculare neînrudite, miliardele de ani de selecţie ar fi fost incapabili să le facă să arate asemănător. **Similitudinea morfologică, fiziologică şi funcţională** dintre orhidee şi insecte apare ca rezultat obligatoriu al unei evoluţii moleculare care nu s-ar fi dezvoltat paralel în ambele grupe de organisme, deoarece, chiar de la început, ele au fost construite pe acelaşi cadru molecular. Nu este nimic uimitor în această interrelaţie şi evoluţie convergentă, dacă

totul este interpretat în termeni moleculari. Selecţia naturală a fost utilă în ajustarea funcţională, dar este greu de acceptat că ea a fost responsabilă de producţia reală de similitudini structurale şi fiziologice care rezultă din construcţia chimică identică a plantelor şi a animalelor.

O insectă se poate asemăna cu o frunză în primul rând, deoarece ea conţine în genomul său genele ancestrale ale plantei şi deci şi căile moleculare respective.

O plantă poate să se asemene cu un animal, dar şi un animal se poate asemăna cu o plantă. O insectă poate fi extrem de asemănătoare cu o frunză, atât în ceea ce priveşte culoarea, cât şi forma. Până acum, această asemuire a fost explicată pe baza acţiunii selecţiei naturale. Lima-de-Faria (1983) propune un alt mecanism, pentru similitudinea de modele şi culori, un mecanism mai simplu. Insecta, ca de altfel şi alte animale, conţine în genomul său un număr mare de gene care au fost moştenite de la plante, înainte ca animalele să se fi separat de plante cu milioane de ani în urmă. Unele din aceste gene de la plante pot să nu fie de obicei exprimate la insecte, fiind acoperite de gene care au devenit caracteristice pentru fenotipul animal. Totuşi, în unele căi genetice, unele gene ancestrale caracteristice plantelor pot funcţiona dând naştere la un model de formă caracteristic frunzei, de exemplu. Rezultatul neaşteptat este că va apare o insectă care seamănă unei frunze.

Studiul filogeniei, adică al istoriei evolutive a oricărui grup de organisme, ne permite să stabilim relaţiile dintre specii, să stabilim care dintre ele au strămoşi comuni, mai apropiaţi şi care au strămoşi comuni mai depărtaţi prin studiul paternurilor similitudinilor şi deosebirilor. Filogeneticienii au acum posibilitatea să compare nu numai caractere morfologice externe, oase, muşchi şi nervi, dar şi caractere fiziologice, biochimice, imunologice şi citologice şi mai ales aspecte ale organizării moleculare, stabilind relaţii filogenetice pe baza hibridării de acizi nucleici şi a secvenţierii ADN, ARN şi a proteinelor. Este remarcabil faptul că similitudinile stabilite astăzi pe baze moleculare sunt în deplin acord cu cele stabilite pe baze morfologice

acum un secol, dovadă că evoluţia a mers întrucâtva paralel la nivel molecular şi supramolecular (organismic).

3.3.4. Dovezi ale embriologiei

Ch.Darwin a scos în evidenţă importanţa dovezilor embriologice pentru evoluţie, ceea ce a fost subliniat şi de Ernst Haeckel în 1866, când a enunţat teoria sa (**teoria recapitulării**) conform căreia embrionul, în cursul dezvoltării ontogenetice repetă istoria evolutivă a strămoşilor săi într-o formă prescurtată. Succint, ideea se formulează astfel: ontogenia recapitulează pe scurt şi concentrat filogenia. Este astăzi bine cunoscut faptul că embrionii animalelor superioare se aseamănă cu embrionii formelor inferioare, nu cu adulţii care crezuse Haeckel. Stadiile timpurii ale embrionilor tuturor vertebratelor sunt remarcabil de similare, ceea ce face dificilă diferenţierea unui embrion uman de un embrion de porc, de găină, de broască sau de peşte.

În recapitularea istoriei sale evolutive în câteva zile, săptămâni sau luni, embrionul elimină unele etape şi le modifică pe altele. Embrionii de mamifere în etapele lor timpurii au multe caracteristici în comun cu cei de peşti, de amfibieni şi reptile, dar prezintă în plus unele structuri noi care le permit să supravieţuiască şi să se dezvolte în interiorul uterului matern, nu în oul înconjurat de coajă aşa cum este cazul reptilelor şi al păsărilor. Trăsăturile secundare pot altera caracterele originale comune tuturor vertebratelor, astfel că asemănările de bază sunt alterate.

Embrionul uman în stadiile sale timpurii este asemănător embrionului de peşte, prezentând fante branhiale, perechi de arcuri aortice sau vase de sânge ce traversează arcurile branhiale, o inimă asemănătoare celei de la peşti cu un singur atrium şi un singur ventricul, un pronefros primitiv sau rinichi ca la peşti, şi o coadă, care are muşchi spre a se mişca. Ulterior, embrionul uman seamănă cu un embrion de reptilă: fantele branhiale se închid; vasele care formau fiecare vertebră şi care fuseseră separate ca la embrioni de peşti, fuzionează; se formează un nou rinichi-mezonefros, pronefrosul dispa-

re, atriumul se divide în două camere: atriumul stâng şi atriumul drept. Ceva mai târziu, embrionul uman va dezvolta o inimă tetracamerală, caracteristică mamiferelor, şi un al treilea rinichi, complet nou (metanefros), pe când notocordul regresează. În cursul celei de a şaptea luni de viaţă intrauterină, embrionul uman seamănă, fiind complet acoperit cu păr, după dimensiunea corpului şi a picioarelor ca un pui de maimuţă într-o măsură mult mai mare decât seamănă un individ uman adult cu maimuţa.

Savantul rus A.N. Severţov (1935), analizând particularităţile dezvoltării individuale a animalelor vertebrate, a stabilit că şi ontogeneza, la rândul său, ca urmare a modificării în structura şi funcţia anumitor organe, poate influenţa particularităţile dezvoltării istorice (filogenetice) ale organismelor. Această teorie, numită **teoria filembriogenezei,** sau teoria evoluţiei organelor şi funcţiilor acestor organe, este considerată o interpretare modernă a teoriei recapitulării.

Concepţia recapitulării trebuie folosită cu precauţie, dar ea poate fi utilă în înţelegerea unor modele de dezvoltare curioase şi complexe, cum sunt cele ale sistemelor circulator şi excretor de la vertebrate. El este de asemenea util, când nu este luat prea *ad litteram* spre a obţine o imagine mai largă, mai cuprinzătoare a întregii dezvoltări. *Oul fecundat* poate fi comparat cu strămoşul flagelat unicelular al tuturor animalelor, iar *blastula* – cu un protozoar colonial sau cu unele forme sferice pluricelulare care poate că a fost strămoşul celenteratelor şi tuturor animalelor superioare. *Gastrula* poate fi comparat cu un animal ancestral pe care E. Haeckel l-a numit *Gastrea*. În funcţie de particularităţile de dezvoltare ale acestuia, el a evoluat în animale nevertebrate (la anelide, moluşte, artropode şi alte grupuri, blastoporul – deschiderea din cavitatea gastrulei – devine gură sau vine în apropierea gurii) şi animale vertebrate (la echinoderme şi cordate, blastoporul devine anus sau vine în apropierea anusului).

3.3.5. Dovezi din genetică şi ameliorare

Selecţia şi reproducerea animalelor domestice şi plantelor cultivate, în ultimele câteva mii de ani, oferă modele referitoare la modul cum au operat forţele evolutive.

Toate rasele actuale de câini provin dintr-o specie sau câteva specii înrudite de câini sălbatici sau lupi, deşi ele sunt enorm de diferite în multe trăsături atunci când le comparăm: dimensiunea la Chihuahua şi la St.Bernard sau Marele Dane; forma capului la buldog şi la pekinezi; proporţiile corpului la cocker şi la câinele rusesc. Dacă aceste rase s-ar întâlni în natură, ele indubitabil ar fi considerate specii diferite sau poate chiar genuri diferite. Dar, deoarece ele sunt interfertile, se trage concluzia că descind dintr-un strămoş comun, fiind considerate rase ce aparţin unei singure specii.

Ameliorarea plantelor a produs soiurile actuale de plante cultivate pornind de la o singură sau câteva specii sălbatice şi hibridare. Varza de stâncă, de exemplu, care creşte încă sălbatică în zona mediteraneeană a Europei, este strămoşul nu numai al verzei cultivate, dar şi al tuturor celorlalte varietăţi de varză: de Bruxelles, conopidă, varză roşie etc. Speciile cultivate de tutun au fost resintetizate artificial prin încrucişări între două specii sălbatice de tutun, iar porumbul a derivat din teosint (o graminee ce creşte în stare sălbatică în Munţii Anzi şi Mexico). Experienţele de hibridare şi observaţiile arată că speciile nu sunt aşa cum credea Linne – entităţi biologice neschmbătoare, fiecare fiind creată separat, ci grupări de organisme care au derivat din alte specii şi care încă pot da naştere la altele.

Numărul şi structura de detaliu a **cromozomilor** speciilor înrudite pot fi comparate prin metode citologice. Paternurile de inversii, deleţii, duplicaţii şi translocaţii, prezente în cromozomi au oferit dovezi utile legate de istoria evolutivă a drosofilelor, a multor alte specii de animale şi plante.

Legităţile de moştenire a caracterelor ereditare au un caracter universal şi sunt aplicate indiferent de natura organismelor, plante sau animale. Caracterul universal de tramsmitere a însuşirilor ereditare ale organismelor, de asemenea, ar fi o dovadă a existenţei utităţii vieţuitoarelor.

3.3.6. Dovezi ale biogeografiei

Nu toate plantele şi animalele se întâlnesc în toate părţile lumii; ele nu se întâlnesc nici chiar oriunde ar putea supravieţui, după cum ar fi de aşteptat dacă climatul şi topografia ar fi singurii factori determinanţi. Africa Centrală, de exemplu, are elefanţi, gorile, cimpanzei, lei şi antilope, pe când Brazilia, cu un climat asemănător, dar alte condiţii de mediu geografic, nu are niciuna din aceste specii; ea însă are maimuţe cu coada prehensilă, leneşi şi tapiri. Răspândirea actuală a organismelor şi siturile în care au rămas fosilele lor sunt înţelese numai pe baza istoriei evolutive a fiecărei specii.

Habitatul sau arealul unei specii date, adică porţiunea de pământ pe care aceasta se întâlneşte, poate fi doar de câţiva kilometri pătraţi, sau, aşa cum e cazul speciei umane, aproape întreaga lume. În general, speciile înrudite nu au limite identice de răspândire, dar nici nu sunt la mari distanţe; ele sunt, de regulă, adiacente dar, separate de o barieră de un anumit fel cum ar fi un munte sau un deşert. Această generalizare a fost formulată de David Starr Jordan şi este cunoscută sub numele de regula lui Jordan. Ea decurge din rolul izolării geografice în formarea speciilor.

După cum este de aşteptat, regiuni precum Australia şi Noua Zeelandă care au fost separate de restul lumii cu mult timp în urmă, au o floră şi o faună care este cu totul particulară. Australia are o populaţie de monotreme şi marsupiale care nu se mai întâlneşte niciunde pe glob. În cursul Mezozoicului, Australia a fost izolată de restul lumii, astfel că mamiferele sale primitive nu au intrat în competiţie cu mamiferele placentare mai bine adaptate care au eliminat monotremele şi cele mai multe dintre marsupialele de pretutindeni. Mamiferele primitive au dat naştere la o varietate de forme care au beneficiat de avantaje oferite de diferitele habitate ce erau disponibile, diversificându-se enorm.

Biogeografia – ştiinţa răspândirii plantelor şi animalelor, are ca unul din principiile sale de bază şi pe acelea că fiecare specie de animal şi de plantă s-a născut numai o dată. Locul unde aceasta a

apărut este cunoscut ca *centru de origine*. Centrul de origine nu este un singur punct, ci limitele geografice ale populaţiei care erau atunci când s-a format specia nouă. Din cartierul său general, principal, fiecare specie s-a răspândit până ce a fost oprită de o barieră de un anumit fel, fizică (ocean sau munte), de mediu (climat nefavorabil) sau biologică (absenţa hranei sau prezenţa duşmanilor care au prădat-o sau au intrat în competiţie pentru hrană sau adăpost).

Sunt numeroase exemple de corelare a distribuţiei geografice cu variaţia polimorfismului numeric sau structural cromozomial al speciilor. Astfel, la moluscul *Nucella Lapillus* apar două forme de bază, una cu n=13 cromozomi, alta cu n=18 cromozomi, între ele existând toate formele intermediare, viabile şi interfertile în stare homo- sau heterozigotă. Formele extreme sunt adaptate la medii turbulente respectiv liniştite, pe când cele intermediare la ape cu turbulenţă medie.

La crustaceul *Jaera syet* apar importante variaţii de cariotip de-a lungul coastelor vest-europene; numărul diploid (2n) de cromozomi descrescând regulat de la Marea Nordului unde 2n=28, la golful Gasconiei, unde 2n=18, cantitatea de ADN la asemenea forme fiind aceeaşi, de unde s-a tras concluzia că varietăţile numeric cromozomiale sunt consecinţa mecanismelor robertsoniene de fuziune-fisiune centromerică ce stau la baza polimorfismului cromozomial intraspecific asemenea specii fiind *species in statu nascendi*, adică specii la care procesul de diversificare, de diferenţiere, adică de speciaţie, este în plină desfăşurare. Asemenea situaţie este întâlnită şi la *Spalax leucodon* – orbetele – animal subteran, cu posibilităţi reduse de migrare, a cărui arie de răspândire se întinde din Caucaz până în Europa Centrală, specia fiind reprezentată în habitatul sau arealul său de populaţii locale care prezintă numere diferite de cromozomi de la 48 la 56.

Varietăţile fenotipice au o mare semnificaţie evolutivă, ele asigurând reacţiile de adecvare, de răspuns imediat la variaţia bruscă a condiţiilor de mediu extern. Diversitatea mediilor întâlnite pe aria de distribuţie a unei specii antrenează o diversitate a forţelor selective.

Complexele genice selecţionate în fiecare populaţie diferă până la un anumit punct de altele de pe aria de repartiţie. Diferenţele sunt cu atât mai mari, cu cât ne îndepărtăm de centrul ariei de răspândire.

Bibliografie selectivă:

1. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
2. **Mustaţă, Gh.** *Evoluţia prin asociere şi edificarea organismelor*. Bucureşti: Vremea, 2009.
3. **Тимофеев-Рессовский, Н.В., Яблоков, А.В.** *Краткий очерк теории эволюции*. Москва: Наука, 1977.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

3.1. EVOLUŢIONISMUL ÎN DEZVOLTAREA SA ISTORICĂ

3.1.1. IDEILE EVOLUŢIONISTE PREDARWINISTE

1. Alegeţi varianta corectă.

1. În ce an a fost publicată opera lui J.B. Lamarck Filosofia zoologică?

a) 1735; b) 1809; c) 1859; d) 1900; e) 1924

2. Care dintre autorii enumeraţi era considerat metafizic?

a) C. von Linne; b) J.B. Lamarck; c) Ch. Darwin; d) A.R. Wallace

3. Care dintre autori considera că specia este o unitate taxonomică?

a) C. von Linne; b) J.B.Lamarck; c) Ch.Darwin; d) A.R.Wallace; e) D.J. Ray; f) Aristotel

4. Care dintre savanţi a contribuit la apariţia transformismului?

a) G.L. Buffon; b) A.Weismann; c) J. Huxley; d) J.B. Haldane

5. Ce teorii susţine ideea moştenirii caracterelor dobândite?

a) ectogeneza; b) autogeneza; c) nomogeneza; d) neolamarckismul; e) toate

2. Completaţi următorul tabel al dezvoltării ideilor evoluţioniste în perioada predarwinistă.

Perioada	**Autorii**	**Ideile de bază**
Perioada Antică	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
Evul Mediu	1.	
	2.	
Perioada Renaşterii	1.	
	2.	
	3.	

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** *Aristotel* considera că factorul principal al evoluţiei este tendinţa internă spre perfecţiune.

_____

3.2. **A F** *G. Buffon* susţinea originea animală a omului.

_____

4. Comparaţi două concepţii diferite ale perioadei predarwiniste, evidenţiind cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între ele. Prezentaţi informaţia sub forma unei scheme.

5. Realizaţi analiza *SWOT* a ideilor evoluţioniste din perioada predarwinistă.

3.1.2. CARL LINNE

1. Numeiţi ideile generale ale învăţăturii lui C. Linne.

2. Prezentaţi sub forma unui tabel principalele merite ale lui C. Linne, evidenţiind rolul lor în dezvoltarea ştiinţelor biologice.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** *C. Linne* susţinea originea animală a omului.

_____

_____

3.2. **A F** *C. Linne* considera speciile reale şi variabile.

_____

_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între învăţăturile lui Aristotel şi C.Linne, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Aristotel	Criterii de comparare	C. Linne
1.		
2.		
3.		

5. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

5.1. **Da Nu** C. Linne a clasificat omul alături de primate, deoarece considera că omul are multiple asemănări cu maimuţele.

_____

_____

5.2. **Da Nu** C. Linne a fost un metafizic, deoarece studia lumea vegetală.

_____

_____

6. Realizaţi analiza *SWOT* a învăţăturii lui C. Linne.

3.1.3. J.B. LAMARCK

1. Numiţi ideile generale ale învăţăturii lui J.B. Lamarck.

2. Prezentaţi sub forma unui tabel principalele merite ale lui J.B. Lamarck, evidenţiind rolul lor în dezvoltarea ştiinţelor biologice.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** *J.B. Lamarck* susţinea originea animală a omului.

_____

3.2. **A F** J.B. Lamarck considera speciile *reale şi variabile.*

_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între învăţăturile lui J.B. Lamarck şi C. Linne, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

J.B. Lamarck	Criterii de comparare	C. Linne
1.		
2.		
3.		

5. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

5.1. **Da Nu** J.B. Lamarck considera că speciile nu există real, fiindcă ele permanent se modifică.

_____
_____

5.2. **Da Nu** J.B. Lamarck a fost un transformist, deoarece considera că speciile nu există real.

_____
_____

6. Realizaţi analiza *SWOT* a învăţăturii lui J.B. Lamarck.

3.2. DARWIN ŞI DARWINISMUL

1. Numiţi premisele apariţiei darwinismului.

2. Prezentaţi sub forma unui tabel principalele merite ale lui Ch.Darwin, evidenţiind rolul lor în dezvoltarea ştiinţelor biologice.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** Ch. Darwin susţinea că factorul motrice principal al evoluţiei este *tendinţa internă spre perfecţiune.*

_____

3.2. **A F** Ch. Darwin considera speciile *reale şi variabile.*

_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între lamarckism şi darwinism, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Lamarckism	Criterii de comparare	Darwinism
1.		
2.		
3.		

5. Evidenţiaţi cuvântul sau cuvintele care nu corespund serilor prezentate şi argumentaţi de ce le-aţi selectat.

A: T. Dobzhansky; J. Huxley; G. Batson; S. Simpson.

B: selecţia naturală; tendinţa internă spre perfecţiune; lupta pentru existenţă; variabilitatea.

A.

_____

_____

B.

_____

_____

6. Realizaţi analiza *SWOT* a învăţăturii lui Ch. Darwin.

3.3. DOVEZI ALE EVOLUŢIEI BIOLOGICE

1. Definiţi următoarele noţiuni: *filembriogeneză, atavisme, ontogeneză.*

2. Selectaţi răspunsul sau răspunsurile corecte.

1. Care dintre organele enumerate sunt omoloage?

a) spinii cactusului şi trandafirului
b) aripile fluturelui şi şoarecelui-zburător
c) înotătoarele rechinului şi delfinului
d) mâna şoarecelui şi laba pisicii

2. Care organe sunt rudimentare la om?

a) apendicele
b) membrana nictitantă
c) prezenţa mai multor mameloane
d) a şi b

3. Forme de trecere din lumea vegetală sunt:

a) arheopterixul; b) psilofitele; c) tereodontul; d) trilobiţii

4. Care dintre dovezile enumerate sunt dovezi paleontologice?

a) fosilele
b) seriile filogenetice
c) universalitatea codului genetic
d) apendicele

3. Scrieţi o propoziţie cu cuvintele sau îmbinările de cuvinte prezentate despre organele analoage:

a) au origine comună – origine diferită
b) îndeplinesc aceeaşi funcţie – funcţii diferite
c) indică evoluţia divergentă – evoluţia convergentă

4. Prezentaţi interacţiunea dintre următoarele noţiuni în formă de cercurile lui Eyler:

a) codoni – aminoacizi
b) organe omoloage – organe analoage – anatomia comparată
c) rudiment – atavism – evoluţie

5. Evidenţiaţi cuvântul sau cuvintele care nu corespund serilor prezentate şi argumentaţi de ce le-aţi selectat.

A: spini de cactus; spini de păducel; spini de salcâm;
B: adenina; guanina; alanina; timina;
A.

_____
_____

B.

_____
_____

6. Explicaţi prezenţa unui număr redus de forme de trecere printre fosile şi lipsa lor pentru majoritatea organismelor vii din prezent, folosind ilustrarea grafică.

4. MICROEVOLUŢIA

Obiective de referinţă:

- Distingerea indicilor statici şi dinamici ai populaţiei
- Recunoaşterea criteriilor speciei
- Aplicarea legii lui Hardy-Weinberg la determinarea structurii genetice a populaţiei
- Demonstrarea avantajelor cunoaşterii forţelor motrice ale evoluţiei
- Estimarea rolului diferiţilor factori implicaţi în procesul de speciaţie
- Recomandarea căilor de dirijare a proceselor din populaţiile naturale şi protecţie a mediului înconjurător

4.1. Bazele genetice ale evoluţiei

În cadrul biologiei contemporane, procesele evolutive sunt analizate la două nivele: microevolutiv şi macroevolutiv.

Microevoluţia este procesul de reorganizare adaptivă a populaţiilor, ce include transformările succesive de la apariţia variaţiilor ereditare şi noilor adaptări sub acţiunea selecţiei naturale, până la formarea de noi specii.

4.1.1. Variabilitatea genetică şi semnificaţia ei evolutivă

La baza proceselor de transformare evolutivă a lumii vii se află variabilitatea organismelor, care serveşte drept material al acestei evoluţii. **Variabilitatea** este o proprietate generală a organismelor de a căpăta caractere noi sub acţiunea factorilor mediului. Din punctul de vedere al transmiterii deosebirilor căpătate descendenţei, variaţiile pot fi eriditare (genetice) şi neereditare (negenetice sau paratipice).

Variaţiile neereditare (modificaţiile) reprezintă nişte deosebiri fenotipice ale indivizilor unei populaţii şi nu sunt rezultatul dereglării integrităţii materialului lor ereditar. Modificaţiile sunt produse ale condiţiilor de trai (natura hranei, condiţiile de temperatură, ilumina-

re, umiditate etc.). Prin intermediul lor organismele se adaptează la condiţiile de habitat, dat fiind faptul că fenotipul (fiecare caracter în parte) are o limită a sa de variaţie, fără schimbarea genotipului (*norma de reacţie*).

Norma de reacţie a fiecărui caracter depinde de un şir de factori, printre care:

– nivelul de organizare a individului iniţial. Adaptarea organismelor la condiţiile noi de existenţă poate duce la o extindere a normei de reacţie (adaptarea maimuţelor la condiţiile zonei temperate);

– diversitatea condiţiilor mediului. Există specii stenotrope (cu o normă de reacţie îngustă) şi eurotrope (cu o normă de reacţie extinsă);

– determinismul genetic.

O importanţă semnificativă pentru procesul evolutiv o au doar variaţiile ereditare (mutaţionale, corelative, compensaţionale, combinative). Caracterele noi apar la organisme ca rezultat al schimbării normei de reacţie ca consecinţă a variaţiilor genotipice (mutaţiilor şi recombinărilor genetice).

Prin mutaţii se subînţeleg schimbările neadecvate la factorii mediului, ce provoacă reorganizarea aparatului ereditar.

După caracterul schimbărilor cariotipului, deosebim mutaţii:

1) **genice** [substituiri (tranziţii, transversii), deleţii, adiţii];

2) **cromozomiale** (deleţii, inversiuni, duplicaţii, translocaţii);

3) **genomice** [aneuploidia, poliploidia (autopoliploidia, allopoliploidia)];

4) **transpoziţia** (inserţia) – rezultat al deplasării genelor.

Mutaţiile pot apărea în nuclee (mutaţii cromozomiale) sau în citoplasmă (mutaţii extracromozomiale: mitocondriale, cloroplastice, kinetosomice).

Mutaţiile apărute în celulele haploide se numesc mutaţii generative, iar cele apărute în celulele diploide – somatice. Odată apărute, mutaţiile pot fi indiferente, semiletale sau chiar letale.

Frecvenţa mutaţiilor este determinată şi limitată de un şir de factori printre care:

- controlul genetic al proceselor mutaţionale;
- organizarea genelor în genom;
- interacţiunea genelor;
- prezenţa genelor-modificatoare;
- adaptabilitatea scăzută a organismelor ca rezultat al mutaţiilor;
- acţiunea factorilor mediului extern.

4.1.2. Structura genetică a populaţiilor

Structura genetică a unei populaţii poate fi descrisă prin frecvenţa genotipurilor (homozigoţi şi heterozigoţi) şi frecvenţa genelor alele. Să admitem că într-o populaţie cu un număr mare de indivizi şi încrucişare liberă (*populaţie panmictică*) frecvenţa homozigoţilor cu caracter dominant este aproximativ egală cu frecvenţa homozigoţilor cu caracter recisiv, adică alele posibile *A* şi *a* se întâlnesc cu aceaşi frecvenţă (0,5 şi 0,5 sau 50% şi 50%). În cazul dat în F_1 vor fi posibile trei variante de încrucişări:

F_1

	A **0,5**	**a** **0,5**
A **0,5**	AA 0,25	Aa 0,25
a **0,5**	Aa 0,25	Aa 0,25

Calculând frecvenţa alelelor dominantă (*A*) şi recisivă (*a*), constatăm că ele au rămas neschmbate (0,5 şi 0,5):

frecvenţa *A* = AA + ½ Aa = 0,25 + 0,25 = 0,5

frecvenţa *a* = aa + ½ Aa = 0,25 + 0,25 = 0,5

Aceleaşi rezultate le vom obţine şi în generaţiile următoare. Notând prin p frecvenţa alelei *A* şi cu q frecvenţa alelei *a* şi ţinând cont de faptul că p+q=1, frecvenţa genelor alele în populaţia panmictică ce satisface anumite condiţii poate fi redată prin formula:

$$p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1 \text{ sau}$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Această ecuaţie este cunoscută sub denumirea de legea lui **Hardy–Weinberg** (1908): în populaţia panmictică ce satisface anumite condiţii frecvenţa genelor şi frecvenţa genotipurilor rămâne neschimbată de la o generaţie la alta.

Legea lui Hardy–Weinberg este valabilă dacă:

- populaţia este mare şi cu încrucişare liberă;
- lipseşte acţiunea selecţiei naturale;
- lipsesc mutaţiile reciproce şi inverse;
- lipseşte driftul de gene (migraţia);
- genele sunt localizate în autozomi.

4.2. Bazele ecologice ale evoluţiei

4.2.1. Caracteristicile ecologice ale populaţiilor

Organismul (individul) este acel sistem primar, care poate să existe în condiţiile naturale. Cu toate că un singur individ nu poate să evolueze (necesitatea înmulţirii şi reproducerii), de multe ori el este considerat ca unitate elementară a evoluţiei.

Adepţii lamarckismului susţin că pentru evoluţie e suficientă prezenţa a unui organism în cazul înmulţirii asexuate sau a două organisme în cazul înmulţirii sexuate.

E. Cope (1878), fondatorul teoriei psihogenezei, afirmă că pentru trecerea la un nou nivel de organizare (gradaţie), e nevoie de o pereche de indivizi şi câteva generaţii.

A.Weismann (1892), care a pus bazele neodarwinismului, considera că pentru evoluţie e sufucientă concurenţa determinanţilor genetici în plasma embrionară continuă.

Fondatorul teoriei speciaţiei saltaţioniste H. de Vries (1906) considera că formele noi apar în urma saltului (exploziei) din forma iniţială mutantă.

Fără a exclude însă posibilitatea schimbărilor evolutive la nivelul unui individ, transformările esenţiale ce duc la perfecţionarea organismelor au loc în cadrul grupărilor de organisme – populaţiilor. După V. Iohansen (1908) populaţia este grupul de organisme ce se deosebesc fenotipic şi genotipic (*populus* (lat.) – popor).

În afară de populaţii, la multe organisme se pot evidenţia diferite grupări independente:

1) *parcelă* (familie) – grup mic de organisme legate prin relaţii de rudenie (haremul, praidul);

2) *micropopulaţie* – grupări de parcele, legate prin unitatea teritoriului şi interacţiunea strânsă ecologică;

3) *populaţia locală* – grupări de organisme ce se caracterizează prin stabilitatea teritoriului dat;

4) *dem* (S.P. Semionov-Tian-Şanski, 1906) – grup de organisme la care ca rezultat al izolării spaţiale se poate instala panmixia;

5) *populaţia ecologică* – grupări de organisme legate prin unitatea ritmurilor vieţii;

6) *populaţia geografică* – grup de organisme similare unei subspecii morfogeografice;

7) *semispecie* – totalitate de populaţii care aproape se separă de specia iniţială;

8) *subspecie* – totalitate de populaţii care ocupă o parte din arealul speciei, rămânând idiscretă;

9) *ecotip* – rasă ecologică locală;

10) *grupă morfobiologică* (izoreagent) – grup de organisme ce se deosebeşte după reacţia uniformă la factorii de mediu;

11) *biotip* – grup de organisme, care având genotipul uniform, se deosebeşte de celelalte organisme măcar după o mutaţie etc.

Din punct de vedere ecologic, fiecare populaţie se caracterizează prin mai mulţi indici, printre care: undele populaţionale, mărimea populaţiei, arealul ocupat, raportul de vârste, raportul de sexe, specializarea indivizilor în cadrul populaţiei ş.a.

În concluzie, postulatul că populaţia este unitatea elementară a evoluţiei nu exclude prezenţa evoluţiei în alte grupări caracteristice speciei.

Fiecare populaţie (specie) interacţionează cu un complex de condiţii al mediului ambiant, ocupând în el o nişă ecologică. După Grinnel (1917, 1924, 1928) *nişa ecologică* este un complex de condiţii ale mediului cu care nemijlocit interacţionează populaţia (specia dată).

O definiţie mai generală a nişei ecologice îi aparţine lui Hutchinson (1965) după care nişa ecologică este un hipervolum într-un *n*-plan, ce cuprinde diapazonul total de condiţii în care poate exista şi se poate reproduce organismul. El distinge:

a) *nişa fundamentală* (preconcurentă sau virtuală, potenţială), alcătuită din totalitatea condiţiilor optimale, în care unitatea organizaţională dată poate exista şi se reproduce, şi

b) *nişa realizată* (postconcurentă sau faptică). Nişa realizată reprezintă o nişă fundamentală, limitată de prezenţa speciei sau speciilor concurente.

4.2.2. Lupta pentru existenţă

Procesul evolutiv este determinat de tot complexul de condiţii ale mediului cu care interacţionează populaţia ca un tot întreg şi de fiecare component al ei în parte. Interacţiunea fiecărui individ cu mediul înconjurător, inclusiv cu alţi indivizi ai populaţiei date, determină intensitatea luptei pentru existenţă. Ch.Darwin aprecia lupta pentru existenţă ca un proces de interacţiune a organismelor în natură.

Lupta pentru existenţă este cu atât mai aprigă, cu cât mai pronunţată este eliminarea (peirea organismelor) în populaţie. Ea depinde, în mare măsură, de densitatea populaţiei, fiind cauza principală a selecţiei naturale. De menţionat faptul că ideile evoluţioniste ale lui Ch. Darwin au fost determinate, în mare măsură, de concepţiile lui R. Malthus asupra fenomenului de suprapopulare.

Intensitatea luptei pentru existenţă depinde de stadiul ontogenetic, prolificitatea organismelor (cu cât individul este mai prolifeli-

tic, cu atât sunt mai frecvente fluctuaţiile numerice), vârsta indivizilor (indivizii mai tineri pier mai repede), adaptabilitatea relativă. În cele din urmă, anume lupta pentru existenţă determină potenţialul biotic – diferenţa dintre numărul de indivizi ce au atins maturitatea sexuală şi indivizii adulţi, ce au pierit în aceeaşi perioadă de timp.

Lupta pentru existenţă determină dinamica numerică a populaţiei care poate fi apreciată după:

a) ***tensiunea luptei pentru existenţă*** (Pearl, 1920):

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(\frac{k-N}{k}\right),$$

unde N – numărul de indivizi în momentul dat;
k – numărul maximal al populaţiei;
r – coeficientul de creştere a numărului de indivizi;
t – timpul;

b) ***adaptabilitatea relativă*** (C. Wright, 1937):

$$f = \frac{n(1+s)}{n} = 1 + s,$$

unde f – adaptabilitatea relativă;
n – numărul de urmaşi;
s – coeficientul de selecţie;

c) ***tensiunea concurenţei*** (I.I. Schmalhausen, 1969)

$$W = pq\frac{1}{s},$$

unde W – tensiunea concurenţei;
p şi q – concentraţiile alelelor;
1/s – mărimea inversă coeficientului de selecţie s (peirea alelei în decurs de o generaţie).

În cadrul luptei pentru existenţă, are loc eliminarea unor organisme din populaţie. *Eliminarea* este procesul de excludere din genotipul populaţiei (speciei) a unor părţi de gene şi combinaţii de alele,

care ulterior nu se includ în procesul de perfecţionare a populaţiei şi nu servesc drept material pentru evoluţie. Eliminarea poate fi sezonieră, de vârstă, de familie, de grup, individuală, în masă.

În natură într-un anumit timp acţionează o anumită formă de eliminare, care şi determină direcţia principală a evoluţiei.

Ch.Darwin (1859) evidenţia câteva forme de luptă pentru existenţă:

1) intraspecifică (în cadrul speciei) – duce la formarea de noi variaţii şi speciaţie ca rezultat al selecţiei;

2) interspecifică – duce la eliminarea unei specii de către alta;

3) cu factorii abiotici – duce la adaptarea organismelor la factorii abiotici ai mediului.

De rând cu aceste forme L. Morgan (1906) şi L. Plate (1912) mai evidenţiază şi lupta pentru existenţă constituţională, care este determinată de starea fiziologică a organismului (gradul de dezvoltare, activitatea vitală).

Savantul rus S.A. Severţov, analizând relaţiile dintre diferite organisme, evidenţiază:

1) lupta pentru existenţă directă – duce la eliminarea unui sau altui individ, având la bază legăturile în lanţurile trofice;

2) lupta pentru existenţă indirectă – duce la o competiţie, concurenţă între indivizi, dar poate să nu provoace pieirea lor.

Aceste forme de luptă pentru existenţă se află într-o interdependenţă reciprocă, determinând în final caracterul selecţiei naturale.

Savantul rus I.I. Schmalhausen a elaborat sistemul de concurenţă şi formele ei. După el există:

1) concurenţă activă – după hrană, areal, femelă;

2) concurenţă pasivă – existenţa indivizilor în condiţii nefavorabile;

3) concurenţă între grupe (interpopulaţională) – divergenţa populaţiilor.

V. Wynne-Edwars (1962) mai evidenţiază şi concurenţa convenţională, afirmând că comportarea poate determina unele forme de concurenţă (după hrană, areal).

În concluzie, putem afirma că lupta pentru existenţă determină direcţia acţiunii selecţiei naturale.

4.3. Selecţia – ca forţă motrică a evoluţiei

În funcţie de originea sa, distingem selecţie artificială şi selecţie naturală.

Selecţia artificială este alegerea efectuată de om şi înmulţirea ulterioară a organismelor care posedă caractere economice valoroase. Ea decurge pe fundalul mai puţin sau mai mult pronunţat al selecţiei naturale, evidenţiindu-se prin prezenţa caracterului acumulativ al variaţiilor preţioase. Datorită relaţiilor corelative în cadrul selecţiei artificiale sunt perfecţionate formele iniţiale şi căpătate noi soiuri de plante sau rase de animale. Actualmente sunt utilizate pe larg metodele de extindere a materialului iniţial pentru ameliorare (mutageneza artificială, selecţia celulară, ingineria genică etc.) şi fixarea acţiunii selecţiei (imbridingul, clonarea).

Selecţia artificială poate fi efectuată inconştient, când din populaţie sunt eliminate organismele care nu corespund întocmai cerinţelor omului, şi metodic, când obţinerea noilor forme de organisme se efectuează conform unui program anumit.

Alegerea indivizilor poate fi în masă, după fenotip, fără analiza producătorilor, şi individuală, cu alegerea conştientă a producătorilor şi analiza descendenţei lor.

Succesele selecţiei artificiale ne permit extrapolarea unor rezultate ce ţin de domeniul procesului evolutiv în natură.

Factorul principal al evoluţiei, ce determină direcţia schimbării structurii populaţiei, este ***selecţia naturală***. Această trăsătură caracteristică a selecţiei naturale a fost evidenţiată de diferiţi autori.

După G. Spenser, selecţia naturală este nu altceva decât supravieţuirea indivizilor mai adaptaţi.

Ch. Darwin afirma că prin selecţia naturală se asigură păstrarea deosebirilor individuale utile şi eliminarea celor dăunătoare.

Savantul olandez H. de Vries (1903), fondatorul mutagenezei şi al teoriei saltaţioniste a evoluţiei, simplifică efectul selecţiei naturale, reducând-o la o „sită” de evidenţă a formelor mai adaptate.

În aprecierea efectuată de V.Huxley (1942), o atenţie deosebită se acordă factorului competitiv. După el, selecţia naturală este o supravieţuire şi înmulţire diferenţiată a indivizilor.

În concluzie, selecţia naturală reprezintă înmulţirea diferenţiată şi neîntâmplătoare a diferitelor alele alternative într-o oarecare populaţie (V. Grant, 1977).

Eficacitatea selecţiei naturale depinde de următorii factori:

- *mărimea populaţiei* – cu cât este mai mică populaţia, cu atât mai repede ea poate fi modificată;
- *frecvenţa schimbării generaţiilor*;
- *caracterul fluctuaţiilor numerice*;
- *condiţiile mediului*;
- *coeficientul de selecţie* – cu cât este mai mare avantajul selectiv al unei alele, cu atât mai repede o să decurgă selecţia naturală după această alelă. Valoarea coeficientului de selecţie variază de la 0 la 1 (în natură, de regulă, coeficientul de selecţie are valoarea 0,001-0,01) şi poate fi determinat după următoarea formulă:

$$s = \frac{\text{frecvenţa reproducerii alelei ce nu-i susţinută de selecţie}}{\text{frecvenţa reproducerii alelei ce este susţinută de selecţie}}$$

De exemplu, dacă frecvenţa alelei *A* este de 99%, iar a alelei *a* este de 100%, atunci:

$$s = 1 - \frac{99}{100} = 0{,}01.$$

Dacă exprimăm prin p frecvenţa alelei în prima generaţie, iar prin p_1 frecvenţa alelei în generaţia a doua, atunci:

$$s = \frac{p_1 - p}{p_1 - pp_1}$$

Mărimea inversă coeficientului de selecţie determină viteza de schimbare a concentraţiei alelei (Δ p).

$$\Delta p = p(1-p)\frac{s}{1-ps}.$$

- *concentraţia alelelor în generaţia dată* – specificul selecţiei naturale depinde de frecvenţa homozigoţilor şi heterozigoţilor din cadrul populaţiei.

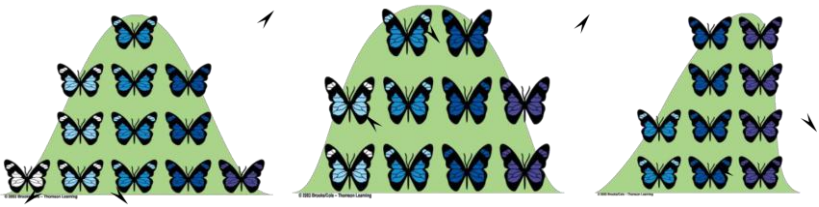
Selecţia se efectuează după caracterele fenotipului care determină adaptabilitatea relativă a indivizilor, dar se aleg genotipurile, iar ontogeneza evoluează.

Selecţia naturală reprezintă un proces vectorial şi se caracterizează prin trei parametri:

1) punctul iniţial – caracterul după care se efectuează selecţia în populaţia dată;
2) mărime – este determinată de coeficientul de selecţie;
3) direcţie – este determinată de condiţiile luptei pentru existenţă.

Selecţia decurge sub diferite forme şi la diferite nivele de organizare biologică.

a) **Selecţia motrică** (darwinistă, direcţională)

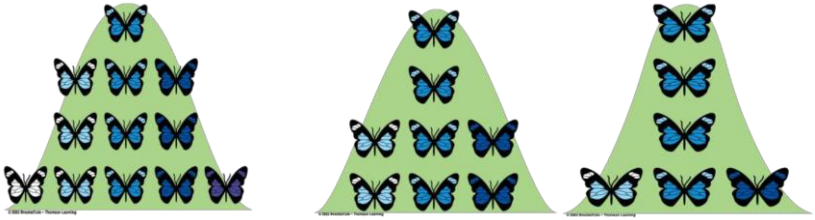


Selecţia naturală motrică determină transformările adaptive ale organismelor în cadrul evoluţiei. Ea duce la o schimbare a structurii genetice a populaţiei într-o anumită direcţie.

Această formă de selecţie naturală decurge în condiţiile mai mult sau mai puţin variabile ale mediului, când indivizii populaţiei sunt impuşi să se acomodeze la noile condiţii de viaţă pentru existenţa lor. Ca ilustraţie pot fi mărirea formelor melanistice la fluturele

Biston betularia în Anglia pe parcursul anilor 1735-1835; selecţia crabilor *Carcinus maenas* în delta oraşului Plimut după cefalotoracele îngust (cei cu cefalotoracele lat piereau datorită îmbibării branhiilor cu cretă – V.Waedon, 1878).

b) **Selecţia stabilizatoare**

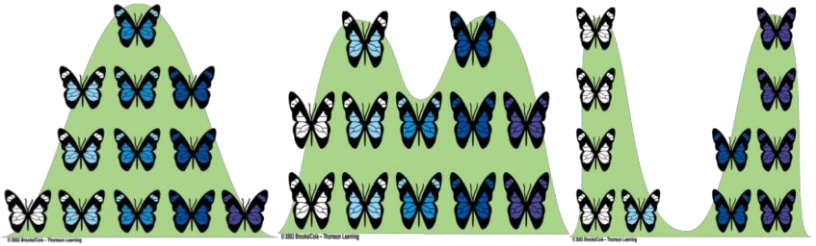


Selecţia naturală stabilizatoare decurge după un alt caracter. Dacă populaţia este bine adaptată la condiţiile mai mult sau mai puţin stabile ale mediului de trai, atunci selecţia stabilizatoare determină păstrarea caracterelor deja formate, ce şi-au păstrat importanţa adaptativă. Sub acţiunea ei are loc eliminarea variantelor slab adaptate şi a celor periferice apărute ca rezultat al procesului mutaţionist, fluxului de gene, segregării şi recombinării.

Eliminarea indivizilor din populaţii poate fi necondiţionată sau condiţionată, când eliminării sunt supuşi indivizii care ar fi putut exista în condiţii mai favorabile. Selecţia stabilizatoare duce spre o canalizare a proceselor în cazul condiţiilor discrete ale mediului, cu toate că nu se exclude acumularea variaţiunilor ereditare în populaţii. Selecţia stabilizatoare are loc pretutindeni, cu toate că la prima vedere ea poate să nu fie observată: selecţia după mărimea corpului la păsări, după durata ciclului de dezvoltare la musculiţele *Drosofila melanogaster*, după greutatea corpului la nou-născuţi. Prin acţiunea selecţiei stabilizatoare poate fi explicată persistarea (existenţă îndelungată invariabilă) a unor organisme.

C.Waddington (1957) evidenţiază două forme ale selecţiei stabilizatoare: *selecţie de normalizare*, ce păstrează formele deja existente, şi *selecţie de canalizare*, ce determină evoluţia proceselor ontogenezei.

c) **Selecţia disruptivă**



Selecţia disruptivă determină păstrarea formelor extremale şi eliminarea celor intermediare. Prout (1962) a arătat acţiunea selecţiei disruptive asupra musculiţelor de *Drosofila melanogaster*.

Încrucişând formele cu un ciclu cel mai mic şi altul cel mai mare au reuşit obţinerea unei mari dispersii după durata dezvoltării musculiţelor. Această formă de selecţie duce la apariţia unui polimorfism echilibrat. Selecţia disruptivă se poate exprima prin diferite forme. Th.Dobzhansky (1951, 1974) evidenţiază, pe baza rezultatelor obţinute pe *Drosophila melanogaster*, selecţia de variaţie, ce duce spre un polimorfism, şi selecţie după heterozigoţi, ce sporeşte genofondul populaţiei.

d) **Selecţia sexuală**

Multe grupe de animale se caracterizează printr-un dimorfism sexual pronunţat, care se exprimă prin dezvoltarea caracterelor secundare determinate de sex. Caracterele sexuale secundare pot fi divizate în două grupe:

1) caractere ce ţin de mărime, habitusul, puterea organismului (dimensiunile mai mari ale masculilor leilor de mare, coarnele la cerb ş.a.);

2) caracterele ce ţin de coloraţia şi comportarea organismului (coloraţia păsărilor, construcţia cuiburilor ş.a.).

Teoria despre selecţia sexuală ca proces ce completează acţiunea selecţiei naturale a fost formulată de Ch. Darwin în opera sa *Originea omului şi selecţia sexuală* (1871). Însă selecţia sexuală nu este un proces alternativ selecţiei naturale, după cum se presupunea în

sec. XIX, ci doar una din formele selecţiei naturale, în cadrul căreia acţiunii selective sunt supuşi membrii unei populaţii.

Selecţia sexuală joacă un rol deosebit de important în viaţa mamiferelor şi păsărilor cu o reproducere poligamică (la cerbi, bovine, antilope, elefanţi, morse, paviani, găini, păuni ş.a.). Anume la aceste organisme caracterele noi pot apărea ca rezultat al selecţiei sexuale (forma coarnelor şi a craniului, culoarea penajului etc.).

Formele selecţiei analizate anterior se desfăşoară în cadrul unei populaţii. De rând cu ele pot acţiona şi alte forme de selecţie caracteristice nivelurilor de organizare mai inferioare sau mai superioare.

La nivelul subindividual acţionează:

– selecţia la nivel de gameţi;
– selecţia la nivel de cromozomi;
– selecţia la nivel de gene.

Populaţiei locale îi este caracteristică selecţia interdermică. La nivelul speciei pot acţiona selecţia ce duce la o izolare ecologică, selecţia ce duce la o izolare reproductivă sau selecţia ce duce la o înlocuire a speciilor.

În concluzie, selecţia naturală determină apariţia noilor caractere adaptive, eliminând caracterele ce şi-au pierdut importanţa lor adaptivă şi păstrând adaptările importante pentru specie în condiţiile date de viaţă. Selecţia naturală nu numai că menţine adaptările utile în cadrul populaţiei, ci şi repartizează organismele în anumite condiţii ale mediului, acumulează variaţiunile importante. Rolul ei creator se exprimă prin faptul că selecţia naturală determină evoluţia proceselor dezvoltării individuale, apariţia noilor adaptări, evoluţia populaţiilor.

Rezultatul principal al selecţiei naturale este adaptabilitatea organismelor. După N.V. Timofeev-Risovski (1969), în funcţie de natura sa pot fi deosebite:

– *preadaptări* (apariţia mutaţiilor înainte de acţiunea selecţiei);

- *adaptări combinative* (combinarea noilor mutaţii în genotipul iniţial normal);
- *postadaptări* (reducerea caracterului cu evoluarea recesivităţii genelor ce-l determină).

În funcţie de mediu, se deosebesc adaptări genotipice, populaţionale, biogeocenotice şi abiotice. După importanţa evoluţionistă, adaptările pot fi particulare şi generale, iar după conţinutul morfofiziologic – adaptări ce simplifică structura şi adaptările ce complică structura organismelor.

De rând cu selecţia naturală, asupra procesului evoluţionist influenţează şi alţi factori.

V.Grant (1977) evidenţiază următoarele forţe motrice ale evoluţiei:

1) procesul mutaţionist – depinde de frecvenţa mutaţională (u), care poate varia de la „0" – rezistenţă totală, până la „1" – instabilitate totală;

2) migraţia de gene – depinde de viteza fluxului de gene (m), care poate varia de la „0" – lipsa migraţiei, până la „1" – „inundarea" completă a genei;

3) selecţia naturală – depinde de coeficientul de selecţie (s), care poate varia de la „0" – lipsa selecţiei, până la „1" – substituirea totală a unei gene în decurs de o generaţie;

4) driftul de gene – dependenţa valorii mărimii populaţiei (N) de selecţia naturală (s), fluxul de gene (m) şi procesul mutaţionist (u).

4.4. Specia şi speciaţia

Speciaţia sau apariţia unei specii noi este procesul esenţial al evoluţiei biologice. Ea poate cuprinde atât transformarea unei specii în alta, cât şi multiplicarea (divergenţa) speciilor.

Să analizăm la început destul de succint (cronologic) evoluţia concepţiilor despre specie. Dezvoltarea cunoştinţelor despre specie a început prin cunoaşterea speciilor concrete (descrierea lor), a continuat prin elaborarea concepţiilor despre categoria de specie şi doar mai apoi despre specie ca nivel de organizare. În antichitate speciei i se atribuia caracter de categorie logică (Aristotel). Termenul de specie se utiliza pentru evidenţierea organismelor asemănătoare (s*pecies* (lat.) – a privi). În 1686 John Ray (1628-1705) introduce pentru prima dată noţiunea de specie drept categorie biologică.

Sub noţiunea de specie se subînţelegea totalitatea de indivizi ce se aseamănă după caracterele morfologice, se încrucişează liber şi transmit caracterele lor descendenţei. Anume J.Ray a introdus nomenclatura binară în biologie.

C. Linne (1707-1778) vorbea despre specie drept categorie reală, universală şi elementară a evoluţiei, dar invariabilă (fixă). Tot lui îi aparţine concepţia tipologică a speciei, conform căreia specia este totalitatea de indivizi ce se aseamănă după caracterele morfologice cu organismul tipic.

După G. Buffon (1707-1788), specia este totalitatea de indivizi ce se încrucişează liber şi dau urmaşi fecunzi (concepţia incompatibilităţii).

Savantul francez J.B. Lamarck (1744-1829) se reîntoarce la afirmaţia lui Aristotel, susţinând că specia este o categorie nominală, ireală, artificială (concepţia nominalistă).

Posibilitatea existenţei reale a speciei într-o anumită unitate de timp a fost observată de Ch. Darwin, afirmând că specia este o unitate reală şi variabilă.

D. Jordan (1873) a propus noţiunile de specii elementare (*euspecies* sau jordanon – specii ce nu se divid) şi specii combinate (*con-*

species sau lineon – specii ale sistematicii practice). Aceste noţiuni însă nu s-au reţinut în practica biologică.

Savantul rus S.I. Korjinski (1892), prin evidenţierea raportului speciei faţă de locul de trai, a introdus noţiunea biogeografică a speciei. Aceste idei au fost desfăşurate de N.I. Vavilov (1931) în lucrarea sa *Specia linneiană ca sistem* servind drept bază a concepţiei politice a speciei, conform căreia specia este totalitatea de indivizi asemănători morfologic şi după raportul faţă de teritoriul ocupat.

Actualmente, prin noţiunea de specie se subînţelege totalitatea de indivizi genetic asemănători după caracterele morfologice, fiziologice, biochimice ce se pot încrucişa liber şi da urmaşi fecunzi, sunt supuşi aceloraşi factori ai mediului şi ocupă un anumit areal.

Specia poate fi caracterizată printr-un şir de criterii, care pot fi grupate în:

I) **criterii primare**:

1. *criteriul evolutiv,* ce determină unitatea destinului evolutiv al speciei ca sistem de populaţii;
2. *criteriul genetic*, ce determină unitatea genetică a sistemului închis, reproductiv izolat, alcătuit din subsisteme deschise (populaţii);
3. *criteriul ecologic*, ce determină evidenţierea speciilor pe baza analizei diferenţei nişelor lor ecologice;
4. *criteriul geografic*, ce determină specia după limita arealului la care este adaptată specia; şi

II) **criterii secundare**:

5. *criteriul morfologic*, care se bazează pe analiza deosebirilor morfologice, de regulă, externe;
6. *criteriul imunologic*, care se bazează pe testarea serologică;
7. *criteriul cariologic*, care evidenţiază cariologia diferitelor grupe de indivizi;
8. *criteriul biochimic*, care analizează fracţiile de proteine;
9. *criteriul genosistematic*, ce se bazează pe cunoaşterea structurii ADN;
10. *etc.*

Procesele de speciaţie sunt nemijlocit legate de fenomenele izolării. Izolarea este procesul de limitare sau blocare prin intermediul diferitelor mecanisme ale schimbului de gene dintre diferite populaţii sau sisteme de populaţii. În continuare sunt reprezentate **mecanismele izolării**:

1. ***izolarea spaţială*** – este determinată de distanţa geografică:
   - *izolarea geografică* – este rezultatul ocupării de diferite organisme a diferitelor teritorii în cadrul arealului;
2. ***izolarea creată de mediu*** – este determinată de deosebirile genetice după factorii mediului extern:
   - *izolarea ecologică* – este rezultatul diferenţierii ecologice a speciilor simpatrice;
3. ***izolarea reproductivă*** – este determinată de proprietăţile organismelor;

   3.1. izolarea reproductivă, rezultat al obstacolelor externe:
   - izolarea în timp – este determinată de schimbările sezoniere, ciclurile vitale;
   - izolarea mecanică – este determinată de structura sistemelor reproductive;
   - izolarea etologică – este determinată de comportarea animalelor în perioada înmulţirii;
   - izolarea la nivel de gameţi – este determinată de lipsa atragerii reciproce datorită substanţelor atractante ale gameţilor de sex diferit (la ariciul de mare).

   3.2. izolarea reproductivă, rezultat al obstacolelor interne:
   - incompatibilitatea – este determinată de obstacolele ce acţionează până la fecundare;
   - neviabilitatea hibrizilor – este determinată de obstacolele ce acţionează după fecundare;
   - sterilitatea hibrizilor – este determinată de prezenţa mutaţiilor genice, cromozomiale, citoplasmatice;
   - distrugerea hibrizilor – este determinată de suprimarea vigorii şi prolificităţii descendenţei unei încrucişări interspecifice.

Asupra organismelor acţionează, de regulă, simultan o grupă de mecanisme de izolare.

Scopul principal al speciaţiei este crearea diferitelor grupări de gene ce determină adaptabilitatea organismelor ca rezultat al izolării reproductive. Ea decurge în câteva etape:

1. crearea variaţiunilor după mai multe gene;
2. obţinerea noilor combinări de gene;
3. fixarea acestor noi îmbinări de gene în populaţia nouă şi
4. protejarea noilor îmbinări de gene prin mecanismele izolării reproductive.

Referitor la problema apariţiei noilor specii în cadrul evoluţiei există două forme principale de speciaţie: alopatrică şi simpatrică:

a) **Speciaţia alopatrică** (geografică) – tip de speciaţie în cadrul căreia populaţiile divergente sunt izolate geografic (spaţial). Ea are loc cu schimbarea arealului iniţial sub acţiunea selecţiei motrice, adică la baza apariţiei noilor specii se află izolarea geografică îndelungată. Speciaţia geografică decurge prin evoluţia divergentă cu formarea consecutivă a raselor locale, apoi geografice, semispecii, specii, grupări de specii şi apoi evoluţia decurge la niveluri mai superioare cu formarea de noi genuri, familii ş.a.m.d.

Speciaţia alopatrică poate fi:

1. rezultatul schimbării condiţiilor mediului şi adaptării speciei la noile condiţii (răspândirea iepurelui de stepă şi silvostepă, speciaţia pescăruşilor (*Larus argintatus* şi *L.fusus*) pe litoralul nordic al Europei; răspândirea cioarei negre (*Corvus corone*) şi celei sure (*C.cornix*) în Europa; răspândirea piţigoiului mare (*Parus major*) în Asia Centrală şi de Sud;

2. rezultatul prezenţei unei adaptări în cadrul arealului, ce poate duce la extinderea lui (rezistenţa la frig a secării, apariţia formelor endemice pe insulele oceanice);

3. rezultatul acţiunii omului (răspândirea de către om a diferitelor specii cu sau fără voia sa).

b) **Speciaţia simpatrică** (ecologică, semigeografică) – tip de speciaţie ce are loc în cadrul arealului iniţial pe baza izolării nes-

paţiale. Unii savanţi (E.Mayer) neagă existenţa acestei forme de speciaţie.

Speciaţia simpatrică poate fi:

1) cronologică – depinde de ritmurile de înmulţire ale organismelor (păstrăvii de râu şi de lac în lacul Sevan);

2) etologică – depinde de comportarea organismelor;

3) ecologică – depinde în esenţial de factorii ecologici abiotici şi biotici;

4) genetică – depinde de prezenţa dereglărilor genetice, ce pot fi rezultatul amfiploidiei (*Raphanobrassica, Triticale*), aneuploidiei (*Brassica nigra* 2n=16; *B. oleracea* 2n=18; *B. campestris* 2n=20); pseudoaneuploidiei (*Drosophila virilis* 2n=12; *D.americana* 2n=10);

5) prin hibridare îndepărtată;

6) prin limitarea sau eliminarea procesului sexual (*Lycopersicum x Nicotiana* în culturi de protoplaşti);

7) prin mutualism (lichenii).

Trebuie de menţionat că divizarea formelor de speciaţie în alopatrică şi simpatrică nu corespunde întru totul cu realitatea, deoarece în natură rareori găsim forme „pure" de speciaţie ce nu se suprapun. De aceea mulţi savanţi evidenţiază şi o formă intermediară de speciaţie (**speciaţie parapatrică**.)

Bibliografie selectivă:

1. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
2. **Mustaţă, Gh.** *Evoluţia prin asocierea şi întruajutorarea organismelor*. Bucureşti: Ed. Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România, 2010.
3. **Грант, И.** *Эволюция организмов*. Москва: Мир, 1980.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

4.1. BAZELE GENETICE ALE EVOLUŢIEI

1. Selectaţi răspunsul corect.

1.1. Legea lui Hardy-Weinberg este valabilă, dacă:

a) genele sunt localizate în cromozomii sexuali
b) au loc mutaţii
c) lipseşte acţiunea selecţiei naturale
d) populaţia nu este izolată

1.2. Care este frecvenţa homozigoţilor într-o populaţie panmictică, dacă organismele homozigote recesive reprezintă 9%?

a) 7%; b) 42%; c) 49%; d) 50%; e) 75%; f) 81%

1.3. Care dintre savanţi a contribuit la determinarea structurii genetice a populaţiei?

a) G.L. Buffon; b) A. Weismann;
c) J. Huxley; d) J.B. Haldane;
e) W. Weinberg; f) Ch. Darwin

1.4. Care din afirmaţii modifică frecvenţa alelelor într-o populaţie panmictică?

a) lipsa încrucişării libere în populaţie
b) lipsa mutaţiilor
c) lipsa selecţiei naturale
d) prezenţa izolării
e) toate

2. Asociaţi tipul de mutaţie din coloana A cu exemplele din coloana B.

A	**B**
a) mutaţii genice _____	1. Poliploidia
	2. Inversia
b) mutaţii cromozomiale _____	3. Transpoziţia
	4. Trisomia
	5. Duplicaţia
	6. Deleţia

3. Rezolvaţi problema:

Una din bolile ereditare umane este determinată de o alelă autozomală recesivă. Bolnavii nu ating vârsta de 10 ani. Frecvenţa alelei printre maturi este 0,0100:

a) Determinaţi frecvenţa heterozigoţilor în populaţie.

b) Determinaţi frecvenţa alelei recesive în generaţia următoare pentru această populaţie. (Prezentaţi răspunsul cu 4 cifre după virgulă).

4. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da" dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu" dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

4.1. **Da Nu** Variabilitatea organismelor este un factor motrice al evoluţiei, deoarece determină caracterele comune ale organismelor.

_____

4.2. **Da Nu** Mutaţiile determină evoluţia organismelor, deoarece apar sub acţiunea factorilor mediului înconjurător.

_____

5. În baza metodei SMART alcătuiţi o comunicare de o pagină la tema: *Polimorfismul genetic – factor important al adaptării şi selecţiei organismelor.*

4.2. BAZELE ECOLOGICE ALE EVOLUŢIEI

1. Numiţi principalele particularităţi ale populaţiei folosind un exemplu concret.

2. Prezentaţi sub formă de tabel tipurile principale de eliminare a organismelor, cu exemple concrete de organisme.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A" dacă este adevărată şi „F" dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** *I.I. Schmalhausen* evidenţia concurenţa activă şi pasivă între organisme.

_____

_____

3.2. **A F** *Lupta pentru existenţă* este cauza selecţiei naturale.

_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între diverse forme de luptă pentru existenţă, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Lupta intraspecifică	Criterii de comparare	Lupta interspecifică
1.		
2.		
3.		

5. Prezentaţi sub formă de tabel particularităţile adaptive la trei specii de plante din diverse zone geografice.

6. Explicaţi în 10-15 propoziţii fenomenul următor: ţiparul trăieşte în râuri, dar depune icrele în mare; somonul trăieşte în mare, dar depune icrele în râuri.

4.3. SELECŢIA – CA FORŢĂ MOTRICE A EVOLUŢIEI

1. Numiţi principalele tipuri de selecţie naturală.

2. Prezentaţi sub formă de tabel forţele motrice ale evoluţiei, evidenţiind importanţa lor în dezvoltarea lumii vii.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A" dacă este adevărată şi „F" dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** Selecţia naturală direcţională duce la eliminarea *formelor intermediare.*

_____

3.2. **A F** *Ch. Darwin* considera că selecţia naturală este factorul motrice esenţial al evoluţiei.

_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între diverse forme de selecţie, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Selecţia artificială	Criterii de comparare	Selecţia naturală
1.		
2.		
3.		

5. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

5.1. **Da Nu** Selecţia naturală este un proces vectorial, deoarece are punct de iniţiere, direcţie şi mărime.

_____

5.2. **Da Nu** Selecţia naturală este un factor motrice al evoluţiei, deoarece organismele se adaptează sub acţiunea factorilor mediului ambiant.

_____

6. Prezentaţi urmările selecţiei naturale direcţionale în una din ecosistemele zonei personale de trai, aplicând metoda de analiză *SWOT*.

4.4. SPECIA ŞI SPECIAŢIA

1. Numiţi criteriile primare şi secundare ale speciei.

2. Prezentaţi sub formă de tabel evoluţia concepţiei de specie, evidenţiind autorii concepţiilor şi importanţa pentru dezvoltarea ştiinţelor biologice.

3. Scrieţi câte o propoziţie cu cuvintele sau îmbinările de cuvinte prezentate despre speciaţia alopatrică:

a) apare în condiţii variabile – în condiţii invariabile

b) se realizează cu modificarea arealului iniţial – fără modificarea arealului iniţial

c) prevalează acţiunea selecţiei naturale stabilizatoare – selecţiei naturale direcţionale

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între **2 forme diferite de existenţă a speciei,** conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

?	Criterii de comparare	?
1.		
2.		
3.		

5. Evidenţiaţi cuvântul sau cuvintele care nu corespund serilor prezentate şi argumentaţi de ce le-aţi selectat.

A: incompatibilitate; viabilitatea scăzută a hibrizilor; izolarea în timp;

B: izolarea mecanică; izolarea ecologică; sterilitatea hibrizilor; izolarea în timp;

A.

_____
_____

B.

_____
_____

6. Scrieţi 10 concluzii referitor la factorii motrici ai evoluţiei.

5. MACROEVOLUŢIA

Obiective de referinţă:

- Distingerea formelor filogenezei şi a căilor progresului biologic
- Recunoaşterea criteriilor evoluţiei organelor şi funcţiilor acestor organe
- Compararea micro- şi macroevoluţiei, progresului şi regresului biologic, căilor progresului biologic în baza anumitor criterii
- Argumentarea necesităţii reflectării ontogenezei ca rezultat al filogenezei
- Evaluarea posibilităţilor progresului biologic al unui organism vegetal şi unuia animal
- Propunerea de criterii pentru aprecierea progresului şi regresului biologic

Prin **macroevoluţie** se subînţelege procesul evolutiv ce indică evoluţia organizării organismelor – filogeneza (termen propus de E. Haeckel, 1898). Macroevoluţia duce la formarea taxoanelor supraspecifice – genuri, familii ş.a.m.d. (G.Simpson, 1948). Asemenea evenimente au loc în limite mari de timp. De aceea, metodele de studiu ale macroevoluţiei diferă de cele ale microevoluţiei. În cazul de faţă sunt utilizate metodele anatomiei comparate, metodele ecologico-morfologice, metoda triplului paralelism (folosirea datelor morfologiei, embriologiei şi paleontologiei).

Macro- şi microevoluţia se deosebesc nu numai după longevitate, dar şi prin faptul că în cadrul macroevoluţiei, de rând cu factorii microevoluţiei, au loc şi procese specifice: schimbări saltaţioniste, mutaţii sistemice, procese ontogenetice, îmbătrânirea raselor.

Ca bază a reconstruirii filogenezei serveşte noţiunea de *omologie*. Organe omoloage se numesc organele care au aceeaşi origine, dar funcţie diferită, iar organe analoage – organele care au origine diferită, dar îndeplinesc aceeaşi funcţie.

A. Remane (1956) a propus câteva criterii de omologie:

1) *criteriul poziţiei* – două structuri ce se compară sunt omoloage, dacă ocupă aceeaşi poziţie în sistemele analizate (succesivitatea nucleotidelor în ADN);

2) *criteriul caracterelor speciale* – două structuri ce se compară sunt omoloage, dacă coincid după un şir de funcţii ale sale (Ciclul Crebs);

3) *criteriul sistemelor continue* – două structuri ce se compară sunt omoloage, dacă între ele pot fi evidenţiate un şir de treceri (stadiile ontogenezei).

Analizând legităţile procesului macroevoluţiei, trebuie de menţionat că acest compartiment al teoriei evoluţiei nu reprezintă schema atât de unică şi logică ca în cazul teoriei factorilor evoluţiei.

5.1. Evoluţia ontogenezei

În cadrul procesului evolutiv, a fost formată ontogeneza fiecărei specii contemporane. Prin ontogeneză se subînţelege dezvoltarea individuală a organismului. Cum apar în cadrul ontogenezei caracterele noi? Să ne referim la unele teorii ce explică anumite mecanisme ale evoluţiei ontogenezei.

Concepţia scării fiinţelor (Ch. Bonne)

După Ch. Bonne, fiecare specie ocupă un loc pe scara fiinţelor conform gradului său de organizare. Pe treapta de jos sunt plasate mineralele („materia fină"), apoi plantele, animalele, Dumnezeul. Scara fiinţelor a lui Ch.Bonne era statică şi se citea de sus în jos.

Teoria paralelismului (J. Maeckell, 1821)

După J. Maeckell, dezvoltarea individuală a organismului are loc paralel cu scara fiinţelor. La baza acestei teorii au stat observaţiile că etapele ontogenezei ale unui organism (inclusiv omul) după topografia şi structura organelor principale pot fi alăturate la diferite grupe sistematice.

Teoria embriogenezei (C. Ber, 1828)

C. Ber, studiind ontogeneza animalelor, a ajuns la concluzii diametral opuse celei expuse de J.Maeckell, şi anume:

a) caracterele generale, caracteristice unui grup mai mare de organisme se formează mai repede ca cele particulare;

b) de la caracterele generale se desprind cele particulare şi speciale;

c) fiecare embrion nu repetă stadiile de dezvoltare a altor forme, ci se îndepărtează de ele;

d) embrionul unei forme superioare nu se aseamănă cu altă formă, ci numai cu embrionul ei.

Teoria ontogenezei (F. Muller, 1864)

F. Muller, studiind ontogeneza crustaceelor superioare, a ajuns la concluzia că:

a) ontogeneza urmaşilor poate decurge mai departe de etapele la care s-a oprit la strămoşi şi duce la formarea organismelor mai perfecte;

b) ontogeneza urmaşilor poate să se abată la anumite etape de la calea strămoşilor, formând organisme cu un nou nivel de organizare (dar mai inferior).

Rezultatele obţinute dovedeau că schimbările ontogenezei sunt primare faţă de cele ale filogenezei (O → F). Formele noi pot apărea ca rezultat al dereglărilor pe parcursul dezvoltării individuale a organismului.

Teoria recapitulării (E. Haeckel, 1866)

Viziunile lui E. Haeckel erau diametral opuse celor ale lui F. Muller, deoarece el era de părerea că schimbările filogenetice precedă schimbărilor dezvoltării individuale: „Ontogeneza este recapitularea scurtă şi rapidă a filogenezei" (F → O). Caracterele ontogenezei, care recapitulează etapele filogenezei, E. Haeckel le-a numit *palingeneze*, iar totalitatea dereglărilor dezvoltării palingenetice – *cenogeneze*. Ideile recapitulării ale lui E. Haeckel sunt greşite în baza

datelor geneticii – generaţiilor următoare le sunt transmise doar genotipurile. Cu toate acestea, unii savanţi nu exclud prezenţa în genomul organismului a unei „memorii organice”.

Teoria filembriogenezei sau teoria evoluţiei organelor (A.N. Severţov, 1939)

A.N. Severţov a renovat viziunea lui F.Muller despre primordialitatea ontogenezei faţă de filogeneză, şi a introdus noţiunea de ***filembriogeneză*** – schimbările evolutive ale căilor dezvoltării individuale. I.I. Schmalhausen (1939) aprecia filembriogenezele ca schimbări evolutive ce ţin de dezvoltarea filogenetică a organismului matur.

În cadrul analizei mecanismelor evoluţiei progresive a organelor, A.N. Severţov evidenţia următoarele tipuri de filembriogeneză:

a) *anabolia* (suprastructurarea stadiilor finale în dezvoltarea organului) – apariţia schimbărilor evolutive ce au loc la sfârşitul ontogenezei (mărirea maxilarelor la unii peşti, apariţia inimii cu patru camere);

b) *deviaţia* (abaterea dezvoltării stadiilor intermediare ale ontogenezei) – apariţia schimbărilor evolutive ce au loc la mijlocul ontogenezei (formarea solzilor la rechini şi reptile);

c) *arhalaxisul* (schimbarea primordiilor iniţiale) – formarea schimbărilor evolutive ce au loc la începutul ontogenezei (mărirea numărului de vertebre la şarpe).

Ca rezultat al filembriogenezei are loc şi reducerea organelor. După A.N. Severţov, reducerea organelor poate fi rezultatul:

a) rudimentaţiei – dispariţia treptată a organului ce şi-a pierdut funcţia şi a devenit inutil;

b) afaneziei – organul ce era dezvoltat la strămoşi devine o piedică (reducerea cozii la mormoloci).

Rudimentaţia poate decurge pe două căi:

1) ontogeneza organului decurge normal până la un anumit stadiu, apoi se termină – *anabolie negativă* (dezvoltarea ochilor la batracienii de peşteră);

2) iniţierea organului are loc mai târziu ca la strămoşi şi ca rezultat „nu reuşeşte” să se dezvolte – *arhalaxis negativ* (dezvoltarea membrelor la şarpe).

Teoria filembriogenezei a lui A.N. Severţov este importantă prin faptul că ea explică fenomenul recapitulării, evidenţiază mecanismul ontogenetic al transformărilor evolutive a organelor şi prioritatea schimbărilor ontogenetice faţă de schimbările organismelor mature. Teoria filembriogenetică, explicând diferenţierea organismului, nu elucidează cauzele care determină integritatea organismului. Odată cu apariţia teoriilor evoluţioniste preocupările savanţilor ţineau de problema legităţilor apariţiilor formelor noi, a proceselor diferenţierii. Mai jos sunt prezentate unele concepţii despre corelaţiile ontogenetice.

Teoria dezvoltării mozaice (A. Weismann, 1885, 1892)

A. Weismann a reluat ideea dualităţii plasmei a lui K.W. Naegeli (teoria mecano-fiziologică a descendenţei, 1884), fondând teoria continuităţii plasmei germinative (1885) şi teoria determinanţilor (1892). Conform acestei teorii, substanţa generativă, redistribuită în determinante la dividerea oului (celulelor), se repartizează neuniform între celule. Ca rezultat, celulele somatice conţin în final numai determinanţi specifici, iar linia germinativă păstrează stocul integral de determinanţi (determinanţii, alcătuiţi din biofori, se grupează în ide, apoi idante, care corespund cromozomilor), care în cele din urmă duce la o diferenţiere a caracterelor organismelor în cadrul dezvoltării individuale. Această teorie este o teorie mecanicistă.

Teoria integrităţii organismelor (G. Drish, 1891)

Autorul acestei teorii vitaliste afirmă că rezultatul final al dezvoltării organismelor depinde de poziţia, mărimea structurilor organismului şi entelehie (factor supranatural), care şi determină direcţia dezvoltării individuale. El a elaborat şi o formulă pentru determinarea dezvoltării individuale:

$$B(x) = f (s \times l \times \Sigma),$$

unde B – rezultatul final al dezvoltării embrionului x;
f – funcţia de la s, l şi Σ;
s – mărimea iniţială a embrionului x;
l – poziţia embrionului în organism;
Σ – entelehia.

Teoria corelaţiilor ontogenetice (I.I. Schmalhausen, 1939)

În baza rezultatelor embriologiei experimentale I.I. Schmalhausen a elaborat această teorie conform căreia diferenţierea organismului şi integritatea lui în ontogeneză este rezultatul interacţiunilor (corelaţiilor interdependente). După el, în ontogeneză pot fi evidenţiate următoarele corelaţii interdependente:

a) ***corelaţii genomice*** – sunt rezultatul unei informaţii complexe şi interdependente (interacţiunea genelor, grupe de linkage, genele modificatoare ş.a.). Corelaţiile genomice menţin integritatea organismelor chiar de la începutul ontogenezei;

b) ***corelaţii morfogenetice*** – sunt rezultatul interacţiunilor primordiilor în cadrul dezvoltării individuale. Aceste corelaţii se exprimă în cadrul dezvoltării individuale ca rezultat al variaţiunilor epigenetice;

c) ***corelaţii ergontice*** – sunt rezultatul variaţiunilor epigenetice ce se exprimă la interacţiunea diferitelor structuri la diferite niveluri de organizare.

Corelaţiile ergontice determină specializarea organelor în funcţie de mediu. Evoluţia ontogenezei ca proces decurge sub acţiunea selecţiei naturale stabilizatoare şi duce spre simplificare (raţionalizare) – dispariţia unor procese morfogenetice neînsemnate (a unor stadii în ontogeneză); sau autonomizare – sporirea independenţei faţă de condiţiile interne şi externe.

5.2. Evoluţia filogenetică a organelor şi funcţiilor

Principiile şi tipurile schimbărilor filogenetice a organelor nu alcătuiesc un sistem integru. A.N. Severţov (1939) evidenţia 13 tipuri de variaţii filogenetice ale organelor. Astăzi numărul lor atinge cifra de 20 (şi poate fi extins în continuare!). Ne vom referi la unele dintre ele.

Principiile variaţiilor filogenetice ale organelor, funcţia ancestrală a cărora se păstrează calitativ, schimbându-se doar cantitativ.

Principiul intensificării funcţiilor (L. Plate, 1913; A.N. Severţov, 1939)

În cadrul evoluţiei progresive, mecanismele realizării funcţiilor organelor se perfecţionează (intensificarea funcţiei de alergare la mamifere duce la modificarea structurii copitei; intensificarea funcţiei contractile determină structura muşchilor; intensificarea fotosintezei duce la sporirea numărului de cloroplaste).

Intensificarea funcţiilor poate avea loc atât la nivelul organelor, cât şi la nivelul celulelor şi ţesuturilor.

Principiul substituirii organelor şi funcţiilor (Kleinenberg, 1886)

Organul ancestral se înlocuieşte cu altul nou (omolog sau neomolog), care preia funcţia predecesorului său (transportarea sărurilor minerale prin floem; realizarea reacţiilor de fotosinteză pe baza tulpinii).

Principiul fixării fazelor (A.N. Severţov, 1939)

Funcţia nouă a organului apare ca rezultat al fixării fazei ce se repetă periodic în cadrul funcţiei generale precedente (funcţia de depozitare a rădăcinilor).

Principiul scăderii numărului de funcţii (A.N. Severţov, 1939)

Scăderea numărului de funcţii duce spre evidenţierea funcţiei de bază şi suprimarea funcţiilor secundare (specializarea aparatului stomatelor).

Principiul eliminării funcţiilor intermediare (A.N. Severţov, 1939)

Se întâlneşte mai rar. Unele funcţii ce au devenit inutile pentru organul dat pot fi eliminate (metamorfozele plastidelor).

Principiile variaţiilor filogenetice ale organelor, funcţia ancestrală a cărora se schimbă calitativ.

Principiul extinderii funcţiilor (L. Plate, 1913)

În cadrul dezvoltării individuale are loc mărirea numărului de funcţii secundare al organelor de rând cu păstrarea funcţiei iniţiale (extinderea funcţiilor vaselor conductoare).

Principiul schimbării funcţiilor (A. Dorn, 1875)

În cadrul dezvoltării individuale funcţia principală se atenuează, iar una din cele secundare o substituie. Acest principiu se bazează pe multifuncţionalitatea organelor (formarea corolei a dus la schimbarea funcţiei iniţiale de fotosinteză cu cea a atragerii insectelor; în prezenţa unui surplus de substanţe organice reticulul endoplasmatic îndeplineşte funcţia de depozitare).

Principiul activării funcţiilor (A.N. Severţov, 1939)

Organul, care la strămoşi nu exercită o funcţie activă, se transformă într-un organ activ (activarea mitocondriilor la trecerea organismelor de la respiraţia anaerobă la cea aerobă).

Principiul imobilizării funcţiilor (A.N. Severţov, 1939)

Presupune reducerea funcţiilor secundare în ontogeneză şi fixarea funcţiei principale a organelor (reducerea organelor şi/sau organitelor celulare).

Principiul similării funcţiilor (A.N. Severţov, 1939)

Presupune asemănarea organelor ce au structură şi funcţie diferită, după structură şi funcţie (succesivitatea nocleotidelor în acizii nucleici).

Principiul diferenţierii organelor şi funcţiilor (A.N. Severţov, 1939)

Un organ sau o anumită structură, care se caracterizează iniţial printr-o integritate, în cadrul filogenezei se diferenţiază (diferenţierea plămânilor). Acest principiu explică divergenţa organelor în cadrul filogenezei.

Principiile variaţiilor filogenetice a organelor ce ţin de polifuncţionalitatea lor.

Principiul oligomerizării organelor omoloage (V.A. Dogel, 1954)

În procesul evoluţiei poate fi observată tendinţa micşorării elementelor monotipice (simplificarea fantelor branhiale la rechini; gruparea florilor solitare în inflorescenţe).

Principiul polimerizării organelor şi structurilor (V.A. Dogel, 1954)

Acest principiu determină mărirea organelor şi structurilor monotipice (sporirea numărului de fante branhiale de la 14 la 150 la amfiox). Polimerizarea poate fi secundară, când are loc sporirea numărului de organe deja existente la strămoşi, şi primară, când are loc apariţia unor structuri polimere primitive (ochi din cavitatea mantială a bivalvelor) ca rezultat al acţiunii factorilor mediului.

În filogeneză poate avea loc sporirea numărului de organite celulare şi de organe (polimerizarea incompletă), cât şi a numărului de organisme (polimerizarea completă) (Zamorski, 1971).

Principiul embrionizării (A.N. Severţov, 1939)

O parte a ciclului ontogenezei decurge în corpul mamei sau în ou. Acest principiu duce spre o intensificare (până la eliminarea completă) a unor faze în dezvoltarea individuală ca rezultat al acţiunii factorilor mediului înconjurător.

Principiul autonomizării ontogenezelor (I.I. Schmalhausen, 1939)

În ontogeneză se instalează o corelaţie profundă a părţilor şi structurilor în cadrul organismului (prezenţa ADN-ului mitocondrial şi a ADN-ului cloroplastic; prezenţa plasmidelor).

Principiul specializării progresive (Depere)

Grupele de organisme pornite odată pe calea specializării în continuare vor parcurge această cale. În urma acestor transformări organismele se specializează la condiţiile mediului înconjurător graţie unor adaptări progresive.

Principiul heterobatmiei (A.Tahtajian, 1973)

Principiul dat presupune apariţia şi păstrarea diferitelor niveluri de specializare evolutivă a anumitor caractere a organismelor ca rezultat al independenţei relative a diferitelor părţi ale organismului (autonomizarea fructelor).

Principiul progresului biologic (A.N. Severţov, 1939)

Evoluţia lumii vii reprezintă un proces continuu al transformării organizaţiei la diferite plante şi animale, care decurge de la o structură mai puţin diferenţiată spre o structură mai diferenţiată şi specializată.

Evoluţia progresivă nu exclude şi prezenţa unor regrese morfo-fiziologice, ce sunt rezultatul specializării înalte (simplificarea organizării la viermii paraziţi).

Principiul nespecializării grupelor de origine (E. Cope, 1896)

Liniile evolutive noi pot lua naştere din taxoni ce se caracterizează prin trăsături generale. Evoluţia noilor grupe de organisme din grupe strict specializate este puţin probabilă.

Principiul ireversibilităţii evoluţiei (L.Dollo, 1893)

Un grup de organisme nu poate reveni nici măcar parţial la starea odată parcursă de şirul strămoşilor lui.

„Natura nu se întoarce înapoi; ea nu reface ceea ce a distrus, nu revine la mulajul pe care l-a spart. În numărul infinit de combinaţii pe care le include viitorul, nu veţi vedea de două ori aceeaşi umanitate, nici aceeaşi floră, nici aceeaşi faună".

5.3. Corelaţiile filetice

În cadrul filogenezei, ca şi în ontogeneză, integritatea organismului se menţine pe contul unor legături interdependente. Variaţiile interdependente ale organelor şi sistemelor de organe în dezvoltarea istorică au fost numite corelaţii filetice (Plate, 1913) sau coordinaţii (A.N. Severţov, 1939, I.I. Schmalhausen, 1939).

Corelaţiile (coordinaţiile) **filetice** pot fi:

a) ***biologice*** – reprezintă variaţiile interdependente ale organelor care sunt determinate de acţiunea mediului înconjurător şi nu de necesitatea coexistenţei în organism (reducerea membrelor la reptile);

b) ***topografice*** – reprezintă legături spaţiale ale organelor care se schimbă în filogeneză, chiar dacă ele nu sunt legate de aceleaşi funcţii (raportul dintre forma şi mărimea oaselor; raportul dintre diferite organe în cavitatea corpului);

c) ***dinamice*** (morfofiziologice) – reprezintă variaţiile reciproce ale organelor şi sistemelor de organe legate între ele (schimbul de substanţe; structura complexă a rinichilor în funcţie de circuitul sangvin închis).

În concluzie, corelaţiile filetice determină integritatea organismului, nivelul lui de adaptabilitate. Dar în acelaşi timp ele reprezintă pentru organism nişte limite structurale.

În cadrul evoluţiei speciei are loc schimbarea nişei ecologice, iar în cazul evoluţiei taxoanelor mai mari – schimbarea zonei adaptive. G. Simpson (1944) numeşte zona adaptivă un complex de condiţii ale mediului extern, unde are loc evoluţia taxonului dat şi care determină direcţia evoluţiei lui.

Limitele zonei adaptive sunt determinate de organizare (inclusiv cea ecologică, a taxonului dat şi a taxoanelor vecine, care de asemenea evoluează.

Apariţia unui nou taxon mai mare ca specia este rezultatul, de regulă, al ocupării unei zone adaptive mai largi în care are loc evoluţia (filogeneza). Pot fi evidenţiate următoarele **tipuri ale filogenezei**:

a) ***divergenţa*** – reprezintă apariţia deosebirilor pe baza uneia şi aceleiaşi organizări. Printre cauzele principale ale divergenţei pot fi: deosebirile după nişele ecologice; concurenţa dintre grupuri şi organisme;

b) ***paralelismul*** – reprezintă apariţia caracterelor asemănătoare pe baza unei organizări comune. Are loc în cazul terminării divergenţei şi adaptării la condiţiile zonei sale (legea seriilor paralele în evoluţia ţesuturlor (Zavarzin, 1941); succesivitatea cuplurilor GC şi AT în molecula de ADN);

c) ***convergenţa*** – reprezintă apariţia caracterelor asemănătoare de la o bază iniţială diferită. Se bazează pe dezvoltarea adaptărilor analoage (îndeosebi la condiţiile abiotice), dar nu pot să ducă în cele din urmă la unirea grupelor sistematice diferite (convergenţa formei corpului şi înotătoarelor la rechin, ihtiozaur, delfin);

d) ***evoluţia ontogenetică*** (filetică) – speciile se grupează în varietăţi taxonomice mai mari nu după proveniență, ci numai după ase-

mănare. În aceste cazuri lipseşte divergenţa şi se schimbă numai organizarea. Această concluzie nu se sprijină pe date experimentale.

Evoluţia taxoanelor supraspecifice poate fi explicată în baza:

1. *concepţiei monofiletice* – orice taxon îşi ia începutul de la o specie (formă) iniţială:

1.1. monofilia strictă (vezi 1);

1.2. monofilia extinsă (G. Simpson, 1966) – taxonul se consideră monofiletic, dacă nivelul lui de organizare este mai mare ca nivelul taxonului iniţial.

2. *concepţiei polifiletice* – taxoanele pot apărea de la câteva grupe de organisme:

2.1. polifilia extinsă (vezi 2);

2.2. polifilia limitată (parafilia) – taxonul poate apărea de la câteva grupe iniţiale care evoluează paralel.

5.4. Progresul evolutionist

Care este rezultatul final al evoluţiei?

J.B. Lamarck era de părerea că în urma evoluţiei are loc sporirea nivelului de organizare a organismelor (gradaţia) şi apariţia divergenţei tipurilor de organizare. După Ch. Darwin, rezultatul schimbărilor evolutive este apariţia adaptabilităţii organismelor. Desfăşurând ideea adaptabilităţii ca rezultat al evoluţiei, B.Rens evidenţiază adaptabilitatea apărută la nivel de organizare (*cladogeneza*) şi adaptabilitatea la un nou nivel de organizare (*anageneza*). G.Huxley propune de rând cu cladogeneza şi anageneza de evidenţiat şi *stasigeneza* – stabilizarea evolutivă sau păstrarea invariabilă a organismelor. Savantul rus A.N. Severţov (1939) în baza rezultatelor comparative afirmă, pe bună dreptate, că rezultatul evoluţiei este progresul biologic, care poate fi limitat (de grup) sau nelimitat (evoluţia omului).

Pentru a determina dacă una sau altă specie se află în progres biologic, ea (specia) trebuie să corespundă unor anumite cerinţe:

- mărirea numărului de indivizi în cadrul populaţiilor deja existente;
- extinderea arealului iniţial caracteristic speciei;
- diferenţierea progresivă şi sporirea numărului grupelor taxonomice.

Progresul biologic la anumite specii poate fi atins pe diferite căi:

a) ***aromorfoza*** – progres morfofiziologic ce duce la sporirea nivelului general de organizare a unui grup mare de organisme (apariţia fotosintezei, ieşirea plantelor pe uscat, apariţia seminţei şi florii, înmulţirea sexuată; apariţia simetriei bilaterale la animale, diferenţierea inimii cu patru camere);

b) ***ideoadaptarea*** – progres morfofiziologic ce duce la formarea adaptărilor specifice în cadrul grupelor sistematice mai mici ca rezultat al acţiunii nemijlocite a factorilor mediului ambiant. Ideoadaptarea poate fi rezultatul schimbării nivelului de organizare de rând cu păstrarea legăturilor tipice cu mediul (*alomorfoza*) sau rezultatul adaptărilor la condiţiile de viaţă (*specializarea*). Organismelor vii le sunt caracteristice diferite tipuri de specializare:

1) *telomorfoza* – specializare după tipul de nutriţie (crabii, viermele de corabie);

2) *hipermorfoza* – specializarea datorită superdezvoltării şi obţinerii mărimilor gigante (dinozaurii, insectele din carbonifer cu diametrul aripilor de 1,5 m, amfibiile din permian de 5-7 m; unele nematode contemporane de la fundul oceanelor de circa 8 m). Hipermorfoza poate fi rezultatul selecţiei sexuale;

3) *catamorfoza* – specializarea datorită pierderii aromorfozelor strămoşilor. Este similară degenerării generale;

4) *hipomorfoza* – specializarea datorită eliminării stadiilor mature (neotenia);

5) *entomorfoza* – specializarea după condiţiile specifice de trai (structura rădăcinii, florii, seminţelor, structura membrelor la animale);

c) *degenerarea generală* – regres morfofiziologic ce duce la simplificarea organizării organismelor ca rezultat al condiţiilor specifice de trai (reducerea frunzelor la cuscută; reducerea sistemelor digestiv, respirator, circulator la viermii paraziţi).

Aceste căi ale progresului biologic se află într-o interdependenţă reciprocă, deoarece:

– fiecare specie în limitele ei de existenţă, determinate de factorii mediului înconjurător, se adaptează la anumite condiţii de trai;

– reorganizarea formelor deja existente poate fi rezultatul atât al progreselor, cât şi al regreselor morfofiziologice;

– organismele odată păşind pe o cale nouă de dezvoltare din nou se adaptează la noile condiţii de viaţă.

Bibliografie selectivă:

1. **Ceapoiu, N.** *Evoluţia speciilor*. Bucureşti: Ed. Academiei, 1980.
2. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
3. **Майр, Э.** *Популяции, виды и эволюция*. Москва: Мир, 1984.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

5.1. EVOLUTIA ONTOGENEZEI

1. Definiţi noţiunile: *anabolie, arhalaxis, deviaţie*.

2. Transcrieţi afirmaţiile prezentate şi completaţi spaţiile libere cu informaţia omisă.

a) Evoluţia grupelor taxonomice mici, precum _____, se numeşte _____, iar evoluţia gripelor taxonomice mari, precum _____ sau _____, se numeşte _____.

b) _____ reprezintă o succintă recapitulare a _____.

3. Prezentaţi într-o schemă corelaţiile ontogenetice.

4. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

4.1. **A F** În cadrul *rudimentaţiei* organul care se dezvoltă la strămoşi la urmaşi devine o piedică.

_____

4.2. **A F** *Afanezia* reprezintă dispariţia treptată a organului ce şi-a pierdut funcţia şi a devenit inutil.

_____

5. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

5.1. **Da Nu** Ontogeneza reprezintă un proces contradictoriu, deoarece reflectă dezvoltarea individuală a organismului.

_____

_____

5.2. **Da Nu** Ontogeneza este un proces genetic determinat, deoarece se realizează în baza unui program genetic moştenit ereditar.

_____

_____

6. Argumentaţi afirmaţia: ***Ontogeneza fiecărei specii contemporane a fost formată în cadrul procesului evolutiv.***

5.2. EVOLUŢIA ORGANELOR ŞI FUNCŢIILOR

1. Numiţi principalele tipuri de corelaţii filetice.

2. Prezentaţi sub formă de tabel tipurile de variaţii filogenetice ale organelor şi funcţiilor.

3. Asociaţi grupul de transformări evolutive din coloana A cu principiile evolutive ale organelor şi funcţiilor din coloana B.

A	B
a) grupul I (după A.N. Severţov) _____	1. principiul extinderii funcţiilor
	2. principiul intensificării funcţiilor
	3. principiul fixării fazelor
b) grupul II (după A.N. Severţov _____	4. principiul oligomerizării
	5. principiul imobilizării funcţiilor
	6. principiul autonomizării ontogenezelor
c) grupul III (altele) _____	7. principiul specializării progresive
	8. principiul diferenţierii organelor şi funcţiilor

4. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A” dacă este adevărată şi „F” dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

4.1. **A F** *Divergenţa* presupune apariţia de noi grupuri de organisme de la un strămoş comun.

_____

4.2. **A F** Principiul oligomerizării organelor omoloage presupune *mărirea* numărului elementelor monotipice.

_____

5. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între diverse principii evolutive ale organelor şi funcţiilor acestor organe (la solicitare), conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____

2. _____
3. _____

Deosebiri

Principiul …….	Criterii de comparare	Principiul …….
1.		
2.		
3.		

6. Prezentaţi sub formă de tabel rezultatul acţiunii a cel puţin cinci principii evolutive ale organelor, având la bază exemple de organisme din localitate.

5.3. PROGRESUL EVOLUŢIONIST

1. Numiţi principalele tipuri ale filogenezei.

2. Prezentaţi sub formă de tabel ideoadaptările unei plante şi ale unui animal din localitate la trei factori de mediu.

3. Evaluaţi afirmaţiile prezentate şi încercuiţi „A" dacă este adevărată şi „F" dacă este falsă. Dacă afirmaţia este falsă, scrieţi mai jos afirmaţia corectă, înlocuind cuvintele evidenţiate.

3.1. **A F** Degenerarea reprezintă un regres morfofiziologic care *nu admite* realizarea unui progres biologic.

_____
_____

3.2. **A F** *Ch. Darwin* considera că progresul biologic reprezintă rezultatul unei evoluţii biologice.

_____
_____

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între aromorfoză şi ideoadaprtare, conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Aromorfoză	Criterii de comparare	Ideoadaptare
1.		
2.		
3.		

5. Prezentaţi într-o schemă căile progresului biologic, reflectând interacţiunea lor.

6. Explicaţi de ce nu se pot suprapune căile evolutive ale rechinului şi delfinului în cadrul evoluţiei convergente.

7. Argumentaţi afirmaţia: ***Gigantismul nu prezintă o cale a succesului în evoluţia organismelor.***

6. ORIGINEA OMULUI

Obiective de referinţă:

- Distingerea tipurilor de rase umane şi a criteriilor de umanizare
- Identificarea factorilor antropogenezei
- Analiza căilor posibile ale evoluţiei omului
- Compararea factorilor antropogenezei în baza anumitor criterii de asemănare şi deosebire
- Formularea propunerilor pentru valorificarea potenţialului organismului uman
- Evaluarea acţiunii factorului antropogen asupra mediului înconjurător

6.1. Antropogeneza

Problema originii omului s-a cerut cu insistenţă a fi rezolvată timp de milenii. Conform legendei biblice, omul a fost creat din „lut roşu" de către forţa divină prin insuflarea „spiritului nemuritor". Încă în Antichitate existau concepţii ale originii omului din structuri materiale. De exemplu, Lucreţius susţinea că oamenii au apărut din pământ care avea o fertilitate înaltă. Concepţii similare aveau şi Anaximandru şi Empedocle.

Cunoscutul savant Aristotel, studiind corpul omenesc, l-a inclus pe om în sistemul regnului animal, determinându-l ca „*zoon politicon*". Odată cu descoperirea analogiei dintre structura corpului omului şi maimuţei de medicul şi anatomistul roman C. Galenus şi descrierile minuţioase ale structurii cimpanzeului de anatomistul englez E. Tyson (1699) a fost posibilă clasificarea omului în cadrul regnului animal. Naturalistul suedez, autorul primului sistem artificial al naturii C.Linne, clasifică omul alături de maimuţele antropomorfe, rezervându-i un gen aparte. Anume acest savant ne-a definit ca *Homo sapiens* (omul înţelept).

J.B. Lamarck şi mai apoi Ch. Darwin susţineau că omul s-a dezvoltat de la maimuţă, absolutizând importanţa factorilor biologici.

Particularităţile de structură şi comportament în multe cazuri indică asupra originii animale a omului: prezenţa membrelor pentadactile, a peste o sută de organe rudimentare, a atavismelor, a grupelor sangvine asemănătoare etc. Bineînţeles că datorită acţiunii factorilor sociali oamenii în acelaşi timp esenţial se deosebesc de animale: prezenţa vorbirii articulate, gândirii abstracte, posibilitatea confecţionării uneltelor de muncă etc.

După cum s-a menţionat, omul ocupă o anumită poziţie sistematică în regnul animal:

regnul: *Animalia* – organisme cu nutriţie heterotrofă, holozoică;
subregnul: *Metazoa* – animalele pluricelulare;
încrengătura: *Chordata* – animalele cu coardă;
subîncrengătura: *Vertebrata* – animalele cu coloană vertebrală;
supraclasa: *Tetrapoda* – animalele cu 4 membre;
grupul: *Amniota* – embrionul are anexe embrionare;
clasa: *Mammalia* – îşi hrănesc copiii cu lapte;
subclasa: *Eutheria* – mamifere placentare;
ordinul: *Primates*;
subordinul: *Anthropoideae* – maimuţele;
secţia: *Catarhina* – maimuţe cu septul nazal îngust;
suprafamilia: *Anthropomorha*;
familia: *Hominidae*;
subfamilia: *Homininae* – oamenii;
genul: *Homo*;
specia: *Homo sapiens*.

Cât priveşte originea omului, există diferite concepţii şi teorii (creaţionistă, a evoluţiei biologice, a evoluţiei sociale).

Evoluţia biologică a oamenilor presupune că ei reprezintă o etapă în evoluţia primatelor. Conform acestei concepţii, în pleocen, acum circa 65 mil. de ani în urmă s-au dezvoltat prosimieii, de la

care în eocen s-au desprins maimuţele (circa 35 mil. de ani în urmă). Maimuţele antropomorfe au apărut în oligocen acum circa 23 mil. de ani, de la care cu circa 5 mil. de ani în urmă în miocen s-au desprins hominidele.

Primatele se caracterizează prin anumite trăsături tipice fizice (părul dens sau blană, organisme homeoterme, prezenţa grupelor sanguine similare, structura scheletului asemănătoare, hrănirea puilor cu lapte etc.) şi sociale (observaţia şi imitaţia, jocurile, sentimentele, viaţa în comunităţi sociale etc.).

În evoluţia hominidelor se evidenţiază anumite etape, şi anume:

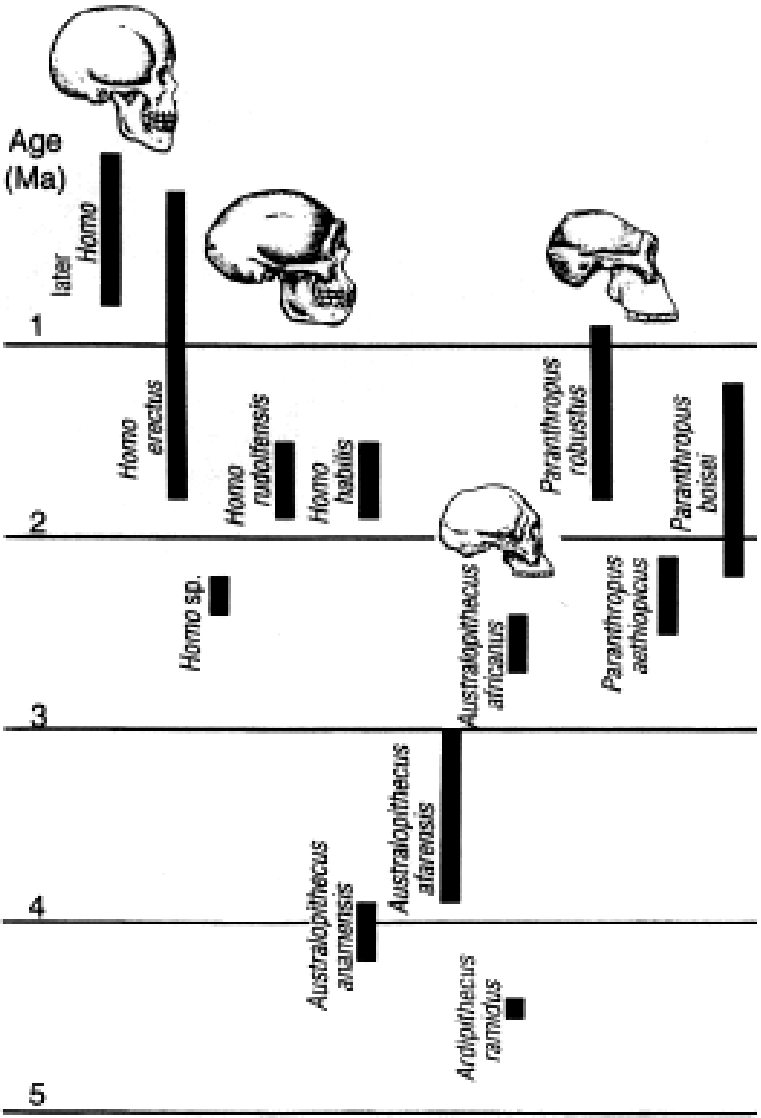
- *Homo habilis* (2,0-1,6 mil. ani);
- *H. erectus* (1,9-1,0 mil. ani);
- *H. heidelbergensis* (800-100 mii ani);
- *H. neanderthalensis* (300-30 mii ani);
- *H. sapiens* (130 mii ani-present).

În Schema următoare este prezentată calea evolutivă posibilă a omului.

Printre avantajele majore care au determinat succesul evoluţiei hominidelor pot fi menţionate:

- Dimensiunile crescânde ale creierului;
- Mersul biped pronunţat;
- Vânatul;
- Posibilitatea întreţinerii focului;
- Confecţionarea uneltelor de muncă;
- Construcţia de aşezăminte;
- Folosirea îmbrăcămintei;
- Vorbirea articulată etc.

Se presupune că *Homo habilis*, care a existat acum 2,0-1,6 mil. ani, avea un volum al creierului de 612 cm^3, fruntea crestată şi, posibil, ducea un mod de viaţă arboricol. El nu putea încă să vorbească şi, probabil, mânca deja carne. Se susţine că omul abil putea confecţiona primele unelte de muncă. Primul schelet de *Homo habilis* a fost descoperit de renumitul antropolog Leakeys în anul 1960.



Cercetările realizate în Africa de Est indică că *Homo habilis* nu a fost diferit de Australopiteci în ceea ce priveşte mărimea şi forma corpului.

Cele mai timpurii forme de *Homo erectus* indică schimbări biologice rapide. Formele fosile de trecere dintre *H. habilis* şi *H. erectus* reflectă modelul unei evoluţii de tip „echilibru graduat/punctuat".

H. erectus se consideră mai evoluat şi posedă un creier mai mare decât cel a lui *H. habilis*. Pentru prima dată el a fost descoperit în 1891 de către Eugene Dubois pe insula Java. E. Dubois iniţial îl numeşte *Pithecanthropus erectus,* iar mai apoi – „Omul Java". Forme fosile de arheantropi au fost găsite mai apoi şi în China (*Sinanthropus*) şi în alte regiuni ale globului. Vârsta lor se consideră a fi cuprinsă între: 1,9 milioane ani şi 27.000 ani. Ei aveau un volum al creierului de circa 994 cm^3 şi puteau confecţiona unelte de muncă.

Printre cauzele succesului *H. erectus* specialiştii evidenţiază:

- Dimorfismul sexual şi obligaţiile partenerilor în cadrul căsătoriilor;
- Mai puţin păr pe corp ce impunea purtarea de blănuri şi alte haine;
- Abilităţi de trai în zonele nordice;
- Adaptări la schimbările fizice ale mediului.

În consecinţă, ei şi-au perfecţionat tehnicile de confecţionare a uneltelor de muncă, au dobândit noi abilităţi de protecţie contra prădătorilor, s-au organizat în grupuri şi au constituit aşezările umane.

De la arheantropi s-au desprins palentropii, prezentaţi prin Neandertalieni. Omul de Neandertal a fost descoperit în valea (*Tal*) Neander Valley lângă Dusseldorf în 1856. Ei aveau un creier masiv de circa 1.400 cm^3, trunchi mare, membre scurte, pasaje nazale largi, regiunea occipitală dezvoltată. Structura robustă a dinţilor indică asupra existenţei unor instrumente de înlocuire.

Este greu de afirmat cu certitudine dacă neandertalienii au putut să vorbească, dar evident că ei s-au perfecţionat în arta confecţionării uneltelor de muncă, îşi alegeau cu atenţie locul de trai în apropierea surselor necesare de existenţă, aveau anumite tradiţii.

H. neanderthalensis a coexistat cu *H. sapiens* până în ultimii 20.000 ani, poate 60.000 ani. Ce s-a întâmplat cu ei? Antropologii susţin că neandertalienii au putut să se combine cu *H. sapiens* sau că ei au fost eliminaţi de *H. sapiens*. În consecinţă, *H. sapiens* a dominat neandertalienii în cadrul competiţiei.

Oamenii contemporani (neantropii) sunt prezentaţi de *Homo sapiens fosiles* (Cro-Magnon) şi *Homo sapiens recens* (omul actual).

Oamenii Cro-Magnon au trait acum circa 35.000-17.000 mii ani şi aveau un volum al creierului de 1.600 cm^3. Puteau construi diferite adăposturi din oase, lemne, piei etc., erau deja specializaţi în prepararea diferitelor unelte de muncă, cultivau plantele şi domesticeau animalele.

O problemă deosebit de importantă a antropologiei este cea a **criteriilor umanizării**, care permite delimitarea formelor umanizate de cele neumanizate. În această ordine de idei, sunt evidenţiate:

a) capacitatea cranianã (Keith) – sunt formele de oameni cu o capacitate cranianã de peste 800 cm^3;

b) producerea de unelte (Herber) – sunt formele de oameni care produc unelte.

În ceea ce priveşte **centrele de umanizare,** se polarizează două concepţii:

1) *concepţia monocentrică*, conform căreia omenirea şi-a avut leagănul într-o singură regiune geografică (Africa Centrală), de unde mai apoi a evoluat prin Asia, Europa (centrul secundar) şi tot Pământul, şi

2) *concepţia policentrică*, conform căreia omenirea a apărut în diferite regiuni geografice.

Concepţia monocentrică a umanizării este adeverită de datele paleontologice ce ţin de toate treptele umanizării (arheantropi, paleantropi, neantropi).

Evoluţia umană esenţial se deosebeşte de celelalte linii evolutive. Intensitatea antropogenezei depinde atât de factorii biologici (organici): ereditatea, variabilitatea, selecţia naturală (individuală, de grup, demică), lupta pentru existenţă, influenţa exerciţiului şi a lipsei exerciţiului, selecţia sexuală, influenţa mediului extern, înmulţirea, modificările corelative etc., cât şi de factorii sociali (culturali): capacitatea de a produce unelte, organizarea socială, cerebralizarea extraordinară, conştiinţa, gândirea, limbajul articulat etc.

Aceşti factori se completează reciproc fiind interdependenţi. De exemplu, mărirea volumului creerului la om a impus schimbări în diametrul căilor fătului, lărgirea bazinului la femei şi pierderea capacităţilor de alergare. Ca rezultat, a crescut responsabilitatea societăţii faţă de femei şi copii.

Majoritatea savanţilor sunt de părerea că astăzi pe Pământ există diferite populaţii ale unei singure specii – *Homo sapiens*. Specia umană este o specie politipică, alcătuită dintr-o serie de tipuri secundare, care formează rasele de oameni, răspândite pe teritorii geografice mai mult sau mai puţin distincte:

1. **rasa albă** (leucodermă) cu subrasele:
   - nordicii;
   - esteuropenii;
   - mediteranienii;
   - alpinii;
   - dinarii;
2. **rasa galbenă** (xantodermă);
3. **rasa neagră** (melanodermă).

Rasa este o categorie sistematică intraspecifică şi reprezintă o totalitate de indivizi separată ecologico-etologic, iar uneori şi fiziologico-morfologic.

Mulţi antropologi contestă existent raselor umane autentice, susţinând că nu există criterii universal variabile de diferenţiere a acestora şi că indicii anatomo-morfologici variază atât de mult de la individ la individ, încât indivizii ce aparţin la aceeaşi rasă pot fi clasificaţi la rase diferite.

Rasele umane au apărut ca rezultat al izolării geografice şi socio-culturale (limbajul, religia) a populaţiilor. Din timpuri străvechi populaţiile şi grupurile sociale de oameni s-au răspândit în întreaga lume, venind în contact unele cu altele. Dar din punctul de vedere al caracteristicilor şi capacităţilor, rasele umane sunt identice şi sunt supuse evoluţiei în aceeaşi măsură. Reprezentanţii diferitelor rase se pot încrucişa nelimitat, au aceleaşi grupe de sânge, suferă de aceleaşi

boli. La moment, s-a produs un amestec masiv al raselor, cauzat de migraţii imense ale populaţiilor şi a procesului de globalizare.

În concluzie, originile şi evoluţia omului sunt explicate de diferite teorii, unele dintre care sunt evidenţiate mai jos:

Rasismul (J.A. Gobineau, 1853) – presupune superioritatea unei rase.

Social-darwinismul – absolutizează importanţa factorilor biologici în evoluţia omului.

Teoria fetalizării – susţine că omul este o ramură rămasă în urmă în evoluţia maimuţei.

Teoria accidentului cromozomial (J. de Grouchy, 1973) – după această teorie, omul este rezultatul unui accident cromozomial cu reducerea numărului de la 48 la 46.

Teoria degradării omului – omul degradează datorită acumulării genelor recesive „rele" (poverii genetice).

Teoria gigantismului mintal (Roginski, Nesturch, Chapman) – evoluţia omului va merge spre *Homo sapientisimus*.

Eugenia (F.Galton, 1883) – presupune îmbunătăţirea calităţilor ereditare ale populaţiilor umane.

Teoria biosocială – omul este rezultatul acţiunilor interdependente ale factorilor biologici şi sociali.

Bibliografie selectivă:

1. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
2. **Gheţea, L.G.** *Evoluţionism*. Bucureşti: Ars Docendi, 2008.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

6.1. ANTROPOGENEZA

1. Numiţi criteriile de umanizare.

2. Prezentaţi într-o schemă poziţia sistematică a omului, evidenţiind unităţile taxonomice principale în limba latină.

3. Alcătuiţi un material didactic ilustrativ în care să prezentaţi căile posibile evolutive ale omului.

4. Scrieţi cel puţin 3 asemănări şi 3 deosebiri între factorii biologici şi cei sociali ai antropogenezei conform algoritmului prezentat.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri

Factorii biologici	Criterii de comparare	Factorii sociali
1.		
2.		
3.		

5. Evidenţiaţi cuvântul care nu corespunde seriilor prezentate şi argumentaţi de ce le-aţi selectat.

A: pitecantrop; australopitec; gigantopitec; ramapitec

B: omul; gorila; cimpanzeul; gibonul.

A.

_____

_____

B.

_____

_____

6. Prezentaţi dovezi ale originii animale a omului.

7. Realizaţi o prezentare PowerPoint la tema: *Originea omului.*

7. EVOLUŢIONISMUL CONTEMPORAN

Obiective de referinţă:

- Distingerea problemelor evoluţionismului
- Definirea semnificaţiei evoluţionismului
- Compararea teoriilor evoluţioniste
- Argumentarea semnificaţiei evoluţionismului
- Estimarea impactului evoluţionismului asupra disciplinelor biologice
- Evaluarea diferitelor teorii evoluţioniste

7.1. Teorii evoluţioniste moderne

7.1.1. Teoria neutrală a evoluţiei

În anul 1968 M. Kimura a realizat unele demonstraţii după care modificările în secvenţa de baze azotate, determinate de substituţii de aminoacizi, nu alterează esenţial funcţia proteinei şi nu modifică capacitatea de adaptare (*fitness*-ul) a individului biologic. Astfel, aceste mutaţii sunt neutre din punct de vedere evolutiv. Fixarea unei asemenea alele modificate în genofondul populaţional nu este rezultatul acţiunii selecţiei naturale, ci mai curând este un proces randomizat. Kimura a studiat rata de substituţie a aminoacizilor în diferite proteine la diferite specii de organisme ca urmare a mutaţiei genice punctiforme. Speciile apropiate filogenetic prezintă în proteinele corespunzătoare un număr mai mic de substituţii de aminoacizi faţă de cele neînrudite filogenetic. Astfel, studiul comparativ al citocromului c – proteină întâlnită de la bacterii până la om şi care participă în lanţul transportor de electroni dintre citocrom-reductază şi citocromoxidază, fiind alcătuit dintr-o catenă de 104 aminoacizi şi legată de o moleculă de hem, arată că secvenţa de aminoacizi implicată în legarea la hem a rămas neschimbată încă din vremea când regnul vegetal s-a separat de cel animal, această secvenţă fiind implicată la toate organismele în realizarea aceleiaşi funcţii. Această funcţie, fiind

esenţială, a făcut ca selecţia naturală să nu „permită” abateri de la secvenţa iniţială de aminoacizi care ar fi alterat-o. Ca urmare, ea a fost conservată de-a lungul sutelor de milioane şi miliardelor de ani.

Aceeaşi situaţie se întâlneşte în cazul histonei IV care îndeplineşte aceeaşi funcţie la toate eucariotele. Ea a suferit foarte puţine substituţii de aminoacizi, fiind foarte asemănătoare la specii foarte îndepărtate din punct de vedere filogenetic, cum ar fi mazărea (*Pisum sativum*) dintre plante, şi bovinele (*Bos sp.*) dintre animale.

Alte proteine, precum fibrinopeptidele implicate în coagularea sângelui, au suferit numeroase substituţii de aminoacizi în cursul evoluţiei vertebratelor.

Deoarece diferite gene suferă o mutaţie cu o rată constantă de-a lungul unor lungi perioade de timp, adepţii teoriei neutrale a evoluţiei consideră că o asemenea rată constantă de fixare a mutaţiilor nu ar putea să se datoreze acţiunii selecţiei naturale, ci numai unor procese randomizate şi existenţei unor „ceasuri biologice” care fac ca o mutaţie oarecare să apară cu o anumită rată şi să fie fixată în genofondul populaţional nu prin acţiunea selecţiei naturale, ci prin şansă. Ca urmare, se apreciază că majoritatea mutaţiilor sunt neutre selectiv, selecţia naturală nefăcând altceva decât să menţină şi să protejeze aceste mutaţii fixate randomizat în genofondul populaţional.

După concepţia neutralistă Kimura-Ohta, polimorfismul intraindividual şi intraspecific ar fi mai curând rezultatul apariţiei şi menţinerii mutaţiilor neutre (drift genetic) şi nu atât al acţiunii selecţiei naturale.

Variaţia enormă pusă în evidenţă de studiile de nivel molecular al substituţiilor de baze azotate sau de aminoacizi reprezintă una din bazele teoriei neutrale. Neutraliştii contestă că cea mai mare parte a diferenţelor genetice se află sub controlul selecţiei naturale, aşa cum susţin adepţii teoriei sintetice – selecţioniştii. După neutralişti, cea mai mare parte a diferenţelor genetice din cadrul speciilor nici nu dezavantajează, nici nu dăunează supravieţuirii organismelor şi persistenţei lor în populaţie sau eliminării lor din populaţie, acestea fiind o chestiune de şansă (de întâmplare).

Dimpotrivă, teoria sintetică a evoluţiei, ai cărei reprezentanţi sunt numiţi selecţionişti, deoarece supraestimează rolul selecţiei naturale în realizarea acestei diversităţi, admite că în fiecare generaţie apare aşa de multă variaţie că şi în situaţia în care s-ar admite că cea mai mare parte a ei este neutră adaptativ/selectiv, diferenţele ce au un efect adaptativ vor oferi suficient material de construcţie pentru forţa creatoare a selecţiei naturale. Rezultă de aici că discuţia neutraliştilor cu selecţionistii ar trebui să stabilească nu implicarea exclusivă a mutaţiilor neutre sau a selecţiei darwiniene, ci cât din variaţia genetică apărută în populaţie persistă prin întâmplare/şansă, proces numit drift sau derivă genetică, şi cât din ea persistă prin acţiunea selecţiei naturale, deoarece conferă un anumit avantaj adaptativ. O mutaţie de substituţie care apare în a treia bază a unui codon, o poziţie care este „oscilantă" („*wobble*"), produce un codon nou, dar acesta este cel mai adesea sinonim cu cel iniţial, în traducere, codificând pentru acelaşi aminoacid ca şi codonul vechi. Asemenea mutaţii se numesc „silenţioase", deoarece nu afectează proteina codificată de genă şi ele pot fi într-adevăr neutre adaptativ, frecvenţa lor în populaţie fiind determinată în mare măsură de întâmplare. Nu aceleaşi lucruri se întâmplă cu mutaţiile punctiforme care afectează bazele azotate din poziţia 1 sau 2 a tripletului (codonului), acestea ducând la apariţia unui codon nou, care codifică pentru un aminoacid diferit şi asemenea mutaţii cad sub controlul selecţiei naturale. Bunăoară, frecvenţa mutaţiei ce cauzează o diferenţă de un singur aminoacid dintre hemoglobina anormală (HbS) sintetizează în eritrocitele în formă de seceră în cazul anemiei falciforme (drepanocitoză) şi hemoglobina normală (HbA) este clar sub controlul selecţiei naturale. Când un individ are două copii ale alelei pentru anemia falciformă (HbSHbS) mutaţia este letală, dar heterozigoţia (HbAHbS) permite purtătorului să fie rezonabil de sănătos, dar ca o compensaţie îi conferă rezistenţa la malarie. De aceea, frecvenţa unei asemenea mutaţii, în esenţă detrimentală, este considerabil de înaltă, în populaţiile bântuite de malarie.

Evoluţia moleculară este mai mult dependentă de ani decât de numărul de generaţii. Dacă selecţia pozitivă ar fi dirijat evoluţia moleculară, atunci ar fi trebuit ca ratele de evoluţie la speciile cu durată scurtă de viaţă, dar cu multe generaţii pe an precum fluturii şi rozătoarele să fie mai mari decât la speciile cu durată mai mare de viaţă şi cu timp de generaţie mai mare, cum sunt primatele superioare. Investigaţiile de nivel molecular au dovedit însă că înlocuirile de baze s-au acumulat cu o aceeaşi rată în secvenţele codificatoare în ambele grupe evolutive, ceea ce este în acord cu teoria neutrală a evoluţiei.

Esenţa teoriei neutrale este evoluţia prin drift randomic. Ea prezice pierderea funcţiei genelor care nu sunt exprimate, explicând de ce cel de al treilea sit al unui triplet s-ar fi schimbat mai rapid şi de ce rata mai rapidă de schimbare apare şi la multe secvenţe neexprimate (netraduse).

Raportul schimbărilor de nucleotide în cel de al treilea sit al unui triplet faţă de schimbările în primele două situri este, potrivit teoriei neutrale, mai mare în proteinele ce evoluează mai încet.

Adepţii teoriei sintetice a evoluţiei totuşi nu cred că teoria lor poate fi substituită de teoria neutralistă, cele două teorii putând fi reconciliate. De exemplu, ei interpretează dovada existenţei unui ceas molecular ca însemnând că ratele selecţiei au fost în mare măsură constante pe perioade extrem de lungi de timp şi dezvoltă raţionamente spre a explica de ce s-a întâmplat acest fapt.

Şi totuşi, deşi divergenţele dintre poziţia neutralistă şi cea selecţionistă nu au fost direct rezolvate, teoria neutralistă a fost progresiv acceptată datorită succesului său în a face preziceri care au fost susţinute experimental. Dimpotrivă, panselecţioniştii nu pot realiza preziceri şi trebuie să se bazeze pe explicaţii ad-hoc, după ce se obţin date noi, şi nu s-a dovedit că diferitele lor afirmaţii ad-hoc sunt compatibile cu un model generalizator.

Este evident că teoria neutralistă a făcut preziceri care au testat şi susţinut poziţia neutralistă după care o proporţie mare de schimbări de nucleotide are caracter neutral. Ea îmbogăţeşte darwinismul, fără a avea puterea de a-l substitui.

În lucrările cu previziune matematică, efectuate de către Kimura şi Ohta, ce stau la baza unor concepţii evoluţioniste cunoscută sub numele de evoluţie nondarwiniană sau evoluţie prin procese aleatorii se consideră că cea mai mare parte a mutaţiilor, şi în mod particular mutaţiile genelor pentru enzime, fiind neutre din punct de vedere selectiv, nu fac obiectul de acţiune al selecţiei naturale, fiind fixate în populaţii prin procese pur aleatorii, adică prin jocul întâmplării al derivei sau al driftului genetic. Această explicaţie constituie o alternativă a teoriei selecţiei naturale, explicând acest paradox al polimorfismului enzimatic (dacă ar acţiona selecţia naturală în conturarea acestui polimorfism, el nu ar fi atât de înalt, selecţia favorizând doar câteva variante, eliminând cele mai multe dintre variantele populaţiei, ceea ce nu este cazul, mai ales atunci când se studiază variantele enzimatice).

Argumentul teoretic care susţine teoria neutralistă este degenerarea codului genetic: mai mulţi codoni codifică acelaşi aminoacid, de exemplu, 6 codoni diferiţi codifică leucina, serina sau arginina, câte 4 codoni codifică glicina, alanina etc. Astfel, există mutaţii care schimbă un codon într-un codon sinonim care codifică acelaşi aminoacid, proteinele formate, deşi a avut loc mutaţia, prezentând aceeaşi secvenţă de aminoacizi şi deci au funcţia neschimbată.

Teoria evoluţiei prin procese aleatoare sau teoria neutralistă a evoluţiei enunţată de către Kimura permite un număr de previziuni teoretice, cum ar fi cantitatea de polimorfism, numărul de alele ale diferitelor gene, efectele mutaţiei şi migraţiei, validitatea sa putând fi testată în confruntare cu previziunile realităţilor biologice. Problema poate fi abordată pe două căi:

1) examinarea populaţiilor naturale, evaluarea polimorfismului şi compararea parametrilor măsuraţi cu previziunile teoretice;

2) măsurarea directă a valorii selective a aloenzimelor în populaţiile experimentale şi analiza mecanismelor de evoluţie a acestor populaţii.

Teoria neutralistă a fost testată în numeroase laboratoare precum cele ale lui Lewontin şi Hubby, Harris, Prakash, Kojima şi Ayala. Au

fost analizate numeroase populaţii naturale ale diferitelor specii din punctul de vedere al enzimelor şi a fost evaluată frecvenţa unui anumit număr de aloenzime. La *Drosophila willistoni* s-au analizat aloenzimele esterazelor 2 şi 3. Frecvenţa aceleiaşi alele în diversele populaţii relevă o stabilitate impresionantă. Alte enzime se prezintă asemănător în diferite populaţii, rezultat care pare puţin comparabil cu teoria aleatorie. Kimura a explicat această contradicţie, imaginând că presiunile puternice de migraţie au transformat în final ansamblul populaţiilor unei specii într-o vastă populaţie panmictică. Oricum, variabilitatea devine indispensabilă adaptării la schmbările de mediu.

7.1.2. Teoria echilibrului intermitent (punctuat)

Opus gradualismului darwinist şi al teoriei sintetice a evoluţiei s-a pronunţat saltaţionismul. Teoriile saltaţioniste s-au întemeiat pe critica subtilă a geneticii clasice adusă de R. Goldschmidt, după care evoluţia pe calea mutaţiilor şi selecţiei naturale poate produce doar specii, pe când geneza tipurilor de organizare transspecifică (genuri, familii, ordine etc.) ar fi inexplicabilă prin acumulare îndelungată a micilor efecte mutaţionist-selecţioniste. După Goldschmidt, clasele şi încrengăturile noi apar ca urmare a remanierii bruşte şi spontane a întregului sistem cromozomial, adică printr-o macromutaţie sau saltaţie. Dar, un asemenea eveniment nu a fost deocamdată demonstrat. Susţinător al saltaţionismului a fost paleontologul Schindewolf, autor al teoriei tipostrofismului, declarată antidarwinistă, considerând că evoluţia filumurilor se realizează ca o succesiune inexorabilă de trei faze – un ciclu închis din care nu există ieşire: tipogeneza, tipostaza şi tipoliza. După apariţia unui filum dat (tipogeneza) are loc o „înflorire" a sa (tipostaza), urmată de o dispariţie irevocabilă (tipoliza). Aşa cum prezintă Schindewolf lucrurile, în evoluţie intervine o preconfiguraţie care determină desfăşurarea sa, un Gestat de natură logică.

Argumentaţia adusă de tipostrofism este şubredă. Dacă am admite tipostrofismul sau ar fi trebui să fi dispărut de mult toate vieţuitoarele, sau să asistăm la procese de creaţie succesive. Ori, se ştie că

unele forme de viaţă precum Archebacteriile şi algele albastre-verzi (Cianobacteriile) au rămas practic neschimbate de când au apărut, adică de acum circa 2 miliarde de ani.

Saltaţionismul este susţinut de paleontologi precum S.J. Gould şi N.Eldredge (1972) care, analizând depozitele fosile, acolo unde straturile geologice sunt complete, au constatat că după o prezenţă pentru mult timp a resturilor fosile ale unei specii (stază evolutivă), acestea dispar, pentru a reapare (echilibru întrerupt sau intermitent) după mult timp ca resturi ale unei specii înrudite, ceea ce le-a sugerat o evoluţie de tip saltatoriu pe care o numesc cu terminologia de echilibru punctuat, echilibru întrerupt sau echilibru intermitent. Existenţa stazelor evolutive prelungite în evoluţia speciilor biologice ar fi consecinţa acţiunii selecţiei stabilizatoare; în consecinţă, în evoluţia speciilor de fapt nu există momente neadaptative.

Analiza evoluţiei morfologice realizată prin studiul fosilelor a permis lui Niles Eldredge de la Muzeul american de Istorie naturală şi lui Stephen Jay Gould de la Harvard University să formuleze teoria echilibrului punctuat. Dacă neutraliştii pretind pe baza analizei moleculare că rata evoluţiei moleculare este prea uniformă pentru a veni în sprijinul teoriei sintetice, adepţii teoriei echlibrului punctuat, numiţi şi punctualişti, argumentează pe baze paleontologice că rata evoluţiei morfologice este mai puţin uniformă decât este ea considerată de teoria sintetică.

Eldredge şi Gould resping explicaţia dată de către Simpson şi alţii pentru raritatea sau absenţa din identificările fosile a specimenelor care sunt intermediare, în ceea ce priveşte morfologia, între formele fosile succesive, că asemenea identificări sunt incomplete. În schimb ei consideră identificările de fosile ca având valoarea lor reală şi exactă şi susţin că apariţia abruptă a unor specii fosile reflectă dezvoltarea lor în cursul evoluţiei, după care speciile se pot schimba puţin de-a lungul a milioane de ani.

Ei adoptă noţiunea de punctualism, sau de echilibru punctuat, spre a desemna această apariţie bruscă de specii urmată de o lungă perioadă de „linişte" evolutivă (de echilibru), punctuată apoi de apariţia

unei alte specii ş.a.m.d. Imaginea pe care o sugerează termenul de echilibru punctuat este opusă aceleia de gradualism sugerată de teoria sintetică care admite o evoluţie gradată cu acumularea treptată în timp de noi caractere, fără salturi. Gradualismul este deci opus punctualismului în care schimbările rapide alternează cu lungi perioade de stagnare sau de stază evolutivă.

În sprijinul acestui concept de evoluţie mozaicată se dă exemplu păsării fosile *Archaeopteryx* care a făcut trecerea de la reptile la păsări. Această formă de trecere avea schelet care purta încă caracteristici de reptile, dar prezenta corpul acoperit de pene – caracter tipic de pasăre. Tot astfel, speciile de *Australopithecus* aveau membrele posterioare asemănătoare cu ale omului care le dădea posibilitatea unui mers biped cu staţiune erectă, dar capacitatea cutiei craniene era mai aproape de Simieni decât de Hominid.

Eldredge şi Gould consideră că anageneza (schimbarea în morfologie de-a lungul unei linii evolutive) şi cladogeneza (separarea unei specii date în două specii) sunt asociate cauzal. Ei susţin că există o scurtă perioadă explozivă de schimbare morfologică precisă când o populaţie mică suferă divergenţa faţă de o specie originală şi formează o nouă specie. Schimbarea mică care a apărut apoi se adânceşte până ce speciile fie că dispar, fie că dau naştere la alte specii.

Popper (1976) afirmă că gradualismul este una din tezele majore ale teoriei sintetice. Dar, mulţi paleontologi (Eldredge şi Gould, 1972; Stanley, 1979) reluând conceptul lui Goldschmidt (1943) de transmutaţie a speciilor biologice au descris un model de echilibru punctuat sau punctat în recordurile fosile: o perioadă de schimbare rapidă este urmată de lungi perioade de stază evolutivă, de stagnare. Aceşti autori nu au putut să vadă schimbarea gradată de la o specie la alta, pretinsă de teoria sintetică.

Biologia moleculară modernă a arătat că procesul evolutiv de la nivelul secvenţelor ADN este de departe mai complex decât s-a crezut, ceea ce pune uneori sub semnul incertitudinii anumite concluzii trase mai înainte de către adepţii teoriei sintetice a evoluţiei. Ea a oferit posibilităţi de răspuns referitoare la modelul în care informaţia

genetică se acumulează în decursul istoriei evolutive a lumii vii, ceea ce nu a putut să se realizeze în cadrul concepţiei sintetice „clasice”. Neutraliştii şi selecţioniştii, deşi aparent se află pe poziţii opuse, pot reţine postulatele lor de bază în cadrul unei teorii actualizate, adică corespunzătoare situaţiei actuale a cunoaşterii viului, acordându-se şansei o importanţă mai mare în realizarea variaţiei genetice. Unele aserţiuni ale echilibrului punctuat pot fi reţinute în cadrul unei noi sinteze moderne a evoluţiei, mai ales în ceea ce priveşte conceptul de stază evolutivă şi evoluţie mozaicată. Viitoarea sinteză modernă a principiilor evoluţioniste de biologie moleculară vor fi mai bine, mai coerent, integrate concepţiei darwiniste despre evoluţie prin selecţie naturală.

7.2. Problemele şi semnificaţia evoluţionismului

Spre deosebire de creationism, care în cele din urmă se bazează pe actul creator al forţei divine, evoluţionismul încearcă să explice originea şi evoluţia vieţuitoarelor prin legităţi naturale. În cadrul cursului prezentat am elucidat poziţiile-cheie ale diferitelor teorii, unele fiind mai convingătoare, altele – mai puţin convingătoare. Aceasta nu înseamnă că şi aceste teorii sau evoluţionismul în ansamblu nu au anumite probleme. Printre problemele principale cu care se confruntă evoluţionismul pot fi menţionate:

- Elucidarea legităţilor evoluţiei ecosistemelor naturale;
- Descrierea evoluţiei populaţiilor ca sisteme structurale ecologice;
- Explicarea mecanismelor evoluţiei ontogenezei organismelor;
- Realizarea evoluţiei la nivel de biocenoze;
- Elucidarea mecanismelor evoluţiei la nivel molecular-genetic;
- Problema filogenezei şi originii taxoanelor mari (supraspecifice);
- Problema resturilor fosile şi a lipsei formelor de trecere dintre diferite grupuri de organisme;
- Confirmarea experimentală şi puterea de convingere.

Aceste probleme sunt generate de disputa permanentă despre originea şi diversitatea vieţuitoarelor. În acelaşi timp, nu trebuie să uităm de acele avantaje care au fost generate de dezvoltarea evoluţionismului ca concenţie ştiinţifică. Evoluţionismul reprezintă baza teoretică a dezvoltării ştiinţelor biologice. Pe parcursul dezvoltării sale el şi-a adus contribuţia sa:

- **istorică** – a încercat să explice apariţia şi dezvoltarea vieţuitoarelor prin prisma legităţilor naturale (istorice);
- **materialistă** – a explicat diversitatea organismelor vii ca rezultat al unui proces complex de adaptare la factorii biotici şi abiotici ai mediului înconjurător;
- **dialectică** – a demonstrat prezenţa devoltării de la simplu la compus, de la particular la general;
- **metodică** – a oferit o nouă metodă de studii (metoda istorică) şi a impulsionat dezvoltarea diferitelor discipline biologice şi nu numai;
- **gnoseologică** – a extins orizontul cunoaşterii, elucidând mecanismele acţiunii selecţiei naturale la nivel molecular-genetic.

În concluzie, afirmaţiile renumitului biolog român Emil Racovită sunt actuale până în prezent, şi anume – el spunea: „Evoluţia biologică este un fapt – rămân în discuţie căile pe care se realizează ea”.

Bibliografie selectivă:

1. **Botnariuc, N.** *Evoluţionismul în impas?* Bucureşti: Ed. Academiei, 1992.
2. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.

ACTIVITĂŢI DE ÎNVĂŢARE

7.1. EVOLUŢIONISMUL CONTEMPORAN

1. Selectaţi răspunsul corect.

1.1. Care dintre teoriile prezentate sunt neolamarckiste?

a) ectogeneza

b) autogeneza
c) nomogeneza
d) psiholamarckismul
e) toate

1.2.Cine este considerat fondatorul teoriei evoluţiei graduate?

a) Eldredge şi Could
b) Kimura şi Ohta
c) Kurdium
d) Wiesmann
e) Lâsenko

1.3. Cui aparţine afirmaţia: „Evoluţia biologică este un fapt, rămân în discuţie doar căile pe care ea se realizează”?

a) G.L. Buffon
b) A. Weismann
c) J. Huxley
d) J.B. Haldane
e) E. Racoviţă
f) Ch. Darwin

1.4. Care dintre afirmaţii nu este adevărată referitor la teoria sintetică a evoluţiei?

a) evoluţia biologică este un fenomen individual
b) evoluţia biologică este un fenomen populaţional
c) selecţia naturală este forţa motrice principală
d) nu toate caracterele dobândite se moştenesc

2. Asociazţi teoria din coloana A cu savanţii din coloana B.

A	**B**
a) Neolamarckism _____	1. L. Berg 2.T. Lâsenko
b) Teoria sintetică a evoluţiei _____	3. S.Chetverikov 4. E. Cope 5. J. Huxley 6. E. Mayr

3. Scrieţi o propoziţie cu cuvintele sau îmbinările de cuvinte prezentate despre teoria neutrală a evoluţiei.

a) este o teorie darwiniană – antidarwiniană
b) evidenţiază rolul determinant în evoluţie a selecţiei naturale – a mutaţiilor – a întâmplării
c) a fost fondată de Eldredge şi Gould – Kimura şi Ohta – Kurdium

4. Citiţi afirmaţia alcătuită din două părţi, ambele adevărate. Încercuiţi „Da” dacă a doua parte o explică pe prima şi „Nu” dacă a doua parte nu o explică pe prima. Scrieţi afirmaţia corectă.

4.1. **Da Nu** Evoluţionismul are o semnificaţie metodologică, deoarece susţine transformarea şi evoluţia vieţuitoarelor.

_____

4.2. **Da Nu** Evoluţionismul este o disciplină biologică complexă, deoarece se bazează pe rezultatele obţinute de majoritatea disciplinelor biologice.

_____

5. În baza metodei SWOT alcătuiţi o comunicare la tema: *Evoluţionismul contemporan – realizări şi promisiuni.*

Bibliografie

1. **Botnariuc, N.** *Evoluţionismul în impas?* Bucureşti: Ed. Academiei, 1992.
2. **Ceapoiu, N.** *Evoluţia speciilor*. Bucureşti: Ed. Academiei, 1980.
3. **Gavrilă, L., Leşanu, M.** *Evoluţionismul*. Chişinău: CEP USM, 2007.
4. **Gheţea, L.G.** *Evoluţionism*. Bucureşti: Ars Docendi, 2008.
5. **Mohan, Gh., Neacşu, P.** *Teorii, legi, ipoteze şi concepţii în biologie*. Bucureşti: Scaiul, 1992.
6. **Mustaţă, Gh.** *Evoluţia prin asociere şi edificarea organismelor*. Bucureşti: Vremea, 2009.
7. **Mustaţă, Gh.** *Evoluţia prin asocierea şi întrajutorarea organismelor*. Bucureşti: Ed. Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România, 2010.
8. **Грант, И.** *Эволюция организмов*. Москва: Мир, 1980.
9. **Майр, Э.** *Популяции, виды и эволюция*. Москва: Мир, 1984.
10. **Северцов, С.А.** *Введение в теорию эволюции*. Москва: Изд. МГУ, 1981.
11. **Тимофеев-Рессовский, Н.В., Яблоков, А.В.** *Краткий очерк теории эволюции*. Москва: Наука, 1977.
12. **Яблоков, А.В., Юсуфов, А.Т.** *Эволюционное учение*. Москва: Высшая школа, 1989.

Mihai LEŞANU

EVOLUŢIONISMUL

Suport de curs

Redactare: *Antonina Dembiţchi*
Machetare computerizată: *Tatiana Capliuc*

Bun de tipar *28.12.2017*. Formatul *60×84 1/16*
Coli de tipar *14,1*. Coli editoriale *10,0*.
Comanda *69*. Tirajul *50 ex.*

Centrul Editorial-Poligrafic al USM
str. Al.Mateevici, 60, Chişinău, MD-2009