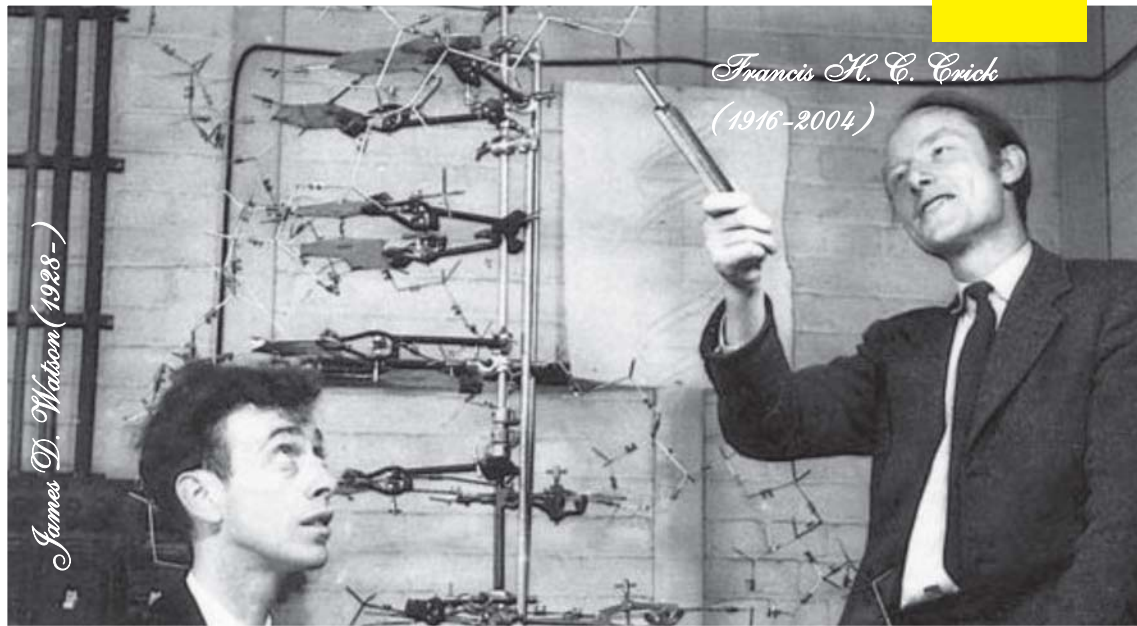


Ministerul Educației, Cercetării și Tineretului

MIHAELA GARABET SANDA FĂTU
GABRIELA APOSTOL DANA BOBOCEA

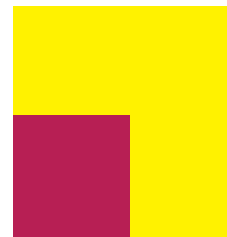
Manual pentru clasa a 12-a



ȘTIINȚE

Editura
ALL





MIHAELA GARABET
SANDA FĂTU
GABRIELA APOSTOL
DANA BOBOCEA

ȘTIINȚE

Manual pentru clasa a 12-a

**filiera teoretică / profil umanist /
specializarea: filologie;
filiera vocațională / profil teologic;
filiera vocațională / profil pedagogic /
specializările: bibliotecar-documentarist,
instructor-animator, pedagog școlar**

Editura
ALL



Această carte în format digital (e-book) intră sub incidența drepturilor de autor și a fost creată exclusiv pentru a fi citită utilizând dispozitivul personal pe care a fost descărcată. Oricare alte metode de utilizare, dintre care fac parte împrumutul sau schimbul, reproducerea integrală sau parțială a textului, punerea acestuia la dispoziția publicului, inclusiv prin intermediul Internetului sau a rețelelor de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme – altele decât cele pe care a fost descărcată – care permit recuperarea informațiilor, revânzarea sau comercializarea sub orice formă a acestui text, precum și alte fapte similare, săvârșite fără acordul scris al persoanei care deține drepturile de autor, sunt o încălcare a legislației referitoare la proprietatea intelectuală și vor fi pedepsite penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

ȘTIINȚE – Manual pentru clasa a 12-a

Mihaela GARABET, Sanda FĂTU, Gabriela APOSTOL, Dana BOBOCEA

Copyright © 2007, 2012 ALL EDUCATIONAL

ISBN 978-973-684-802-5

Manualul a fost aprobat prin Ordinul ministrului Educației, Cercetării și Tineretului nr. 1262/43 din 6.06.2007 în urma evaluării calitative și este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată prin Ordin al ministrului Educației și Cercetării nr. 5959 din 22.12.2006.

Referenți: **prof. gr. I Liviu Blanariu**
prof. gr. I Daniela Beuran

Coperta colecției: **Alexandru Novac**

Redactor: **Mariana Cărbuna**

Tehnoredactare: **Bulmez Florian**

Editura ALL

Bd. Constructorilor nr. 20A, et. 3,
sector 6, cod 060512, București
Tel.: 021 402 26 00
Fax: 021 402 26 10

Distribuție:

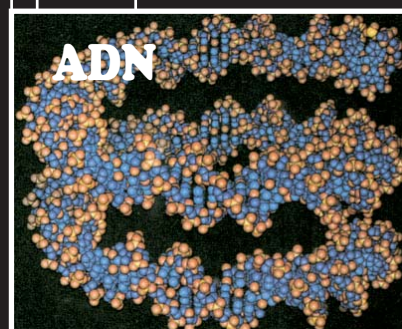
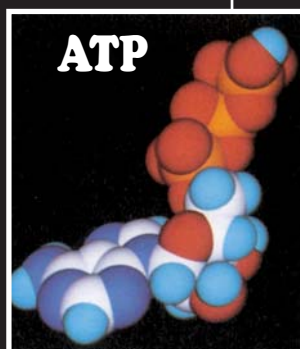
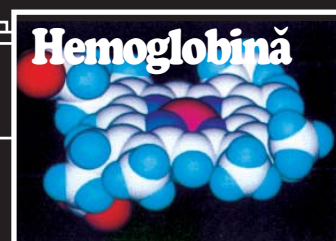
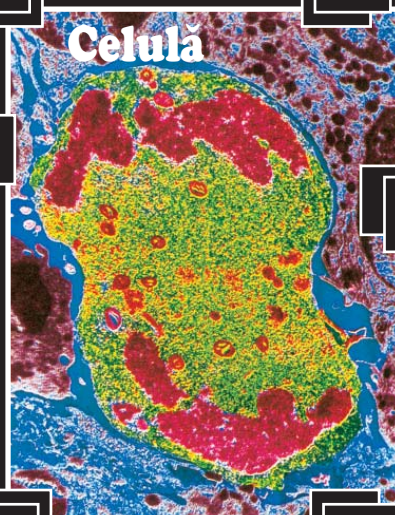
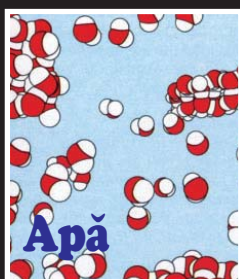
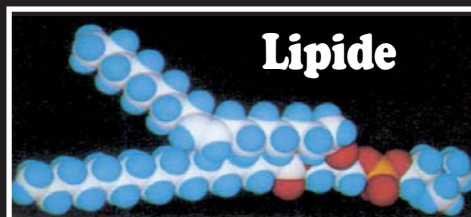
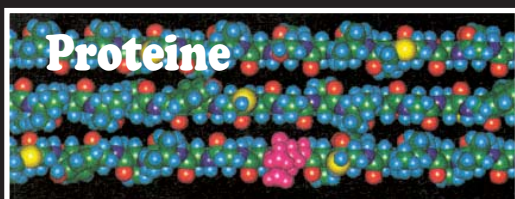
021 402 26 30; 021 402 26 33

Comenzi:

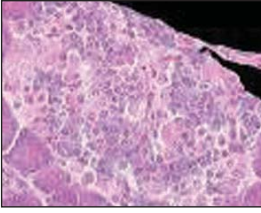
comenzi@all.ro

www.all.ro

Capitolul 1. Molecule

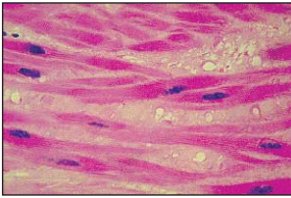


Celule glandulare endocrine



- asigură elaborarea hormonilor

Celule musculare

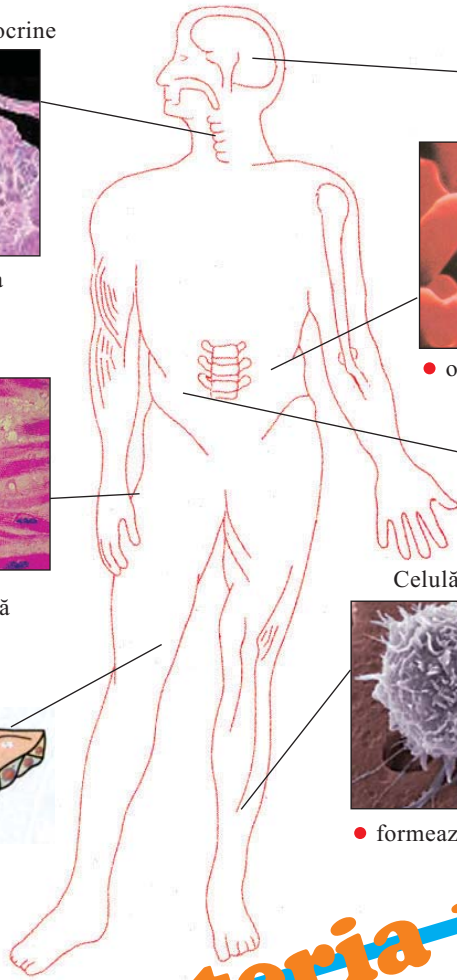


- sunt elastice, asigură mișcarea

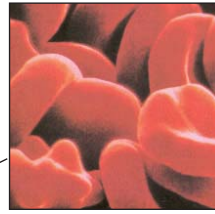
Celule epiteliale



- se înprospătează la 20-30 de zile

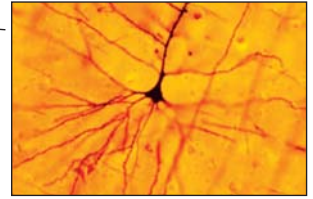


Hematii



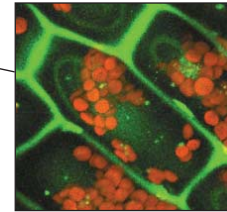
- o hematocit trăiește 120 de zile

Celule nervoase



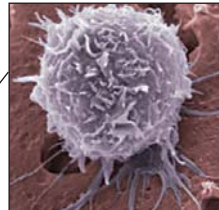
- un neuron poate trăi până la 80 de ani

Celule hepatice



- un adevărat laborator detoxifiant

Celulă osoasă



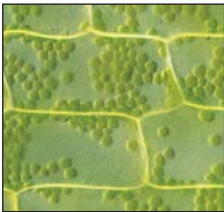
- formează scheletul

Materia vie

Celule reproducătoare

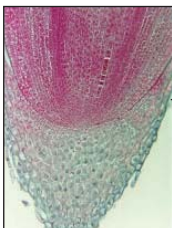


Celule vegetale



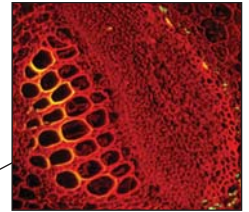
- realizează procesul metabolic de fotosinteză

Celule absorbante



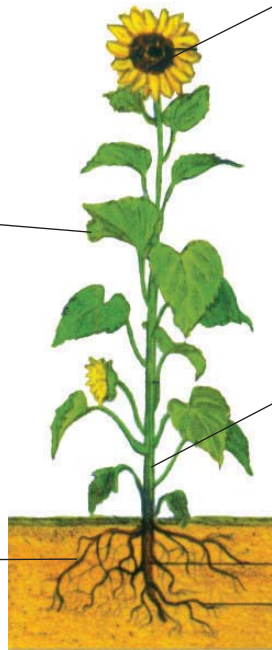
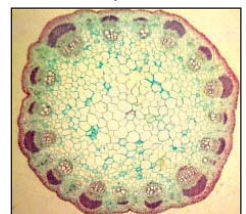
- asigură osmoza în rădăcină

Celule de susținere



- asigură susținerea organelor plantei

Celule care formează vase liberiene și lemnoase



▲ Tipuri de celule care intră în alcătuirea materiei vii.

Moleculele vieții

Compoziția chimică a materiei vii

Organismele vii, ca forma cea mai evoluată a materiei, reprezintă sisteme extrem de complexe, chiar și în cazul celui mai mic organism unicelular, în compoziția cărora intră o serie de elemente chimice, atât din rândul nemetalelor, cât și din cel al metalelor.

În materia vie, elementele nu există sub formă liberă, ci sub formă de combinații organice și uneori anorganice.

Până în prezent s-a decelat în organismele vii un număr de peste 40 de elemente chimice, dintre care 24 sunt indispensabile vieții.

În funcție de cantitatea existentă în organismele vii, aceste elemente se împart în:

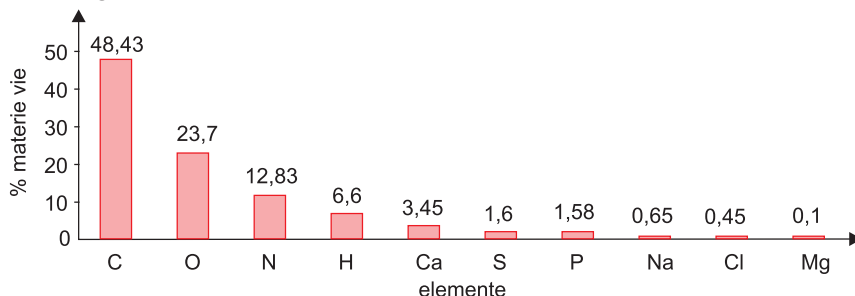
- *elemente plastice, macroelemente sau elemente de constituție* (cantități mari): C, H, O, N, P, S;
- *oligoelemente sau microelemente* (cantități foarte mici): Cl, K, Ca, Mg, Si, Br, F, I, Al, Cu, Fe, Zn, Se, Si etc.

În compoziția elementară a organismelor animale și vegetale intră aceleași elemente chimice, însă în proporții diferite.

În tabelul de mai jos este prezentat conținutul mediu de carbon, oxigen, hidrogen, azot din plantele verzi, din corpul mamiferelor și al omului.

Organism	Carbon, %	Oxigen, %	Hidrogen, %	Azot, %
Vegetal	54	38	7	0,03
Animal	21	62	10	3,00
Uman	21,15	62,43	9,86	3,10

Compoziția elementară a organismelor animale variază în limite largi pe scala evolutivă. Compoziția elementară a corpului uman este redată în următorul grafic:



▲ Compoziția chimică a organismului uman raportată la materia vie.

Dintre toate elementele care se găsesc în organismele vii, carbonul, hidrogenul, oxigenul și azotul poartă denumirea de **elemente vitale**, deoarece prin distrugerea oxidativă a materialului vegetal, ele se elimină sub formă de dioxid de carbon, apă și azot. Restul elementelor sunt numite **elemente fixe**, deoarece prin distrugerea oxidativă a materialului vegetal, ele rămân sub formă de compuși în cenușă. În cenușa plantelor au fost identificate mai multe elemente chimice decât în cea a organismelor animale. Conținutul de cenușă și compoziția acesteia variază în funcție de specie, organ, vârstă și perioada de vegetație (cenușa frunzelor conține Ca, Mg, K, Si etc., iar a semințelor mult fosfor).

Știința care aplică metodele chimice de investigație în studierea tuturor manifestărilor vieții se numește biochimie. Biochimia are două direcții de cercetare: compoziția chimică a materiei și procesele chimice care au loc în organismele vii.

Activitate de evaluare

Carbonul, constituentul esențial al materiei vii, se găsește în patru mari rezervoare: atmosferă, hidrosferă (oceane), biosferă și litosferă (roci și sedimente carbonatate, combustibili fosili).

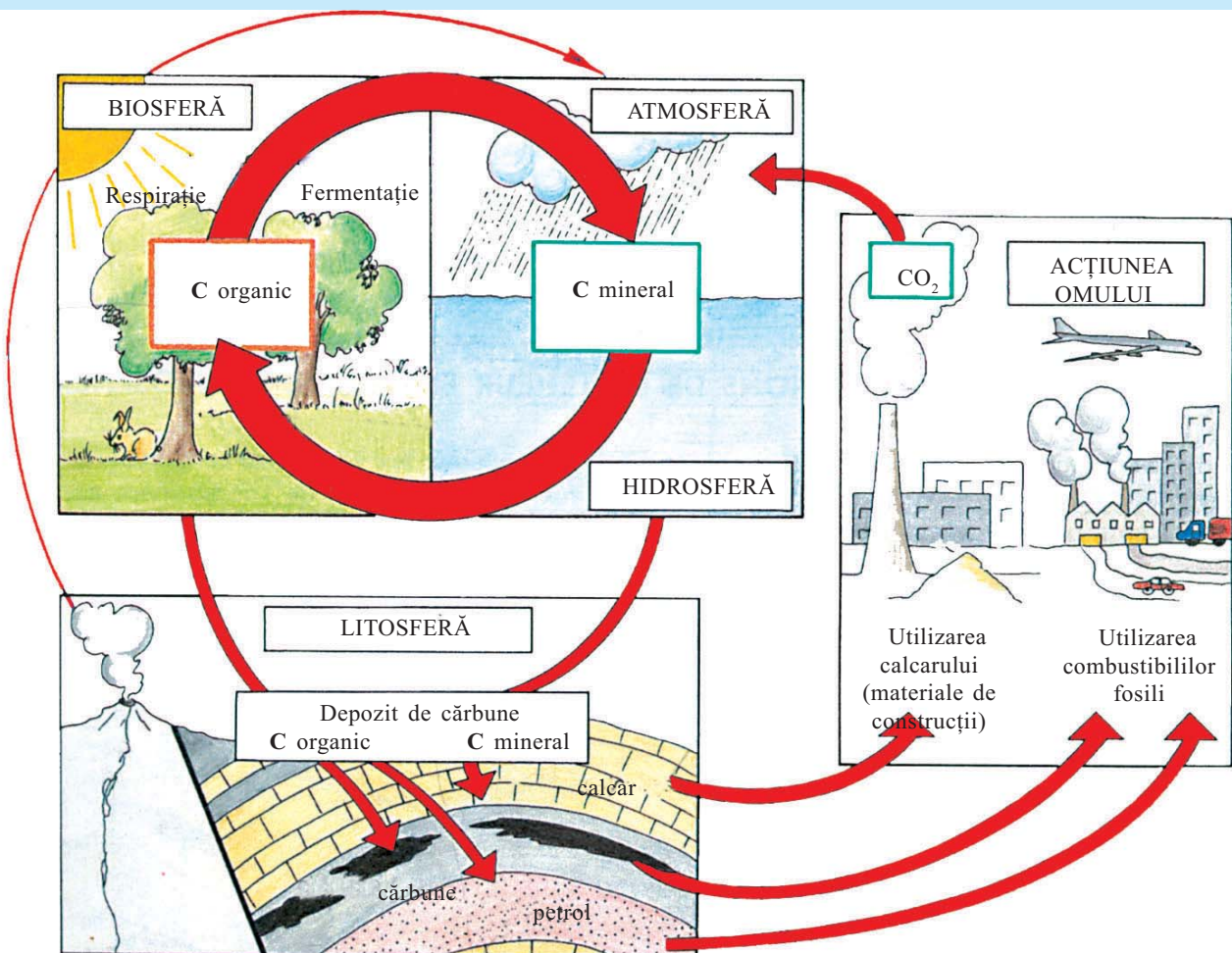
Transformările pe care le suferă carbonul în natură sunt consecința următoarelor procese:

- fizico-chimice, între atmosferă și oceane;
- biochimice, între atmosferă și lumea vie.

Ca urmare a acestor transformări, un atom de carbon ieșit dintr-un anumit rezervor poate reveni în același loc în urma unui proces mai mult sau mai puțin complex. Toate procesele prin care carbonul trece din atmosferă în ocean și apoi în corpurile plantelor și animalelor reprezintă *circuitul carbonului în natură*.

Principalul purtător al carbonului în natură este dioxidul de carbon.

Alcătuți un referat în care să arătați rolul transformărilor prezentate în figura următoare prin săgeți.



Termenii: carbon mineral, carbon organic se referă la prezența elementului carbon în compuși anorganici, respectiv, organici.

În compoziția materiei vii se găsește un număr foarte mare de combinații anorganice și organice. Apa și substanțele minerale fac parte din cele anorganice, iar proteinele, lipidele, glucidele și acizii nucleici, din cele organice. Acestea se găsesc în proporții diferite, în funcție de rolul pe care îl îndeplinesc, de tipul celulei, de vârstă etc.

Apa

Apa este cea mai răspândită substanță de pe Pământ; ea este indispensabilă vieții. În absența apei procesele vitale nu se pot desfășura. Astfel, un om nu poate trăi fără apă mai mult de 5–7 zile.

Ea reprezintă în jur de 60% din masa celulară, 90% din plasma sanguină, 70–85% din creier, 80% din inimă, plămâni, rinichi, 75% din mușchi, ficat.

Apa participă la organizarea diferitelor structuri biologice; este mediul de dispersie intracelular unde au loc reacțiile metabolice și în același timp mediul de transformare a substanțelor necesare proceselor de asimilație și dezasimilație.

Apa are *funcție termoreglatoare*; omul nu îngheață nici la -20°C datorită apei citoplasmatică și a sărurilor dizolvate în ea. Proprietățile fizice deosebite ale apei fac ca aceasta să joace un rol deosebit în procesele termice ale organismului.

De ce un bolnav cu temperatură peste 40°C trebuie puternic hidratat?

La această temperatură începe denaturarea proteinelor și cresc vitezele de reacție. Apa are inerție termică mare și asigură absorbția căldurii din organism.

Apa este un bun solvent pentru substanțele ionice (hidrofile) și un mediu de dispersie al diferitelor substanțe.

Unui om îi sunt necesari 2–3 litri de apă pe zi, eliminând aproximativ 1,5–2 litri. Dacă cantitatea de apă consumată este cu 2% mai mică, apare senzația de sete; dacă este cu 5% mai mică, apare senzația de uscăciune a gurii și a limbii, cu 10% mai mică, pielea se usucă și apar halucinații, iar cu 15% mai mică, omul moare.

Cantitatea de apă din organismul uman depinde de vârstă și de sex:

- este mai mare la organismele tinere (700 mL/kg corp la copii și 450 mL/kg corp la femei);
- este mai mică la organismele în vârstă; procesele metabolice sunt mai lente odată cu înaintarea în vârstă.

În organismele vegetale apa are rol asemănător celui din organismul uman. Apa asigură transportul sevei brute de la rădăcini spre frunze și a sevei elaborate de frunze spre zonele de depozitare; ușurează absorbția substanțelor anorganice din sol.

Materia vie conține și o serie de substanțe minerale. Conținutul de substanțe minerale din organismul animal, raportat la țesut proaspăt, exprimat în procente, este prezentat în tabelul următor:

Substanță minerală	%	Substanță minerală	%
Calciu	1,60	Sulf	0,15
Fosfor	1,00	Clor	0,15
Potasiu	0,20	Magneziu	0,04
Sodiu	0,16		

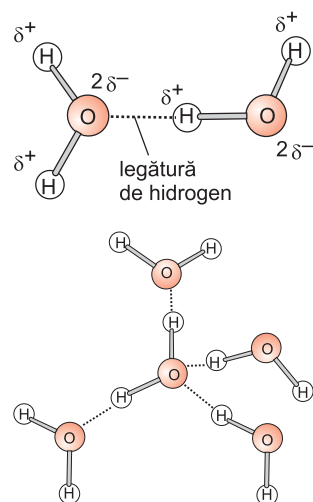
Conținutul de substanțe minerale depinde de vârstă și alimentație.

Activitate de evaluare

Organizați o dezbatere cu tema: Rolul diferitelor elemente în natură și în organismul uman. Menționați rolul unei alimentații echilibrate pentru menținerea stării de sănătate.

Amintiți-vă!

Molecula apei este polară. Moleculele de apă se leagă prin legături de hidrogen (legături intermoleculare).



Știați că...

- ▶ prima formă de viață pe Pământ a apărut în apă acum 3,5 miliarde de ani?
- ▶ lichidul amniotic, unde „începe viața” este constituit în principal din apă?



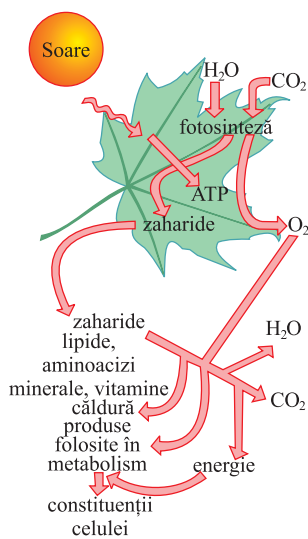
- ▲ Apa mareelor constituie mediul din care mormolocul își extrage resursele pentru a deveni broască.

Amintiți-vă!

Proprietățile fizice „anormale” ale apei sunt:

- densitate maximă la 4°C (apa își mărește volumul la solidificare, de aceea gheața plutește pe apă);
- puncte de fierbere și de topire ridicate;
- conductivitate termică și căldură specifică mari;
- conductivitate electrică mică.

Compuși organici cu importanță biologică



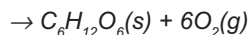
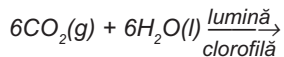
▲ Plantele verzi, care conțin clorofilă, pot transforma „carbonul mineral” din CO_2 în „carbon organic”.



▲ Modelul moleculei de glucoză.

Amintiți-vă!

Glucidele, produși naturali, sunt sintetizate de plantele verzi (conțin clorofilă), cu ajutorul energiei solare:



Din punct de vedere structural, zaharidele sunt compuși cu funcțiuni mixte polihidroxicarbonilici.

Grupa funcțională hidroxil, $-\text{OH}$, este caracteristică alcoolilor; substanțele care conțin mai multe grupe $-\text{OH}$ sunt polioli.

Substanțele organice reprezintă componenta principală a organismelor vii. Ele pot fi sintetizate de plante din substanțe anorganice.

Organismul uman nu poate sintetiza toate substanțele organice, dar le poate procura prin alimentație.

După rolul pe care îl îndeplinesc în organismul animal, substanțele organice se pot grupa în mai multe categorii:

- substanțe cu rol structural și energetic (proteine, lipide, glucide);
- substanțe cu rol informațional (acizi nucleici);
- substanțe cu rol catalitic (enzime);
- substanțe cu rol de reglare (vitamine, anticorpi etc.).

Ne vom ocupa în continuare de substanțele din primele două categorii.

Proteinele, lipidele și glucidele au o semnificație dublă pentru organismele vii. Ele sunt, pe de o parte, cele mai importante și răspândite componente organice ale materiei vii, iar pe de altă parte, formează și componentele principale ale alimentelor. Glucidele, lipidele și proteinele furnizează organismelor elementele structurale de bază și energia necesară tuturor proceselor specifice vieții.

Glucide

Glucidele sunt produși naturali sintetizați de plante, cu importanță vitală atât pentru regnul animal, cât și pentru regnul vegetal.

Substanțele care aparțin acestei clase sunt cunoscute sub trei denumiri distincte:

- *glucide*, denumire recomandată de IUPAC, care provine de la glucoză (grec. *glykys* – dulce), unul dintre reprezentanții cei mai importanți ai clasei;
- *hidrați de carbon*, nume impropriu, care derivă din faptul că principalii reprezentanți ai clasei au formula generală $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$;

dacă: $n = 5; m = 5 \rightarrow \text{C}_5(\text{H}_2\text{O})_5 \rightarrow \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$, pentoză;

$n = 6; m = 6 \rightarrow \text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, hexoză;

$n = 12; m = 11 \rightarrow \text{C}_{12}(\text{H}_2\text{O})_{11} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, zaharoză;

$n = 6; m = 5 \rightarrow -\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_5- -\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5-$, unitate structurală

a polizaharidelor;

– *zaharide* (zaharuri), nume care provine de la unul dintre reprezentanții importanți ai clasei – zaharoza.

După comportarea lor în reacție cu apa (hidroliză), zaharidele se clasifică în:

- *monozaharide*, nu hidrolizează: glucoză, fructoză;
- *oligozaharide*, prin hidroliză formează două până la zece molecule de monozaharide: zaharoză, maltoză;
- *polizaharide*, prin hidroliză se descompun în mai mult de zece molecule de monozaharide: amidon, celuloză.

Glucidele alcătuiesc cantitatea cea mai mare a compușilor organici naturali. Glucidele joacă un rol multiplu și esențial în organismele vii. Ele reprezintă cea mai importantă sursă de energie; formează principalele substanțe de rezervă la plante (amidon) și la animale (glicogen), și substanțe de susținere (celuloza, în regnul vegetal).

Transformări biochimice ale monozaharidelor

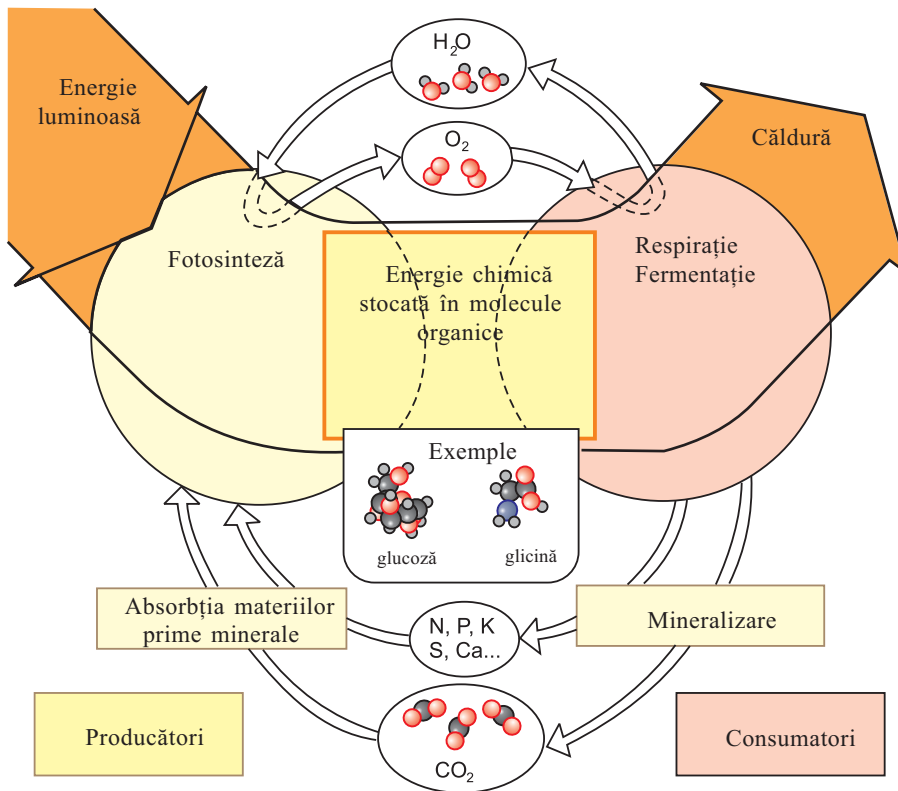
În organismele vii au loc numeroase și variate reacții chimice însoțite de schimburi energetice. O sursă importantă de energie o constituie transformările biochimice ale monozaharidelor, în special ale glucozei.

Glucoza se găsește în sânge, în concentrație de 0,1 %. Excesul de glucoză se depozitează în ficat sub formă de glicogen, care se poate transforma din nou în glucoză.

Concentrația de glucoză din sânge se numește **glicemie**. Scăderea concentrației de glucoză sub valoarea normală determină sindromul de **hipoglicemie**, iar creșterea ei peste limitele normale, **hiperglicemia**. În acest caz, apare boala numită diabet zaharat.

În organismele vii, glucoza poate suferi atât transformări anaerobe, cât și aerobe.

Relațiile trofice între ființele vii ale unui ecosistem asigură un transfer de materie și energie de la producători la consumatori. Aceste transformări sunt ilustrate în schema de mai jos:



▲ Ciclul de transformări reprezentat de procesul de fotosinteză și de metabolismul glucidelor este un exemplu tipic de felul în care în natură se folosesc resursele existente.

Pe de o parte se consumă CO₂ și H₂O pentru a transforma energia solară în energie chimică și oxigen, iar pe de altă parte, organismele produc energie prin transformarea glucidelor în CO₂ și H₂O, consumând aceeași cantitate de oxigen.

Activitate de evaluare

Interpretați relațiile trofice între ființele vii ale unui ecosistem, pe baza schemei de mai sus. (Alcătuți un referat.)

Grupa funcțională carbonil,
 >C=O , este caracteristică
 compușilor carbonilici:
 - aldehide, $\text{R-C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$;
 - cetone, $\begin{matrix} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C=O} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{matrix}$.

De reținut!

Glicogenul (C₆H₁₀O₅)_n este o polizaharidă naturală specifică organismului animal. Ea constituie rezerva de zaharidă a acestuia. În organism se realizează echilibrul:



glucoză

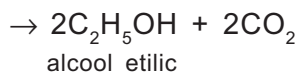
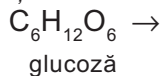
care este reglat de doi hormoni: adrenalina și insulina. Adrenalina favorizează formarea glucozei, în timp ce insulina determină formarea glicogenului. Glicogenul se mai numește amidon animal.

Organismele vegetale au rolul de a transforma o parte a energiei luminoase (solare) în energie chimică. Stocarea energiei chimice se face prin intermediul glucidelor. Ele sunt transformate în apă și dioxid de carbon, cu eliberare de căldură sau orice altă formă de energie.

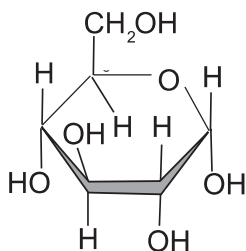
În cadrul unui ecosistem în echilibru, fluxul de energie întreține ciclurile de transformare ale materiei și, în particular, cel al carbonului. Toate aceste transformări se supun strict legii conservării materiei și energiei.

Amintiți-vă!

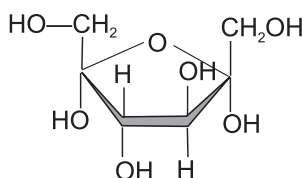
Prin fermentația glucozei, sub acțiunea unor enzime, se obține alcoolul etilic:



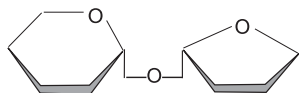
Această proprietate a glucozei explică fermentarea sucurilor dulci din diferite fructe și obținerea băuturilor alcoolice naturale.



▲ Modelul moleculei de glucoză.



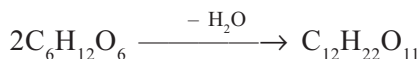
▲ Modelul moleculei de fructoză.



▲ Modelul moleculei de zaharoză.

Oligozaharide (Oligoglucide)

Oligoglucidele cuprind zaharurile care conțin în molecula lor un număr relativ mic (2–10) de monoglucide. Legătura dintre monoglucide se realizează prin eliminarea unei molecule de apă între două molecule. Cele mai răspândite și importante oligoglucide sunt *diglucidele*, care se obțin din două molecule de monoglucide prin eliminarea unei molecule de apă.



O dizaharidă deosebit de importantă este *zaharoza*.

Zaharoza, numită și zahăr de trestie sau de sfeclă, este foarte răspândită în regnul vegetal (fructe, miere etc.).

Principala proprietate a zaharozei este reacția de hidroliză, în urma căreia se formează o moleculă de glucoză și o moleculă de fructoză. Reacția decurge în cataliză acidă sau enzimatică; cea mai eficace enzimă este invertaza din drojdia de bere: zaharoză + H₂O → glucoză + fructoză.

Nutriționiștii și dieteticienii își exprimă adesea îngrijorarea pentru consumul ridicat de zahăr și recomandă reducerea acestuia. Se știe că zahărul provoacă carii dentare și este un factor major care determină obezitatea.

Zahărul este o sursă de energie care se digeră rapid. Nutriționiștii spun adesea că zahărul conține „calorii goale”. Cu toate că zahărul contribuie cu calorii la alimentarea corpului, nu conține substanțe nutritive și nici fibre, deci nu este sănătos.

Zaharoza este digerată în intestinul subțire sub acțiunea enzimei sucrază, și este transformată în glucoză și fructoză, care este absorbită de celule. Deoarece zaharoza este digerată rapid și absorbită în fluxul sangvin, crește și cantitatea de zahăr din sânge.

O alimentație sănătoasă presupune consumul de glucide din fructe și legume. În tabelul următor este prezentat conținutul de glucoză, fructoză și zaharoză din unele specii de fructe și legume în g/100 g probă.

Specia	Glucoză	Fructoză	Zaharoză
ardei	1,41	1,26	0,12
ceapă	2,24	1,83	1,91
fasole verde	0,99	1,34	0,43
morcovi	1,61	1,45	1,76
pepeni	1,60	1,30	9,50
roșii	0,90	1,42	0,21
varză albă	1,60	2,02	0,10
banane	3,80	3,80	0,12
caise	1,73	0,87	16,60

Specia	Glucoză	Fructoză	Zaharoză
căpșuni	2,00	2,10	5,12
mere	1,73	5,91	2,67
pere	2,30	2,50	2,58
portocale	2,30	2,50	5,38
prune	2,74	2,06	3,50
struguri	7,28	7,33	2,78

Polizaharide (Poliglucide)

Polizaharidele sunt glucidele cu structură macromoleculară rezultată prin policondensarea monozaharidelor (pentoze, hexoze).

Lungimea lanțurilor și masele moleculare ale polizaharidelor variază în limite foarte largi. Unitățile constituente ale monozaharidelor pot fi legate liniar sau ramificat în structura unei polizaharide.

Polizaharidele sunt substanțe foarte răspândite în natură; în funcție de rolul pe care îl îndeplinesc, ele pot fi:

- *polizaharide de rezervă*: amidon, prezent în semințele plantelor, tuberculi, rădăcini, și glicogen (amidonul animal), care se găsește în ficat și mușchi;
- *polizaharide de susținere* (de schelet): celuloza, care conferă soliditate mecanică plantelor.

Amidonul

Amidonul este polizaharida naturală rezultată prin policondensarea α -glucozei, răspândită în regnul vegetal, unde constituie substanța de rezervă a plantelor și se găsește sub formă de granule caracteristice fiecărei specii de plante. Amidonul reprezintă cea mai importantă sursă de glucoză pentru om și animale; există sub două forme: **amiloză** și **amilopectină**.

Amidonul este o pulbere albă, amorfă, insolubilă în apă rece. În apa caldă (90°C), granulele de amidon se umflă datorită îmbibării și se sparg, formând o soluție lipicioasă și vâscoasă, care la răcire se transformă într-un gel, numit cocă.

Amidonul se recunoaște cu o soluție de iod, cu care formează o culoare albastră.

Amidonul se găsește în fructe, semințe, tuberculi și reprezintă o sursă potențială de glucoză care se obține prin hidroliză.

Activitate experimentală

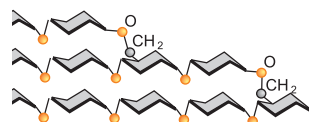
Mod de lucru. Preparați o soluție de amidon (1 g amidon și 40–50 mL apă). Introduceți soluția obținută într-un balon în care adăugați 5 mL soluție HCl 0,5 M și fierbeți 5–10 minute. Lăsați soluția să fiarbă în continuare și la fiecare două minute luați câte o probă de 2 mL lichid cald pe care o răciți. În proba astfel obținută introduceți câteva picături de iod în iodură de potasiu.

Observați variația culorii soluției la patru probe obținute succesiv.

Concluzie. Modificarea culorii va fi rezultatul hidrolizei amidonului și a formării dextrinelor (produși naturali cu compoziție neunitară, solubili în apă, cu proprietăți adezive). Verificați, în final, hidroliza amidonului până la glucoză cu o soluție Fehling sau $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (v p. 16).



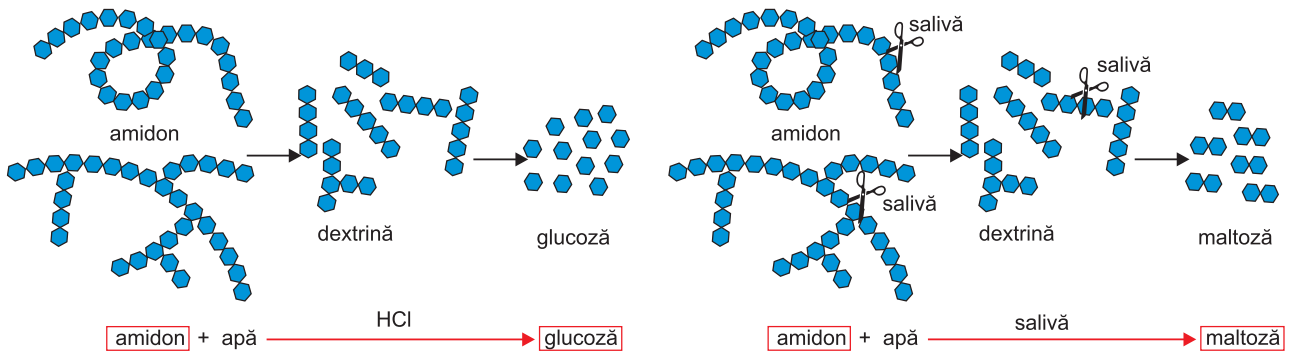
▲ Modelul moleculei de amiloză. Amidonul, ca și celuloza, este o polizaharidă, care se deosebește prin modul de legare a unităților structurale.



▲ Modelul moleculei de amilopectină cu o structură ramificată ca a amilozei.

În organismul uman, hidroliza amidonului până la maltoză are loc sub acțiunea enzimei salivare, care se găsește în salivă (amilaza).

În modelarea următoare se prezintă hidroliza amidonului în mediu acid, comparativ cu hidroliza în mediu enzimatic.



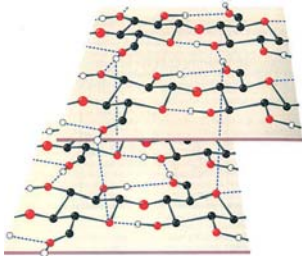
Amidonul este hidratul de carbon care reprezintă rezerva energetică a plantelor.

Amidonul din cereale și cartofi este extras prin tratare cu vapori de apă sub presiune, tehnică prin care se obține o cocă. Aceasta este transformată în glucoză și apoi în alcool etilic.

Omul utilizează amidonul în alimentație. Prin hidroliză enzimatică acesta poate trece în sânge, unde suferă o serie de transformări biochimice, care stau la baza metabolismului glucidelor.



▲ Celuloza este o polizaharidă constituită din unități de glucoză. Macromolecula ei filiformă este alcătuită din 8000–12000 molecule de glucoză.



▲ Structura celulozei.

Celuloza

Celuloza este polizaharida cea mai răspândită în natură, cu structură macromoleculară. Ea constituie materialul din care sunt formați pereții celulelor vegetale și are rol de susținere (reprezintă aproximativ 50% din masa lemnoasă).

În prezența acizilor minerali concentrați (H_2SO_4 , HCl) sau a unor enzime existente în tubul digestiv al animalelor erbivore, celuloza este hidrolizată și de aceea se folosește ca hrană pentru animale.

Celuloza nu poate fi asimilată de animalele superioare deoarece acestea nu dispun în tubul lor digestiv de enzimele care catalizează degradarea ei până la glucoză. Numai rumegătoarele o pot utiliza după hidroliza enzimatică care are loc în timpul digestiei. În acest fel, animalele își sintetizează propriile glucide.

Lipide

Lipidele sunt substanțe grase care se dizolvă numai în solvenți organici. Ele sunt alcătuite în principal din grăsimi (gliceride), alături de care se găsesc proteine, vitamine, acizi grași liberi etc.

Gliceridele, esteri naturali, formează **rezerva de energie** a organismelor vii; sunt cunoscuți drept „combustibili moleculari”. Asigură organismelor o anumită independență față de un aport de hrană redus sau chiar absent pentru o anumită perioadă de timp (de exemplu, în perioada de hibernare). Depozitate în țesutul adipos subcutanat și în jurul unor organe mai sensibile (rinichi, ficat, ochi), lipidele joacă în același timp și un rol de izolanț termic, respectiv de protecție mecanică. La păsările acvatice, ele asigură impermeabilitatea penajului.

Alături de proteine, lipidele formează componentele esențiale ale structurii tuturor celulelor, participând la alcătuirea membranelor celulare, a mitocondriilor, lizozomilor și a reticulului endoplasmatic.

Lipidele servesc în regnul animal ca vehicul și loc de depozitare pentru vitaminele liposolubile (A, D, E și K) și totodată ca produși de plecare în biosinteza unor vitamine și hormoni.

Lipidele provin în cea mai mare parte din alimente, dar pot fi sintetizate de organismele vii, pornind de la glucide sau de la proteine.

În regnul vegetal, lipidele sunt cunoscute sub denumirea de uleiuri și se întâlnesc mai ales în semințele plantelor oleaginoase (soia, floarea-soarelui, in, cânepă, măsline, ricin etc.).

După rolul lor fiziologic, lipidele se pot clasifica în:

- *lipide de constituție*, care se află în toate celulele; din punct de vedere chimic sunt lipide complexe (mai ales fosfolipide); constituția lor este specifică tipului de celule;

- *lipide de rezervă*, care se află în țesuturile subcutanate adipoase și în țesuturile adipoase periviscerale.

Grăsimile sunt un aliment esențial. Ele reprezintă pentru animale și om o sursă bogată în calorii. Dintre alimente, lipidele au cea mai ridicată valoare energetică (38,87 kJ/g față de numai 17,14 kJ/g cât au glucidele și proteinele). Organismul animal poate face depozite de grăsimi, cu rol de rezervă.

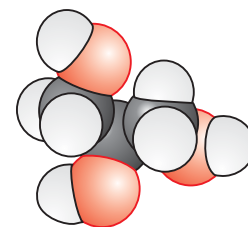
În urma digestiei, organismul animal hidrolizează grăsimile cu ajutorul enzimelor din salivă, suc gastric, bilă, până la acizii grași. Acizii grași din grăsimi străbat peretele intestinului și se recombina cu glicerina, resintetizând grăsimi.

Plantele sintetizează gliceridele din amidon, iar animalele le obțin prin hrană sau le sintetizează din zaharuri. În constituția grăsimilor solide (în general, de origine animală) predomină acidul palmitic (acid saturat). În constituția grăsimilor lichide (uleiuri), în general, de origine vegetală, predomină acidul oleic (acid nesaturat).

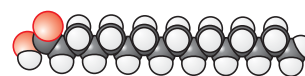
Aproape toate alimentele conțin grăsimi, cu excepția majorității fructelor și legumelor. Produsele animale, carnea, untura și produsele lactate, conțin așa-numitele grăsimi saturate. Nucile, peștele gras, uleiurile vegetale conțin grăsimi nesaturate. Dieteticienii recomandă un consum mai mare de grăsimi nesaturate decât saturate. În general, grăsimile saturate determină creșterea colesterolului, substanță produsă în ficat, dar prezentă și în unele alimente.

Un anumit nivel al colesterolului determină sănătatea organismului; se pare însă că ficatul este capabil să producă întreaga cantitate de colesterol necesară, fără să fie nevoie să includem în alimentație această substanță. Deci, persoanele care au un nivel ridicat de colesterol în organism sunt sfătuite să reducă consumul acestuia.

Întrucât grăsimile furnizează o cantitate mai mare de energie decât glucidele, cantitatea lor în alimentația zilnică trebuie să fie mai mică. Totuși, clima rece sau activitatea intensă accentuează nevoia de grăsimi. În general, cel puțin 15% din kaloriile zilnice trebuie să provină din grăsimi, media este 20–30%. Dacă consumul este mai mare decât nevoile organismului, excesul se depune sub formă de grăsime.



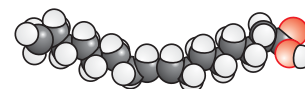
Modelul glicerinei.



Modelul acidului palmitic.

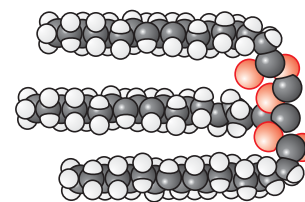


Modelul acidului stearic.



Modelul acidului oleic.

▲ Cei mai răspândiți acizi grași din grăsimi sunt acizii palmitic, stearic și oleic, iar dintre aceștia, acizii palmitic și oleic sunt prezenți în toate grăsimile.

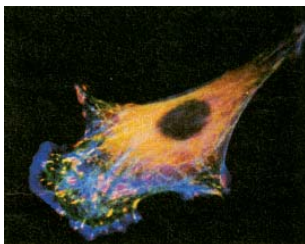


▲ Modelul compact al tristearinei (grăsimi).

Proteine

Știați că...

- ▶ prima polipeptidă naturală (nonapeptida) a fost preparată, în laborator, în anul 1954, de Gille de Vigneaud pentru care a primit Premiul Nobel?
- ▶ diversitatea proteinelor este foarte mare, datorită aranjamentelor posibile între cei 20 de α -aminoacizi? De exemplu, pentru o polipeptidă formată prin condensarea a 10 aminoacizi diferiți, numărul aranjamentelor posibile este 3 628 800.



▲ Rețea de proteine din citoplasma unui fibroblast (celule din derma pielii). În culorile roșu, verde și albastru este redată suprapunerea a trei proteine.

Știați că...

- ▶ insulina, produsă de pancreas, este prima proteină obținută sintetic? O secreție insuficientă de insulină a pancreasului provoacă boala numită diabet, care determină creșterea concentrației glucozei în sânge peste limita normală.

O clasă deosebit de importantă de substanțe din organismele vii atât din punct de vedere structural, cât și funcțional sunt proteinele (grec. *protos* – cel dintâi). Rolul structural rezultă din faptul că celulele tuturor țesuturilor sunt constituite în primul rând din proteine. Proteinele au funcții biologice fundamentale, enzimatică, hormonale, imunologice.

Proprietățile proteinelor determină o anumită organizare celulară, reglarea activității celulare, creșterea și înmulțirea, adaptarea și evoluția, schimburile cu mediul exterior etc.

Proteinele sunt compuși macromoleculari naturali rezultați prin policondensarea moleculelor de α -aminoacizi.

Amintiți-vă!

Aminoacizii sunt substanțe organice cu funcțiuni mixte care conțin în molecula lor grupe amino, $-\text{NH}_2$, și carboxil, $-\text{COOH}$, legate de un radical hidrocarbonat.

Aminoacizii sunt componentele de bază ale proteinelor și joacă un rol esențial în desfășurarea a numeroase procese vitale.

În compoziția proteinelor se găsesc patru elemente chimice de bază: carbon 50–55 %, hidrogen 6–7 %, oxigen 20–23 %, azot 12–19 %, la care se adaugă mici cantități de sulf 0,2 %, fosfor 0,1 % și uneori fier, cupru, zinc, magneziu etc.

Diferența dintre peptide și proteine este greu de stabilit. În mod obișnuit, sunt considerate proteine substanțele a căror masă molară este mai mare de 10 000 g/mol.

Proteinele pot fi incluse în categoria **biopolimerilor**.

Fiecare celulă din corpul uman conține mai mult de 5000 de proteine diferite, fiecare îndeplinind o funcție specifică. În structura acestor proteine intră 20 de aminoacizi.

Organismul unei persoane sănătoase conține aproximativ 17% proteine. Acestea sunt răspândite în mușchi, oase și cartilajii, piele și în toate organele interne (inimă, ficat, rinichi, creier).

În organismele vii proteinele se pot *hidroliza* sub acțiunea acizilor, bazelor sau a unor *enzime specifice*.

Prin hidroliză se produce ruperea catenei polipeptidice în fragmente mici de peptide, prin hidroliză parțială, sau în amestecuri de α -aminoacizi, prin hidroliză totală.

În procesul de digestie a alimentelor proteinele sunt hidrolizate enzimatic. Structura unei proteine se poate stabili cunoscând peptidele și aminoacizii rezultați prin hidroliza ei.

Proteinele din alimentație au valori biologice diferite, determinate de prezența sau absența unor aminoacizi din structura lor.

În funcție de *solubilitatea* în apă, proteinele se clasifică în:

- *insolubile*, fibroase sau scleroproteine: cheratina (din lână, păr, unghii), collagenul (componentă de bază a pielii), fibrina (din firul de mătase);
- *solubile*, globulare: hemoglobina (din sânge), albuminele (din albușul de ou), gluteinele (din cereale).

În funcție de *producții rezultați din reacția de hidroliză*, proteinele se clasifică în:

- *holoproteine*, care prin hidroliză formează numai aminoacizi;

- *heteroproteine* sau proteide, care pe lângă lanțul macromolecular conțin și grupe neproteice (grupe prostetice): fosfoproteide (cazeina din lapte), lipoproteide, glicoproteide, metaloproteide, nucleoproteide.

În funcție de *valoarea lor biologică* se clasifică în:

- *proteine complete*, care conțin toți aminoacizii esențiali în proporții care permit sintetizarea proteinelor necesare organismului; acestea se găsesc în lapte, brânză, carne și ouă;

- *proteine parțial complete*, care conțin toți aminoacizii esențiali, dar nu în proporțiile optime pentru sinteza proteinelor.

Datorită calităților lor energetice și plastice, proteinele joacă un rol deosebit în viața celulelor, fapt ce impune includerea lor în alimentație. Ele răspund necesităților celor trei funcțiuni fundamentale ale materiei vii: nutriție, creștere și reproducere. Viața nu ar fi posibilă fără proteine.

Proteinele se găsesc în carne, pește, ouă, lapte și alte produse lactate, în nuci, boabe de fasole, mazăre, cereale. Proteinele provenite din surse animale (ouă, lapte, carne de pui, pește) pot fi asimilate mai rapid decât cele din surse vegetale. Vegetarienii trebuie să-și asigure necesarul de proteine din semințe de soia, nuci, făină de grâu etc.

O alimentație echilibrată ar trebui să conțină 15–20% alimente bogate în proteine. Un adolescent are nevoie de 70–100 g proteine pe zi, în timp ce o femeie adultă are nevoie de 30 g.

Conținut procentual în proteine	
soia	36%
făină integrală	
grâu	14%
ciuperci	30%
spanac	25%
porumb	8%
carne	
bovine	20%
ouă	12%
sânge	20%
lapte	3%

Digestia și asimilația proteinelor

Animalele folosesc proteinele conținute în hrană. Acestea nu pot fi utilizate ca atare, deoarece animalele asimilează doar aminoacizi liberi, nu și proteine. Hidroliza proteinelor are loc în mai multe etape succesive, fiecare fiind catalizată de o altă enzimă.

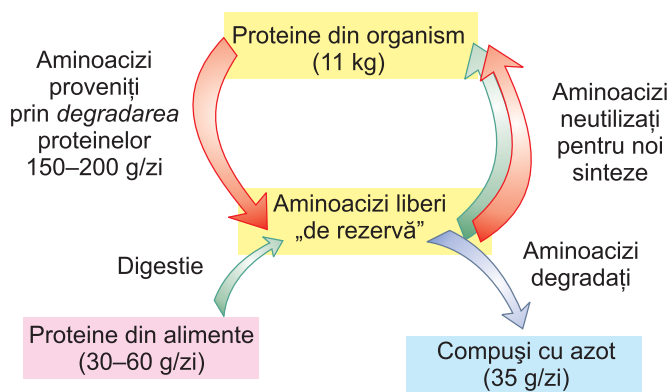
Sucul gastric conține enzima numită pepsină secretată de mucoasa gastrică, ce este activă în mediu puternic acid. Produsele digestiei din stomac (polipeptidele) vin în contact cu alte enzime produse în special de pancreas și sunt deversate în intestin.

Enzimele din intestin sunt active numai în mediu slab bazic. Se formează astfel peptidele, care sunt apoi hidrolizate până la aminoacizi de către enzimele numite peptidaze.

Organismele animale superioare nu pot sintetiza decât anumiți aminoacizi, folosind azotul din alți aminoacizi din hrană și unii produși de descompunere biochimică a glucidelor.

Aminoacizii indispensabili pe care organismul nu-i poate sintetiza trebuie să fie conținuți în hrană în cantitate suficientă. Laptele și carnea conțin toți aminoacizii indispensabili, în timp ce unele proteine vegetale nu-i conțin în totalitate. De aceea este necesară o alimentație echilibrată, bogată în proteine.

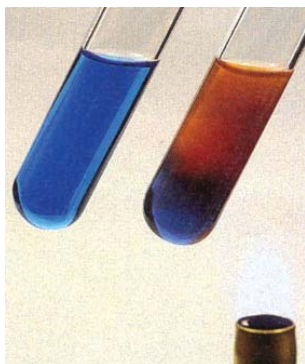
Spre deosebire de lipide și glucide, pe care organismul le poate înmagazina, proteinele care depășesc necesarul se pierd. De aceea este necesară prezența acestora în alimentația zilnică, într-o rație optimă.



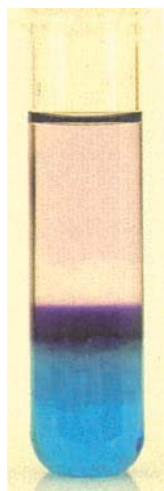
Activitate de evaluare

Glucidele, lipidele și proteinele sunt cele trei „familii” de molecule organice care intră în compoziția materiei vii, a celulelor. Prezența acestor substanțe poate fi pusă în evidență prin reacții specifice. Analizați tabelul următor și realizați reacțiile caracteristice.

	Elemente din compoziție	Clasă de compuși	Exemple	Reacții caracteristice
Glucide (zaharide)	C, H, O	Monozaharide	Glucoză Fructoză	Test Fehling
		Dizaharide	Zaharoză Maltoză	
		Polizaharide	Glicogen Amidon Celuloză	Test cu soluție apoasă de iod: – colorație brun-roșcat cu glicogen; – colorație albastră cu amidon.
Lipide	C, H, O	Gliceride (esteri și glicerină) Steride (esteri ai colesterolului)	Trioleină Tristearină Fosfoproteide Precursori ai acizilor biliari din ficat Precursori ai hormonilor steroizi ai suprarenalelor	– Apariția unei colorații în prezența roșului de Sudan – Insolubile în apă – Translucide
Proteine	C, H, O N, P, S	Aminoacizi	20 de aminoacizi esențiali: alanină, leucină, metionină	Test cu ninhidrină: – pozitiv pentru toate proteidele.
		Polipeptide și proteine	Penicilină Insulină	Testul biuretului: – pozitiv pentru polipeptide și proteine; – negativ pentru aminoacizii izolați.



▲ Reacția glucozei cu reactiv Fehling.



▲ Reacția biuretului.

Testul Fehling

În două pahare Berzelius preparați două soluții.

Soluția A: sulfat de cupru în soluție apoasă (7 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ în 100 mL apă).

Soluția B: tartrat de sodiu și potasiu în soluție alcalină (35 g sare Seignette și 1 g hidroxid de sodiu în 100 mL apă).

Într-o eprubetă introduceți 1 mL de soluție A și 1 mL de soluție B. Încălziți până la fierbere și adăugați, în picătură, soluție apoasă de glucoză 2% (continuând fierberea), până la dispariția colorației albastre a amestecului și separarea completă a unui precipitat roșu de oxid cupros.

Reacția biuretului

Într-o eprubetă introduceți 2–3 mL soluție de proteină pe care o alcalinizați cu 2–3 mL soluție de hidroxid de sodiu 20–30%. Peste amestecul format introduceți în picătură o soluție de sulfat de cupru. Apariția culorii albastru-violet indică prezența proteinei.

Acizi nucleici

Din istoricul unei mari descoperiri

În anul 1869, medicul elvețian **Mischer** și-a propus să analizeze substanțele care se formează în rănile purulente ce conțin milioane de celule albe – leucocite – conferindu-le acestora culoarea caracteristică. Din nucleele leucocitelor în descompunere, Mischer a reușit să izoleze o substanță pe care a numit-o **nucleină**. Ulterior, el a extras aceeași substanță în urma spargerii mecanice a celulelor din lapții de somon, metodă utilizată și astăzi. S-a concluzionat faptul că în nucleul tuturor celulelor se află nucleina.

La sfârșitul secolului al XIX-lea, chimistul german **Altmann** constată că nucleina este bogată în acid fosforic și o numește **acid nucleic**. Alți chimiști germani identifică componentele acidului nucleic. La începutul secolului al XX-lea se stabilește existența a două categorii de acizi nucleici: timonucleic (extras din timus de vițel) și zimonucleic (extras din drojdia de bere). Ulterior, acidul timonucleic a fost numit **acid dezoxiribonucleic** sau ADN, iar acidul zimonucleic, **acid ribonucleic** sau ARN.

Nu după mult timp s-a stabilit că în toate celulele se află atât ADN, cât și ARN, iar în anul 1924 s-a dovedit că ADN se află în cromozomi, purtătorii genelor. La începutul secolului al XX-lea, **Paul Levene**, lucrând în laboratoarele Institutului Rockefeller, din New York, a descoperit că ADN este o substanță macromoleculară, un polimer natural, alcătuit din înșiruirea unor monomeri numiți **nucleotide**. Fiecare nucleotidă este alcătuită dintr-o bază azotată, o pentoză – dezoxiriboza –, și un radical fosfat. Bazele azotate sunt de două tipuri:

- purinice (adenina – A și guanina – G);
- pirimidinice (timina – T și citozina – C).

Prin unirea succesivă de nucleotide, prin legături chimice puternice, covalente, numite punți fosfodiesterice, rezultă o catenă sau un lanț polinucleotidic care reprezintă de fapt macromolecula acidului dezoxiribonucleic, ADN.

P. Levene a descoperit această structură macromoleculară a ADN pe baza unor experiențe riguroase, de hidroliză a ADN și de analiză a substanțelor obținute prin hidroliză. El susținea faptul că în macromolecula ADN nucleotidele cu bazele azotate diferite, A, G, T, C, se repetă monoton la infinit. Cu o asemenea înșiruire monotonă de monomeri în macromolecula sa, ADN nu putea constitui substratul chimic al eredității. O substanță care să îndeplinească o asemenea funcție trebuia să aibă o structură în care componentele să ofere posibilități variate, deoarece caracterele ereditare sunt de o mare diversitate și o diversitate asemănătoare trebuie să aibă și genele determinatoare ale acestora (genele, fiind segmente ale substanței ereditare).

O serie de savanți ai timpului atribuiau proteinelor acest statut de „substrat chimic al eredității”, deoarece în macromolecula lor, monomerii (aminoacizii) prezintă o înșiruire de mare diversitate.



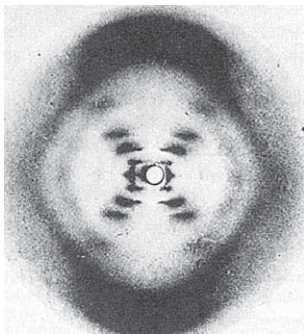
▲ Modalitatea de strângere a ADN-ului în cromozomi.



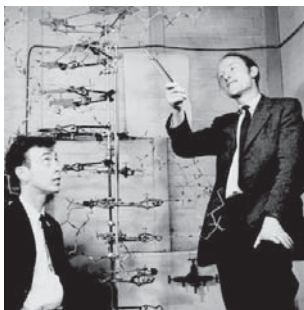
▲ *Nature* este publicația în care a apărut pentru prima dată structura ADN-ului.



▲ Rosalind Franklin.



▲ Fotografie obținută prin difracție cu raze X a macromoleculilor ADN.



▲ James Watson și Francis Crick. Descifrarea „secretului vieții” s-a produs în ziua de 23 februarie 1953.

În anul 1944, **O.T. Avery** și colaboratorii săi de la Institutul Rockefeller au demonstrat că la bacteria pneumococ, agentul patogen al pneumoniei, ADN este substratul chimic al eredității, adică este purtătorul genelor. Ulterior, s-a dovedit că ADN este substratul chimic al eredității la virusurile cu ADN, precum și la toate ființele biologice, de la bacterii la om.

Descifrarea structurii ADN a constituit problema tuturor laboratoarelor mari din lume. **Erwin Chargaff** a analizat compoziția ADN, de la virusuri la om, și a descoperit o lege a echimolarității bazelor azotate purinice și pirimidinice din compoziția chimică a ADN – legea lui Chargaff. Potrivit acestei legi, cantitatea lui A este egală cu aceea a lui T, după cum și cantitatea lui G este egală cu aceea a lui C, în toate moleculele de ADN, de orice proveniență ar fi ele. Aceasta a fost contribuția lui Chargaff la biochimia ADN; se puteau explica astfel proprietățile ADN de substanță ereditară capabilă de a-și disipa autoreproducerea.

O contribuție importantă în stabilirea structurii ADN a avut-o savanta **Rosalind Franklin**, care a obținut cele mai clare și mai frumoase fotografii, prin difracție cu raze X a macromoleculilor ADN.

În 1953, **James D. Watson** și **Francis Crick**, lucrând în laboratorul din Trinity College, din Cambridge, au stabilit modelul dublu elicoidal al ADN, elicea vieții, obținând Premiul Nobel în 1968.

Watson și Crick au utilizat tot ceea ce au realizat înaintașii lor pentru rezolvarea problemei structurii ADN, inclusiv modelarea chimică, metoda propusă de Linus Pauling, prin care a descoperit structura proteinelor. Ei au utilizat imaginile obținute de R. Franklin, au aplicat legea lui Chargaff și au constatat că A se potrivește cu T, realizându-se o pereche de baze azotate A-T, unite prin două punți de hidrogen. De asemenea, G se potrivește cu C și se unesc prin trei punți de hidrogen. Astfel a fost descoperită cea mai importantă proprietate a componentelor ADN: complementaritatea bazelor azotate purinice cu bazele azotate pirimidinice.

În final, Watson și Crick au elaborat modelul de „structură bicatenară” a ADN, cea mai mare descoperire a secolului al XX-lea din domeniul biologiei. Cele două catene se înfășoară una în jurul celeilalte și ambele deopotrivă în jurul unui ax virtual, formând o „coloană fără sfârșit a eredității”.

Informația ereditară, înscrisă în structura ADN, controlează toate caracteristicile ființei umane. În ADN-ul fiecărei persoane se află cartea sa de identitate moleculară, deoarece fiecare dintre noi suntem din punct de vedere al secvenței de nucleotide un unicat care a început odată cu apariția vieții pe Pământ.

ADN-ul este rețeta organismului care dirijează aproape toate aspectele esențiale ale vieții. În cazul în care o bază azotată este în mod accidental sărită, introdusă sau copiată imperfect se produc așa-numitele **mutații**. Acestea sunt practic ștergerea unei părți din informația aflată în molecula ADN.

Pe baza unor mutații utile s-a desfășurat întreaga evoluție a lumii vii, de la formele cele mai simple, până la om, cu adaptarea la cele mai diverse forme de viață.

Structura și funcțiile acizilor nucleici

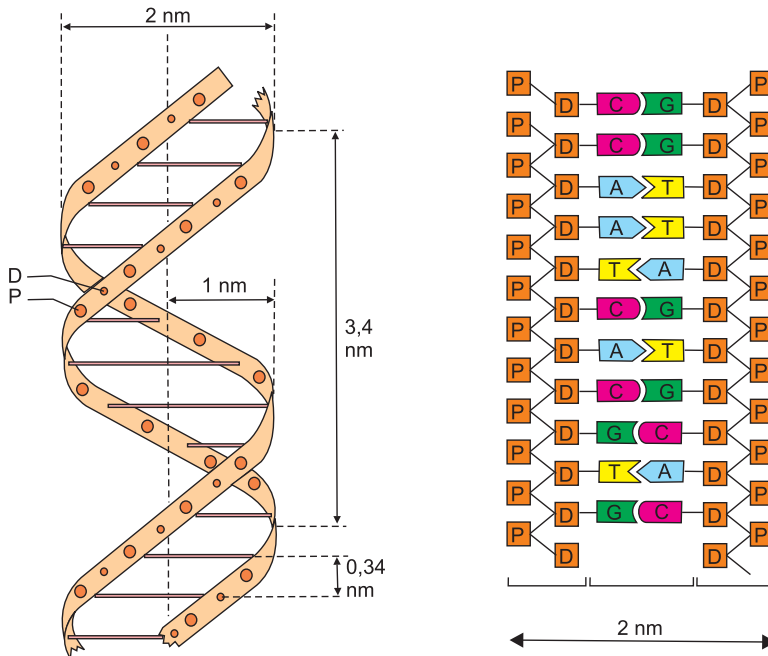
Acizii nucleici sunt macromolecule prezente în orice celulă vie atât în nucleu, cât și în citoplasmă. Ei apar fie sub formă liberă, fie în combinație cu proteine – combinații numite **nucleoproteine**.

Masele moleculare ale moleculelor izolate de ADN pot fi cuprinse între 6 000 000 și 120 000 000. Moleculele de ARN pot avea mase moleculare cuprinse între 20 000 și 2 000 000 sau chiar mai mult.

Unitățile structurale (monomeri) ale ambilor polimeri, ADN și ARN, sunt denumite **nucleotide**.

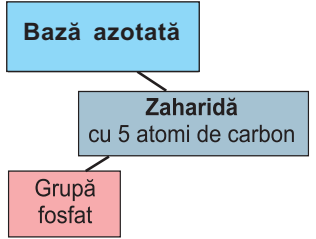
Cele două tipuri de acizi nucleici ADN și ARN se deosebesc atât prin **structură**, cât și prin **funcții**. Cea mai mare cantitate de ADN se găsește în nucleu și cantități reduse s-au identificat în mitocondrii și cloroplaste. ADN-ul conține informația ereditară a organismelor.

Moleculele de ADN conțin întreaga informație genetică a celulei. De aceea, este necesar ca înaintea fiecărei diviziuni celulare ADN-ul să se dedubleze, adică să formeze o copie identică, un duplicat al său care va fi transmis celulei fiice ca informație genetică. Prin diviziunea celulară ce urmează, celula fiică va primi un ADN cu o structură identică cu cea din celula mamă. Acest proces este de o importanță fundamentală în transmiterea

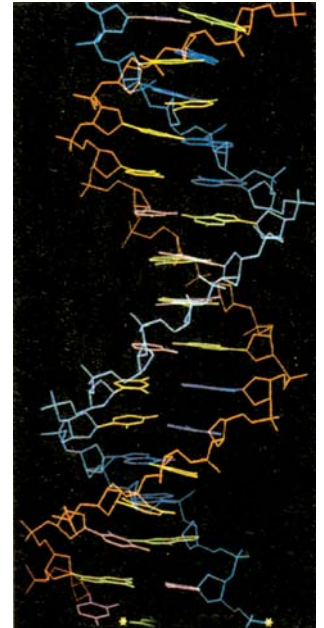


▲ Reprezentarea schematică a unei porțiuni din moleculă ADN-ului: D – dezoxiriboză; P – acid fosforic.

	Componenți	
	ADN	ARN
Baze purinice	Adenină Guanină	Adenină Guanină
Baze pirimidinice	Citozină Timină	Citozină Uracil
Pentoze	Dezoxiriboză	Riboză
Acid anorganic	Acid fosforic	Acid fosforic



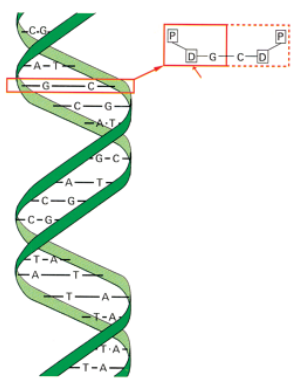
▲ Reprezentarea schematică a unei nucleotide.



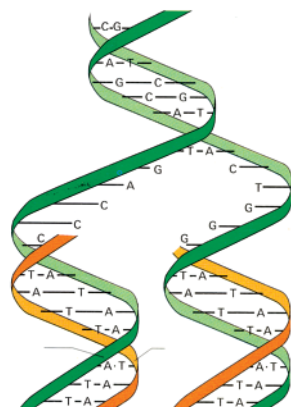
▲ Dubla elice a ADN-ului reconstituită la calculator. Cu roșu și albastru sunt reprezentate cele două catene (dezoxiriboza și acidul fosforic); bazele azotate din centrul spiralei sunt reprezentate cu verde-marou.

Baze pereche dintre ADN și ARN:

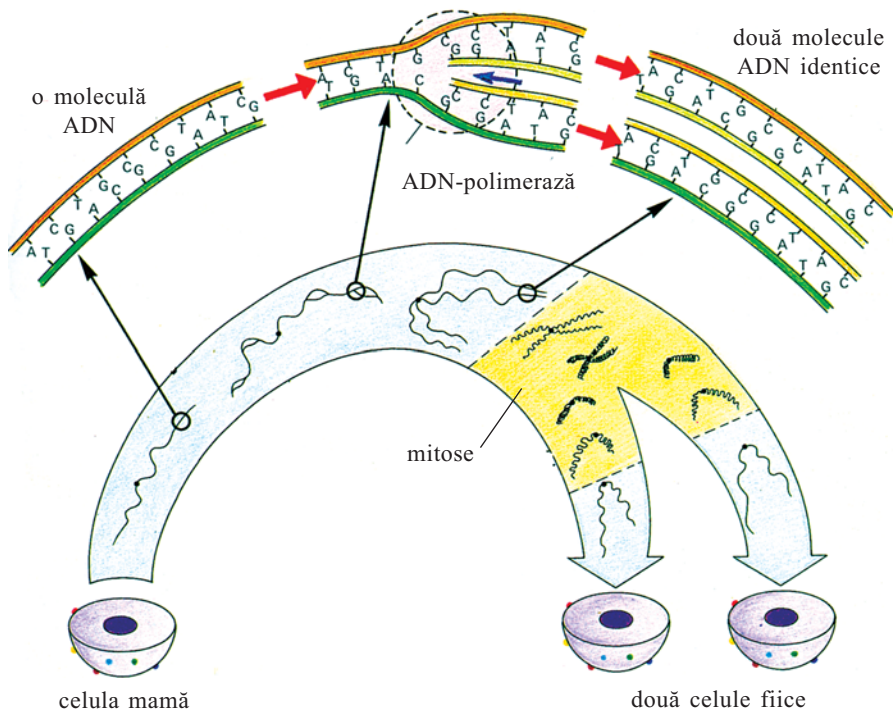
ADN ARN
Adenină (A) ↔ Uracil (U)
Timină (T) ↔ Adenină (A)
Citozină (C) ↔ Guanină (G)
Guanină (G) ↔ Citozină (C)



▲ Molecula ADN.



▲ Replicarea dublei spirale ADN, după modelul semiconservativ.



▲ Replica unei spirale ADN sub influența ADN-polimerază. Are loc o reduplicare semiconservativă: unul dintre cele două lanțuri polipeptidice ale dublei spirale ADN nou formată este de origine paternală, celălalt este lanț nou sintetizat.

caracterelor ereditare. Procesul de legare a nucleotidelor are loc sub acțiunea unei enzime denumite ADN-polimerază.

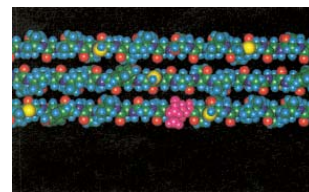
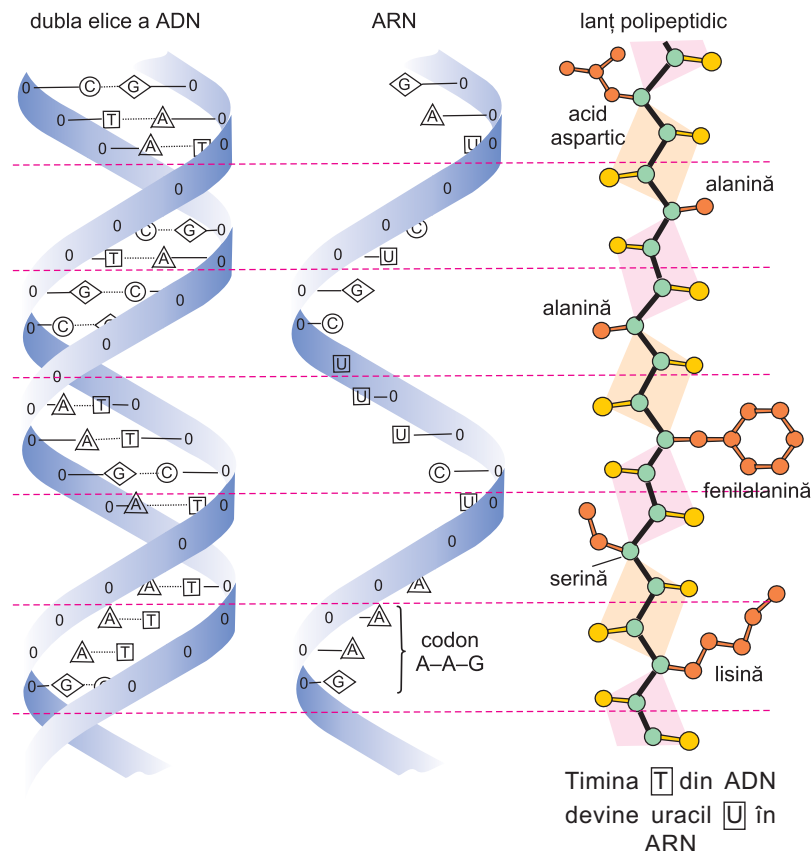
ARN-ul este localizat atât în nucleu, cât și în citoplasmă. Rolul său esențial este de sinteză a proteinelor. În cazul ribovirusurilor materialul genetic este ARN, iar în cazul adenovirusurilor și a bacteriilor ADN-ul este purtătorul informației ereditare.

În general, acizii ribonucleici au o structură monocatenară, fiind alcătuiți dintr-un singur lanț polinucleotidic. În celulele eucariote și în cele procariote se găsesc diferite tipuri de ARN celular, care au funcții diferite:

- ARN-mesager (ARNm) are rolul de a copia informația genetică a unei catene din molecula ADN pe care o transferă ribozomilor din citoplasmă, care o traduc într-o secvență de aminoacizi;
- ARN de transfer (ARNt) se găsește în citoplasmă și are rolul de a transporta aminoacizii liberi din citoplasmă în ribozomi;
- ARN-ribozomal (ARNr) intră în alcătuirea ribozomilor și are un rol important în sinteza celulară a proteinelor.

Informația genetică codificată pe ADN este transferată pe un ARN mesager sintetizat, pornind de la nucleotidele libere din nucleu și cu ajutorul enzimei ADN polimerază. Sinteza ARN are loc după același mecanism ca și reduplicarea ADN. O moleculă bicatenară de ADN parțial desfăcută servește ca tipar pentru sinteza unei catene de ARNm, care rezultă ca o catenă complementară. Astfel, unui T din ADN îi corespunde un A din ARNm, unui A din ADN, un U în ARNm. Însă, în molcula ARNm nou formată va apărea în locul lui T întotdeauna U ca bază complementară.

După ce s-a format ARNm (s-a transmis informația genetică din ADN



▲ Lanț polipeptidic.

▲ Transferul informației de la ADN la proteine.

în ARNm) acesta părăsește nucleul și trece în citoplasmă, unde întâlnește ribozomii și la nivelul lor are loc sinteza proteinelor. Ribozomii sunt particule subcelulare alcătuite din ARN și proteine.

Ribozomii „citesc numele” aminoacizilor aduși de ARN-ul de transfer, care conține aceleași baze azotate ca ARNm. Pentru fiecare aminoacid există cel puțin un ARNt special pe care îl „recunoaște”. Fiecare ARN de transfer are o secvență de trei nucleotide – triplet de baze azotate – denumit **codon** care are o deosebită importanță în sinteza proteinelor. Prin acest triplet, ARNt recunoaște din informația codificată de pe ARNm care dintre aminoacizi trebuie adus, la un moment dat, la locul de sinteză a proteinelor. Pe măsură ce sunt aduși, aminoacizii se leagă unul de celălalt, formând astfel molecule proteice. Astfel ARNt are funcția de transport și de legare a aminoacizilor în biosinteza proteinelor.

Activități de evaluare

Organizați o dezbatere cu tema: Acizi nucleici.

Răspundeți la următoarele întrebări:

Prin ce diferă ADN de ARN? Faceți o deosebire între rolurile jucate de ARNm și ARNt?

Descrieți modul în care se reproduce ADN.

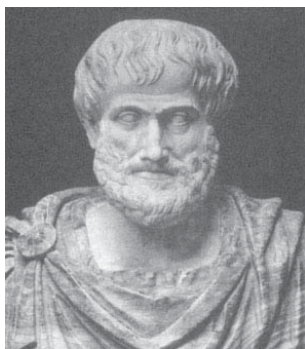
Cum sunt sintetizate proteinele de celulă?

Ce rol joacă molecula ATP într-o celulă?

Cum se formează ea?

Ceasul molecular al vieții

Teoria celulară



▲ Aristotel (384–322 î.Hr.) savant și filosof grec, născut în Stagora, Tracia, și stabilit în Atena. Discipol al lui Platon și îndrumător al lui Alexandru cel Mare (343 î.Hr.) înființează Școala filosofică peripatetică (345 î.Hr.).



▲ Robert Hooke (1635–1703) astronom și fizician englez, asistent al fizicianului Robert Boyle, a inventat și perfecționat instrumente de măsurare și observare (telescoape, termometre și microscop).



▲ Microscopul lui Hooke.

Biologia, în istoria sa milenară, a evoluat permanent și, treptat, a reușit să cuprindă sfere din ce în ce mai largi, să elucideze multe enigme din viața organismelor vii. Istoria dezvoltării gândirii biologice este de fapt istoria luptei permanente dintre concepția materialistă și concepțiile idealiste din toate timpurile, luptă care a dus a progresul științelor biologice.

Ideea de unitate a ființelor vii, de plan unic de organizare a viului, a existat încă de la *Aristotel*. Alături de *Platon* și *Teofrast*, Aristotel, cel care este considerat părintele biologiei, susține că: „toate animalele și plantele, oricât de complexe, sunt formate din elemente mici, care se repetă în fiecare dintre ele”.

Descoperirile ulterioare din domeniul fizicii, precum și cercetările biologice au netezit calea spre formularea teoriei celulare. Termenul de „celulă” a fost introdus pentru prima dată de *R. Hooke* (1665) pentru a defini micile „cămăruțe” pe care le-a observat în structura țesutului suberos analizat la o plantă, dar cărora nu le-a putut identifica rolul sau rostul. În 1673, *A. van Leeuwenhoek* comunică Societății Regale din Londra observațiile sale realizate la microscopul construit de el, cu o mărire de 300 de ori, asupra diverselor tipuri de celule din structura organelor plantelor, precum și celulelor bacteriene, protozoarelor.

Lui *Oken* (1805) îi revine meritul de a fi formulat pentru prima dată în lucrarea „Generation” că: „toate organismele se nasc din celule și sunt formate din celule sau vezicule”.

Anul 1838 însă este considerat cel mai important din istoria biologiei celulare. Este anul în care botanistul *M. Schleiden* și zoologul *TH. Schwann* elaborează teoria celulară – una dintre marile descoperiri ale secolului al XIX-lea.

Principalele idei ale teoriei celulare sunt următoarele:

- corpul plantelor și animalelor este format fie din celule, fie din substanțe care provin din celule;
- celulele au o viață individuală proprie, dominată de viața în ansamblu a organismului;
- într-un organism pluricelular celulele se află într-o strânsă interdependență funcțională, iar viața organismului pluricelular reprezintă, rezultatul activității tuturor celulelor individuale.

Teoria celulară a avut la vremea respectivă un mare succes, dobândind celebritate în foarte scurt timp. Ea a propulsat cercetările din domeniul anatomiei comparate, histologiei și embriologiei, care au cunoscut o mare dezvoltare; astfel, jumătatea secolului al XIX-lea marchează momentul nașterii citologiei – ramură distinctă a biologiei.

Miștile iscoditoare ale numeroșilor naturaliști din întreaga lume au contribuit la dezvoltarea cunoștințelor despre organizarea și funcțiile celulelor, despre înmulțirea lor, despre rolul nucleului celular în transmiterea ereditară a caracterelor ș.a.

Similitudine și diversitate






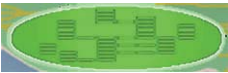
Vă propunem în continuare un studiu virtual al celulei, atât din punct de vedere morfo-structural, cât și funcțional.



Experiment virtual

Pentru început accesați site-ul www.cellsalive.com.

- 1) Vizualizați din pagina de start secțiunea „Cell Models” următoarele: Bacterial Cell; Plant and Animal Cell Animation.
- 2) Identificați elementele constitutive ale celulei procariote și eucariote și accesați link-urile adecvate către informații structurale și funcționale ale componentelor identificate.
- 3) Realizați un tabel (dacă este posibil utilizați editorul de texte Microsoft Word), în care să inserați imagini ale elementelor constitutive, denumirea lor, precum și date reprezentative despre structura și funcția acestora. Pentru a detalia organizarea ultrastructurală a citoplasmei vă propunem să realizați un material asemănător următorului model:

Nr. crt.	Elemente constitutive		Date anatomo-fiziologice		Tipuri de celule		
	Imagine	Denumire	Structură	Funcție	Procariote	Eucariote	
						Vegetale	Animale
1		Mitocondrii	Membrană dublă, iar în interior matricea	Respirație celulară	+ sau –	+	+
2		Reticul endoplasmatic	Sistem de canalicule	Rol de transportor al substanțelor	–	+	+
		Ribozomi	Mici sfere	Sinteza proteinelor	–	+	+
3		Lizozomi	Veziicule cu enzime hidrolitice	Digestie intra-celulară	–	+	+
4		Aparatul Golgi	Cisteme și vezicule	Elaborează produși de secreție	–	–	+
5		Centrozom (centru celular)	Microtubuli	Rol în diviziunea celulară	–	+	+
6		Cloroplaste	Membrană dublă, iar în interior stroma	Rol în fotosinteză	–	+	+

Să revenim din lumea virtuală în lumea reală și să identificăm celulele din următoarele activități experimentale cuprinse în tabelul de mai jos:

Nr. crt.	Denumirea activității	Materiale necesare	Modul de lucru	Analiza microscopică	Observații
1	Analiza microscopică a unor celule bacteriene	– fuxină bazică – trusă de biologie – microscop optic – lampă, spirt, cultură de <i>Bacillus subtilis</i>	Puneți pe o lamă o picătură de apă, în care imersați puțin material biologic din cultura bacteriană dată; amestecați și acoperiți totul cu o lamelă.	Obiectiv de 10X și 90X	Se observă numeroase celule mici cilindrice, solitare sau asociate, mobile, pluriciliate, incolore.
			Ridicați lamela și adăugați o picătură de fuxină bazică. Încălziți preparatul până la emisia de vapori și apoi acoperiți cu lamela.	Obiectiv de 90X	Imaginile sunt mult mai clare datorită colorării citoplasmei în roșu.
2	Demonstrarea prezenței plasmalemei, a permeabilității sale selective și a vacuolelor	– bulb de ceapă – microscop optic – trusă de biologie – hârtie filtru – sol. NaCl – vas cu apă	Desprindeți cu pensa epiderma superioară de pe foaia de ceapă și montați-o între lamă și lamelă în picătură de apă.	Obiectiv de 10X și 20X	Se observă componentele celulare protoplasmice și cele neprotoplasmice.
			Puneți pe una dintre laturile lamei (în contact cu aceasta) o picătură din soluția concentrată de NaCl; facilitați penetrația prin atașarea unei bucăți de hârtie de filtru pe latura opusă a lamei.	Obiectiv de 10X și 20X	Se constată desprinderea treptată a protoplastului de peretele celular (plasmoliză) datorită scăderii volumului vacuolar prin pierderea cantității de apă, prin fenomenul de osmoză.
			Procedați în sens invers, utilizând apă.	Obiectiv de 10X și 20X	Protoplastul revine la starea inițială.
3	Evidențierea formei și dimensiunii nucleelor dintr-o celulă	– bulb de ceapă – microscop optic – trusă de biologie – soluție Lugol (I + KI)	Desprindeți cu pensa epiderma superioară de pe foaia de ceapă și montați-o între lamă și lamelă în picătura de apă, cu o picătură de soluție Lugol.	Obiectiv de 10X și 20X	În manșonul plasmatic parietal se observă corpusculi sferici sau ovoidali mai refringenți – nucleu

La ora actuală, celulele sunt studiate în diferite feluri, fapt ce demonstrează încă o dată unitatea planului de organizare celulară, unitatea compoziției chimice și uniformitatea structurilor subcelulare, atât la indivizii cu organizare celulară de tip procariot, cât și la cei cu organizare de tip eucariot.

Întreaga arhitectură macromoleculară a celulei orientează procesele fiziologice și fizico-chimice celulare, deoarece funcționând, celula autoconsumă materialul constitutiv pe care îl reface, structurându-l neîncetat.

Care este finalitatea acestor procese complicate?

Desigur că prin adaptarea neîncetată a materiei vii se asigură existența, perpetuarea și perfecționarea speciilor sub formele în care se prezintă la ora actuală.

Dacă în activitățile propuse anterior am pornit de la ideea planului unic

de organizare la nivel celular al formelor de existență a materiei vii, totuși nu putem trece neobservată diversitatea de forme celulare, în raport cu rolul lor fiziologic. Ideea unanim acceptată astăzi este aceea că deși la nivel celular există similitudine între organismele vii, la nivel tisular, datorită specializării funcționale, apar numeroase tipuri celulare.

Amintiți-vă!

din studiul biologiei forme de celule întâlnite la organismele procariote și la cele eucariote (protiste, plante și animale).

Evoluție, îmbătrânire, moarte

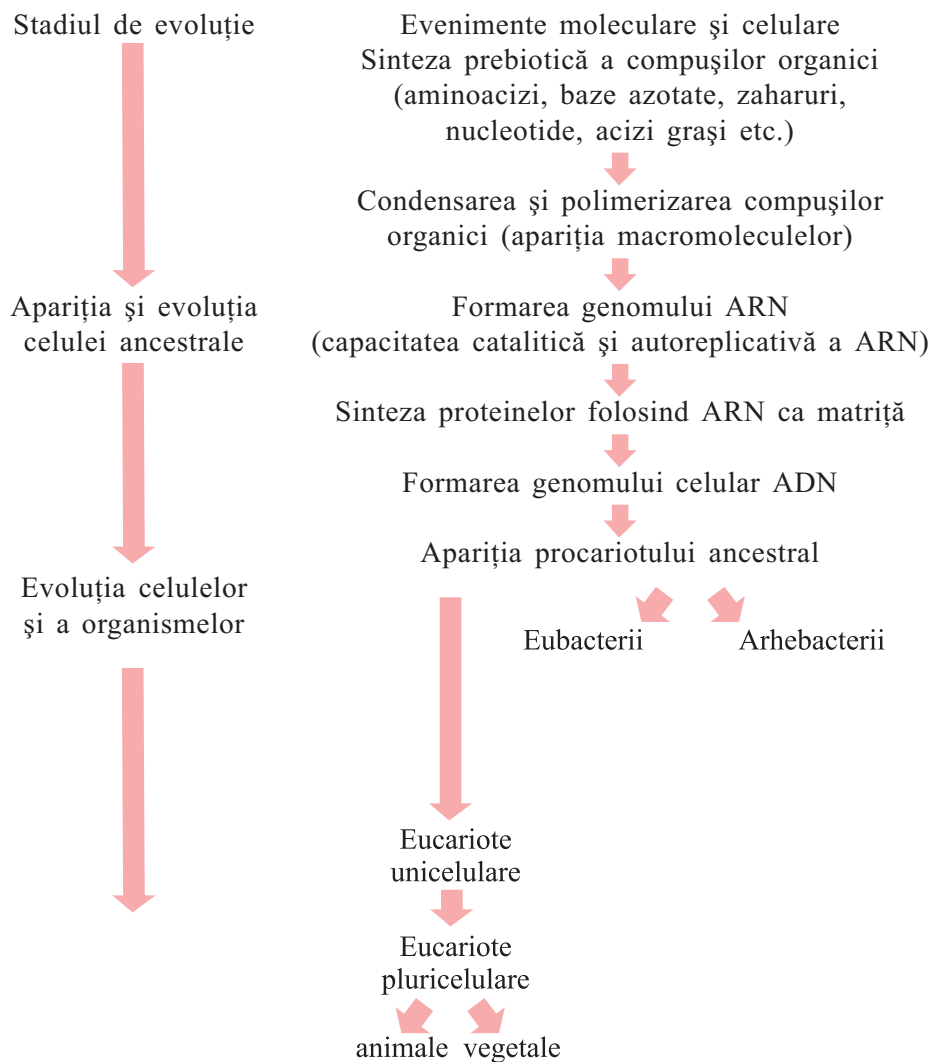
Unitatea de structură și funcție a individului sub două aspecte: evoluția filogenetică și evoluția ontogenetică.

Evoluția de la moleculă la organisme multicelulare

Din studiul manualului Științe din clasa a XI-a amintiți-vă etapele evoluției vieții pe Pământ, folosind următoarea schemă:

Activitate de evaluare

Proiect. Realizați o galerie de imagini, utilizând site-uri adecvate sau alcătuind un colaj din atlase, sau alte surse bibliografice. Prezentați colegilor imaginile pe care le considerați reprezentative.



Concluzie: Din celula ancestrală apare procariotul ancestral, care va evolua în direcții distincte: arhebacteriile și eubacteriile, pe de o parte, și mai târziu eucariotele monocelulare, pe de altă parte.

Bacteriile sunt și la ora actuală cele mai frecvente organisme vii, populând toate mediile de viață. Ele au înveliș și un genom de tip ADN (circular sau liniar); conțin citoplasmă, fără a avea un nucleu delimitat de o nucleolemă (nucleoidul – forma primitivă a nucleului). Se înmulțesc rapid prin diviziune directă, generând organisme unicelulare. Pot fi anaerobe și aerobe.

Apariția enzimelor și a capacității de fotosinteză cu ajutorul clorofilei duce la punerea în libertate a oxigenului și acumularea sa în atmosfera terestră (21%); în consecință, vor apărea și se vor dezvolta oxidări complexe, glicoliza fiind continuată de respirația celulară, metabolizarea piruvatului realizându-se până la produși finali: dioxid de carbon și apă.

Unele celule procariote au putut realiza endosimbioze succesive, care au generat apariția celulelor eucariote. Acestea sunt celule cu organizare complexă, compartimentate, la care transcripția ADN are loc în nucleu, iar sinteza proteică la nivel citoplasmatic.

Odată apărută celula eucariotă, potențialul evolutiv se mărește considerabil. Pe de o parte are loc evoluția ca monocelulă a organismelor incluse astăzi în grupul protistelor, pe de altă parte are loc o specializare funcțională a celulelor, ceea ce va duce la apariția organismelor multicelulare.

Evoluția de la celula-ou la organismul matur biologic

Numărul mare de celule care constituie arhitectura și asigură funcționalitatea organismelor superior organizate reprezintă de fapt copii ale unei singure celule: celula-ou (zigotul).

Celulele rezultate în urma diviziunii sunt identice din punct de vedere genetic. În stadiile precoce ale dezvoltării, în urma unor fenomene de inducție și represie sau supresie, celulele se diferențiază, dând naștere unei diversități de tipuri celulare, având caractere fenotipice specifice diferite.

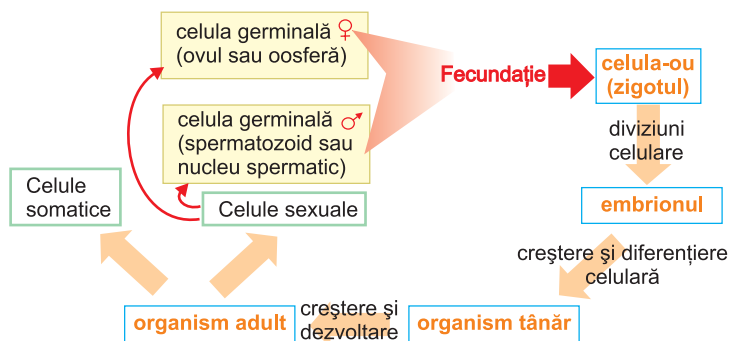
Această diferențiere fenotipică și/sau funcțională se explică prin posibilitatea de activare sau represie a unor gene, ale aceluiași genom, în funcție de stadiul de diferențiere și de tipul celulei diferențiate. Sub acțiunea anumitor mecanisme de control, diferitele gene sau seturi de gene pot răspunde la semnale specifice (proteine reglatoare fenotipice). Astfel, diferențierea celulară constă, în esență, în activarea sau reprimarea secvențială a unor gene, realizată de factori specifici care reglează și controlează în mod obișnuit activarea lor.

Cercetările de biologie moleculară au demonstrat că 90–95% din informația genetică, existentă în genomul unei celule eucariote, este represată (acest fapt demonstrează că într-un procent covârșitor informația genetică este netranscriptibilă și nu se exprimă fenotipic). Există gene funcționale comune tuturor tipurilor de celule dintr-un organism, dar ele sunt în mod selectiv activate sau reprimare, în funcție de tipul și de stadiul de diferențiere al celulei respective. Dacă toate genele ar fi transcrise, celulele ar fi identice atât morfologic, cât și funcțional. Realitatea nu este aceasta, deoarece deși toate celulele conțin întreg patrimoniul genetic al celulei-ou, există un mecanism

de control care decide și menține expresia unor gene și supresia altora, în funcție de necesități.

În cursul evoluției, organismele s-au dezvoltat în mărime, în numărul de celule specializate, în complexitatea structurală și funcțională și în precizia exercitării funcțiilor. Astfel, la om există peste 200 de tipuri celulare (populații celulare) care stau la baza organizării nivelurilor supracelulare ale individului biologic. Indiferent de numărul tipurilor celulare, la organismele eucariote pluricelulare a fost necesară apariția distinctă a celulelor somatice (celule diploide) și a celor germinale (celule haploide).

Foarte sumar procesul de dezvoltare al unui organism pluricelular eucariot poate fi schematizat astfel:



Concluzie: Creșterea și diferențierea celulară se desfășoară după un program genetic bine stabilit.

Îmbătrânire și moarte celulară

Pe lângă proliferare și diferențiere în organism, celulele a căror funcție este epuizată sunt înlăturate și înlocuite de celule tinere. Procesul de înlăturare este un proces fiziologic și a fost denumit apoptoză. Termenul de apoptoză este considerat sinonim cu cel de moarte celulară programată, ceea ce implică existența unui program genetic letal (set de gene letale). Unii autori consideră că termenul de deleție programată a celulelor ar fi mai potrivit pentru a descrie acest fenomen.

În țesuturile vertebratelor s-au descris două modele de moarte celulară cu morfologie distinctă: apoptoza și necroza, însă mecanismele lor la nivel molecular nu sunt încă complet înțelese.

Necroza poate fi descrisă ca și colapsul metabolic celular și apare când celula nu-și mai poate menține homeostazia ionică. Pe măsură ce nivelurile de ATP se epuizează și gradientul ionic transmembrantar se disipă, celulele se umflă și organitele intracelulare se dilată. Inițial se observă înmuguriri reversibile ale membranei, modificări timpurii în conformația și funcția mitocondriilor și celula devine rapid incapabilă de a menține homeostazia. Depășind un prag, procesul devine ireversibil. Membrana celulară poate deveni situsul major al alterărilor; pierzându-și astfel capacitatea de reglare a presiunii osmotice, celula se umflă și crapă. Deteriorările membranelor interne permit eliberarea enzimelor lizozomale, conținutul celulei este împrăștiat în spațiul tisular înconjurător și provoacă un răspuns inflamator nespecific.

Materialul genetic

Din activitățile desfășurate anterior, ați observat că orice celulă este alcătuită din membrană, citoplasmă și nucleu. De asemenea, ați constatat că nucleul reprezintă compartimentul celular care încorporează genomul nuclear, deci el conține aproape întreaga informație genetică. Astfel, el are rol în:

- păstrarea în condiții de securitate a ADN-ului;
- transmiterea nealterată a informației stocate către descendenți;
- reglarea și controlul activității celulare.

Prin **informație genetică** se înțelege informația codificată în materialul genetic cu care este înzestrat orice organism viu (unicelular sau pluricelular) de pe planeta noastră. Totalitatea informației genetice dintr-un organism se numește **genotip**.

Informația genetică este stocată în structura macromoleculară complexă a acidului dezoxiribonucleic (ADN), care este prezent atât în nucleul fiecărei celule (ADN nuclear care are rolul principal în stocarea informației genetice), cât și în afara acestuia (ADN extranuclear).

Întreaga cantitate de material genetic dintr-un organism se numește **genom**. Există un genom nuclear și un genom celular. Genomul nuclear este reprezentat de una (la procariote) sau mai multe (la eucariote) macromolecule de ADN bicatenar care intră în alcătuirea cromozomilor. Numărul acestora este o caracteristică de specie, fiind același pentru toți indivizii unei specii și pentru toate celulele somatice ale unui organism.

Ansamblul însușirilor morfologice, fiziologice și biochimice ale unui individ, rezultate din interacțiunea genotipului cu mediul, se numește **fenotip**. Diferitele caractere individuale sunt rezultatul interacțiunii informației genetice din moleculele de ADN nuclear și extranuclear cu condițiile de mediu. Cercetările recente au scos în evidență faptul că aceste interacțiuni nu sunt suficiente pentru a explica toate caracterele individuale, deci mai trebuie să existe undeva un stoc de informație. Unii cercetători încearcă să identifice noi structuri informaționale biomoleculare, în timp ce alții sunt de părere că această informație ar putea avea un suport de o altă natură (spirituală). Deocamdată nici una dintre aceste versiuni nu a fost demonstrată, dar cercetările continuă.

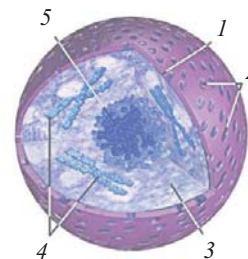
Manipularea materialului genetic

Ingenieria genetică poate fi definită drept ansamblul de metode și tehnici prin care este posibilă manipularea materialului genetic la nivel celular și molecular pentru a obține pe căi netradiționale produși utili omului și genotipuri noi, având la bază tehnologia moleculelor recombinante (hibride) de ADN.

Ingenieria genetică se profilează ca direcție științifică și tehnologică în anii 1970. Apariția ei a fost determinată, în primul rând, de aprofundarea cunoștințelor de genetică la nivel celular și molecular, de dezvoltarea cunoștințelor privind materialul genetic al organismelor vii, ca de exemplu, descoperirea mecanismelor principale de transmitere a informației ereditare.

Activitate de evaluare

Stabiliți asemănările și deosebirile dintre nucleul atomic (studiat în clasele anterioare) și nucleul celular.



▲ Nucleu: 1 – membrană nucleară; 2 – porii membranei; 3 – nucleoplasmă; 4 – cromozomi; 5 – nucleolul.

Datorită cercetărilor de genetică moleculară, a fost posibilă cunoașterea structurii de profunzime a unor gene și genomuri, fapt ce a condus la elaborarea tehnologiei ADN-ului recombinat și la transferul de gene peste barierele de specie.

Tehnica recombinării genetice *in vitro* cuprinde trei etape principale:

1. extragerea sau sinteza chimică a ADN-ului din diferite specii;
2. construirea unei molecule hibride (recombinante) de ADN;
3. reintroducerea moleculei recombinante de ADN într-o celulă vie pentru reproducerea și expresia ei.

Pentru transferul genelor de la unele organisme la altele sunt utilizați vectorii (molecule speciale de ADN ce transferă informația genetică dintr-o celulă în alta) reprezentați prin plasmide, virusuri, liposomi, ADN mitocondrial și ADN cloroplastic.

Plasmidele reprezintă niște molecule inelare de ADN specifice bacteriilor. Ele pot exista autonom și determină unele caractere ale bacteriilor, cum ar fi: capacitatea de conjugare, rezistența la antibiotice, agresivitatea.

A doua tehnică de introducere a unei gene într-o bacterie folosește ca vector un bacteriofag, al cărui genom (10–50 gene) integrează gena străină. Ea se va sintetiza întocmai ca și celelalte gene ale virusului, dacă acesta din urmă se va replica în celula bacteriană.

Un tip particular de vectori reprezintă liposomii, picături foarte mici de lipide produse artificial, în care pot fi incluse gene, precum și diferite medicamente, enzime etc.

Genomul mitocondriilor și cloroplastelor este similar celui bacterian și, ca urmare, se crede că el va putea fi utilizat pentru transferul unor gene la organismele eucariote.

După obținerea moleculelor recombinante de ADN, ele trebuie transferate în celulele (organismele) procariote sau eucariote pentru funcționarea lor ulterioară (replicarea și transmiterea informației ereditare).

De menționat că, în cazul operării cu genele organismelor eucariote, genele eucariotelor superioare, de regulă, nu se manifestă în celulele procariote, iar genele eucariotelor inferioare se manifestă doar parțial. Iată de ce, în aceste experimente se acordă o deosebită atenție direcției transferului de informație ereditară a moleculelor recombinante, adică de la celula procariotă în celulele pro- sau eucariote și invers, de la celula eucariotă în eu- sau procariote.

Moleculele recombinante ale procariotelor funcționează ușor în celule procariote (în calitate de repliconi).

Sunt descrise și cazuri de funcționare a genelor procariotelor în celulele eucariotelor, precum și invers.

Astăzi se obțin pe scară largă produse ale organismelor eucariote în baza bacteriilor (hormoni, interferoni etc.).

Informația ereditară străină (a moleculei recombinante), care pătrunde în celula (organismul) gazdă, este protejată pe diferite căi; în același timp, celula-gazdă își protejează informația ereditară prin diferite mecanisme (acțiunea anumitor enzime specifice, protecția mecanică prin membranele celulare, acțiunea proteinelor histonice și nehistonice, acțiunea interferonului).



▲ Domeniul în care acționează ingineria genetică este vast. Firma americană „Monsanto” comercializează deja plante transgenice (transformate) de cartof, rezistente la gândacul de Colorado.

Amintiți-vă!

Genetica este știința care studiază ereditatea și variabilitatea organismelor.

Gena este unitatea de bază structurală și funcțională a materialului genetic reprezentat de acizii nucleici.

Ingineria genetică. Rezultate

Datorită cercetărilor în tehnologia ADN-ului recombinat, au fost elaborate metode de transfer de gene în celulele procariote, care pot sintetiza multe proteine utile. Astfel, a devenit posibilă producerea și chiar comercializarea pe scară largă a unor hormoni (insulina, somatostatina, somatotropina), a interferonului, a preparatelor de diagnosticare etc.

Obținerea insulinei umane și a altor hormoni

Noile tehnologii industriale de obținere a insulinei umane au fost posibile odată cu extragerea genei insulinei (*W. Gilbert* și colaboratorii săi, 1980) și crearea moleculelor recombinante de ADN în baza plasmidelor.

Datorită utilizării tehnologiei ADN-ului recombinat, se obțin aproximativ 200 grame de insulină de pe 1 m³ de mediu de cultură, adică tot atâta cât se poate extrage din aproape 1600 kg de pancreas de bou sau de porc.

Un hormon de mare importanță biologică este **hormonul de creștere sau somatotropina** (HGH – Human Growth Hormone), secretat de lobul anterior al hipofizei. Molecula hormonului cuprinde 191 de aminoacizi. Hiposecreția lui provoacă nanismul hipofizar. Tratamentul cu acest hormon se realizează începând cu vârsta de 4–5 ani până la pubertate, în doze de minimum 6 mg pe săptămână per persoană. Somatotropina este un hormon cu o specificație înaltă și nu poate fi utilizat de la animale. Din hipofiza unui cadavru se extrag doar 4–6 mg de hormon, heterogen și impurificat. Iată de ce, producerea acestui hormon prin tehnici de inginerie genetică prezintă un interes deosebit.

Obținerea interferonilor

Interferonii sunt produși de celule specializate pentru lupta împotriva infecțiilor virale. Ei au fost descoperiți în 1957 de *F. Isaacs* și *I. Lindenmann*. Interferonii reprezintă niște substanțe proteice (din 146–166 de aminoacizi) și sunt produși în cantități infime de celula animală sau umană, când un virus pătrunde în organism.

Există mai multe tipuri de interferoni: interferonul leucocitar, interferonul fibroblastelor și interferonul limfocitelor T sau interferonul imun (g).

Ei pot fi obținuți prin tehnici clasice (din celulele sangvine și din fibroblaste) și prin tehnici de recombinare genetică.

Pentru a obține interferon din celulele sangvine sau din fibroblastele cultivate, acestea sunt infectate cu un virus, iar după 24 de ore prin centrifugare și purificare se izolează din mediul de cultură. Dintr-un litru de sânge se poate extrage până la 1 μg (10⁻⁶ grame) de interferon.

În 1980, savanții americani *W. Gilbert* și *C. Weissmann* și japonezul *T. Taniguki* au produs interferonul uman cu ajutorul unor colibacili cu genomul modificat.

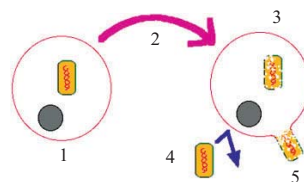
Transferul de gene în celulele vegetale și animale

Tehnicile de recombinare genetică permit transferul genelor importante în celulele de plante și animale, iar ca rezultat se obțin plante și animale transgenice.

Pentru realizarea transferului de gene în celula vegetală este utilizată metoda culturilor de celule și țesuturi *in vitro*.

Activitate de evaluare

Descrieți, utilizând imaginea de mai jos, mecanismul de apărare a organismului împotriva agenților patogeni.



▲ 1 – celulă infectată cu virus; 2 – intervenția interferonilor α și β ; 3 – inhibiția replicării virale; 4 – stoparea intrării virusului; 5 – inhibiția răspândirii virale.

Biotehnologii, clonare, ameliorare

Vom crea vaccinuri eficiente și tratamente care să poată preveni răspândirea bolilor care ne amenință odată cu degradarea condițiilor de mediu?

Amintiți-vă!

produsele cele mai importante obținute prin biotehnologiile moderne!

Știați că...

- ▶ în anul 1980 a avut loc primul transfer al unei gene de la un șoarece la altul? Echipa condusă de către M. Cline a reușit să facă gena transferată să funcționeze.
- ▶ în anul 1984, S. Willadsen a reușit să cloneze o oaie, obținând astfel o altă oaie genetic identică, prin separarea unui embrion în celule și introducerea nucleului celulei în ovulele oii ale căror nuclee au fost scoase în prealabil; ulterior ovulele astfel modificate au fost implantate în uterul oii, devenind astfel fetuș.

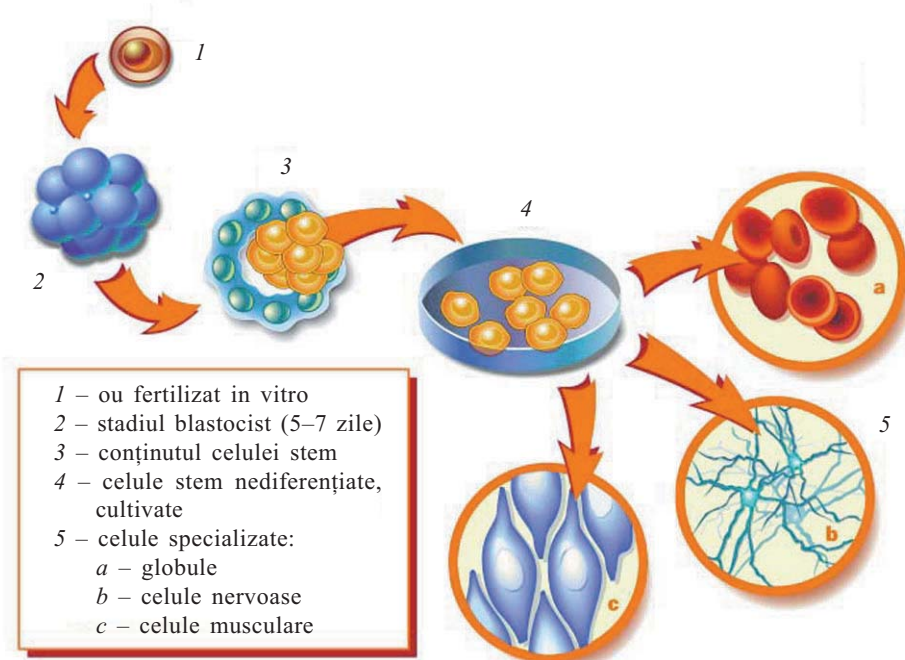
Biotehnologiile reprezintă un ansamblu de metode și tehnici prin care utilizând microorganismele (de exemplu, bacterii), se obțin în culturi de celule vegetale și animale substanțe utile necesare în diferite domenii. Aceste tehnici sunt utilizate cu succes în industria farmaceutică, medicină, industria alimentară, agricultură etc. De asemenea, cu ajutorul biotehnologiilor se pot obține organisme reprogramate genetic. La ora actuală biotehnologiile se dezvoltă pe două sectoare bine definite: clonarea terapeutică și clonarea reproductivă.

Clonarea terapeutică se realizează cu ajutorul celulelor stem.

Ce sunt aceste celule?

În tratatele clasice de histologie sunt descrise **celulele tulpină** sau **celule stem**, din măduva osoasă, care sunt identificate, mai târziu, cu celulele **sușe**. Ele sunt cunoscute ca celule multipotente din care se diferențiază linia eritocitară, granulocitară și megacariocitară. De altfel, în 1965 au loc primele grefe de măduvă osoasă la pacienții cu leucemie.

Descoperirea celulei stem embrionară are loc în 1981, când s-a reușit izolarea de celule de la un embrion de șoarece, iar cultivarea lor în medii diferite a dus la formarea mai multor tipuri celulare prezente în șoarecele adult.



În 1995, **Thomson** izolează și cultivă celule stem embrionare de primat, iar trei ani mai târziu reușește să multiplice în cultură celule stem umane provenite dintr-un embrion în stadiu de blastocist.

Laboratoare din numeroase țări sunt într-o adevărată cursă contra cronometru în obținerea de linii celulare stabile din care, prin cultivări în medii adecvate, să determine diferențierea lor în celule specializate, în vederea folosirii lor pentru refacerea unor țesuturi sau organe bolnave. Mai mult de zece laboratoare din Australia, Marea Britanie, Japonia, China și alte țări,

au reușit să obțină faimoasele celule tulpină embrionare („Embryonic Stem Cells” sau ESC).

Odată cu obținerea celulelor ESC, date fiind calitățile și posibilitățile de folosire, speranțele în domeniul terapeutic sunt inestimabile. S-a reușit diferențierea lor în celule pancreatice, hepatice, nervoase, miocardice, musculare ș.a.

Celula stem adultă se găsește în măduva osoasă, în sângele ombilical și periferic, dar și în numeroase alte țesuturi. Celulele embrionare, care se găsesc începând cu primele stadii după fecundarea ovocitului de către spermatozoid și în continuare în fazele succesive de dezvoltare până la fetus, au fost găsite și izolate din lichidul amniotic.

Dependent de capacitățile de multiplicare și specializare, cu posibilități de a se diferenția, celulele stem sunt grupate în:

- *celule unipotente*, care reușesc să producă un singur tip de celulă specializată; de exemplu, celulele sușe ale pielii utilizate în autogrefele din arsurile extinse;
- *celule multipotente*, care produc un număr limitat de tipuri celulare; de exemplu, celulele stem din măduva osoasă, formatoare de hematii, leucocite și trombocite;
- *celule pluripotente*, care produc toate tipurile de celule existente într-un organism, cu excepția celulelor placentare; se găsesc în butonul embrionar, în stadiu de blastocist;
- *celule totalpotente*, care sunt apte de a produce un individ complet; se găsesc într-un embrion format din 2–8 celule, la trei zile după fecundarea ovulului de către spermatozoid.

În prezent sunt cunoscute și bine stabilite următoarele însușiri ale celulelor stem:

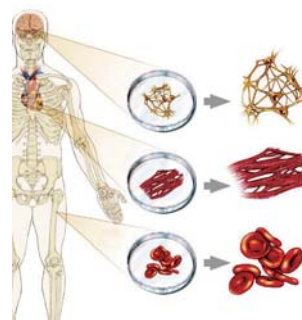
- pot supraviețui timp îndelungat într-un mediu adecvat;
- pot produce celule diferențiate sau specializate;
- în cursul evoluției se pot asambla, formând „societăți celulare” care se structurează în țesuturi sau organe;
- în procesul de diviziune dau naștere la două tipuri de celule: o celulă sușe și o celulă specializată.

La ora actuală, celula sușe reprezintă o problemă disputată în mai multe planuri: politic, etic și legislativ.

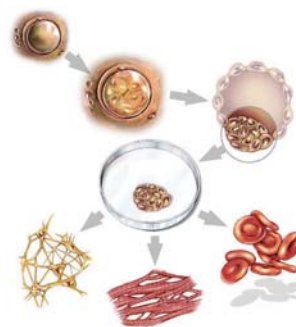
Perspectivile incomensurabile ale folosirii celulelor stem în medicină, fac ca problemele menționate mai sus să fie trecute pe plan secund sau, în orice caz, să se încerce o rezolvare legislativă.

Celulele stem adulte sunt celule nediferențiate, capabile să se dezvolte ca tipuri de celule caracteristice altor țesuturi; celulele stem hematopoietice adulte din măduva osoasă sunt capabile să dezvolte celule sangvine și celule imunitare, iar în alte condiții sunt capabile să se transforme în celule cu caracteristici neuronale.

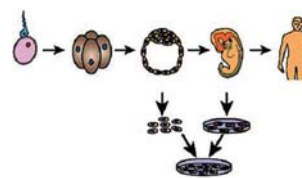
Celula stem adultă are capacitate de autoreînnoire, cu mențiunea că nu se replică timp îndelungat în cultură. Surse de celule stem adulte sunt: măduva osoasă, sângele, corneea, retina, osul, mușchiul scheletic, pulpa dentară, ficatul, pielea, mucoasa gastrointestinală și pancreasul. Celule stem adulte au fost identificate în regiunea hipocampului (zona memoriei) din creier.



▲ Celule multipotente.



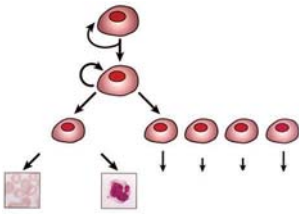
▲ Celule pluripotente.



▲ Celule totalpotente.

Celulele stem adulte sunt rare; se întâmpină dificultăți în identificare, izolare și purificare; nu sunt pluripotente și au capacitate de reînnoire pe termen lung.

Celulele stem din măduva osoasă reprezintă o sursă de un interes deosebit pentru o serie de boli, în care s-au obținut rezultate, dar încă nu este evaluat în totalitate potențialul lor, cu toate că sunt cele mai studiate celule stem adulte. În măduva osoasă au fost identificate două tipuri de celule stem adulte: celule stem hematopoetice, care formează celule sangvine și imune și celule stem mezenchimale sau stromale, care formează celule osoase, cartilajinoase și celule grase (lipocite). Cercetările au demonstrat că în măduva osoasă ar exista cel puțin încă două populații de celule stem adulte, dar care încă nu sunt bine caracterizate.



▲ Cum funcționează celulele stem? Nu secretă hormoni, nu formează straturi protectoare, nu digeră hrană! Asemeni unei mici fabrici, împreună cu celelalte celule stem, pot genera cele 220 de tipuri de celule necesare individului pentru a trăi. Fără celule stem, embrionul nu s-ar putea dezvolta, adulții nu și-ar putea regenera sângele și țesuturile.

Perspectivile folosirii celulelor stem embrionare se îndreaptă în două direcții majore:

- medicina regenerativă;
- testarea medicamentelor.

În diabetul de tip 1, a cărui patogeneză constă în distrugerea celulelor insulinice de către sistemul imun, terapia prin celule stem embrionare ar avea avantajul că acestea pot fi făcute să exprime gene compatibile, care ar putea scăpa detectării sistemelor imune; o altă ipoteză de lucru ar fi încapsularea celulelor stem insulinice într-un material care să permită insulinei să treacă ușor în sânge, dar în același timp să fie inaccesibile sistemului imun.

Boala Parkinson, cel puțin teoretic, prin prisma actualelor cunoștințe, ar fi relativ ușor de tratat, deoarece ar fi vorba de înlocuirea unui singur tip de celulă dintr-o zonă bine precizată din creier.

Leziunile măduvei spinării, mai frecvente de natură traumatică, deteriorează grav un complex de celule (neuronii, oligodendrocite etc.), sinapse și căi de transmitere a influxului nervos. Experimentele efectuate pe animale de laborator au demonstrat că injectarea de oligodendrocite derivate din celule stem embrionare pot remieliniza axonii, iar șobolanii astfel tratați au redobândit, parțial, funcțiile. Aceste experiențe efectuate în multe laboratoare din lume au început să depășească stadiul de speranță, existând numeroase succese în terapia unor boli ale sistemului nervos.

Modelul experimental obligatoriu, în studiul ESC umane, impune formarea unor linii celulare în culturi pure, suficient de numeroase, cu stabilirea condițiilor de mediu, rețete speciale și precise pentru cultivarea *in vitro*, apoi testarea funcțiilor fiziologice ale fiecărei linii celulare izolate; stabilirea în timp, de la o generație la alta de celule, a funcțiilor acestora. În continuare, cercetările de laborator se vor axa pe următoarele trei probleme:

- demonstrarea eficacității;
- demonstrarea siguranței;
- prevenirea rezecției.

În acest stadiu al investigațiilor se va proba pe animale de experiență – rozătoare –, iar după aceea pe primat – maimuțe. Se vor induce la aceste animale, boli precum diabet, boala Parkinson etc., evaluându-se integrarea celulelor injectate în țesuturi și reacția imunitară.

Demonstrarea siguranței constă în investigații privind posibilitatea dezvoltării unor tumori și pericolul transmiterii unor boli infecțioase.

Testarea metodelor de prevenire a rezecției, constă în posibilitatea de folosire a medicamentelor imunosupresive; crearea de celule diferențiate

izogenice în perspectiva folosirii reprogramării nucleare, formarea de linii celulare embrionare care să exprime genele primite și stabilirea toleranței imunologice.

Extrapolarea rezultatelor pe pacienți umani se va face numai după ce rezultatele experimentale vor fi temeinic verificate.

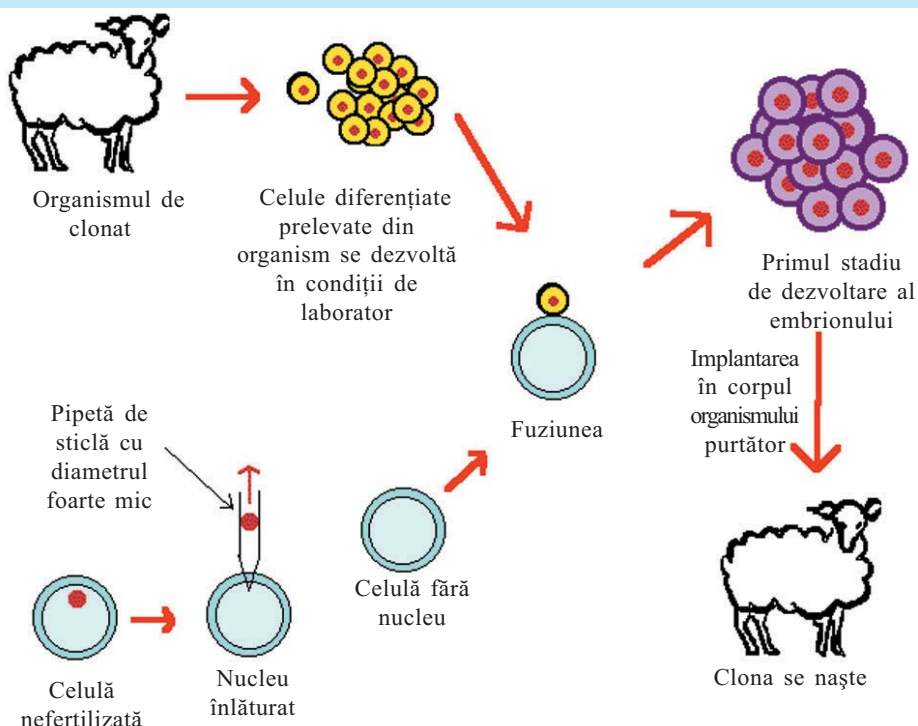
Clonarea reproductivă. În reproducerea animală, în scopul obținerii de animale cu înalte performanțe economice, se practică:

- reproducerea sexuată, prin inseminare artificială și prin fecundație in vitro;
- reproducerea asexuată, prin clonare:
 - transfer de nucleu embrionar sau adult;
 - crearea de animale transgenice: inserarea de gene străine în patrimoniul ereditar al spermatozoizilor, al celulelor-ou;
 - clonarea unui animal adult deja transgenic sau manipulând direct nucleul unei celule adulte, transferul nucleului, ceea ce permite obținerea clonelor transgenice.

Reproducerea asexuată, prin clonare, a fost verificată și s-a realizat prin biotehnologii care necesită încă perfecționare. Să nu se uite că oaia Dolly a fost obținută după 277 de transferuri, totuși concluzia este că se poate!

Activitate de evaluare

1. Identificați tipurile de celule prelevate pentru clonarea reproductivă.
2. Marcați principalele momente în evoluția ontogenetică a viitoarei clone.







Toate aceste etape sunt aleatorii și misterioase, ceea ce explică nivelul încă scăzut al succeselor.

Numeroși embrioni reconstruiți nu se dezvoltă. Cauzele sunt necunoscute, putând fi legate de ciclul embrionar, de starea nucleului și a citoplasmei primitoare, de activarea oului pus în joc etc. Dacă embrionul se dezvoltă și se implantează, mortalitatea embrionară și fetală este considerabilă, poate datorită efectului tardiv sau perturbărilor foarte precoce ale dezvoltării. Pot interveni perturbații fiziologice ale placentei. Rezolvarea acestor neajunsuri, dat fiind interesul, este o chestiune de timp.

În numeroase țări clonajul uman reproductiv este prohibit, de altfel Parlamentul European, Consiliul Europei prin convenția de la Oviedo, OMS și UNESCO au condamnat clonajul reproductiv la om.

Proiectul genomului uman



-  Timină
-  Adenină
-  Guanină
-  Citosină
- D = Dezoxiriboză (zahăr)
- P = fosfat
- °°°° Legătură de hidrogen

▲ Modelul ADN-ului.

Ideea de a realiza un proiect având ca scop descifrarea genomului uman se consemnează în anul 1981 în SUA, fiind izvorâtă din necesitatea evaluării statutului curent al detecției și caracterizării mutațiilor în specia umană.

Multă vreme s-a considerat că genotipul uman este alcătuit din 80000-100000 de gene ce însumează în jur de 3 miliarde de nucleotide. Genele umane variază între limite largi ca lungime, cuprinzând adesea sute de bare, însă doar aproximativ 10% din genom se știe că include secvențele codificatoare (exoni) intercalate cu secvențe noninformaționale (introni). Aflarea de noi informații asupra structurii genelor și a funcțiilor acestora impunea o cunoaștere detaliată a codului genetic. Astfel a demarat Proiectul Genomului Uman – Human Genome Project (HGP).

HGP a fost prefațat de multe încercări de cartare a genelor umane. Astfel în 1980, **Batstein** și colaboratorii au realizat harta genetică de linkage, pe baza polimorfismului de lungime a fragmentelor de restricție a ADN uman. Totodată au realizat un program de conturare a unei hărți genetice umane, în care să fie localizate genele responsabile de manifestarea unor boli.

În anul 1983, **Schimm** și **Sutcliffe** pun la punct o metodă de secvențiere a fragmentelor de ADN genomic, în vederea identificării rapide de gene, metodă dezvoltată în perioada 1991–1995 de către **Venter** și colaboratorii, protagoniștii HGP.

Inițiat în 1986 în SUA de către Department of Energy (DOE) și National Institutes of Health (NIH), beneficiind de o finanțare considerabilă (3 miliarde dolari), programul a fost estimat să se întindă pe 15 ani. Obiectivele principale ale acestui program au fost:

- să identifice genele din ADN-ul uman;
- să determine secvența perechilor de baze azotate ce alcătuiesc ADN-ul uman, cu precizia de o eroare estimată / 10000 de baze;
- stocarea informației obținute într-o bază de date;
- dezvoltarea metodelor și tehnologiilor pentru studiul acestor date;
- să dea răspunsuri problemelor etice, legale și sociale care pot apărea în urma studiilor.

Una dintre ideile de bază era alcătuirea unei hărți a cromozomilor, pe care să fie localizate genele, prin identificarea unui marker genetic la fiecare două milioane de baze (în medie). Există deja bănci de gene care dețin la ora actuală complementele unor secvențe cunoscute de ADN (markeri).

Primii doi ani au fost consacrați găsirii acestor markeri-index. Cercetările au avut utilitate imediată, ducând la crearea unei hărți mai detaliate și ușurând munca de căutare a unei anumite gene.

Acest prim succes a determinat creșterea numărului de participanți la HGP, implicându-se europenii (centrul Sanger din Marea Britanie, laboratoare din Franța și Germania) și Japonia. Odată cu atingerea acestui scop intermediar (o „clonă” a proiectului) s-a stabilit o nouă direcție de cercetare: identificarea variațiilor individuale ale genomului uman. Chiar dacă 99,5% dintre secvențele de ADN sunt identice la toată populația, micile variații pot avea un impact major asupra răspunsului la diferitele boli, rezistența la bacterii, virusuri, toxine și substanțe chimice, precum și la tratamentele medicamentoase.

Se dezvoltă metode pentru a detecta diferitele tipuri de variații.

Cercetătorii speră că aceste studii să ajute la identificarea corelată a genelor asociate cu boli complexe ca diabetul, cancerul, afecțiunile vasculare și unele boli mintale. Aceste corelări sunt greu de stabilit cu metode tradiționale de „vânăre” a genelor, deoarece o singură genă alterată își poate aduce doar o mică contribuție la riscul de boală.

Primul plan cincinal (1990–1995) a fost revizuit în 1993 datorită progreselor neașteptate. Un al doilea plan a stabilit obiectivele proiectului până în 1998. Al treilea și cel mai recent a fost stabilit la 23 octombrie 1998 în urma unei conferințe internaționale.

Complexitatea extraordinară a proiectului a făcut necesară participarea cercetătorilor din domenii variate: biologie, informatică, chimie, matematică, fizică, inginerie aplicată etc.

Finalizarea cercetărilor, estimată pentru anul 2003, ceea ce ar fi coincis cu a 50-a aniversare a descoperirii structurii ADN-ului de către Watson și Crick, a fost realizată în februarie 2001. Publicarea în mediile științifice a secvenței de draft (schiță) a genomului uman constituie un moment de referință al cunoașterii umane.

Aplicații prezente și potențiale ale cercetărilor HGP

Cartarea genetică la om este un proces complex, care implică multidisciplinaritate. Ea reprezintă apogeul demersului științific de analiză a genomului uman cu profunde semnificații și implicații practice medicale, îndeosebi în acordarea sfatului genetic.

Medicina moleculară asigură:

- diagnostic îmbunătățit;
- detectarea din timp a predispoziției spre o anumită boală;
- terapie genică avansată;
- control mai eficient al acțiunii medicamentelor.

Bioarheologie, Antropologie, Evoluționism

- corelarea cu diferite evenimente istorice;
- urmărirea migrațiilor umane pe baza studierii cromozomului Y;
- noi date despre relațiile între archaeobacterii-eucariote-procariote.

Medicina legală:

- identificarea suspectilor pe baza probelor biologice;
- identificarea victimelor catastrofelor/crimelor;
- stabilirea paternității și a altor relații de rudenie.

Alte domenii ale biologiei:

- găsierea speciilor în pericol pe baza analizei genetice;
- identificarea bacteriilor/organismelor care pot polua apa, aerul, solul, hrana;
- compatibilitatea donor-primitor de organe;
- pedigree pentru diferite animale;
- autentificarea vinurilor, a caviarului.

Agricultura, creșterea animalelor, bioprocesare:

- obținerea de culturi mai rezistente la boli, insecte, secetă;
- animale mai productive și mai sănătoase;
- biopesticide;
- obținerea de produse mai nutritive;
- organisme transgenice și mutații controlate;
- depoluarea zonelor prin cultivarea plantelor modificate genetic și care au capacitatea de a metaboliza toxinele.



▲ Cartarea genetică la om.

Știți că...

- ▶ *analizele asupra deplasării genetice a secțiunilor ADN-ului mitocondrial sau a părților ADN-ului nuclear au fost utilizate pentru a determina evoluției speciilor?*

* Perspectiva creștină asupra ceasului molecular al vieții

Pe lângă aspectul biologic al vieții omului, tradiția creștină vorbește despre prezența unui principiu spiritual care animă din interior și pătrunde trupul în toate elementele sale: sufletul. Moartea este înțeleasă ca îndepărtare a sufletului nemuritor de trupul ce se risipește în elementele organice din care este făcut.



▲ Toma de Aquino (1211–1274), teolog și filosof italian.



▲ Rene Descartes (1596–1650), filosof și om de știință francez.

... pe de o parte am o idee distinctă și clară a mea însămi ca ființă cugetătoare doar, neîntinsă, iar pe de altă parte o idee distinctă a corpului ca lucru întins doar, necugetător, e sigur că sunt deosebit cu adevărat de corpul meu și că pot exista fără el”.

(R. Descartes, *Meditații metafizice*)

Moarte cerebrală

Viața și moartea în perspectivă creștină

Dumnezeu este izvorul vieții care îl face pe om din pământ și îi insuflă suflare de viață pentru ca acesta să fie viu: „Trimite-vei duhul Tău și se vor zidi și vei înnoi fața pământului... lua-vei duhul lor și se vor sfârși, în țărână se vor întoarce” (Psalmi 103, 30-31). Iov ne spune: „Dacă Dumnezeu n-ar cugeta decât la sine însuși și dacă ar lua înapoi la Sine duhul său și suflarea sa, toate făpturile ar pieri deodată și omul s-ar întoarce în țărână”. (Iov – 34.14-15)

Fiind create de Dumnezeu printr-un act special atât sufletul cât și trupul au primit în tradiția creștină o apreciere pozitivă.

Toma de Aquino afirmă că sufletul este unit cu corpul *în mod substanțial* și nu accidental întrucât este coprincipiu al persoanei, sufletul fiind *forma substanțială* a corpului. Astfel, deoarece corpul uman este animat de un suflet spiritual, primește întocmirea ontologică a umanității de la început. Poziția Sfântului Toma din tradiția catolică înlătură aporiile dualismului cartezian.

Dualismul cartezian introducea o separație între corp și suflet; sufletul are o natură complet diferită de a corpului (res cogitans sau substanța cugetătoare este opusă lui res extensa sau substanța întinsă; sufletul face parte din res cogitans, pe când corpul face parte din res extensa – a cărei trăsătură este întinderea). Pentru **Descartes**, atributul esențial al persoanei este gândirea, *cogito ergo sum*, de aici pierderea acestui atribut coincide cu moartea. În viziunea carteziană, pierderea gândirii coincide cu moartea, iar prelungirea funcționării corpului, chiar în stare vegetativă (ca în cazul morții cerebrale), nu contrazice defel acest diagnostic, din moment ce trupul este considerat „o mașină neînsuflețită”.

Acest dualism re apare acum ca un dualism creier-trup. În mod analog, conform vechiului dualism acesta susține că adevărata persoană umană este reprezentată de creier, față de care restul trupului este un simplu instrument. De aceea, atunci când creierul sau partea responsabilă de funcția cognitivă a psihicului moare, chiar dacă se păstrează încă funcția vegetativă, ceea ce rămâne este considerat doar un cadavru.

Acest lucru este inacceptabil pentru gândirea creștină ce privește omul

* Teme destinate programei cu două ore săptămânal.

în integralitatea funcției sale psihosomatice ca expresie a unei rațiuni divine, rațiunea *naturii umane integrale*. Trupul este o componentă esențială a identității personale. Identitatea personală este identitatea întregului organism, a omului ca trup și suflet. De aceea, identitatea personală nu dispare odată cu pierderea doar a funcțiilor cognitive ale persoanei (ca în cazul morții cerebrale bazată pe criteriul cortical), ci cu dispariția atât a funcțiilor cognitive ce țin de integritatea creierului superior, cât și a funcțiilor vegetative ce țin de integritatea trunchiului cerebral.

Fiind create de Dumnezeu printr-un act special, sufletul și trupul au primit în tradiția creștină o apreciere pozitivă. Sufletele au fost create simultan cu corpurile (teoriile după care sufletele au preexistat trupurilor și au fost trimise în corpuri pentru pedepsirea lor este străină antropologiei creștine).

Prin urmare, dacă trupul și sufletul au o rațiune în Dumnezeu și au fost create în același timp, înseamnă că nu există două rațiuni distincte a trupului și a sufletului, ci o singură rațiune comună ambelor. Această rațiune comună sufletului și trupului este *rațiunea naturii umane integrale* ce tinde spre Dumnezeu cel infinit.

Aceasta înseamnă că sufletul nu este legat exclusiv de un anumit organ, ci de întreg trupul. Imaginea clasică a Părinților este aceea a analogiei dintre constituția dihotomică a omului cu a fierului înroșit în foc. Precum focul pătrunde și cuprinde în același timp fierul întreg, negăsindu-se doar într-o parte a sa, astfel este și unirea sufletului cu trupul.

Omul este persoană pentru că a fost creat după chipul lui Dumnezeu cel personal. Dumnezeu l-a creat după chipul său dându-i virtual prin aceasta capacitatea de a tinde spre asemănarea cu El. Dar nu a creat doar sufletul după chip, ci întreaga persoană umană în unitatea sa psihosomatică. De aceea și calitatea de persoană și cea de chip nu se referă exclusiv la suflet ci la suflet și trup; ele exprimă realitatea naturii umane integrale.

Al doilea ax al gândirii tomiste e acela care se bazează pe două principii ale oricărei ființe reale, și anume: esența și existența (*essentia ed esse* în termenii săi). Existența nu poate fi înțeleasă decât în interiorul unei esențe, iar esența omului este dată de uniunea substanțială a sufletului spiritual cu corpul ce își împrumută forța existențială de la suflet.

Pe scurt, putem rezuma semnificațiile creștine ale corpului cu următoarele caracteristici și valențe: *întrupare* spațio-temporală, *diferențiere* individuală (fiecare individ este unic și irepetabil), relație cu lumea și societatea, *instrumentalitate* și principiu al tehnologiei. Să ne reamintim că tehnica nu este altceva decât o potențare a corpului (de exemplu, mașina), a senzațiilor sale (tehnologia imaginilor și sunetelor) sau chiar a creierului (informatică). Dar *corpul* este și *limita*, semn al limitării spațio-temporale și aceasta aduce cu sine durerea, boala sau moartea.

Persoana este o realitate multidimensională prin atributele sale accesibile cunoașterii umane. Unicitatea și irepetabilitatea persoanei privește atât dimensiunea sa corporală, cât și spirituală. În unicitatea sa, persoana umană este și o ființă relațională dialogică, ca purtătoare a chipului lui Dumnezeu cel tri-personal. Capacitatea sa relațională se manifestă în cele trei dimensiuni ale relației cu Dumnezeu, cu cosmosul și cu celelalte persoane. Persoana umană este, de asemenea, și o ființă rațională, raționalitate ce-i conferă capacitatea de a avea conștiință de sine și apoi de toate realitățile înconjurătoare.

„*propriu corpului meu este să nu existe singur*” sau se poate spune „*eu sunt corpul meu*”.

G. Marcel

„*Fiecare element al corpului este uman și există ca atare în virtutea existenței imateriale a sufletului. Corpul nostru, mâinile noastre, ochii noștri există în virtutea existenței sufletului nostru*”.

J. Maritain

Corp:

- **întrupare spațio-temporală**
- **diferențiere individuală**
- **relație cu lumea și societatea**
- **instrumentalitate**
- **unicitatea și irepetabilitatea persoanei**

Capacitate relațională

„Taina persoanei umane reflectă taina lui Dumnezeu...”

Lui *Deus absconditus* îi corespunde *homo absconditus*, teologiei apofatice îi corespunde o antropologie apofatică.”

Paul Evdokimov

- **Viața**
- **Sacrificiul propriei vieți pentru un bun moral superior**
- **Integritatea vieții**



▲ Blaise Pascal (1623–1662), filosof, matematician și fizician francez. A avut un spirit profund religios și este unul dintre cei mai mari antropologi creștini.

Potter creează termenul bioetică

Bioetica laică prezintă două riscuri majore

Ca ființă rațională și prin aceasta superioară celorlalte ființe create de Dumnezeu, ființa umană, în calitatea sa de persoană, este chemată a fi o ființă responsabilă. Dumnezeu a încredințat omului de la început responsabilitatea față de toate realitățile create (Geneza 1.28–29; 2; 19).

Din acest fapt derivă importante consecințe pe plan etic și etico-medical. Primul bine care se prezintă ca esențial organismului viu este *viața*; ceea ce atinge viața, distruge organismul ca atare, este cea mai mare privațiune care poate fi adusă unei persoane. Viața fizică a unei persoane poate fi sacrificată sau pusă în pericol doar pentru un bun moral superior care privește totalitatea persoanei sau salvarea altora; este cazul martiriului sau al apărării celor dragi de un agresor nedrept.

Dacă viața este primul bine, o altă valoare importantă este *integritatea* ei. Celelalte bunuri ale vieții de relație de tip afectiv sau social trebuie să se *subordoneze* vieții și integrității ei. De exemplu, pentru o intervenție chirurgicală se justifică internarea în spital și părăsirea celor dragi, în schimb mutilarea sau sterilizarea nu au nici un fel de justificare.

Aceste valori sunt armonizate în ele, conduc la ceea ce moralistii numesc *unitotalitate*: atunci când una dintre valorile descrise mai sus lipsește, viața devine apăsătoare pentru totalitatea persoanei. De aceea, „mortificarea”, renunțarea la oricare dintre aceste valori necesită o justificare printr-un bine superior.

B. Pascal în capitolul „Morală creștină” din *Cugetări*, împrumută de la apostolul Pavel (I Corinteni) imaginea membrilor și a corpului. El scrie: „Pentru a echilibra iubirea pe care ți-o datorezi ție trebuie să-ți imaginezi un corp cu membre... întrucât suntem membre ale totului, ale trupului tainic care este Biserica lui Dumnezeu”. „Orice iubire ce se manifestă în afară de aceasta este ceva nedrept”. Persoana, deși element generativ al societății, nu se investește pe sine în totalitate în ipostază social-temporară și nici în cea politică. Disoluția persoanei în social și în colectivism a reprezentat cea mai gravă catastrofă a umanității (comunism). Binele comun nu este o medie statistică a bunurilor materiale posedate de indivizi, ci o viață împlinită a unei multitudini de persoane, a totalităților trupesti și spirituale laolaltă.

Având credința că viața umană este darul lui Dumnezeu, responsabilitatea noastră va fi pe măsura credinței. Spre a scoate în evidență responsabilitatea pe care trebuie s-o avem față de viață, Sfântul Maxim Mărturisitorul crede că omul „are ființă împrumutată”. Biserica își exprimă îngrijorarea ori de câte ori viața este manipulată în scopuri care nu au nici o legătură cu viața individualității pe care se intervine (din curiozitate, interes, în numele progresului științific și chiar în numele sănătății altor persoane). Cele mai uimitoare descoperiri științifice din ultima jumătate de secol sunt cele legate de manipularea materialului genetic și biotehnologie. Marele savant și neurolog american **Van Rensselaer Potter**, îngrijorat el însuși de dezvoltarea exponențială a cunoștințelor biologice și de perfecționarea biotehnologiei, invită lumea la crearea unei noi științe a supraviețuirii care să se fundamenteze pe acordul dintre cunoașterea biologică și științele umane. El o denumește bioetică.

O bioetică laică comportă două riscuri majore consideră Vasile Răducă, secretarul Comisiei de Bioetică a Patriarhiei Române:

1. Dacă corporeitatea umană este una între celelalte forme de viață somatică, bioetica va putea îngădui ca viața umană să fie tratată/manipulată ca viața oricărei alte ființe sub nivel uman, nesocotind faptul că fiul lui Dumnezeu s-a făcut Om.

2. Biologia umană poate fi absolutizată și divinizată: într-o societate lipsită de speranță în nemurirea asigurată de Hristos-Dumnezeu (dar cu posibilități financiare) există riscul absolutizării propriei noastre biologii (de exemplu, înverșunarea în terapiile intensive și clonarea reproductivă), omul refuzând pur și simplu moartea biologică.

Eutanasia

Etimologic, cuvântul eutanasiе provine din limba greacă, putând fi tradus prin sintagma *o moarte bună*. Spre deosebire de omucidere, eutanasiа se realizează de dragul persoanei căreia i se ia viața (de regulă, pentru a fi scutită de chinuri insuportabile, atunci când se află într-un ultim stadiu al unei boli incurabile). Eutanasiа se poate clasifica în funcție de decizia pacientului:

- eutanasiа voluntară;
- eutanasiа involuntară.

După acțiunea sau lipsa de acțiune a persoanei care efectuează eutanasiа se clasifică în:

- eutanasiа activă;
- eutanasiа pasivă.

Eutanasiа voluntară presupune îndeplinirea a trei condiții:

1. să existe un agent al actului eutanasic și un pacient;
2. actul eutanasic să fie intenționat (făcut în mod deliberat) și în cunoștință de cauză asupra consecințelor sale posibile;
3. agentul să acționeze în vederea apărării interesului și spre binele pacientului. În plus, moartea survine în urma cererii sau consimțământului explicit al pacientului, cu condiția ca acesta să fie în deplinătatea facultăților sale minale.

Cu alte cuvinte, eutanasiа voluntară este înțeleasă ca o acțiune premeditată a unui individ de a se omorî, acțiune ce nu poate fi dusă la îndeplinire decât cu ajutorul altei persoane.

Eutanasiа involuntară este opusul eutanasiеi voluntare, respectiv reprezintă acțiunea unei persoane care omoară sau lasă să moară o altă persoană, fără a avea acordul acesteia. Ca încadrare juridică putem spune că eutanasiа involuntară este mai aproape de omucidere, pe când eutanasiа voluntară se apropie de sinucidere.

Controversele aprinse iscate de eutanasiа au fost acelea asupra superiorității unuia dintre cele trei principii fundamentale aplicabile în domeniu:

1. dreptul fiecărui om la viață;
2. dreptul omului de a dispune în mod liber de propria viață;
3. dreptul omului de a nu fi supus unor suferințe inutile.

Biserica creștină condamnă eutanasiа, considerând viața sacră și inviolabilă.

Adepții eutanasiеi susțin superioritatea dreptului omului de a nu fi supus unor suferințe inutile în fața celorlalte două.

Practicile legate de eutanasiа sunt interzise în majoritatea covârșitoare a țărilor (Olanda a legalizat eutanasiа în 2000, iar Belgia a dezincriminat parțial eutanasiа în aceeași perioadă). Legislația României nu îngăduie eutanasiа, încadrând-o din punct de vedere juridic fie la infracțiunea de *determinare sau înlesnire a sinuciderii unei persoane* (art. 179 din Codul Penal) sau infracțiune de *omor* (art. 174–175 din Codul Penal).



▲ Eutanasiа voluntară poate fi înțeleasă ca acțiunea unui individ aflat în stadiul terminal al unei boli de a fi asistat medical pentru stingerea propriei vieți.

Activitate de evaluare

Folosind metoda brainstorming-ului, construiți cât mai multe argumente în favoarea sau pentru interzicerea eutanasiеi. Constituiți apoi un comitet de deliberare în această problemă.

Manipularea și ingineria genetică

Prin *manipulare genetică* se înțelege acele intervenții asupra vieții (în special a vieții copilului care urmează să se nască – procreația artificială) care nu implică intervenții asupra codului genetic, ci asupra gameților și embrionilor pentru a asigura procrearea și a realiza experimente.

În schimb, prin *inginerie genetică* se înțelege, în sens propriu, totalitatea tehnicilor menite să transfere în structura celulei unei ființe vii unele informații pe care altfel nu le-ar fi avut.

În viziunea creștină, următoarele principii etice trebuie respectate:

1. *Salvarea vieții și identității genetice a fiecărui individ uman.*

Orice intervenție care nu ar presupune suprimarea individualității fizice a unui subiect uman, chiar atunci când ar fi dorită pentru a aduce un beneficiu altor persoane, reprezintă o ofensă adusă valorii fundamentale a persoanei umane, pentru că privează omul de valoarea fundamentală pe care se sprijină toate celelalte, valoarea vieții corporale. Folosirea criteriului calității vieții (a îmbunătățirii sale) pentru a suprima sau discrimina alte vieți este inacceptabil.

2. *Principiul terapeutic.* Este permisă efectuarea unei intervenții în beneficiul persoanei pentru a corecta un defect sau pentru a elimina o boală, altfel incurabilă.

3. *Salvarea ecosistemului și a mediului.* Creația, în viziunea creaționistă a Universului, este ordonată spre binele omului care se află în centrul ei; aceasta nu este un „instrument” al omului, ci un bun care-și găsește în Dumnezeu rațiunea de a exista.

4. *Diferența dintre om și alte ființe.* Diferența dintre om și alte ființe este reală și profundă: omul are conștiință, libertate și reflecție; este dotat cu spirit.

5. *Competența comunității.* Problema intervenției în patrimoniul genetic al omului și al altor ființe nu poate fi încredințată doar unor experți, fie oameni de știință, politicieni, ci cere participarea și informarea responsabilă a comunităților deoarece privește întreaga umanitate.

Principiul libertății științei și cercetării trebuie recunoscut și armonizat cu exigențele de informare și responsabilizare a populației. Avem în vedere screening-ul genetic, manipularea mediului ecologic și intervenția asupra genomului uman.

Diagnosticarea prematrimonială și preconceptivă este indicată în cazul subiecților care s-ar afla în situația riscantă de a fi purtătorii genei responsabile pentru o boală genetică, existând astfel pericolul într-o proporție de 25% ca urmașii să fie afectați (de exemplu, talasemie). Poate fi o alternativă la avortul selectiv.

Screening-ul genetic asupra lucrătorilor. Se poate aplica pentru a determina sensibilitatea lucrătorului la anumite substanțe, condiții prezente la locul de muncă și se poate realiza pentru prevenirea apariției unei patologii, dar nu ca mijloc de excludere a lucrătorilor mai puțin rezistenți din punct de vedere genetic.

Terapia genetică reprezintă introducerea în organisme și în celulele umane a unei gene, adică a unui fragment ADN care are efectul de a preveni sau a trata o situație patologică. Se face distincție între terapia genetică asupra celulelor somatice (de exemplu, limfocite, măduvă osoasă care au



▲ Rolul crescut al geneticianului în viața socială.

Activitate de evaluare

Dezbateți argumente în legătură cu principiile enunțate din perspectivă creștină asupra manipulării și ingineriei genetice în cadrul unei activități pe grupe. Rezumați apoi argumentele pro și contra în fața clasei.

drept efect restabilirea normalității celulelor afectate) și terapia genetică asupra *celulelor liniei germinale* (gameți sau embrioni precoce). În al doilea caz, modificarea așteptată se produce în genomul subiectului care va fi sau a fost conceput, precum și la descendenții săi.

Se poate admite terapia genetică de tip somatic și cea de tip germinal atâta timp cât scopul este cel terapeutic. Se respinge modificarea constituției genetice deoarece este contrară principiului respectului vieții și identității biologice, și a egalității dintre oameni.

Terapiile experimentale pot să comporte riscuri: mutații dăunătoare, fenomene de respingere sau *răspândirea* unui *vector viral*.

Ingineria genetică alternativă și amplificatoare la om

Alterarea înseamnă producerea unui caracter nou, iar *îmbunătățirea* sau *amplificarea* se referă la potențarea unui caracter deja existent. Există patru ipostaze ale ingineriei genetice:

1. corectarea unei deficiențe care pune subiectul în condiții de inferioritate față de media statistică;
2. ameliorarea uneia sau mai multor calități ale subiectului peste media statistică;
3. descendenți superiori față de medie în privința unor calități (înălțime, forță, inteligență);
4. dotarea omului cu calități străine speciei umane.

Primul caz coincide cu o formă de terapie, celelalte tipuri de intervenție țin mai curând de eugenetică și prezintă multe dificultăți etice insurmontabile.

Clonarea umană

Clonarea este definită ca fiind multiplicarea asexuată a unui singur individ în urma căreia rezultă serii de indivizi identici din punct de vedere genetic.

În lumea științifică există două tabere, una care militează pentru introducerea clonării umane pe motive umanitare:

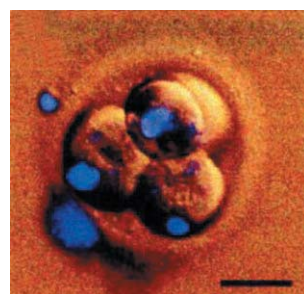
- posibilitatea cuplurilor sterile de a avea copii;
- evitarea nașterii copiilor cu boli ereditare;
- obținerea de organe în vederea transplantului;
- posibilitatea înțelegerii mecanismului unor boli, precum cancerul, și descoperirea unor remedii.

Cealaltă tabără subliniază:

- existența unor ratări în procesul clonării;
- transmiterea unor maladii congenitale;
- costul exorbitant al clonării;
- accelerarea procesului de îmbătrânire;
- reducerea patrimoniului genetic al oamenilor;
- crearea unei subclase genetice;
- efectul psihologic asupra oamenilor;
- distrugerea demnității și unicității persoanei umane.

Activitate de evaluare

Ce efect ar avea crearea unei „rase superioare”? Construiți în cadrul unor grupe de lucru un scenariu „*science fiction*” asupra viitorului omenirii. Analizați apoi scenariile obținute.



▲ Multiplicarea asexuată.

Biserica apreciază că prin apariția clonelor umane ne asumăm rolul Creatorului – ispita faustică a zilelor noastre – ceea ce ar avea profunde consecințe tragice. Există numeroase acte normative internaționale care interzic clonarea ființei umane:

- Articolul 1 și 2 din Convenția asupra drepturilor omului și biomedicinii.
- Declarația Consiliului Europei referitoare la clonare.
- Rezoluția Parlamentului European privind clonarea.
- Declarația Universală UNESCO.
- Rezoluția Adunării Mondiale a Sănătății.

România a ratificat *Convenția europeană privind protecția drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicațiile biologiei și medicinei și Protocolul adițional al acesteia referitor la interzicerea clonării ființelor umane*. Această convenție a fost ratificată prin Legea nr. 17/2001 (v. finalul manualului).

Noul Cod Penal al României incriminează crearea ilegală de embrioni și clonarea în articolul 195; crearea de embrioni umani în alte scopuri decât procreație se pedepsește cu închisoare de la 3 la 10 ani și cu interzicerea unor drepturi. De asemenea, legea menționează că se sancționează cu aceeași pedeapsă crearea prin clonare a unei ființe umane genetic identică cu alte ființe umane vii sau moarte.

Cu toată că legislația internațională se pronunță împotriva clonării, Marea Britanie a permis în august 2005 începerea acțiunii de clonare de embrioni umani, *dar numai în scopuri medicale* (se urmărește găsirea unor metode de vindecare a unor maladii precum Parkinson și Alzheimer).

Activitate de evaluare

În scenariile construite anterior pe grupe de elevi introduceți clonarea în masă a indivizilor umani. Ce modificări ați constatat la scenariile voastre? Ce pericole prezintă clonarea?



▲ Organismele modificate genetic fac parte din ce în ce mai mult din hrana noastră zilnică.

Organismele modificate genetic

Organismul modificat genetic (OMG) este acel organism care conține o combinație nouă de material genetic prin biotehnologiile moderne care-i conferă noi caracteristici.

Concepută inițial ca o soluție pertinentă de rezolvare a foametei în lume, tehnicile de inginerie genetică ridică numeroase probleme etice. Puse într-o balanță atât beneficiile, cât și efectele adverse cântăresc greu.

Beneficii:

- plante rezistente la secetă și dăunători;
- cereale cu conținut ridicat de proteine;
- cereale fără gluten;
- orez cu conținut ridicat de vitamina A;
- semințe de rapiță cu acizi grași care pot fi utilizați în regimuri dietetice;
- plante fără proteine alergene (kiwi);
- tomate cu coacere în timpul transportului;
- cantitate crescută de lecitină în soia.

Efecte adverse:

- eliberarea OMG în mediul înconjurător și încrucișarea cu specii naturale reprezintă subiectul unor dezbateri aprinse care au în vedere afectarea omului și a celorlalte specii din regnul vegetal sau animal;
- efectul asupra dinamicii și diversității genetice a populațiilor din mediu și a ciclului biogeochimic (reciclarea carbonului și azotului prin modificarea descompunerii în sol a materialului organic);
- diminuarea rezistenței la agenți patogeni (transferul de genă care conferă rezistență la antibiotice utilizate în medicina umană).

În SUA suprafața cultivată cu plante modificate genetic este de 66% din total, în timp ce Uniunea Europeană a adoptat o atitudine mult mai strictă în privința OMG.

În „Catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România”, sunt înscrise 10 soiuri de soia modificate genetic, dar numărul real al acestora este incert. În România chiar dacă autoritățile prevăd etichetarea produselor cu organisme modificate, nu știm în ce măsură venim în contact cu acestea, din moment ce detectarea prezenței și a conținutului acestora în produsele agricole alimentare și furajere nu se poate face, iar pentru moment autoritățile dispun de mijloace rudimentare de detecție.

Se impune înființarea unor laboratoare dotate cu aparatură corespunzătoare, dar trebuie subliniat că metodele de detecție a modificărilor genetice sunt laborioase și foarte costisitoare (tehnica ELISA și WESTERN-BLOTT).



Resurse internet <http://www.bioesurse.ro/paginiomg/alicatie4.html>
<http://www.bioesurse.ro/paginiomg/aplicatie5.html>
http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/ofb-bba/nfi-ani/f_la_tomate_flowr_sawmd.html
<http://www.bioesurse.ro/paginiomg/aplicatie8.html>
<http://www.bioesurse.ro/paginiomg/aplicatie19.html>
[http://omg.imm.ro/pagina.asp? ID=1](http://omg.imm.ro/pagina.asp?ID=1)

Bioetica și tehnologiile de fecundare umană

Inseminarea artificială (IA). Acest tip de inseminare nu prezintă, în general, dificultăți de ordin moral în măsura în care este vorba de ajutor terapeutic pentru ca actul conjugal să fie complet în toate componentele sale.

Prelevarea spermei de la donatorul extraconjugal și fecundarea artificială eterogenă nu este acceptată de Biserica creștină ca fiind contrară unității căsătoriei, demnității soților, vocației părinților și dreptului copilului de a fi conceput și adus pe lume în cadrul și prin viața de căsătorie.

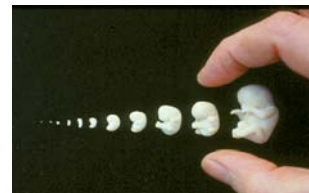
FIVET reprezintă astăzi unul dintre punctele de frontieră în care știința și tehnica, de pe o parte, și etica, pe de altă parte, se află într-o confruntare dificilă. În SUA, președintele a constituit o comisie etică și științifică specială pentru această problemă; în Anglia a lucrat Comisia guvernamentală Warnock, în Consiliul Europei un comitet cu caracter internațional a făcut public documentul „*Convenția pentru protejarea drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicările biologiei și ale medicinei*”.

În cazul FIV, fecundarea adică unirea gameților este controlată și condusă la termen *in vitro* și pe cale artificială.

Exigențe etice fundamentale susținute de Biserica:

- salvagardarea vieții embrionului;
- procrearea să fie rezultatul unirii și raportului personal al soților legitimi.

În privința primei exigențe cazul FIVET procedează la fecundarea mai multor embrioni pentru a garanta reușita. Așa-zisul „surplus” reprezintă o problemă etică și juridică: poate fi eliminat, utilizat pentru experimente, producerea de cosmetice, pentru transferul la altă femeie. Această tehnică comportă o pierdere nejustificată de embrioni umani cărora bisericile creștine le recunoaște structura și valoarea de ființe umane.



▲ Tehnologiile de fecundare umană au atins dimensiuni fantastice.

Identitatea copilului conceput

Activitate de evaluare

Dezbateți consecințele sociale ale cazurilor posibile prezentate în grupe de lucru. Prezentați concluziile grupei în plen.

Se observă consecințe atât grave, cât și stranii. Copilul se naște cu altă identitate biologică decât cea socială. Exigența cunoașterii identității biologice este recunoscută la nivel juridic în majoritatea țărilor care au legiferat FIVET: donatorul este înregistrat centralizat, de unde copilul poate lua referințe.

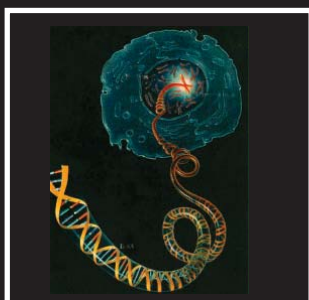
Există:

- **cazuri stranii:** embrioni implantați după moartea tatălui donator (fecundare omogenă) – „fii din lumea de dincolo” – când tatăl donator moare înaintea implantului și văduva își dorește un fiu din sperma tatălui decedat;
- **cazuri posibile:** băncile de embrioni: ejacularea unui bărbat ar putea fecunda multe ovule, apoi embrionii implantați în femei diverse, „paternitatea” donatorului trebuie să rămână necunoscută și astfel în mod teoretic s-ar putea obține o populație cu un număr de cosangvini care nu știu că au o legătură între ei;
- **cazul copilului adoptat de o pereche homosexuală;** cazul perechii de homosexuali bărbați care recurg la *mame surogat*, în timp ce două femei lesbiene ar putea obține măcar ipotetic un copil prin procesul clonării cu patrimoniul genetic al cuplului însuși.

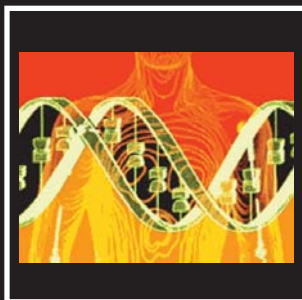
Charles Richert (Premiul Nobel pentru Pace) în lucrarea *La selection humaine* (1919) spunea, referindu-se la selecția părinților când nu existau tehnicile actuale de procreare artificială că era vorba de un rasism liniștit. Astăzi gândirea poate intra în derivă, trecând de la cunoștințe biologice incontestabile la o ideologie care poate fi calificată ca eugenism radical. Odată cu fecundarea *in vitro* și posibilitatea de a selecționa embrionii prin tehnicile de *diagnoză preimplant* se poate înregistra un nou impuls pentru idei eugeniste. Ne aflăm la *al doilea nivel al eugeniei*, nu numai prin selecția donatorilor, ci prin aceea a gameților și embrionilor cu succesivă eliminare a embrionilor care nu posedă caracteristicile cerute.

Mamele „surogat”. Femeile care plătind sume de bani și folosindu-se de intermedierea unei agenții au adus la termen, în contul unor terțe, gestația embrionilor fecundați *in vitro* cu ovul și spermă de la alte persoane. Există cazul mamelor care, deși aveau proprii copii, au acceptat această sarcină pentru a-i da un copil propriei surori sterile sau cazul „mamei închiriate” care, după ce a avut în gestație copilul comandat a refuzat să-l mai dea, simțindu-l ca fiind propriul copil. Este o manipulare a corporalității copilului care primește patrimoniul genetic de la două persoane, în timp ce sângele, nutriția și comunicarea vitală intrauterină (cu consecințe la nivel psihic) le primește de la altă persoană, de la mama înlocuitoare. Având în vedere probleme etico-juridice ale maternității „surogat” toate normativele existente cu excepția statului Arkansas (SUA) interzic contractele de înlocuire sau le consideră juridic nonvalide.

Capitolul 2. Sisteme

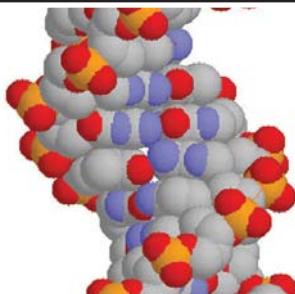


Cum se transmite informația în sistemele biologice?
Care este rolul ADN-ului?



„Originea vieții pare să fie un miracol, atât de multe sunt condițiile ce trebuie reunite pentru a-l realiza.”
(Francis Crick)

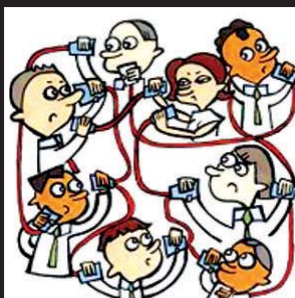
Cum funcționează celulele din organismele vii?
Care este originea vieții?



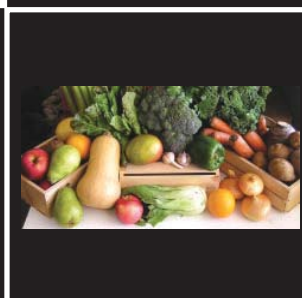
Ce este metabolismul?
Cum are loc conversia energiei în organismele vii?

„Îndoiala face parte integrantă dintr-o știință în dezvoltare, ea fiind una din condițiile prelabile ale cunoașterii științifice. Sau vom lăsa poarta deschisă îndoielii noastre sau nu vom avea nici un progres. Nu există cunoaștere fără întrebare și nici întrebare fără îndoială.”

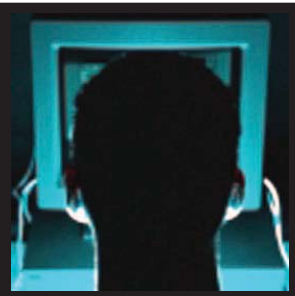
(Richard Feynman)



Ce este informația?
Ce sunt sistemele cibernetice?
Ce este autoreglarea?



De ce în percepția noastră timpul curge doar înainte?
De ce avem amintiri numai din trecut și deloc din viitor?



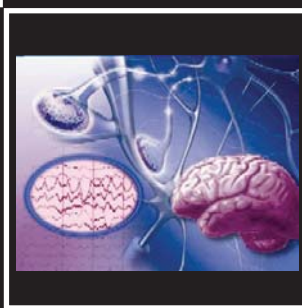
Există similitudini în circulația informației în sistemele organismelor vii și sistemele computerizate?

„Lumea viitorului va însemna o luptă din ce în ce mai acerbă împotriva limitelor inteligenței umane și nu un hamac comod în care să ne legăm și să fim serviți de sclavii noștri roboți.”

(Norbert Wiener)



Cum se stochează informația în sistemele vii?
Dar în cele electronice?



Sisteme deschise biologice

„Materia vie este organizată în sisteme”

Sistemul este o grupare de elemente identice sau diferite, aflate în interacțiune pentru un interval de timp, datorită conexiunilor care se stabilesc între ele. În termeni termodinamici, un sistem este o porțiune de materie bine individualizată de tot mediul înconjurător. Orice sistem se caracterizează prin conținut energetic, de substanță și de informație. Existența în timp și spațiu a unui sistem este dependentă de gradul său de organizare, de capacitatea lui de a răspunde la acțiunea factorilor externi, care tind să-l dezorganizeze.

După *Ilya Prigogine* sistemele se pot clasifica din punctul de vedere al relațiilor cu mediul înconjurător, astfel:

- *sisteme izolate*: nu prezintă nici un fel de schimburi de substanță sau de energie cu mediul înconjurător; într-un astfel de sistem, energia totală a sistemului este constantă;
- *sisteme închise*: nu prezintă schimburi de substanță cu mediul, dar pot avea schimburi energetice și de informație;
- *sisteme deschise*: prezintă atât schimburi energetice, cât și de substanță cu mediul înconjurător.

Un binecunoscut exemplu de sistem deschis este sistemul biologic, care are proprietatea de a transforma factorii mediului în factorii proprii, specifici. În acest tip de sistem schimburile cu mediul reprezintă condiția esențială a existenței sistemului.



▲ Terra poate fi considerată un sistem închis, dacă se face abstracție de cantitățile neînsemnate de materie care cad sub formă de meteoriți.



▲ Organismele vii prezintă schimburi energetice și de substanțe cu mediul extern.

Activitate de evaluare

1. Care sunt cele trei niveluri trofice în lumea vie? Dați exemple.
2. Care sunt procesele care duc la asigurarea circuitului materiei în lumea vie? Identificați circuitele ale elementelor în natură.
3. Care sunt factorii și cum influențează ei fotosinteza?
4. Care este relația între producția de biomasă vegetală și numărul de consumatori?

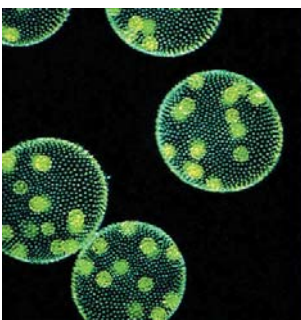
Comunicarea celulară

Așa cum ați constatat din studiul biologiei celula este cel mai mic sistem biologic, fiind unitatea structurală, funcțională și genetică a individului biologic. De-a lungul istoriei lumii vii s-a realizat o permanentă evoluție de la organismele cele mai simple, unicelulare, la organismele complexe, pluricelulare. Se pune firesc întrebarea: Cum s-a realizat asocierea celulelor? Pentru a putea răspunde trebuie să analizăm treptele parcurse de materia vie în drumul său de la simplu la complex.

Prima etapă a fost reprezentată de asocierea organismelor unicelulare în colonii.

A doua etapă are ca reprezentant definitiv grupul de alge Volvox.

O altă etapă, calitativ superioară în diferențierea celulară, o constituie



▲ Alge Volvox.

dezvoltarea aparatului vegetativ și a talului la algele pluricelulare care a asigurat un potențial evolutiv superior.

Spre deosebire de plante, celulele animale nu prezintă un perete rigid și nici punți citoplasmice. Coeziunea dintre celule este realizată de o mare rețea de molecule organice extracelulare care formează adevăratul matrix extracelular.

Comunicarea celulară se realizează la toate organismele la nivelul joncțiunilor intercelulare. Acestea pot fi: *de ocluzie* (sudează membranele), *de ancorare* (leagă celulele) și *de comunicare* (prin cuplarea electrică și metabolică a celulelor cu aceeași funcție).

Membrană celulară. Receptori membranari

Din punct de vedere termodinamic, celula este un sistem deschis, existența sa fiind condiționată de stabilirea unei permanente comunicări cu mediul înconjurător.

Paralel cu asigurarea continuității acestor schimburi, permeabilitatea selectivă creează cadrul favorabil desfășurării unei activități metabolice stabile, atât prin menținerea în spațiul intracelular a unei concentrații relativ constante de substanțe organice (metaboliți și electroliți), cât și prin reglarea volumului celular ca rezultat al interacțiunii celulă – mediu. La baza noțiunii de permeabilitate selectivă stă conceptul de membrană ca barieră a schimburilor celulare.

Traficul de substanțe se desfășoară prin membrana plasmatică, dar și prin membranele interne ce delimitează organele celulare. La nivel de membrană plasmatică se disting mai multe mecanisme de transport.

Numărul receptorilor de pe suprafața membranei este de ordinul miilor.

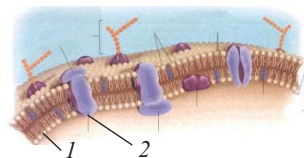
Cunoașterea receptorilor membranari și a mecanismelor în care intervin are o importanță fundamentală în multe ramuri ale biologiei sau medicinei. Un exemplu în acest sens îl constituie interacțiunea fizico-chimică a medicamentelor cu moleculele materiei vii.

Hormoni

Hormonii sunt mesageri chimici de ordinul întâi. Ei sunt eliberați în sânge sau limfă și transportați spre toate celulele corpului. La nivelul celulei hormonii interacționează cu receptorii biochimici din membranele celulare. În urma acestei interacțiuni rezultă mesagerii chimici de ordinul al doilea (mesagerii secunzi), care produc modificări metabolice și funcționale celulare. Anumiți hormoni pot pătrunde în citoplasmă și în nucleu, unde interacționează cu materialul genetic, stimulând sau inhibând sinteza proteinelor și a enzimelor.

Hormonii pot fi utilizați și ca medicație de substituție, în situații de hipofuncție a glandelor endocrine, sau în scop diagnostic; unii hormoni sunt utilizați în tratamentul unor afecțiuni endocrine, cum ar fi glucocorticoizii ca antiinflamatori.

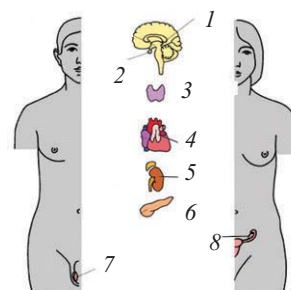
Chimia farmaceutică a sintetizat unii hormoni și substanțe cu structură asemănătoare hormonilor naturali, posibilitățile de tratament al afecțiunilor endocrine și neendocrine crescând astfel considerabil.



▲ Membrana celulară prezintă permeabilitate selectivă: 1 – bi-strat fosfo-lipidic; 2 – proteine de membrană.

Amintiți-vă!

care sunt mecanismele de transport membranar.

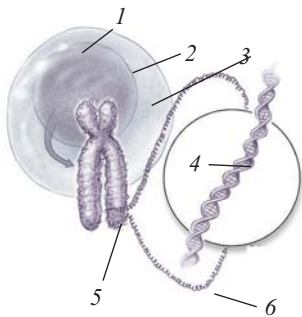


▲ Sistemul endocrin uman produce peste 20 de tipuri de hormoni: 1 – hipofiză; 2 – epifiză; 3 – tiroidă; 4 – timus; 5 – suprarenale; 6 – pancreas; 7 – gonadă masculină (testicule); 8 – gonadă feminină (ovare).

Sisteme informaționale. Cod genetic



▲ Gregor Mendel (1822–1884) întemeietorul geneticii.



▲ Codificarea informației genetice: 1 – membrană plasmatică; 2 – citoplasmă; 3 – nucleu; 4 – ADN; 5 – cromozom; 6 – filament de cromatină.



▲ Cromozomii (gr. *chroma* – culoare, *soma* – corp) reprezintă unități structurale compacte, constante, alcătuite din acizi nucleici și proteine, vizibili în timpul diviziunii celulare la o tratare cu coloranți bazici. Cromozomii au un rol deosebit în viața celulei (organismului), deoarece asigură transmiterea caracterelor la descendenți.

Primele observații privind ereditatea umană au fost realizate în Antichitate. Un merit incontestabil al lui Hipocrate constă în observația că indivizii umani sunt foarte deosebiți unul de altul și că „medicul trebuie să trateze bolnavul, nu boala, care se manifestă extrem de diferit de la individ la individ”.

Primele legi ale eredității au fost descoperite în a doua jumătate a secolului al XIX-lea de către **Gregor Mendel**, considerat a fi unul dintre fondatorii geneticii ca știință. Pe baza unor experiențe de hibridare efectuate la plante pe timp de mai mulți ani, el își elaborează propria teorie asupra existenței **factorilor ereditari**, care ulterior au fost numiți **gene** și descoperă primele legi ale eredității. Acestea sunt *Legea purității gameților* și *Legea segregării independente a perechilor de caractere*. Aceste legi sunt valabile și pentru organismul uman.

Noțiunea de genă a fost propusă de **W.I. Johannsen** (1909) pentru a desemna unitatea ereditară de bază, care este localizată în cromozomi și nu prezintă subdiviziuni. **T. H. Morgan** stabilește că genele sunt localizate pe cromozomi și ocupă un loc bine definit.

Genele sunt redată prin simboluri din 1–5 litere, care desemnează succint caracterul afectat în limbile latină sau engleză. Tipul normal (sălbatic) al caracterului respectiv se notează cu semnul „+”. Genele apărute prin modificarea genelor normale sunt numite **gene mutante**. De regulă, genele sălbatice sunt dominante (predomină în prima generație).

Principalele caracteristici ale unei gene sunt:

- unitatea funcțională (determină caracteristicile ereditare);
- unitatea mutațională (structura chimică a genei se schimbă prin mutație, ceea ce duce la apariția caracterului nou);
- unitatea de recombinare (în cadrul procesului de crossing-over are loc un schimb de gene corespunzătoare între cromatidele nesurori ale cromozomilor omologi).

Purtătorii materiali ai informației ereditare sunt considerați **cromozomii**.

Codul genetic reprezintă succesiunea tripletelor de nucleotide (ARN), alcătuind un codon care codifică un aminoacid. Aceste combinații transmit informația genetică, asigurând sinteza proteinelor.

Codonul este unitatea funcțională a codului genetic. El constă dintr-o secvență de trei nucleotide alăturate, care determină poziția unui aminoacid în catena polipeptidică. Codul genetic este alcătuit din 64 de codoni. Aceștia reprezintă probabilitatea combinațiilor în grupe de câte trei a celor patru tipuri de nucleotide. Amintiți-vă caracteristicile codului genetic.

Biosinteza proteică are loc în două etape principale: transcripția și translația, la nivelul cărora pot acționa diferite mecanisme de control.

Transcripția informației genetice constă în transferul informației genetice din secvența de nucleotide a uneia dintre catenele de ADN (de obicei, din catena 3-5) sau din catena de ARN viral, în catena de ARN-m. Deci, informația genetică se transcrie dintr-o secvență de nucleotide în altă secvență de nucleotide, cu ajutorul ARN-polimerază (enzimă).

Translația informației genetice constă în transferul informației genetice din secvența de nucleotide a ARN-m în secvența de aminoacizi din catena

polipeptidică. Are loc deci traducerea mesajului genetic, dintr-o secvență de nucleotide într-o secvență de aminoacizi.

Reglajul genetic al sintezei proteice

Într-un organism, procariot sau eucariot, unicelular sau pluricelular, sinteza proteică nu are loc tot timpul. O anumită genă funcționează discontinuu, până când în celulă se acumulează o anumită cantitate dintr-o substanță, după care sinteza proteică încetează. Această sinteză este reluată, atunci când în celulă scade concentrația din substanța respectivă.

Reglajul genetic reprezintă un ansamblu de procese specializate în coordonarea și în reglarea activităților celulare. Celula are posibilitatea de autoreglare permanentă a activității sale metabolice.

Reglajul genetic la procariote

La procariote reglajul genetic se realizează doar la nivelul transcripției.

Teoria operonului a fost elaborată în anul 1961 de către **F. Jacob** și **J.L. Monod**.

Operonul este un segment de ADN, alcătuit din promotor, genă operatoare și gene structurale.

Procesul de reglaj al sintezei proteice după acest mecanism, poartă numele de **reprezie enzimatică**. În acest proces, produsul final al sintezei proteice reglează propria sinteză, prin cuplarea sa cu represorul și inactivarea genei operatoare.

Reglajul sintezei proteice prin retroinhibiție (feedback). Retroinhibiția enzimatică

Conform reglajului genetic prin retroinhibiție (feedback), nu este necesară existența genelor reglatoare, operatoare și a represorului. Produsul final al sintezei proteice, ajuns la o anumită concentrație, va bloca propria sa sinteză prin cuplarea sa cu una dintre primele enzime ale căii metabolice. Procesul de sinteză se va relua la scăderea concentrației de produs final din celulă.

Reglajul genetic la eucariote

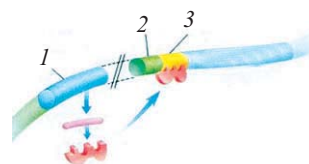
Toate celulele somatice ale unui organism eucariot conțin același număr de cromozomi, respectiv aceeași cantitate de ADN. Cu toate acestea, în fiecare tip de țesut sau celulă, sunt active numai anumite gene (respectiv anumite căi metabolice), în urma diferențierii și specializării celulelor și țesuturilor. În același timp, activitatea genelor nu are loc tot timpul într-un anumit țesut sau celulă, ci numai atunci când este nevoie de sinteza unei anumite substanțe. Reglajul genetic la eucariote este mult mai complex decât la procariote și se realizează prin diferite mecanisme.

• **Reglajul genetic la nivelul fibrelor de cromatină;** diferențierea și specializarea celulelor și țesuturilor.

Acest tip de reglaj genetic, se realizează în cursul dezvoltării embrionare la eucariote, fiind implicat în diferențierea și specializarea structurală și funcțională a celulelor și țesuturilor unui organism pluricelular.

• **Reglajul genetic prin inactivarea unor segmente de cromozomi.** Se poate realiza prin următoarele modalități:

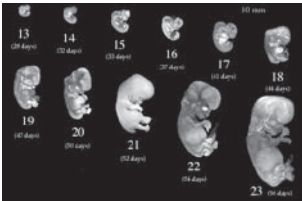
– **Reglaj genetic prin inactivarea unui cromozom.** Cel mai cunoscut caz, are loc prin inactivarea unui cromozom X la femelele de mamifere. Determinismul sexului la mamifere este de tip Drosophila, femelele sunt



▲ Componentele operonului:
1 – promotor; 2 – genă operatoare; 3 – gene structurale.



▲ Gândacul de lămâi (*Planococcus citri*) dăunător al plantelor, care se hrănește cu frunze.



▲ Genomul eucariotelor conține toată informația necesară creșterii, dezvoltării și realizării funcțiilor specifice fiecărei celule.



▲ Planta din stânga imaginii este etiolată. Comparați-o cu cea din dreapta. Evidențiați deosebiriile dintre ele.

homozigote având doi heterosomi identici, cromozomii XX, pe când masculii sunt heterozigoți, având formula genetică XY.

– *Reglaj genetic prin heterocromatinizarea întregului genom*, a fost raportată a masculii de *Planococcus citri* ($2n = 10$).

– *Reglaj genetic prin pierderea sau amplificarea unor segmente cromosomale*. Pierderea sau amplificarea unor segmente cromosomale, conduce de obicei la dezvoltarea unor organisme anormale.

– *Reglaj genetic prin amplificarea selectivă a unor secvențe de ADN* în diferite tipuri celulare, exemplificat cel mai bine prin amplificarea secvențelor implicate în sinteza de ARN-r.

• **Reglajul genetic la nivelul transcripției și translației informației genetice**

Prin acest tip de reglaj genetic se asigură funcționarea sau nu a genelor din regiunile eucromatice ale nucleului, dependent de nevoile celulei și organismului. Reglajul genetic se realizează în cinci etape și are loc sub acțiunea mai multor enzime.

– *Reglajul genetic la nivelul procesului de transcripție.*

– *Reglajul genetic la nivelul maturării ARN*, prin care sunt selectate moleculele de ARN precursor care vor parcurge procesul de maturare (eliminarea intronilor și asamblarea exonilor).

– *Reglajul genetic la nivelul transportului*, prin care sunt selectate moleculele de ARN-r care vor fi transportate prin porii învelișului nuclear, din nucleu în citoplasmă.

– *Reglajul genetic la nivelul translației informației genetice.*

– *Reglajul genetic la nivelul degradării moleculei de ARN-m.*

• **Reglajul genetic prin hormoni, la nivelul transcripției**

Mulți dintre hormonii steroizi (estrogen, progesteron, aldosteron, glucocorticoizi) și anumiți hormoni nesteroidici acționează în mod obișnuit asupra transcripției.

• **Reglajul genetic la nivelul maturării ARN-precursor**

A fost observat în celulele glandelor salivare și în hepatocitele de la șoarece; are loc producerea a două molecule distincte de ARN-m, pornind de la aceeași genă inițială care conține informația genetică pentru sinteza α -amilazei.

• **Reglarea expresiei genelor la plante, prin lumină**

Celulele multor specii de plante superioare pierd clorofila și culoarea verde atunci când sunt ținute la întuneric timp de mai multe zile (fenomenul de etiolare). Procesul de etiolare este cauzat de lipsa enzimei care catalizează sinteza clorofilei. Dacă plantele etiolate sunt reexpușe la lumină, în câteva ore are loc sinteza a mai mult de 60 enzime fotosintetice, ARN-r cloroplastic și clorofilă.

* Transmitere ereditară și maladii ereditare

Genetica este știința eredității și variabilității organismelor. Noțiunea de ereditate își are originea în latinescul *hereditas*, care înseamnă moștenire. Primele observații asupra eredității au fost efectuate în Antichitate, cu mulți ani înaintea erei lui Christos, atunci când oamenii au reușit să creeze primele soiuri de plante și rase de animale.

Chiar dacă legile mendeliene ale eredității sunt valabile și pentru specia umană, datorită particularităților ființei umane, cea mai uzitată metodă în genetica umană este observația, și nu experimentul, interzis din motive etice. De aceea, una dintre tehnicile cel mai des folosite este urmărirea unui caracter sau a unei afecțiuni genetice de-a lungul a mai multor generații.

Analiza pedigreeului este o astfel de tehnică, prin care este prezentată moștenirea unui caracter într-un șir de generații succesive. Astfel se poate determina dacă un caracter este dominant sau recesiv, dacă este determinat de o genă autosomală sau de o genă plasată pe cromozomii sexului.

Bolile genetice sunt rezultatul unor mutații apărute la nivelul genomului, care au manifestări fenotipice ce constituie simptomele unor boli. Sfaturile genetice sunt extrem de importante pentru evitarea apariției acestor maladii. Cunoștințele actuale de genetică permit predicții în ceea ce privește riscurile apariției bolilor genetice, pentru următoarele cazuri:

- părinții sau ascendenții lor prezintă boli genetice;
- existența în familie a unui copil afectat de o maladie genetică;
- existența mai multor avorturi spontane, repetate ale femeii;
- cupluri mai în vârstă;
- înrudirea cu persoane care prezintă boli genetice.

Starea de sănătate și starea de boală

În continuare, vă propunem să vă formați convingerea și mai ales să aplicați în practică următoarele recomandări:

- sănătatea trebuie verificată periodic, iar apariția unor simptome ce anunță îmbolnăvirea trebuie să vă determine să apelați la sfaturile și recomandările medicului;
- anatomia și fiziologia corpului nostru trebuie cunoscută bine, astfel încât să fie evitate toate acele cauze care pot determina apariția stării de boală;
- acordați atenție exercițiilor fizice zilnice și programului de masă (nu întotdeauna „gras și frumos” înseamnă „sănătos”);
- nu minimalizați importanța igienei fiecărui segment al corpului.

Imunitate. Germeni. Anticorpi

Dacă starea de sănătate înseamnă absența bolii, cum poate organismul uman să-și mențină această stare? Care pot fi factorii care să inducă starea de boală?

Răspunsul la aceste întrebări îl poate formula parțial imunologia.

Printre mecanismele care generează îmbolnăviri sau favorizează cronicizări, un rol important îl deține dereglarea răspunsului imun.

Prin **imunitate** se înțelege lipsa de receptivitate sau rezistența specifică a unui organism față de infecția cu un anumit agent patogen (lat. *immunitas-atris* – scutire de orice obligație; scutire de impozite).

Imunitatea este un fenomen specific, pentru că organismul reacționează

Activitate de evaluare

1. Ați întâlnit copii cu sindrom DOWN (mongoloizi)? Evidențiați diferențele dintre ei și ceilalți copii.
2. Argumentați utilitatea screening-ului genetic prenatal.

Amintiți-vă!

din studiul istoriei ce familii nobiliare au manifestat boli genetice? Care credeți că a fost cauza lor?

Activitate de evaluare

Realizați un studiu comparativ între un program de viață ideal, conform cu recomandările specialiștilor și programul vostru obișnuit de viață. Comparați concluziile la care ați ajuns cu cele ale colegilor. Formulați propuneri de ameliorare a activităților voastre zilnice, astfel încât să puteți ajunge la programul ideal.



▲ Așa pot fi infestate palmele noastre. Spălarea cu apă și săpun este obligatorie de mai multe ori pe zi.

la pătrunderea unui anumit agent patogen sau a unei anumite substanțe străine (antigen), prin formarea unei substanțe (anticorp) cu acțiune specifică de neutralizare a agentului patogen sau a substanței străine, prin unirea antigenului cu anticorpul. La baza imunității stă deci unirea antigenului cu anticorpul.

Imunitatea poate fi înăscută (rezistența sa este nespecifică) sau dobândită. Ultimul tip se poate realiza în mod pasiv, prin transfer de anticorpi (de pildă, prin laptele de mamă imună sau prin seroterapie), sau în mod activ, prin formarea de anticorpi în organism. Aceștia pot lua naștere fie în urma unui stimul unic și puternic (boală), fie în urma unor stimuli mici și repețiți (vaccinuri).

Germeii sunt microorganisme care, pătrunse în organism sunt capabile să determine – după un timp de latență – sinteza unor substanțe care vor determina apariția anticorpilor, cu care reacționează specific. Aceasta se datorează faptului că sunt substanțe străine de organism (non-self). În limbajul curent se folosește termenul de alergen pentru antigenele care produc de regulă reacții generale sau locale zgomotoase și nefavorabile organismului.

Anticorpii reprezintă răspunsul specific al organismului la pătrunderea antigenului. Anticorpii purtau înainte diferite denumiri, după fenomenele produse în prezența antigenelor respective. Aceste fenomene (neutralizare, aglutinare, precipitare etc.), sunt de fapt rezultatul unirii specifice antigen-anticorp.

Anticorpii sunt compleți când se pot uni cu antigenele prin doi poli (bivalenți) și incompleți (blocanți), când se unesc cu antigenele printr-un singur punct.

Efectele biologice ale complexului antigen-anticorp pot fi multiple: favorabile, indiferente sau chiar nocive. Printre rezultatele favorabile trebuie citate, în primul rând, acțiunea antimicrobiană și cea antitoxică, care asigură rezistența și imunitatea specifică.

Dar reacția antigen-anticorp poate produce cele mai variate și mai grave tulburări generale, acestea constituind fenomene de alergii, de hipersensibilitate. Deci, în unele situații, anticorpii pot conduce la o rezistență mărită, iar în altele, la o sensibilitate sporită, mergând chiar până la hipersensibilitate.

Activitate de evaluare

Ce produse pentru creșterea imunității cunoașteți? Care este eficiența lor? Dar a vaccinurilor?

Vaccinuri

Vaccinurile sunt produse biologice care conțin bacterii vii cu virulență atenuată, bacterii omorâte, toxine modificate (anatoxine), virusuri infecțioase dar cu o virulență atenuată, respectiv virusuri inactivate și care, introduse pe o cale adecvată în organismul uman sau animal, stimulează reactivitatea imunitară, generând o stare de protecție temporară față de agentul infecțios din care au fost preparate.

Administrarea unui vaccin se face pe baza unei strategii bine definite. Scopul vaccinării poate fi eradicarea, eliminarea sau limitarea unui proces infecțios.

Vaccinarea în perioada copilăriei se realizează numai când copilul este sănătos.

Prionii

Prionii sunt particule infecțioase care cauzează un grup de maladii neurodegenerative caracterizate prin degenerarea sistemului nervos central. Sunt lipsiți de orice tip de acid nucleic și pot induce o serie de maladii atât la om, cât și la animale.

Maladiile prionice reprezintă un grup heterogen de disfuncții neurodegenerative, cunoscute ca encefalopatii spongiforme transmisibile (TSE), ce au în comun leziuni cerebrale, produse prin degenerescența vacuolară a neuronilor. Post-mortem se constată un aspect spongios al creierului, aspect datorat prezenței vacuolelor care se găsesc în special la nivelul substanței cenușii, corespunzător corpilor neuronali.

Perioada de latență a acestor maladii este variabilă (luni sau chiar zeci de ani). Odată instalată, boala evoluează spre debilitate mintală, demență, pierderea controlului motor, imobilizare etc.

Antibioticele

Substanțele cu acțiune antimicrobiană se pot clasifica în două mari grupe, în funcție de toxicitatea lor față de organismul gazdă:

1. Dezinfectante (antiseptice) au acțiune nespecifică prezentând efecte toxice aproximativ egale față de agenții patogeni și față de celulele organismului gazdă; din acest motiv ele nu pot fi utilizate decât pentru dezinfecția mediului, a vaselor, a instrumentarului medical sau în aplicarea externă la nivelul tegumentului sau al mucoaselor.

2. Chimioterapicele și antibioticele sunt substanțe care introduse în organism exercită efecte toxice specifice față de anumite microorganisme, paraziți sau celule atipice (celulele canceroase, de exemplu), având însă efecte toxice mult mai reduse sau chiar absente față de celulele organismului gazdă.

Diferența dintre aceste două clase de medicamente constă în originea lor diferită; chimioterapicele sunt obținute prin sinteză chimică, în timp ce antibioticele sunt produse cu ajutorul unor specii de microorganisme.

În aprecierea eficacității clinice a unui agent antimicrobian trebuie să luăm în considerație doi factori esențiali:

- activitatea asupra germenilor patogeni, respectiv spectrul de activitate și apariția rezistenței microbiene;
- activitatea asupra organismului gazdă, respectiv efectele adverse.

Drogurile

În accepțiunea clasică, drogul este substanța care atunci când este absorbită de un organism viu, îi modifică una sau mai multe funcții. În sens farmacologic, drogul este substanța a cărei folosire repetată poate crea dependență fizică și psihică sau tulburări grave ale activității creierului.

Asumarea responsabilității legate de sănătatea personală presupune obligația de a lua decizii. Trebuie să vă gândiți, cunoscând „lumea chimică” în care trăim, cum puteți să vă controlați sănătatea și durata de viață. Astfel, veți putea face alegeri raționale.

Cocaina, nicotina, morfina, amfetaminele sunt droguri. Drogurile diferă mult prin puterea de acțiune și efectul lor asupra organismului. Unele au efect stimulator al activității nervoase, altele depresiv, pot diminua durerea sau pot combate infecțiile. Toate acționează la nivel molecular, de obicei, afectând o anumită zonă din corpul uman.

Drogurile sunt substanțe lichide, solide sau gazoase a căror folosință se transformă în obicei și care afectează direct funcționarea sistemului nervos, schimbă dispoziția, percepția și/sau starea de conștiință.

Tipuri de droguri:

- droguri care inhibă activitatea SNC: opiumul, morfina, heroina, barbituricele, tranchilizantele;
- droguri care stimulează activitatea SNC: cocaina, amfetamina;
- droguri care alterează starea de conștiință: cannabis, LSD;
- inhalanți: solvenți organici, lacuri, vopsele (Aurolac), benzine ușoare.



▲ Alegerea unui antibiotic depinde de natura infecției și de starea bolnavului.



▲ Floarea de mac, sursa de extragere a morfinei.

Transplanturi. Grefe. Înlocuiri de organe

Transplantul de țesuturi și/sau de organe reprezintă o activitate medicală complexă de înlocuire de țesuturi și/sau organe umane compromise din punct de vedere morfologic și funcțional, din corpul unui subiect uman cu alte structuri similare, dovedite ca fiind sănătoase.

Legea privind efectuarea prelevării și transplantul de organe, țesuturi și celule de origine umană, din 25 Octombrie 2005, stabilește, în articolul 2, următoarele:

(1) Organ: parte diferențiată în structura unui organism, adaptată la o funcție definită, alcătuită din mai multe țesuturi sau tipuri celulare, prezentând vascularizație și inervație proprie.

(2) Țesut: grupare de celule diferențiată, unite prin substanță intercelulară amorfă, care formează împreună o asocieră topografică și funcțională.

(3) Celule, în sensul acestei legi, înseamnă celulă umană individuală sau o colecție de celule umane, care nu sunt unite prin nicio formă de țesut.

(4) Prin prelevare se înțelege recoltarea de organe și/sau țesuturi și/sau celule de origine umană sănătoase morfologic și funcțional (cu excepția autotransplantului de celule stem hematopoietice, când celulele sunt recoltate de la pacient), în vederea realizării unui transplant.

(5) Prin transplant se înțelege acea activitate medicală prin care, în scop terapeutic, în organismul unui pacient este implantat sau grefat un organ, țesut sau celulă.

(6) Prin donator se înțelege subiectul în viață sau decedat, de la care se prelevează organe, țesuturi și/sau celule de origine umană pentru utilizare terapeutică.

(7) Prin primitor se înțelege subiectul care beneficiază de transplant de organe și/sau țesuturi și/sau celule.

(8) Prin capacitate psihică se înțelege atributul stării psihice de a fi compatibilă, la un moment dat, cu exercitarea drepturilor civile sau a unor activități specifice.

Poziția Bisericii Ortodoxe Române față de transplantul de organe

• Biserica binecuvintează orice practică medicală în vederea reducerii suferinței din lume, prin urmare și transplantul efectuat cu respect față de primitor și de donator, viu sau mort. Trupul omenesc neînsuflit trebuie să aibă parte de tot respectul nostru.

• Biserica previne însă pe toți să înțeleagă transplantul ca pe o practică medicală menită înlăturării suferinței membrilor ei și nu ca pe una care să alimenteze ideea autonomiei vieții fizice și a eternizării acesteia, în detrimentul credinței în viața eternă (adevărată viață) și neglijându-se pregătirea pentru aceasta.

• Biserica se opune oricărei tranzacții cu organe umane și oricărei exploatare a stărilor de criză și a vulnerabilităților potențialilor donatori (lipsa de libertate psihică sau fizică, penuria socială).

• În privința declarării morții reale (părăsirea trupului de către suflet) identificată cu moartea cerebrală legal declarată, Biserica cere respectarea exactă a criteriilor de diagnosticare a morții cerebrale și respectiv, legale. Este legiferat ca declararea morții cerebrale s-o facă o echipă medico-legală neimplicată în acțiunea de transplant, pe baza criteriilor clinice și de laborator existente.

• Creștinii, fie ei personal medical, donatori, beneficiari sau intermediari, nu trebuie să promoveze știința fără conștiință etică și responsabilitate față de demnitatea umană. De aceea, se impune o permanentă priveghere spirituală și pastorală, un discernământ spiritual activ privind scopurile declarate și nedeclarate ale transplantului de organe.”

Text aprobat de Sfântul Sinod în sesiunea 15–17 iunie 2004

Activitate de evaluare

Dezbateri. Analizați cele două extrase prezentate. Exprimați-vă opinia relativ la transplantul de organe.

Imaginați-vă în rol de primitor de organe, apoi în rol de donator. Exprimați ceea ce simțiți în fiecare dintre situații.

Chimia sistemelor deschise biologice

Individul biologic reprezintă forma de bază a organizării și existenței materiei vii. Ca nivel de organizare a materiei vii, nivelul individual cuprinde indivizi biologici cu grade diferite de complexitate.

Organismul viu se caracterizează printr-o serie de proprietăți fiziologice, și anume:

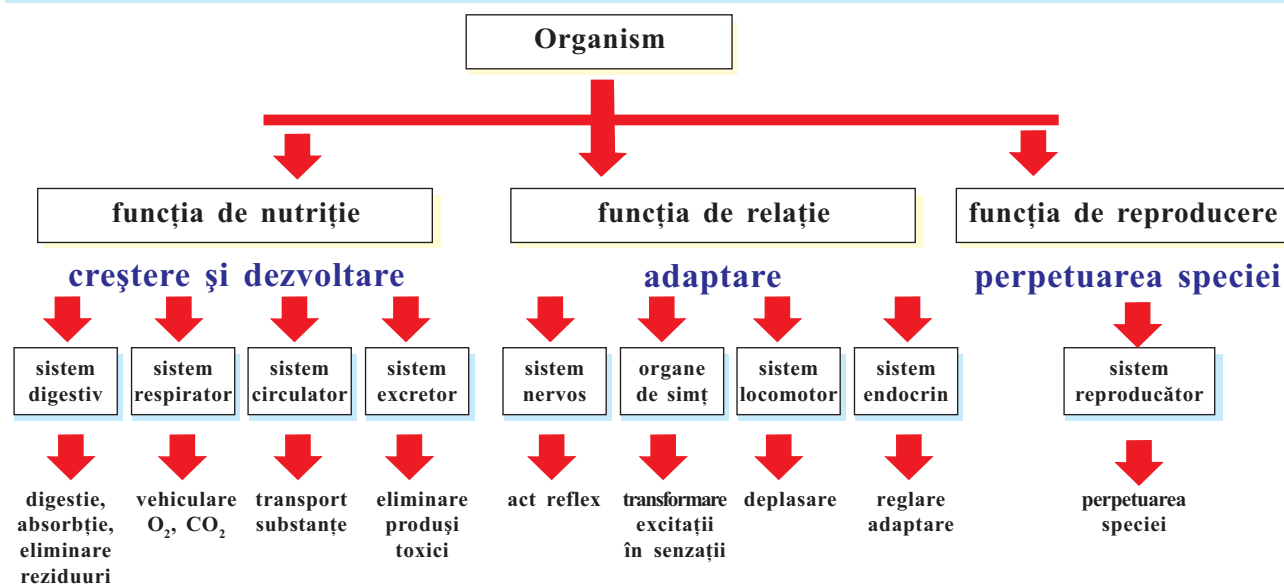
- **organizarea structurală** mai mult sau mai puțin complexă, dar caracteristică, ceea ce a dus la apariția unui număr foarte mare de specii; această proprietate este consecința firească a unui șir de procese fizice, chimice, biologice etc., care se desfășoară într-o ordine bine determinată și conformă informațiilor genetice cumulate în decursul evoluției;
- **metabolismul** – caracteristica principală a individului biologic – asigură schimbul de substanță și energie între organism și mediul său de viață, menținerea echilibrului dinamic și a integralității organismelor;
- **adaptarea la mediu** cuprinde ansamblul reacțiilor sistemului biologic de menținere a stabilității sale funcționale în cadrul modificărilor mediului înconjurător;
- **excitabilitatea** este proprietatea organismului viu de a răspunde adecvat și adaptativ la acțiunea stimulilor.

Capacitatea organismului viu, indiferent de gradul său de complexitate, de a-și menține în limite normale constantele mediului intern și, în consecință, funcțiile vitale, în condițiile unui mediu extern variabil, reprezintă **homeostazia**.

Termenul de homeostazie a fost introdus de către **Walter Cannon**, fiziolog american, la începutul secolului al XX-lea. Acesta vorbea despre „*înțelepciunea corpului*”, încercând să descrie relativa stabilitate a parametrilor mediului intern, în condițiile în care în mediul extern se produc permanent modificări. Astfel, se asigură integralitatea organismului prin autoreglare, acțiunile homeostatice desfășurându-se în sensul reglării funcțiilor fundamentale ale organismului (nutriție, relație, reproducere), precum și în sensul echilibrării acestora cu mediul ambiant.

Activitate de evaluare

Interpretați interrelațiile dintre subsistemele sistemului biologic deschis din schema de mai jos:



Procese metabolice

Amintiți-vă!

Prin digestie chimică se obțin nutrienții, adică: aminoacizi, acizi grași, gliceroli, glucoză. Sub această formă pot traversa mucoasa intestinală pentru a fi absorbite în sânge sau limfă care le distribuie prin circulație celulelor unde sunt utilizate ca material plastic (aminoacizi) sau energetic.

Totalitatea schimburilor de substanțe și energie dintre organism și mediu, precum și ansamblul proceselor biochimice de asimilație și dezasimilație care se desfășoară în toate ființele vii, poartă denumirea de **metabolism**, (grec. *metabole* – schimbare).

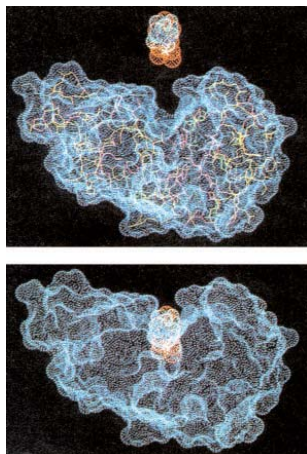
Metabolismul asigură reînnoirea materiei vii, creșterea, dezvoltarea și înmulțirea organismelor, de la cele mai simple la cele mai complexe, precum și producerea energiei necesare funcțiilor vitale.

Conform aspectelor la care se referă metabolismul, se disting mai multe categorii de metabolism: al unui element (metabolismul calciului, al fierului, al sulfului etc.), al unei anumite substanțe (metabolismul apei, al hemoglobinei, al colesterolului etc.), al unui grup de substanțe (metabolismul glucidelor, al lipidelor, al proteinelor etc.), al tuturor substanțelor utilizate de un organism (metabolismul global material), al organismului în condiții de repaus (metabolismul bazal) sau în condiții de activitate și altele.

Totalitatea transformărilor chimice pe care le suferă în organism substanțele provenite din alimente și cele proprii organismului (substanțe de constituție, de rezervă etc.), atât în sens anabolic (asimilație), cât și în sens catabolic (dezasimilație) – după necesitățile organismului la un moment dat – poartă denumirea de *metabolism intermediar*.

Deci, toate reacțiile chimice care au loc în organismele vii sunt numite *processe metabolice*. Să examinăm câteva dintre acestea, care au loc la digerarea alimentelor.

Amintiți-vă!



▲ Formarea complexului enzimă-substrat. Enzima este lizoziima și substratul o zaharidă. Fiecare reacție metabolică este catalizată de o singură enzimă. Specificitatea enzimelor arată că acestea prezintă o porțiune superficială, numită centru activ, care reacționează cu moleculele substratului.

Alimentele ajunse în organism trebuie să fie transformate într-o formă utilizabilă. În general, aceasta înseamnă descompunerea unor molecule, de exemplu, ale grăsimilor, amidonului și proteinelor, în segmente mai mici. Astfel de reacții au loc, de obicei, în aparatul digestiv, sub influența unor enzime digestive secretate în diferite porțiuni ale tubului digestiv de către glande, ca de exemplu, pancreasul.

Înainte de a intra în fluxul sangvin proteinele sunt hidrolizate până la aminoacizi, iar glucidele sunt hidrolizate la glucoză sau la alte zaharuri mai simple, capabile să treacă prin membrana celulei.

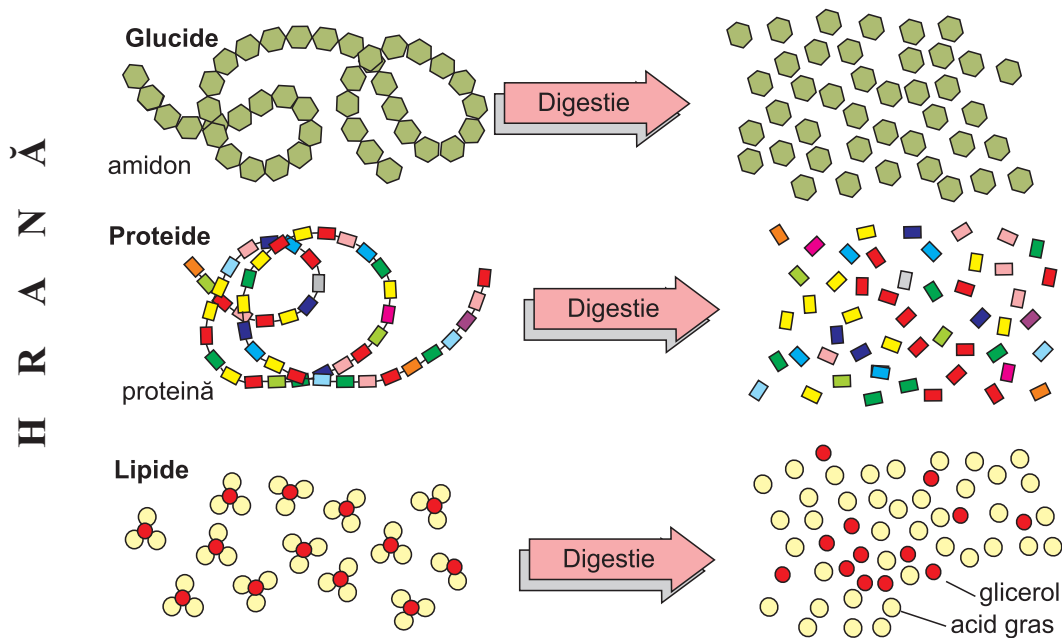
În interiorul celulei se află, de asemenea, molecule mari, care trebuie rupte în segmente mai mici înainte ca acestea să poată fi folosite efectiv. Un exemplu îl constituie glicogenul (un polimer al glucozei similar cu amidonul) pe care celula îl utilizează pentru a stoca glucoza până când este cerută de organism. Ruperea moleculelor mari din celule are loc, de obicei, în lizozomi și pentru fiecare substanță descompusă este necesară o altă serie de enzime.

Alimentele care urmează să fie folosite drept combustibili sunt oxidate, astfel încât să se formeze ATP (în mitocondrii).

O mare parte dintre alimentele care intră în celule este folosită pentru a forma material celular nou, care să înlocuiască părțile uzate sau distruse, sau să formeze componente pentru celulele noi. Întrucât o mare parte din acest material este de natură proteică, celulele trebuie mai întâi să „asambleze” aminoacizii necesari, dintre care unii trebuie formați chiar în celulă și apoi să sintetizeze proteinele cu o structură complexă (v. p. 21). Sinteza unei mari părți dintre proteine are loc în ribozomi.

Activitate de evaluare

Analizați desenele și alcătuiți un referat cu tema: „Digestia chimică”. Precizați rolul enzimelor în etapele digestiei (bucală, gastrică și intestinală).



Conservarea energiei în lumea vie

Corpul uman este un sistem termodinamic deschis care își asigură energia proceselor vitale din surse externe. De aceea, corpul uman este supus legii universale a dezordinii (a entropiei, subiect care va fi abordat în secțiunea următoare). Astfel, **Erwin Schrödinger** afirmă că „sistemele biologice se hrănesc cu ordinea pe care o iau din mediul din jur”.

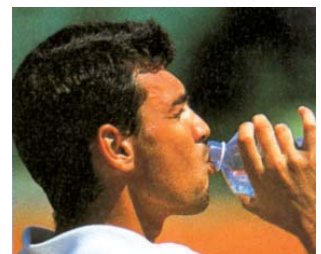
Organismul uman ia din mediu o serie de substanțe (alimente, structuri biochimice) și elimină în mediu produși metabolici finali (CO_2 , H_2O , uree).

Omul ingerează zilnic 3–4 kg de alimente și lichide, și utilizează 360 L de oxigen prin respirație. Deci, în sistem intră 2800 kcal sub formă de energie chimică, din care o parte considerabilă se elimină sub formă de căldură. Aceste schimburi energetice au loc conform *principiului universal al conservării materiei și energiei*.

Sursa energetică este reprezentată de legăturile C—H din structura glucidelor, lipidelor și proteinelor. În urma proceselor biochimice cu degajare de energie, carbonul se elimină sub formă de dioxid de carbon și hidrogenul sub formă de apă.

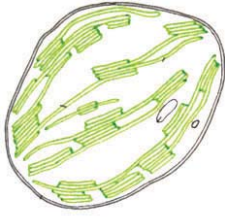
Transferul de energie se realizează prin procese catabolice (eliberare de energie) și anabolice (acumulare de energie).

Schimbările energetice realizate în lumea vie se realizează prin intermediul acizilor nucleici.

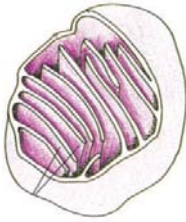


▲ Din consumul de alimente, apă și oxigen, organismul uman își produce energia necesară.

Conversia energiei în reacțiile biochimice



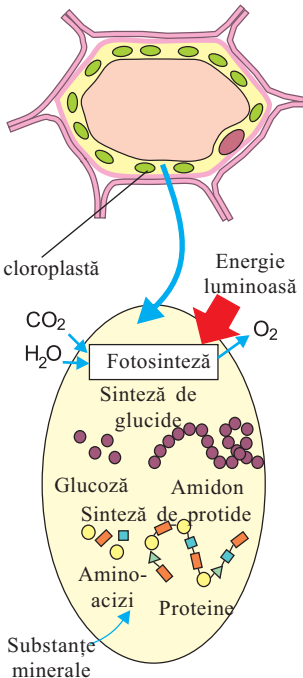
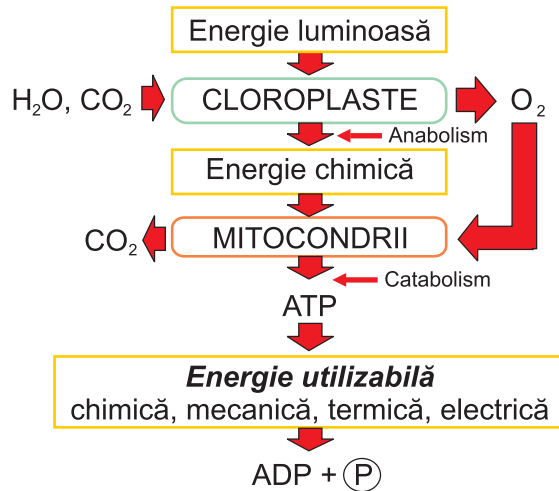
▲ Mitocondrie.



▲ Cloroplastă.

Procesele metabolice care alcătuiesc metabolismul celular pot fi:

- *Reacții de sinteză (anabolice)*, în care celulele consumă energie:
 - fotosinteza (cloroplastele sunt organite fotocaptatoare);
 - sinteza proteinelor (mitocondriile sunt organite de depozitare a energiei la om și la animale).
- *Reacții de degradare (catabolice)*, în care celulele produc energie prin nutriție și respirație. În decursul metabolismului celular are loc un echilibru între molecule ADP și ATP.



▲ Fotosinteza.

Fotosinteza – formă de înmagazinare a energiei solare

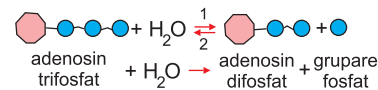
În plante, prin fotosinteză, se realizează sinteza glucidelor din apă și CO_2 , în prezența clorofilei și sub acțiunea radiației luminoase. Plantele sunt singurele ființe de pe Pământ care pot transforma energia solară în energie chimică. Prin aceasta, plantele verzi sunt organisme autotrofe, în timp ce oamenii și animalele sunt heterotrofe.

Glucidele fotosintetizate pot fi condensate în poliglucide sau formează, ca substanțe de susținere, pereții celulari ai plantelor (celuloza), sau sunt acumulate ca substanțe de rezervă (amidon). Cea mai mare parte a glucidelor este supusă unui proces de degradare cu eliberare de energie.

Astfel, glucidele joacă un rol important în metabolismul intermediar al plantelor, prin faptul că pot fi ușor degradate și transformate în alte combinații ale carbonului cu o importanță deosebită pentru plante.

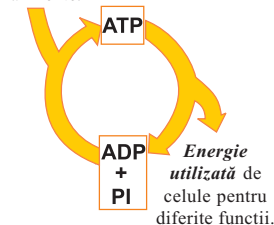
Fotosinteza este calea de producere a oxigenului din atmosferă; o mare parte din el este împrăștiat de algele verzi. Astfel, fotosinteza asigură compoziția chimică constantă a aerului atmosferic, oxigenul înlocuind dioxidul de carbon produs prin respirația viețuitoarelor, prin ardere sau alte fenomene.

Compuși fosfat-macroergici – agenți de conversie a energiei



- reacția 1 este catalizată de ATPază;
- reacția 2 este catalizată de ATPsintetază;
- prin reacția 1 se degajă 31 kJ la 25°C. Dacă reacția are loc la 37°C se degajă 42 kJ.

Energie furnizată prin reacții de oxidoreducere a substanțelor din alimente.



▲ ATP-ul este o moleculă bogată în energie pe care o poate elibera prin hidroliză.

Celula pentru a opera în condiții bune are nevoie de cantități considerabile de „combustibili”. Celulele vii utilizează drept combustibili glucoza și unii produși ai descompunerii grăsimilor și proteinelor. Prin oxidarea glucozei la dioxid de carbon și apă celula primește o cantitate considerabilă de energie, dar nu întotdeauna aceasta poate fi folosită în momentul oxidării glucozei. De asemenea, celula nu poate lăsa prea multă energie să ajungă în mediul înconjurător. Dacă numai jumătate din energia care rezultă prin oxidarea glucozei ar fi eliberată celulei, temperatura acesteia s-ar ridica într-atât încât enzimele ar fi inactivate. Deci, celula are nevoie de un mecanism prin care să capteze și să stocheze energia furnizată de combustibili, precum și de un alt mecanism prin care să elibereze această energie atunci când este nevoie de ea și acolo unde este necesară.

Conversia energiei dintr-o celulă se realizează prin intermediul moleculelor fosfat macroergice (ADP și ATP). Cu toate că moleculele de ADP și ATP au structuri complexe, funcția lor de conversie a energiei este localizată în porțiunea de fosfat a moleculelor. În molecula ADP apar două grupe fosfat, iar în cea de ATP, trei. Adăugarea unei a treia grupe fosfat la ADP necesită o energie considerabilă. Prin urmare, atunci când ADP este transformat în ATP, este nevoie de energie, care se înmagazinează în ATP-ul format. Dacă celula are nevoie de energie, ATP reacționează cu apa pentru a da ADP și energie.



Atunci când celula trebuie să realizeze o reacție care absoarbe energie, energia necesară este furnizată prin hidroliza ATP la ADP. Când rezerva de ATP se micșorează prea mult, celula produce o nouă cantitate, oxidând glucoza sau alte molecule care pot elibera energie.

Cea mai mare parte a ATP-ului (circa 90%) este produsă de mitocondriile celulei. Ceulele care au necesități energetice mai mari au mai multe mitocondrii decât cele care au necesități reduse.

Consumul energetic prin activitate musculară

Complexitatea organismului uman face dificilă determinarea precisă a cheltuielilor energetice ale randamentului diferit al arderilor care au loc în diferite organe și a legilor care guvernează schimburile energetice.

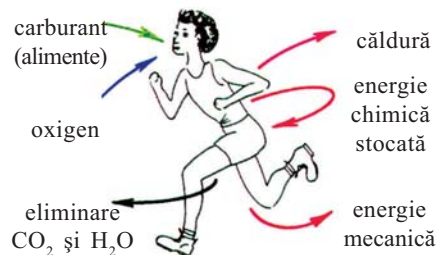
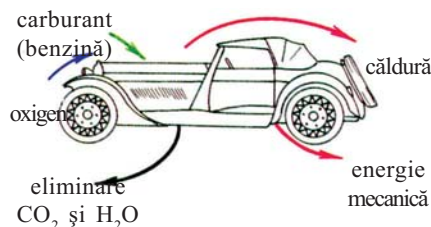
Energia existentă în alimente (aportul energetic) este egală cu „energia consumată de organism” (pentru metabolismul bazal, pentru diferite travalii, pentru întreținere, pentru sinteza de noi substanțe) și depozitată ca „energie de rezervă”.

Organismul uman poate fi asimilat cu o mașină termică în care arderile sunt lente și reglate la un sistem de termostat (care păstrează temperatura mediului biologic la 37°C). Prin procesul de oxidare din organism se eliberează energie și se formează CO₂ și apă.

Energia chimică a substanțelor din alimente este utilizată de organism astfel: 20% se transformă în travaliu mecanic și 80% devine căldură care permite desfășurarea proceselor vitale și se înmagazinează în organele interne și în celule.

Știați că...

George Emil Palade, medic și cercetător român a obținut Premiul Nobel în 1974 pentru cercetări în domeniul organizării structurale și funcționale a celulei? În 1953 a descoperit ribozomii celulari (sediul sintezei proteinelor) și în 1974 structura și funcțiile mitocondriilor ca furnizori de energie a celulelor.



Energia înglobată în ATP este utilizată în activitatea musculară, în termoreglare, pentru sinteza de noi substanțe etc. Căldura se pierde prin: „iradiere” (un om dezbrăcat pierde în 24 ore 1800 kcal, în timp ce un om îmbrăcat pierde numai 1200 kcal), prin contact cu alte corpuri, prin evaporarea apei la suprafața pielii (prin piele se pierde zilnic 85% din căldura organismului).

Activitate de evaluare

Analizați „modelele” prezentate alăturat. Prezentați mecanismele de producere a energiei utilizabile și formele de manifestare.

Transformarea energiei chimice a alimentelor în energie mecanică, electrică, termică se poate calcula pe baza conservării energiei. Pentru aceasta este necesar să se cunoască procesele metabolice din organism.

Randamentul proceselor biomecanice se poate stabili ținând seama de „echivalentul energetic al activității fizice”.

Randamentul energiei musculare este în funcție de lucrul mecanic efectuat. Astfel, în cursul unei contracții musculare, pentru deplasarea unui obiect sau a întregului corp randamentul este mai mare. În timpul efortului crește consumul de oxigen care este asigurat de fluxul sangvin din mușchi. Ionii de calciu sunt cei care asigură contracția.

Randamentul proceselor bioenergetice

În general, procesele bioenergetice sunt determinate de un consum vizibil de alimente și energie, și de un consum invizibil determinat de mediul fizic și social. Astfel, s-a stabilit că metabolismul poate fi puternic influențat de o serie de factori externi, ca de exemplu: alternanța zi – noapte, lumină – întuneric, câmpul magnetic terestru, intensitatea câmpului magnetic atmosferic și de influențe de ordin informațional. Fiecare dintre aceștia participă la randamentul energetic al fiecărui individ ca sistem biologic fizico-chimic deschis.

Consumul energetic al unei persoane se poate determina; pentru un adult de 70 kg, care efectuează o activitate medie, cheltuiala energetică este de 2500 kcal/zi (în funcție de condiții, aceasta poate varia între 1500 și 9000 kcal/zi). Cheltuiala energetică nu poate scădea sub o anumită limită, întrucât chiar și în repaus fizic și intelectual în mediu de neutralitate termică există un **metabolism bazal** care exprimă nevoile minime ale celulei.

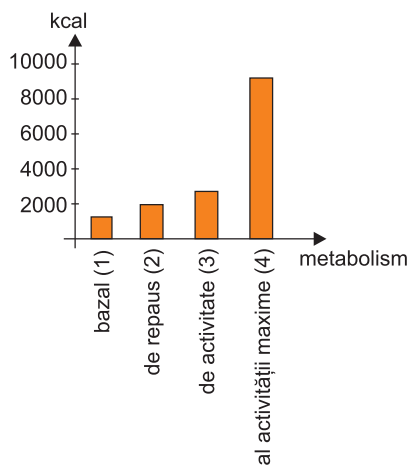
Calmul psihic desăvârșit și neutralitatea termică determină metabolismul bazal.

În activități sedentare cheltuiala energetică este ceva mai ridicată (metabolism bazal \times 1,5).

Metabolismul de activitate, în condiții de tensiune fizică și psihică moderată, implică o cheltuială energetică mai ridicată.

În activități sportive, competiții, tensiunea psihică și fizică este foarte mare, deci și energia consumată are valori deosebite.

În concluzie, energia primită de organism se regăsește „în lucrul efectuat de organism”, în „energia cedată” de acesta și în „energia de rezervă”.



▲ Cheltuiala energetică a organismului în diferite situații.

Analize clinice de fluide biologice

Mediul intern este constituit din sânge, limfă și lichid interstițial, la care se adaugă lichidele cavităților corpului (lichidul cefalorahidian, endolimfa, perilimfa, umoarea apoasă etc.).

Noțiunea a fost introdusă în fiziologie de Claude Bernard, cu sensul de totalitatea lichidelor aflate în organism, dar în afara lichidelor intracelulare.

În esență, mediul intern creează și asigură condițiile de viață celulelor, realizând independența relativă a organismelor superior organizate. Între diferitele compartimente lichide ale organismului au loc schimbări permanente bidirecționale.

Sângele

Sângele este considerat o varietate de țesut conjunctiv moale, de tip lichid, care asigură legătura între celelalte tipuri de țesuturi.

Rolul sângelui:

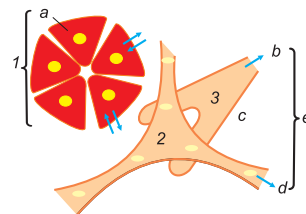
- transportă produșii simpli, nespecifici, rezultați în urma proceselor de digestie, absorbiți la nivelul diferitelor segmente ale tubului digestiv;
- transportă produșii metabolismului intermediar, rezultați în urma proceselor de anabolism sau catabolism, realizate la nivel celular;
- transportă hormoni elaborați la nivelul celulelor endocrine din cadrul glandelor endocrine și mixte sau din sistemul paracrin;
- transportă enzimele (biocatalizatori de natură protidică cu acțiune la nivel celular, subcelular sau supracelular);
- transportă gazele respiratorii: O_2 de la organele respiratorii spre celulele corpului și CO_2 , rezultat în urma metabolismului celular, de la celule, înapoi la organele respiratorii;
- transportă produșii finali de metabolism, inutilizabili, în exces sau toxici, către organele excretorii (piele, rinichi etc.);
- intervine în termoreglare prin uniformizarea și transportul căldurii produse de diferite țesuturi;
- asigură menținerea echilibrului acido-bazic, osmotic și hidric, participând la reglarea homeostazică, în interacțiune cu alte sisteme ale corpului (digestiv, respirator, excretor, endocrin etc.);
- participă la apărarea specifică și nespecifică a organismului.

Componentele sângelui. Aproximativ 45% din masa sângelui mamiferelor este reprezentată de elementele figurate și 55% de plasmă. La grupele de vertebrate inferioare și la nevertebrate, proporția de plasmă, respectiv de hemolimfă este mult mai mare în comparație cu proporția elementelor figurate. Exprimarea în procente a volumului globular se numește *hematocrit*.

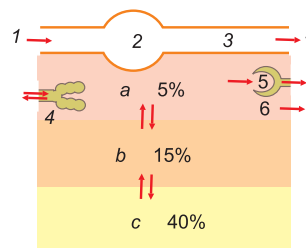
Volumul sangvin total (volemia) variază la om între 6-8% din greutatea corporală. Din această cantitate doar 3/5 reprezintă volumul sangvin circulant, restul volumul sangvin stagnant.

Modificarea volemiei se poate realiza:

- fie în sensul scăderii, determinată de stări febrile, vărsături, hemoragii, subnutriție etc.;
- fie în sensul creșterii, ca în cazul transfuziilor sangvine.



▲ Principalele subdiviziuni ale lichidelor corpului: 1 – celulă; 2 – capilar sangvin; 3 – vas limfatic; a – lichidul intracelular; b – limfă; c – lichid interstițial; d – sânge; e – lichid extracelular.



▲ Interrelația dintre lichidele corpului: a – plasmă sangvină, 5%; b – lichid interstițial, 15%; c – lichid intracelular, 40%; valorile sunt exprimate în procente din greutatea corpului individului biologic; 1 – mediu extern; 2 – stomac; 3 – intestin; 4 – plămâni; 5 – rinichi; 6 – piele.

Plasma sanguină este un lichid gălbui, care conține 90% apă și 10% reziduu uscat, constituit din substanțe organice în proporție de 9% și substanțe minerale în proporție de 1%.

Substanțele organice sunt reprezentate prin:

- proteine care îndeplinesc următoarele roluri:
 - controlează schimburile hidrice între diferitele sectoare ale organismului (plasmă – lichid interstițial);
 - transportă diferiți ioni (Ca^{2+} , Cl^- , Cu^{2+} , Zn^{2+} etc.) sau substanțe (hormoni, vitamine, colesterol, produși de catabolism);
 - au rol de sistem tampon în vederea menținerii echilibrului acido-bazic al sângelui;
 - asigură viscozitatea sanguină;
 - constituie rezerva de proteine a întregului organism;
 - participă la apărarea antiinfecțioasă prin anticorpii specifici;
 - îndeplinesc rol de factori ai coagulării sângelui etc.;
- lipide: acizi grași liberi, colesterol, lecitine;
- glucide: glucoză și alte monozaharide;
- acid lactic, acid piruvic.

Substanțele minerale sunt de fapt combinații chimice anorganice de tipul: cloruri, sulfati, fosfați de Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu etc. cu rol în menținerea constantă a presiunii osmotice și a pH-ului sângelui. Concentrația lor se menține constantă prin mecanisme reglatoare neuro-umorale.

Compoziția chimică a plasmei reflectă homeostazia mediului intern. În tabelul următor sunt incluse valorile de referință ale constantelor plasmei, valori care pot fi modificate de o serie de factori, cum ar fi: metoda de analiză și echipamentul utilizat pentru determinare, vârsta individului, masa corporală, sexul, regimul de hrană, tipul de activitate depusă, medicația și, bineînțeles, existența proceselor patologice din organism.

Substanța chimică dozată	Valori de referință în SI	Indicații fiziologice și implicațiile clinice
Amoniac	15–120 $\mu\text{g/dL}$ (12–65 $\mu\text{mol/L}$)	Indică funcționarea ficatului și a rinichilor. Creșterea valorilor este întâlnită în afecțiunile hepatice și renale, în anemia hemolitică a nou-născutului, în afecțiunile cardiace. Scăderea valorilor este întâlnită în hipertensiune.
Amilază	56–190 UI/L (25–125 U/L)	Indică funcționarea pancreasului exocrin. Creșterea valorilor apare în afecțiunile pancreatice, oreion, obstrucția canalelor pancreatice, în cetoacidoză. Scăderea valorilor apare în afecțiunile hepatice, în cazul perforațiilor intestinale, a infarctului pulmonar, în timpul sarcinii.
Transaminaze (TGP; TGO)	10–40 U/mL (5–30 U/L)	Indică eventualele distrugerii/degradări celulare. Creșterea valorilor este înregistrată în infarctul miocardic și în afecțiunile hepatice acute, în starea de toxicitate plasmatică, în traumatismele musculare. Scăderea valorilor apare în cetoacidoză.
Uree	7–26 mg/dL (2,5–9,3 mmol/L)	Indică funcționarea rinichilor. Creșterea valorilor apare în afecțiunile renale, deshidratare, obstrucția căilor urinare, afecțiuni cardiace congestive, infarct miocardic, arsuri. Scăderea valorilor apare în insuficiența hepatică, în perioada de graviditate.

Substanța chimică dozată	Valori de referință în SI	Indicații fiziologice și implicațiile clinice
Creatinină	0,5–1,2 mg/dL (44–97 mmol/L)	Indică funcționarea rinichilor. Valorile crescute apar în afecțiunile renale și în acromegalie (hipersecreție de STH la adult). Scăderea valorilor se înregistrează în distrofia musculară.
Bilirubină	totală: 0,1–1,0 mg/dL (5,1–17,0 μmol/L) directă: < 0,5 mg/dL (< 5,0 μmol/L) indirectă: 0,2–1,0 mg/dL (18–20 μmol/L) nou-născut: 1–12 mg/dL (< 200 μmol/L)	Indică funcționarea ficatului, precum și nivelul degradării hematiilor (celule roșii ale sângelui). Creșterea valorilor bilirubinei directe este înregistrată în afecțiunile hepatice și în obstrucția biliară. Creșterea valorilor bilirubinei indirecte apare în procesele de hemoliză a celulelor roșii ale sângelui.
Bicarbonați Conținut de CO ₂ Presiunea parțială a CO ₂	22–26 mEq/L (22–26 mmol/L) în sângele arterial 19–24 mEq/L în sângele venos 22–30 mEq/L artere: 33–45 mmHg vene: 45 mmHg	Indică echilibrul acido-bazic al plasmei. Creșterea valorilor apare în alcaloza metabolică și acidoza respiratorie. Scăderea valorilor va fi înregistrată în acidoza metabolică și alcaloza pulmonară.
Saturația în O ₂ Presiunea parțială a O ₂	95–98% 80–105 mmHg	Creșterea valorilor apare în poliglobulie, iar scăderea în afecțiunile pulmonare. Creșterea valorilor apare în hiperventilație, poliglobulie, iar scăderea valorilor este înregistrată în anemie și hipoxie.
pH	7,35–7,45	Creșterea pH-ului apare în alcaloza metabolică și respiratorie, iar scăderea în acidoză.
Glucoză	70–120 mg/mL (3,9–6,1 mmol/L)	Creșterea valorilor glicemiei este înregistrată în diabetul zaharat, sindromul Cushing, afecțiunile hepatice, stres, hiperfuncție hipofizară (exces de STH), iar scăderea în boala Addison.
Imunoglobuline G (IgG)	560–1800 mg/dL (5,6–18 g/L)	Indică răspunsul imunologic. Creșterea nivelului se înregistrează în infecțiile cronice, afecțiunile reumatismale, hepatice, în artrita reumatoidă. Scăderea nivelului apare în leucemie și preeclampsie (formă gravă de disgravidie manifestată prin spasme, pierderi de conștiință).
IgE	0,01–0,4 mg/dL (0,1–0,4 mg/L)	Indică răspunsul alergic al organismului atunci când valorile sunt crescute.
IgA	85–563 mg/dL (0,85–5,6 g/L)	Creșterea nivelului apare în afecțiunile hepatice, reumatice, cancer, afecțiuni autoimune. Scăderea nivelului apare în sindroamele de imunodeficiență și afecțiuni intestinale inflamatorii.
IgM	55–375 mg/dL (0,5–3,8 g/L)	Valorile cresc în afecțiunile autoimune, artrita reumatoidă, infecții virale și micoze, iar scăderea valorilor apare în leucemie.

Substanța chimică dozată	Valori de referință în SI	Indicații fiziologice și implicațiile clinice
IgD	0,5–3,0 mg/dL (5–30 mg/L)	Valorile crescute sunt întâlnite în mieloame și în infecțiile cronice.
Lipoproteine totale:	400–800 mg/dL (4,0–8,0 g/L)	Creșterea valorilor se observă în diabetul zaharat, hipotiroidie, hiperlipidemie, iar scăderea în hipertiroidie și sindromul de malabsorbție a grăsimilor.
HDL (lipoproteine cu densitate mare)	25% din lipoproteinele totale ♀ > 55 mg/dL (> 0,1 mmol/L) ♂ < 45 mg/dL (> 0,1 mmol/L)	Creșterea nivelului apare în afecțiunile hepatice, iar scăderea nivelului indică afecțiuni cardiace, ateroscleroză, malnutriție.
LDL (lipoproteine cu densitate mică)	75% din lipoproteinele totale 60–180 mg/dL (< 3,2 mmol/L)	Creșterea nivelului apare în hiperlipidemie, afecțiuni cardiace, ateroscleroză, iar scăderea indică malnutriție și malabsorbția grăsimilor.
Proteine totale	6,0–8,0 g/dL (60–80 g/L)	Indică funcționalitatea și integritatea sistemului de apărare a organismului. Creșterea valorilor apare în infecțiile cronice, deshidratare, stare de șoc, hemoconcentrație, iar scăderea în malnutriție, arsuri, diaree, insuficiență renală.
Trigliceride	10–190 mg/dL (0,1–1,9 g/L)	Creșterea valorilor indică risc de infarct miocardic, afecțiuni hepatice, nefroză, graviditate.
Albumine	3,2–5,0 g/dL (32–50 g/L)	Creșterea valorii indică deshidratare, iar scăderea nivelului indică afecțiuni hepatice, malnutriție, boala Crohn, nefroză, lupus sistemic eritematos.
Acid uric	♀: 2,0–7,3 mg/dL (0,09–0,36 mmol/L) ♂: 2,1–8,5 mg/dL (0,15–0,48 mmol/L)	Indică funcția renală. Creșterea valorilor apare în intoxicația cu plumb (saturnism), în afecțiunile renale, gută, cancer cu metastaze, alcoolism, leucemie. Scăderea valorii apare în Boala Wilson.
Acid lactic	artere: 3–7 mg/dL (0,3–0,7 mmol/L) vene: 5–20 mg/dL (0,5–20 μmol/L)	Indică nivelul degradărilor anaerobe. Creșterea valorilor apare în insuficiența cardiacă congestivă, șoc hemoragic, exerciții fizice intense.
LDH (lactat dehidrogenază)	115–225 IU/L (0,4–1,7 μmol/L)	Creșterea nivelului apare în infarctul miocardic, infarctul pulmonar, afecțiuni hepatice, accidente cerebrovasculare, mononucleoză, distrofia musculară, fracturi.
Colesterol	< 200 mg/dL (< 6,5 mmol/L)	Creșterea valorilor apare în diabetul zaharat. Valorile crescute anunță riscul apariției aterosclerozei, care determină îngustarea lumenului vaselor sangvine cu risc de infarct miocardic, cardiopatie ischemică.
Fosfor	2,5–4,5 mg/dL (0,8–1,5 mmol/L)	Creșterea nivelului apare în hipoparatiroidism, insuficiență renală, metastaze osoase, afecțiuni hepatice, hipocalcemie. Scăderea nivelului apare în hiperparatiroidism, hipercalcemie, alcoolism, hipovitaminoza D, cetoacidoză, osteomalacie.

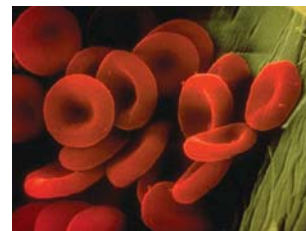
Substanța chimică dozată	Valori de referință în SI	Indicații fiziologice și implicațiile clinice
Potasiu	3,5–5,1 mEq/L (3,5–5,1 mmol/L)	Creșterea nivelului apare în afecțiunile renale, boala Addison, cetoacidoză, arsuri. Scăderea se înregistrează în Sindromul Cushing, alcaloză, diaree, vomă.
Sodiu	136–145 mEq/L (136–145 mmol/L)	Creșterea nivelului apare în caz de deshidratare, diabet insipid, Sindromul Cushing. Scăderea apare în urma diareei, vomei, arsurilor, bolii Addison; poate apărea și în caz de edem, insuficiență cardiacă congestivă, deficit de secreție de ADH.

Elementele figurate sangvine sunt reprezentate prin:

- globule roșii (eritrocite sau hematii);
- globule albe (leucocite);
- trombocite – plachete sangvine.

Globulele roșii

- **structură:** sunt celule anucleate; prezintă la exterior o membrană lipido-proteică pe suprafața căreia se află structuri mucopolizaharidice, care conferă specificitate grupelor sangvine; în interior conțin citoplasma cu un conținut bogat în hemoglobină (pigmentul care conferă culoarea roșie a sângelui și prezintă afinitate pentru gazele respiratorii);
- **durata vieții:** aproximativ 120 zile, după care sunt distruse, în special, în splină prin hemoliză;
- **dimensiuni:** 7,2–7,5 μm ;
- **număr mediu:** 4,5 mil/mm³;
- **funcție:** transportul gazelor respiratorii (O₂ și CO₂) sub forma combinațiilor chimice labile ale hemoglobinei cu O₂ (oxihemoglobina) și CO₂ (carboxihemoglobina). Capacitatea hemoglobinei de a forma aceste combinații chimice labile se datorează fierului divalent din structura heteroproteinei, care are proprietatea de a forma compuși cu stabilitate scăzută, fapt deosebit de important din punct de vedere funcțional, deoarece asigură utilizarea repetată a hemoglobinei. În prezența agenților reducători, fierul din structura hemoglobinei se oxidează, trecând în treapta a treia de valență, caz în care formează compuși chimici stabili. Apariția methemoglobinei sau a carboxihemoglobinei (compuși chimici stabili) duce la degradarea funcțională a pigmentului respirator și implicit a hematiilor afectate;
- **valorile normale:** sunt prezentate în tabelul următor:



▲ Globule roșii.

Hemoglobină	♀: 12–16g/dL (7,4–9,9 mmol/L) ♂: 14–18 g/dL (8,7–11,2 mmol/L)	Creșterea valorii apare în caz de deshidratare, poliglobulie, insuficiență cardiacă congestivă, afecțiuni cronice obstructive pulmonare. Scăderea nivelului apare în anemie, hemoragie, cancer, afecțiuni renale, lupus sistemic eritematos, deficiență nutrițională.
Hematocrit	♀: 37–47% ♂: 42–54%	Creșterea în: poliglobulie, deshidratare, insuficiență cardiacă congestivă, șoc, intervenții chirurgicale. Scăderea în: anemii, hemoragii, malnutriție, ciroză, artrită reumatoidă, afecțiuni ale măduvei osoase.
Eritrocite	♀: 4,2–5,4 mil/mm ³ ♂: 4,7–6,1 mil/mm ³	Creșterea apare în poliglobulia de altitudine, postprandial, iar scăderea în caz de hemoragie, anemie, hemoliză, afecțiuni cronice, carențe nutriționale, leucemie.

Activitate de evaluare

Amintiți-vă importanța cunoașterii grupelor sangvine, studiind următorul tabel:

Grupa	Antiglutinogen (hematii)	Aglutimină (plasmă)	Determinism genetic	Proporție rasa albă	Compatibilitate la transfuzie	Determinare în laborator a grupelor		
						Ser test		
						Aglutimină anti A	Aglutimină anti B	Aglutimină anti A și anti B
0 I	–	$\alpha; \beta$	<i>II</i>	47%	donator universal	●	●	●
A II	A	β	$L^A L^A$ $L^A I$	41%	donează către A II și AB IV	○	●	○
B III	B	α	$L^B L^B$ $L^B I$	9%	donează către B III și AB IV	●	○	○
AB IV	A, B	–	$L^A L^B$ (codominanță)	3%	primitor universal	○	○	○

Activitate de evaluare

Amintiți-vă importanța cunoașterii Rh-ului sangvin.

Globulele albe



▲ Globule albe.

- **structură:** sunt celule cu membrană subțire și elastică, citoplasmă și un nucleu; sunt clasificate după forma nucleului și prezența granulațiilor citoplasmatică în leucocite polinucleare sau granulocite și mononucleare sau agranulocite. După afinitatea granulațiilor citoplasmatică față de coloranți, granulocitele polinucleare pot fi: neutrofile (afinitate pentru coloranți neutri), eozinofile (afinitate pentru coloranți acizi) și bazofile (afinitate pentru coloranții bazici). Agranulocitele mononucleare sunt reprezentate prin limfocite și monocite;
- **durata vieții:** de câteva ore până la câțiva ani, după care sunt distruse prin hemoliză;
- **dimensiuni:** 6–20 μm ;
- **număr mediu:** 4000–8000/ mm^3 ;
- **funcție:** participă la apărarea antiinfecțioasă a organismului, prin diverse mecanisme.

Principalele caracteristici fiziologice și patologice ale leucocitelor sunt prezentate în tabelul următor:

Denumirea tipului de leucocit	Parametri fiziologici	Proprietăți	Parametri patologici
Neutrofile	Reprezintă 55–70% din totalul leucocitelor; au capacitatea de a emite pseudopode și de diapedeză datorită chimiotactismului pozitiv pe care îl manifestă față de toxinele microbiene	Realizează digestia particulelor microbiene fagocitate, deoarece posedă un bogat echipament enzimatic la nivelul citoplasmei. La locul infecției pot fi distruse de toxine, formând împreună cu microbii puroiul.	Valorile cresc în caz de stres, sindrom Cushing, afecțiuni inflamatorii, cetoacidoză, gută, infecții virale și bacteriene. Scăderea valorilor apare în anemie, afecțiuni ale măduvei osoase, boala Addison.

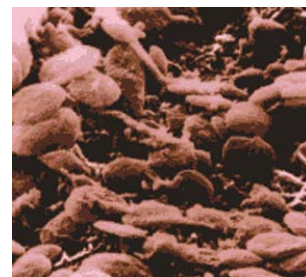
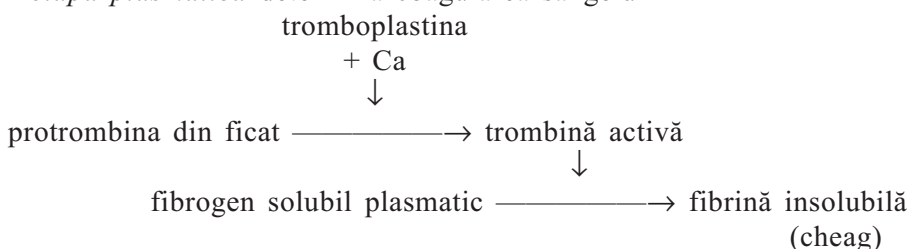
Denumirea tipului de leucocit	Parametri fiziologici	Proprietăți	Parametri patologici
Eozinofile	Reprezintă 1–4% din totalul leucocitelor	Datorită numărului mare de enzime pe care le posedă intervin în bolile parazitare și alergice.	Creșterea numărului lor este înregistrată în cazul reacțiilor alergice, în parazitoze, leucemie, afecțiuni autoimune. Scăderea nivelului apare în excesul de adrenalină.
Bazofile	Reprezintă 0,5–1% din totalul leucocitelor	Conțin histamină și heparină (aceasta având rol în menținerea echilibrului fluido-coagulant).	Creșterea numărului lor apare în stadiul tardiv al inflamațiilor, în afecțiuni mieloproliferative, leucemie. Scăderea apare în caz de hipertiroidism, stres, în reacții alergice.
Limfocite	Reprezintă 20–40% din totalul leucocitelor; pot fi limfocite B sau T, în funcție de locul de specializare (ganglioni limfatici, respectiv timus)	Limfocitele B sintetizează anticorpii și participă astfel la apărarea antiinfecțioasă realizând mecanismul umoral. Limfocitele T asigură imunitatea celulară cu rol în reacții imunologice de tip întârziat.	Creșterea valorilor apare în infecțiile cronice bacteriene, oreion, rubeolă, leucemie limfocitară, mononucleoză, hepatită. Scăderea numărului se înregistrează în imunodeficiență, lupus eritematos, anumite forme de leucemie.
Monocite	Reprezintă 2–8% din totalul leucocitelor; au capacitate de migrare în țesuturi, unde fagocitează intens bacterii și resturi celulare	La locul infecției „curăță” țesutul de neutrofile moarte și de resturi bacteriene.	Creșterea numărului apare în afecțiuni inflamatorii, infecții, tuberculoză. Scăderea numărului lor se înregistrează în terapia cu steroizi.

Trombocitele (plachetele sangvine)

- **structură:** sunt fragmente celulare provenite din megacariocite (celule mari formate în măduva osoasă care se fragmentează în momentul descărcării lor în circulația sangvină); conțin factorii trombocitari ai coagulării;
- **durata vieții:** 7 zile;
- **dimensiuni:** 2–4 μm;
- **număr mediu:** 150000–300000/mm³;
- **funcție:** participă la coagularea sângelui datorită conținutului de factori ai coagulării, precum și a unor substanțe biologice active: serotonină, histamină, adrenalină; au capacitatea de a adera la suprafețe rugoase (cum ar fi peretele vascular lezat).

Hemostaza fiziologică cuprinde ansamblul mecanismelor fiziologice prin care se realizează oprirea hemoragiei interne sau externe, în următoarele etape:

- *etapa vasculoplachetară* determină oprirea sângerării;
- *etapa plasmatică* determină coagularea sângelui



▲ Trombocite.

• *etapa trombotică* determină rețracția și descompunerea cheagului, urmată de reluarea circulației.

Trombocite	150000–300000/mm ³	Mecanismele de hemostază și coagulare. Creșterea valorilor apare în poliglobulie, cancer, artrită reumatoidă, ciroză, traumatisme. Scăderea valorilor apare în afecțiunile hepatice, anemia hemolitică, anemia pernicioasă, purpura trombocitopenică idiopatică, lupus sistemic eritematos.
------------	-------------------------------	---

În concluzie, sângele are o importantă funcție homeostatică, prin participarea sa la realizarea condițiilor de viață ale elementelor organismului; acest fapt este demonstrat prin rolul său de transport, prin sistemele tampon, prin funcția hemostatică, precum și prin funcția de apărare.

Limfa și lichidul interstițial

Mediul intern conține, pe lângă sânge, care circulă prin sistemul sangvin, și limfa, în cel limfatic, de care nu poate fi separat.

Limfa

Între celulele care alcătuiesc organismul se află un țesut interstițial, care face posibile schimburile de substanțe între celule. În acest țesut își are originea limfa, un lichid incolor sau ușor gălbui. Limfa este preluată de capilarele limfatice și transportată prin vase cu diametru din ce în ce mai mare până când se formează cele două ducturi limfatice mari: canalul limfatic drept și canalul toracic, ducturi care se vor vărsa în final în sistemul venos al mării circulații.

În compoziția limfei intră apă, săruri minerale, proteine, lipide, precum și substanțe toxice rezultate din arderile celulare. Compoziția și aspectul acestui lichid variază în funcție de regiunea în care se găsește. Astfel, limfa din regiunea hepatică are o concentrație mult mai mare de proteine, în comparație cu limfa din regiunea toracică. La nivelul intestinului, concentrația de grăsimi din limfă este mai mare decât în orice altă zonă a organismului.

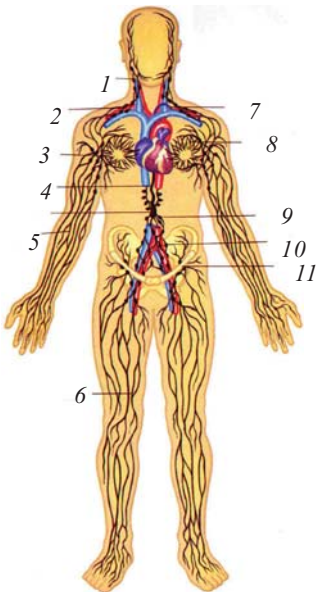
Sistemul limfatic nu conține doar capilare și vase limfatice, ci și organe limfoide, repartizate în diverse regiuni ale corpului. Ganglionii limfatici sunt astfel de organe, situate pe traiectul vaselor limfatice. Ganglionii „curăță” limfa de substanțele dăunătoare organismului și formează prin specializare funcțională limfocitele cu rol în elaborarea de anticorpi. Astfel au rol de barieră împotriva infecțiilor. Alte organe limfoide sunt timusul, amigdalele și splina, care produc de asemenea limfocite – celule cu rol important în sistemul imunitar.

Lichidul interstițial

Lichidul interstițial se găsește în afara vaselor sangvine, în substanța fundamentală a organismului și scaldă toate celulele corpului. Alături de sânge compune lichidul extracelular.

În funcție de procedeele de măsurare, reprezintă 12–18 L (15% din greutatea corporală).

Lichidul intracelular se găsește în interiorul celulei și reprezintă aproximativ 30 L de apă (40% din greutatea corpului). Este cel mai mare sector de repartizare a apei în organism.



▲ Sistemul limfatic: 1 – ganglionii cervicali; 2 – ductul limfatic drept; 3 – ganglionii axilari; 4 – ductul toracic; 5 – ganglionii membrului superior; 6 – ganglionii membrului inferior; 7 – intrare a ductului toracic; 8 – ganglionii glandei mamare; 9 – ganglionii lombari; 10 – ganglionii pelvieni; 11 – ganglionii inghinali.

Urina

Funcția de excreție asigură eliminarea din organism a produșilor inutili, în exces sau toxici, contribuind astfel la menținerea constanței mediului intern. La realizarea ei participă următoarele sisteme funcționale:

- sistemul respirator asigură eliminarea CO_2 și a altor substanțe volatile rezultate din metabolism (acetona);
- glandele sudoripare elimină acizii nevolatili și ureea;
- ficatul, organ cu rol central în metabolism, excretă prin bilă substanțe toxice;
- alte glande digestive excretă proteine serice; pot determina devierea spre acid (acidoză) sau spre alcalin (alcaloză) a reacției mediului intern;
- rinichiul este organul cel mai important însă cu funcție excretoare și prin aceasta îndeplinește condițiile de homeostazie a organismului.

În secolul II, **Galen** precizează că urina este produsă de rinichi; abia în secolul al XIX-lea apar explicațiile științifice.

În 1842 **Bowman**, susținut de **Heidenhain**, emite teoria filtrării prin membrana glomerulară a tuturor substanțelor ușor difuzabile și a secreției substanțelor mai greu difuzabile la nivelul tubilor renali.

În 1844 **Ludwig** afirmă că formarea urinei este exclusiv un proces fizico-chimic de filtrare glomerulară a tuturor substanțelor difuzabile și de resorbție prin difuziune.

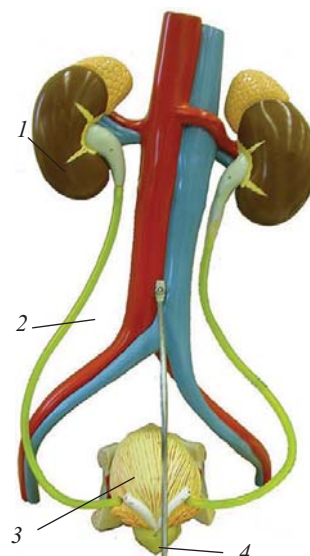
În 1917 **Cushney** susține caracterul selectiv, biologic activ al resorbției, făcând comparația între concentrația diferitelor substanțe în sânge și în urină.

La ora actuală cercetările moderne biochimice și electromicroscopice au oferit explicația satisfăcătoare asupra funcției renale în condiții normale și patologice.

Principalele funcții ale rinichiului sunt:

- eliminarea substanțelor inutile, în exces și toxice, rezultate din metabolismul protidic (uree, acid uric, creatinină, sulfatați, proveniți din aminoacizii sulfurați, fosfați proveniți din acizii nucleici);
- menținerea constantă a pH -ului sangvin (7,35–7,40), în timp ce pH -ul urinei variază în limite destul de largi (4,7–8,2);
- menținerea constantă a presiunii osmotice a sângelui, datorită capacității rinichiului de a elimina apa în exces. Densitatea urinei oscilează între 1002 și 1040 g/L pe când densitatea plasmei se menține constantă în jurul valorii de 1027 g/L;
- menținerea concentrației relative și absolute a constituenților normali ai plasmei sangvine, prin reabsorbția selectivă a unor substanțe utile organismului (glucoză, vitamine etc.);
- rinichiul are și funcție endocrină prin producerea eritropoietinei (hormon cu rol în reglarea eritropoiezei).

În tabelul următor este prezentat conținutul de substanțe din urină:



▲ Sistemul excretor: 1 – rinichi; 2 – uretere; 3 – vezică urinară; 4 – uretră.



▲ Nefronul – unitatea morfofuncțională, la nivelul căruia se realizează procesele de formare a urinei.

Substanța dozată	Valori de referință în SI	Indicații fiziologice și implicații clinice
Amilază	3–35 UI/h (6,5–48 U/h)	Funcționarea pancreasului. Creșterea valorilor se înregistrează în afecțiunile pancreatice, în colecistite sau în inflamații ale glandelor salivare.
Bilirubină	absentă	Funcționarea ficatului. Creșterea valorilor sau prezența sa în urină este întâlnită în afecțiunile hepatice, în obstrucția căilor extrahepatice, determinate de litiaze biliare, inflamații, tumori.
Sânge	absent	Funcționarea sistemului excretor. Apariția sângelui în urină se datorează unor afecțiuni renale, cistită, anemie hemolitică, reacții posttransfuzionale, prostatită, arsuri.
Acid uric	0,4–1,0 g/24 h (1,5–4,0 mmol/24 h)	Funcționarea sistemului excretor și metabolism. Creșterea valorilor apare în gută, leucemie, afecțiuni hepatice, gastrice (colită ulceroasă). Scăderea: în afecțiuni renale, alcoolism, intoxicații.
Urobilinogen	< 4 mg/24 h	Funcționarea ficatului. Crește: în anemia hemolitică, hepatita A, ciroză, afecțiuni bilire. Scade: în afecțiuni renale, obstrucția căilor biliare.
Volum	1000–2000 ml/24 h (1,0–20 L/24 h)	Echilibrul hidric și electrolitic. Funcționarea rinichilor. Creșterea volumului apare în diabetul insipid, diabetul zaharat, afecțiunile renale. Scăderea volumului apare în caz de deshidratare, afecțiuni renale, hipersecreția de ADH.
Culoare	galbenă	Colorația intensă în deshidratare, iar decolorarea în diabetul insipid, suprahidratare. Modificarea culorii poate fi determinată și de stadiul afecțiunilor renale, hepatice, dietă sau medicație.
Sodiu	40–220 mEq/24 h (40–220 mmol/24 h)	Echilibrul hidric și electrolitic. Creșterea valorilor apare în deshidratare, cetoacidoză, hipersecreție de ADH, insuficiență suprarenaliană. Scăderea nivelului se înregistrează în afecțiunile cardiace congestive, în insuficiența renală, diaree, în insuficiența corticosuprarenaliană (prin deficit de aldosteron).
Potasiu	25–120 mEq/24 h (25–120 mmol/24 h)	Echilibrul hidric și electrolitic. Creșterea valorilor se înregistrează în afecțiunile renale, acidoza metabolică, deshidratare, deficit de aldosteron, sindromul Cushig. Scăderea valorilor apare în boala Addison, sindromul de malabsorbție, insuficiență renală acută, hipersecreție de ADH.
Fosfați	80–90% reabsorbiți	Funcționarea paratiroidelor. Creșterea nivelului apare în hiperparatiroidism, uremie, osteomalacie, afecțiuni renale. Scăderea în hipoparatiroidism.
Proteine	< 8 mg/dl (< 0,8 mg/L)	Funcționarea rinichilor. Creșterea apare în afecțiuni renale, traumatisme, hipertiroidie, diabet zaharat, lupus eritematos.
Glucoză	absentă	Apariția glucozei în urină pune diagnosticul de diabet zaharat.
Miros	aromatic	Miros puternic, caracteristic apare în infecții, cetonurie, fenilcetonurie, insuficiență hepatică.
Uree	25 g/24 h	Scade nivelul în insuficiența hepatică.

Sucurile digestive

La nivelul sistemului digestiv se secretă sucurile digestive: saliva, suc gastric, suc pancreatic, suc biliar, suc intestinal.

Saliva este produsul de secreție al glandelor salivare mari (parotide, sublinguale, submaxilare), situate în vecinătatea cavității bucale și a

numeroaselor glande salivare mici, diseminate în întreaga mucoasă bucală; la om se secretă 1000–1500 mL salivă în 24 ore, debitul salivator crescând de la 20 mL/oră, în perioadele interdigestive, la 900 mL/oră în cursul digestiei bucale.

Activitate experimentală

Pentru a evidenția faptul că saliva are în compoziția sa enzima amilaza salivară, cu rol în digestia chimică a amidonului, realizați următorul experiment:

Materiale: o linguriță de amidon sau făină de grâu, câteva eprubete, pahare Berzelius, soluție iodurată, pâlnie, hârtie de filtru, vas pentru baie de apă.

Mod de lucru. Recoltați salivă într-un pahar Berzelius. Preparați soluția de amidon prin amestecarea amidonului sau a făinei de grâu cu un pahar de apă și fierbeți amestecul 5–10 minute; turnați soluția în trei eprubete (5 mL). Adăugați în prima o picătură de iod și obțineți o colorație albastră; în a doua eprubetă adăugați 1 mL salivă și o picătură de iod și veți obține o colorație albastră; în a treia adăugați 1 mL salivă și după 15–20 minute o picătură de iod și veți obține o colorație violacee, roșcată sau gălbuie.

Concluzii. Amidonul este hidrolizat de amilaza salivară, dar necesită un timp mai îndelungat de contact, dovadă în acest sens este colorația specifică (violacee, roșcată sau gălbuie) a amidonului hidrolizat la stadiul de dizaharidă (maltoză) pus în reacție cu soluția iodurată. De asemenea, constatați că în eprubeta a doua colorația este albastră, caracteristică amestecului de amidon cu soluție iodurată.

Sucul gastric este elaborat de glandele mucoasei gastrice; un adult sănătos secretă 1500–3000 mL / 24 h. Debitul secretor este crescut în perioadele de digestie și absent în perioadele interdigestive diurne sau nocturne. În condiții patologice debitul secretor poate fi crescut (hipersecreție) sau scăzut (hiposecreție) față de valoarea normală, fiziologică. Este un lichid clar, incolor sau ușor opalescent cu $pH \sim 1,5$ și cu densitatea 1,002–1,009 g/L, cu un conținut de 99% apă și 1% reziduu uscat (0,6% substanțe anorganice, 0,4% organice).

Sucul pancreatic – secretat de acinii glandulari ai pancreasului exocrin, în cantitate de 1000–1500 mL/24 h, este un lichid clar, transparent, ușor vâscos cu un conținut de 98,5% apă și 1,5% reziduu uscat (substanțe anorganice: bicarbonații și organice: enzimele pancreatice).

Dozarea amilazei pancreatice demonstrează activitatea pancreasului exocrin.

Sucul biliar, produs de secreție și excreție al ficatului, este depozitat în colecist (vezicula biliară) în perioadele interdigestive și evacuat în duoden în timpul digestiei intestinale. Conține atât substanțe anorganice (cloruri, fosfați, bicarbonați), cât și organice (săruri biliare etc.).

Dozarea bilirubinei din plasmă prin metode biochimice este utilă în depistarea afecțiunilor hepatice.

Sucul biliar (bila) are rol în emulsionarea grăsimilor.

Activitate experimentală

Pentru înțelegerea importanței sucului biliar în procesul de digestie, realizați următorul experiment:
Materiale: bilă de porc sau de bou, hârtie de filtru, ulei de ricin, două eprubete.

Mod de lucru. 1. Tăiați hârtia de filtru în două bucăți; prima o îmbibați cu apă, iar cea de-a doua cu suc biliar; puneți puțin ulei pe fiecare bucată de hârtie de filtru.

Ce observați? Uleiul pătrunde prin hârtia îmbibată cu bilă și nu pătrunde prin cea îmbibată cu apă.

2. Introduceți în eprubete o cantitate mică de ulei de ricin, apoi în prima adăugați bilă, iar în cea de a doua apă; agitați eprubetele.

Ce observați? Amestecul de ulei și bilă formează o emulsie durabilă, în timp ce în eprubeta cu ulei și apă cele două lichide nu se amestecă.

Concluzie. Bila are rol în emulsionarea grăsimilor, ceea ce favorizează degradarea lor chimică la nivelul intestinului subțire, sub acțiunea enzimelor specifice (lipaza pancreatică și lipaza intestinală).

Sucul intestinal este produsul de secreție al enterocitelor (celule ale pereților intestinului subțire), cu o compoziție greu de stabilit, deoarece secreția sa este însoțită rapid de absorbție. La om se secretă aproximativ 3000 mL/24 h, cu pH 7,2–7,6 și compoziție similară lichidului interstițial pur. Conține substanțe organice (enzime cu rol în digestia intestinală) și substanțe anorganice.

În urma acțiunii sucurilor digestive asupra alimentelor, substanțele organice din compoziția acestora sunt transformate în substanțe organice simple, nespecifice, care se absorb din lumenul intestinal (activ sau pasiv) în sânge sau în limfă.

Lichidul cefalorahidian (LCR)

Lichidul cefalorahidian este localizat în sistemul meningeal, între arahnoidă și piamater; este un lichid transcelular secretat de plexurile coroide. În creier și măduva spinării nu există vase limfatice, LCR fiind un corespondent al limfei. La om se formează în 24 h, 430–720 mL, volumul total de 120 mL, reînnoindu-se la 4–8 ore.

Rolul funcțional al LCR:

- protector mecanic, formând un strat cu grosime variabilă între organele SNC (măduvă și encefal) și oasele care îl adăpostesc (coloana vertebrală, respectiv cutia craniană);
- schimbul de substanțe între vasele cerebrale și substanța nervoasă.

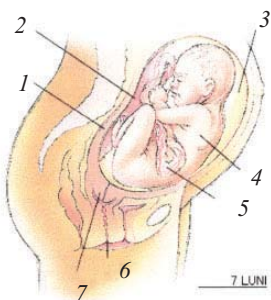
Modificările de presiune și compoziție chimică a LCR au valoare diagnostică.

Lichidul amniotic

Lichidul amniotic este un produs biologic care umple sacul amniotic constituind mediul ambiant al fătului, permițându-i mobilitatea în cavitatea uterină, după ce acesta se detașează și rămâne legat de placentă doar prin cordonul ombilical.

Rolul lichidului amniotic:

- asigură protecția mecanică fătului;
- asigură nutriția și maturarea fetală;
- izolează termic fătul.



▲ Poziția fătului în uterul matern: 1 – uter; 2 – placentă; 3 – lichid amniotic; 4 – făt; 5 – cordon ombilical; 6 – vagin; 7 – cervix.

Entropia sistemelor reale

Entropia

Imaginați-vă un pahar cu apă aflat la marginea unei mese. O mișcare a mesei va determina căderea paharului cu apă spre podea, unde se va sparge, iar apa se va împrăști pe o întindere mare a podelei. Totul se petrece în acord cu legile mecanicii clasice. Acestea au însă caracter reversibil în timp. Încercați acum să vă imaginați întâmplarea descrisă în sens invers!

Apa împrăștiată pe covor se adună în paharul refăcut din cioburile adunate, apoi totul se urcă la loc pe marginea mesei, unde se afla înainte de cădere. *De unde provine energia necesară urcării paharului pe masă?* Din energia pe care au căpătat-o picăturile de apă și cioburile împrăștiate pe covor. În această stare au o mișcare de agitație termică mai intensă decât în paharul aflat inițial pe marginea mesei. Această energie, pe care o putem numi energie termică, este egală de fapt cu energia potențială gravitațională a sistemului pahar cu apă-câmp gravitațional. Potrivit principiului I al termodinamicii, care exprimă legea conservării energiei, întâmplarea descrisă este reversibilă, principiul I al termodinamicii fiind simetric în timp. Astfel, paharul se poate reface, apa poate sări în el și totul se poate urca la loc pe masă.

Realitatea nu ne oferă însă spectacole de acest gen, deoarece mișcarea de agitație termică a particulelor rezultate din spargerea paharului și a picăturilor de apă este perfect dezordonată și în toate direcțiile, astfel încât majoritatea atomilor se vor mișca pe alte direcții decât pe cea necesară readucerii lor în sistemul de pe marginea mesei. *O coordonare a tuturor acestor mișcări nu s-ar putea întâmpla sau încadra la categoria miracole!*

În lumea reală funcționează legea cauzei care precede efectul și nu invers, ceea ce necesită asimetria temporală.

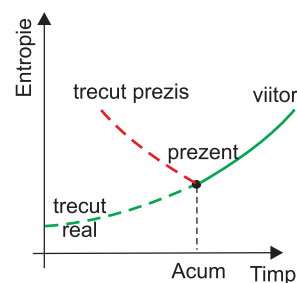
Pentru a putea înțelege de ce mișcarea perfect coordonată a cioburilor și a picăturilor de apă s-ar putea produce numai după o modificare la scară mare a stării fizice și nu înaintea acesteia, vom încerca să descriem o mărime fizică numită **entropie**.

Entropia este o mărime fizică de stare care caracterizează gradul de dezordine energetică manifestă dintr-un sistem.

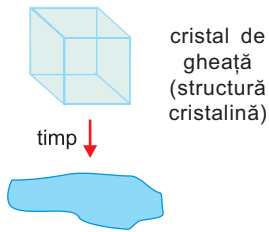
Potrivit principiului al doilea al termodinamicii, toate procesele ireversibile se desfășoară în sensul măririi entropiei sistemului, până la atingerea valorii sale maxime care corespunde stării de echilibru. Ea crește în sensul pozitiv al curgerii timpului și scade în sensul contrar curgerii timpului. Asimetria temporală a sistemului provine din faptul că evoluția acestuia pornește dintr-o stare cu entropie foarte joasă. Viitorul îi rezervă creșterea entropiei. Din acest unghi de vedere, putem explica comportamentul lumii reale. Stările de entropie crescută din viitor sunt „naturale“ și ușor de acceptat. Însă stările de entropie foarte mică din trecut pun probleme speciale. *Cine a obligat, spre exemplu, entropia universului nostru să aibă o valoare atât de scăzută la anumite momente din timpul evoluției sale?*



▲ Nu există nimic în fizica newtoniană care să facă imposibilă adunarea cioburilor și a apei înapoi în paharul aflat la marginea mesei.



▲ În absența oricărui factori de constrângere asupra sistemului, entropia ar trebui să crească în ambele direcții ale sistemului, pornind de la starea dată. Ori, potrivit experimentului nostru, trebuie să fi existat ceva în trecut care să forțeze entropia să fie mai joasă!



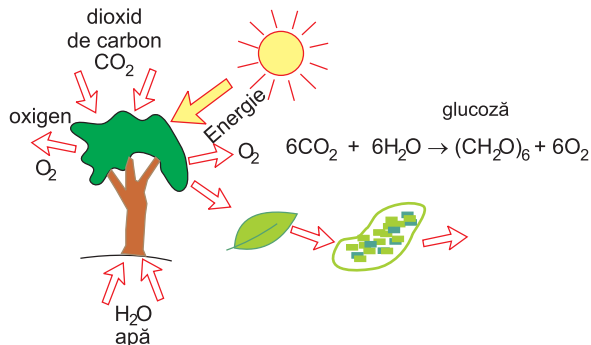
Ruginirea tablei din caroseria automobilelor, descompunerea copacilor uscați, prăbușirea clădirilor vechi reprezintă exemple de entropie în acțiune.

Pentru a face cuburi de gheață în congelator trebuie să „pompați” căldură din incinta acestuia în exterior (cu consum energetic!). Această căldură va duce la creșterea entropiei din încăperea unde se află congelatorul. Practic, veți micșora entropia din congelator, măbind-o în același timp pe cea din bucătărie.

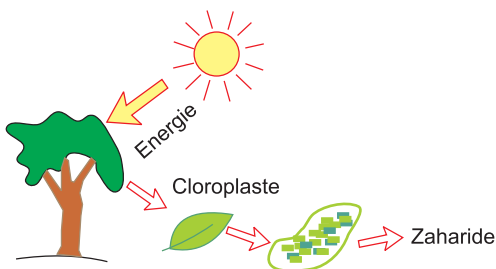
▲ Entropie maximă → dezordine maximă.
Entropie minimă → dezordine minimă.

Activitate de evaluare

Încercați să vă imaginați, prin analogie cu exemplul anterior, modul cum acționează entropia la nivel global: Universul.



▲ Copacii convertește dezordinea în ordine, cu ajutorul Soarelui. Un arțar matur are în jur de 250 kg frunze, care au suprafața de câteva sute de metri pătrați și poate produce două tone de zaharide anual.



▲ Fotosinteza are loc în cloroplastele plantelor. Aici se convertește energia solară în forme stocabile, precum zaharidele.

Noi, ființele vii, suntem sisteme cu entropia foarte scăzută. *De ce?* Utilizăm hrană și oxigen pentru a obține energie. Însă o mare parte din această energie părăsește corpul ființelor vii prin schimbul sub formă de căldură cu mediul extern. Noi, n-am avea nevoie de mai multă energie decât avem (în perioada adultă!). Căldura este cea mai dezordonată formă a schimbului de energie, deci cu entropia cea mai mare. Utilizăm energie de entropie joasă (hrană și oxigen) și eliberăm energie de entropie înaltă prin căldura emisă, prin expirația dioxidului de carbon, prin excreții.

Practic, luptăm împotriva principiului al doilea al termodinamicii, deoarece pentru a ne menține în viață trebuie să ne scădem entropia, asigurându-ne astfel organizarea internă. Hrana pe care o consumăm își bazează existența tot pe surse externe de joasă entropie. Oamenii și animalele consumă plante, care prin procesul de fotosinteză realizează o mare reducere de entropie prin utilizarea radiației solare. Această radiație are entropie relativ joasă, pe care planeta noastră și locuitorii săi o re-radiază în spațiu într-o formă de entropie relativ ridicată. Practic, într-un organism viu, au loc procese de sinteză a compușilor cu structură complexă care au entropie mică. Sinteza se realizează cu ajutorul energiei împrumutate din mediu.

Potrivit principiului al doilea al termodinamicii, toate procesele fizice și chimice se desfășoară în sensul măririi entropiei sistemului, până la atingerea valorii maxime a acesteia, valoare care corespunde stării de echilibru. Totodată, creșterea entropiei se face continuu, în cadrul unor procese ireversibile. Compușii structurați, precum proteinele, au entropie scăzută, iar compușii simpli, precum apa, dioxidul de carbon, ureea, au entropie mai mare.

Un organism viu poate utiliza energia rezultată din reacția de oxidare (ardere) a glucozei, unde se formează dioxid de carbon și apă, produși de reacție cu entropia mai mare decât reactanții.

Fizicianul *Erwin Schrödinger*, laureat al Premiului Nobel în anul 1933,

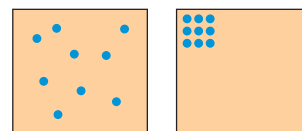
a afirmat că organismul animal ingeră produși cu entropie scăzută hrănindu-se cu entropie negativă.

Savantul american Harold F. Blum, profesor la Universitatea Princeton, a numit cel de-al doilea principiu al termodinamicii drept „săgeata timpului”, dat fiind caracterul universal al degradării naturale și al tendinței generale spre o mai mare dezordine.

Activitate de evaluare

Priviți imaginea din figura alăturată.

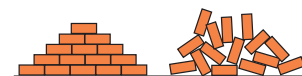
În recipient se găsesc câteva molecule de gaz monoatomic. Presupuneți că în recipient este o stare avansată de rarefiere. Stabiliți săgeata timpului în această situație.



▲ Recipientele conțin gaz monoatomic rarefiat.

Activitate de evaluare

Presupuneți că aruncați cărămizi dintr-un camion. Care dintre configurațiile în care ajung cărămizile pe sol este cea reală? Cum s-ar putea ajunge în cealaltă configurație?

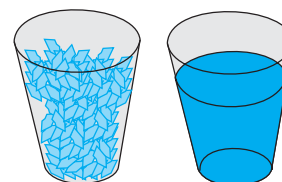


▲ Cărămizi.

Activitate de evaluare

În care dintre paharele alăturate vi se pare gradul de dezordine mai mare?

Moleculele din apă sunt în număr foarte mare comparativ cu cuburile de gheață, deci au mult mai multe posibilități de a fi aranjate.

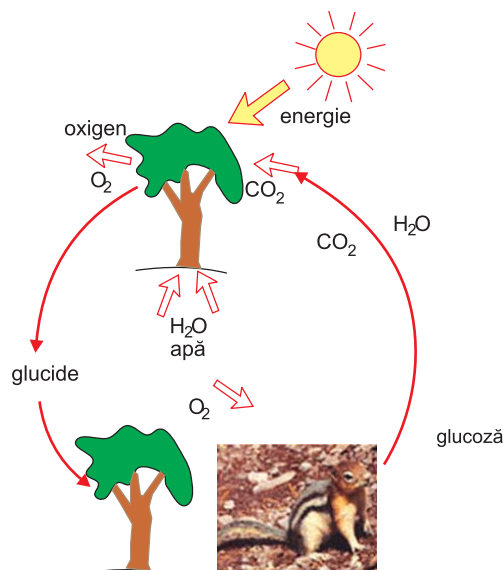


▲ Paharul din stânga conține gheață, iar cel din dreapta conține apă.

Activitate de evaluare

Descrieți schimburile energetice care au loc între elementele din imaginea alăturată. Explicați ce se întâmplă cu energia provenită de la Soare în plante. Explicați cum utilizează animalele resursele energetice pentru a-și asigura nevoile zilnice.

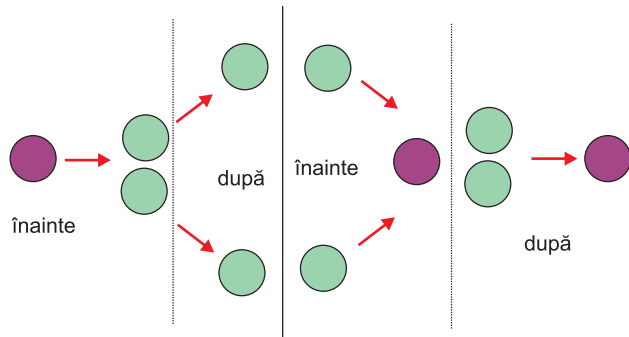
În ceea ce privește originea vieții pe Pământ, „*Probabilitatea ca la temperaturi obișnuite un număr microscopic de molecule să se asocieze pentru a da naștere unei structuri foarte ordonate și unor funcții coordonate care caracterizează organismele vii este extrem de mică. Prin urmare, generarea spontană a vieții în forma ei prezentă este foarte improbabilă, chiar și la scara miliardelor de ani în care a avut loc evoluția prebiotică*”.



(I. Prigogine)

Sistemele aflate în apropiere de echilibru nu pot produce niciodată gradul de organizare caracteristic sistemelor vii. Ele se îndreaptă spontan spre un maxim al entropiei sau al dezordinii.

Entropia și percepția timpului ca măsură a ireversibilității



▲ În mecanica newtoniană, fenomene precum ciocnirile pot avea loc în ambele sensuri ale curgerii timpului. Sunt reversibile în timp.



▲ Va fi oare un ultim moment?



▲ Curgerea timpului este ireversibilă.



▲ ... dar ideea călătoriei în timp rămâne.

De ce în percepția noastră timpul „curge“ doar spre înainte? De ce avem amintiri numai din trecut și deloc din viitor?

Toate legile mecanicii newtoniene sunt reversibile: banalele ciocniri se pot întâmpla în ambele sensuri. Totuși, ouăle sparte nu se repară singure, creșterea plantelor nu mai poate fi dată înapoi. Timpul pare a avea o săgeată, un sens preferat de a curge, pe o direcție cu originea necunoscută!

„Orice există, există undeva, și nimic nu se întâmplă în afara timpului. Astfel, exact așa cum poți trăi fără să pui la îndoială presupunerile culturii

căreia îi aparții, este posibil să trăiești fără să-ți pui întrebări despre natura spațiului și a timpului. Există totuși cel puțin un moment în viața oricărui copil când își pune întrebări despre timp. *Curge el pentru vecie? A fost oare un prim moment? Va fi un ultim moment? Dacă a existat un prim moment, atunci cum a fost creat Universul? Și ce s-a întâmplat cu o clipă mai devreme? Dar dacă n-a existat un prim moment „înseamnă oare că totul s-a întâmplat mai înainte?“* (Lee Smolin „Spațiu, timp, Univers“).

Acestea și multe alte întrebări se nasc firesc în mintea oamenilor dintotdeauna. Unele și-au găsit răspunsul, altele încă așteaptă. De-a lungul vremii au apărut idei care s-au încheat în teorii din ce în ce mai avansate.

La **Newton**, *timpul și spațiul* aveau caracter absolut.

Timpul curge de la trecutul infinit la viitorul infinit, fără a fi influențat de ceea ce se petrece de fapt. Unitățile de măsură a timpului pot măsura schimbările petrecute în Univers.

Peste două sute de ani, **Einstein** producea o revoluție în concepția spațio-temporală, teoria relativității găsiindu-și confirmările în observații astronomice.

Acum timpul nu mai are semnificație absolută și nu există timp în afara schimbării. Ideea de a măsura cât de repede se modifică ceva, în sens absolut, nu mai are sens. Timpul este descris numai în termenii modificărilor din rețeaua relațiilor care descriu spațiul. Timpul devine o măsură a schimbării. Nici spațiul nu poate exista în afara sistemului de relații în evoluție din Univers. Practic, nu există o scenă fixă pentru tot timpul în care se petrec evenimentele. Spunem că teoria relativității generale este *independentă de fundal*, spre deosebire de mecanica newtoniană sau electromagnetismul care depind de fundal.

Următorii ani au adus fizicienilor **Schrödinger**, **Bohr** și **Heisenberg** șansa de a închea *teoria cuantică*, teoria sistemelor atomice. Aceasta schimbă complet relația dintre observator și sistemul observat, deși acceptă ideile teoriei newtoniene asupra spațiului și timpului.

Curgerea timpului este una dintre senzațiile noastre conștiente; de la un trecut foarte clar spre un viitor incert. De la un trecut inalterabil asupra

căruia nu se mai poate interveni și care nu poate fi influențat în nici un mod spre un viitor necunoscut. Realitatea trecutului provine din amintirile și mărturiile noastre, din deducții bazate pe ele.

În ceea ce privește viitorul, vizare a ceea ce nu este încă, deschiderea către posibil în viziunea lui Heidegger, acesta pare a fi nedeterminat, chiar dacă de multe ori alegerea asupra evoluției pare a fi la discreție: „Pe măsura conștientizării trecerii timpului, cea mai apropiată parte a acestui vast și aparent nedeterminat viitor se realizează în mod constant ca realitate prezentă și astfel își face intrarea în trecutul neschimbat.

„Uneori avem senzația că noi am fost chiar personal „responsabili“ de ceva care a influențat această alegere a unui viitor potențial, particular, care de fapt s-a realizat și s-a permanentizat ca o realitate a trecutului. Dar adesea ne simțim spectatori neputincioși – poate din fericire eliberați de responsabilități – pe măsură ce, inexorabil, granița trecutului bine determinat își face loc în viitorul incert“. (Roger Penrose)

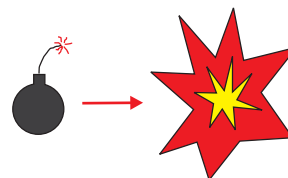
În viziunea lui *Ilya Prigogine*, timpul exista deja în stare latentă înainte de Big-Bang. Veriga lipsă pentru înțelegerea ireversibilității timpului se datorează existenței în natură a unei unice scări temporale. El atribuie ca sens problemei filosofice „de ce există ceva mai degrabă decât nimic“, sensul actual din fizică al problemei „de ce există o săgeată a timpului?“.

Astăzi, cosmologia acceptă ireversibilitatea timpului, săgeata timpului fiind șansa de a înțelege Universul dintr-o perspectivă care articulează timpul cu veșnicia.

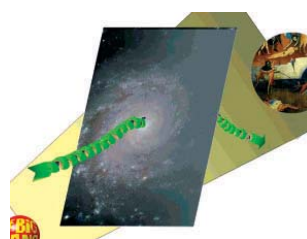
„Căci la capătul acestui drum pe parcursul căruia s-au spulberat, unul după altul, atâtea idealuri de eternitate, iar devenirea ireversibilă a luat, la toate nivelurile, locul permanenței, săgeata timpului se impune ca un nou mod de a gândi eternitatea. Tocmai pe ea, care fusese socotită un simplu reflex al caracterului aproximativ al cunoașterii noastre, o regăsim de acum înainte ca pe condiția, ea însăși necondiționată, a tuturor obiectelor fizicii, de la atomul de hidrogen până la Universul însuși. Ea e cea care ne permite să înțelegem solidaritatea multiplelor temporalități ce compun Universul nostru, a proceselor ce împărtășesc același viitor și poate chiar a însuși acestor Universuri pe care le putem gândi acum într-o nelimitată succesiune“. (Ilya Prigogine – „Între eternitate și timp“)

Informația și procesele ireversibile

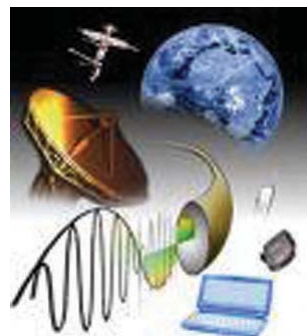
Informația reprezintă o noțiune elementară, care se poate transmite cu un minim de energie. Din punct de vedere cantitativ, *informația* reprezintă măsura noutății conținutului unui mesaj recepționat, ceea ce îi conferă dependență de cunoștințele receptorului. La ora actuală, *teoria informației* este un domeniu de sine stătător. Din punct de vedere istoric a evoluat rapid, începând de la introducerea termenului de *cibernetică* de către fizicianul *André Marie Ampère*, în anul 1838. O contribuție importantă a adus-o *James Clark Maxwell* care proiecta în 1871, primul dispozitiv cu feedback și avansa ideea legăturii dintre informație și entropie. Alte intervenții



▲ Mișcarea rectilinie este reversibilă. Explozia unei bombe este ireversibilă.



▲ Săgeata este spiralată. Planul timpului prezent este reprezentat de o galaxie spirală. Ea are ca origine Big-Bang-ul și ca punct final, așa-zisa moarte entropică.



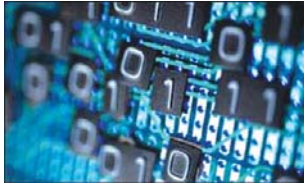
▲ Modalități de comunicare a informației.

remarcabile în domeniul teoriei informației au avut **Ludwig Boltzmann**, **Claude E. Shannon** și **Norbert Wiener**.

Teoria informației este știința care studiază măsurarea cantității de informație dintr-un mesaj, transmiterea, prelucrarea și conservarea acesteia, precum și exploatarea optimă a sistemelor de comunicație.

Conceptul de informație este în strânsă legătură cu aprecierea gradului de incertitudine caracteristic fenomenelor întâmplătoare. Pentru a măsura acest grad este necesară raportarea la o unitate de nedeterminare. Nedeterminarea unitară se evidențiază în experimentele de aruncare a unei monede, soldate cu două posibilități egal probabile.

Bit-ul (prescurtarea de la binary digit) reprezintă unitatea de măsură pentru cantitatea de informație.



▲ Comunicație în sistem binar.

Transmiterea informației

Oamenii au comunicat din cele mai vechi timpuri, utilizând diverse simboluri, de la desenele rupestre, la sistemele de codificare digitală a datelor. Indiferent de natura comunicării, orice transmisie presupune ca etape:

- codificarea mesajului la sursă;
- trimiterea sa pe un canal de comunicație;
- decodificarea mesajului la receptor pentru a reconstitui mesajul original.

Semnalele transmise pot ajunge la receptor atenuate sau modificate datorită perturbațiilor. Canalele de comunicație se caracterizează printr-o capacitate maximă de transmisie, definită de numărul maxim de semnale care îl pot parcurge în unitatea de timp.

Informațiile pot fi transmise prin voce, prin scriere pe hârtie, sub formă de scrisoare, prin telefon, radio sau TV (semnale analogice) sau prin e-mail (semnal digital). Și în organismele vii se întâlnesc sisteme de transmitere a informațiilor. Spre exemplu, vom analiza ceva mai târziu cazul unui act reflex apărut atunci când cineva se înțeapă la un deget.

Receptorul din orice sistem de transmitere a informațiilor (indiferent dacă el este un calculator, o ființă sau sistemul nervos central) trebuie să decodifice mesajul și să-l compare cu baza informațională proprie, pentru a extrage datele utile.



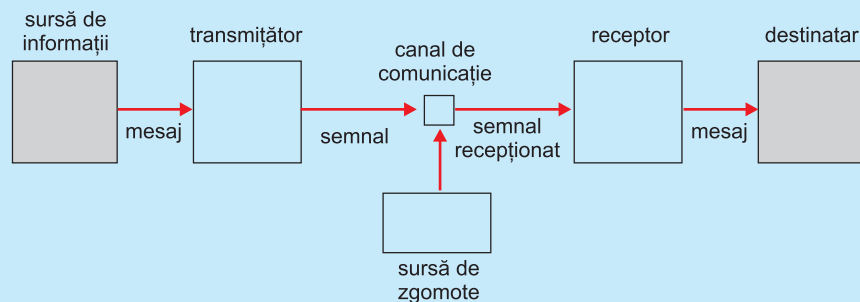
▲ Transmiterea informației presupune codificarea la sursă și decodificarea la receptor.



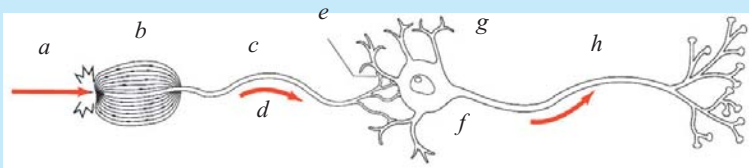
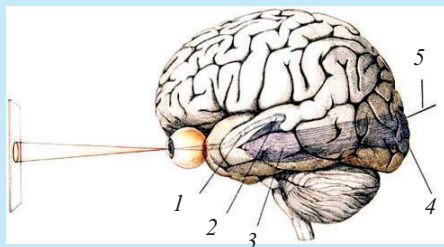
▲ Comunicare la nivel de rețele de computere, cu sau fără fir.

Activitate de evaluare

Analizați schema generală a unui sistem de comunicație. Evaluați rolul fiecărui element.



Comparați această schemă cu modelul percepției vizuale de către creierul uman.



1 – tract optic; 2 – corp geniculat lateral; 3 – semnale optice; 4 – cortex vizual primar; 5 – microelectrod. a – stimul din mediu; b – receptor; c – fibră nervoasă; d – semnal electric; e – sinapsă; f – corp celular; g – dendrite; h – axon.

Dintre toate componentele sistemului, canalul de comunicație este cel mai expus perturbațiilor care pot altera integritatea sistemului. Semnalul este purtător de informație, iar circulația sa se face prin așa-numiții vectori energetici și naturali. În sistemele biologice, energia purtătoare de informație este *energia de excitație*. În general, raportul cauză-efect are valoarea de aproximativ 10^{11} , de circa un milion de ori mai mult decât raportul dintre energia unei bombe cu hidrogen și energia rachetelor care o transportă. Amplificarea explozivă a efectului față de cauză apare în sistemele biologice unde reacția receptorului se bazează pe consumul propriei energii. Procesul prin care neuronul emite semnalele de ieșire se numește *detonare*, deoarece este necesară depășirea unui prag de către semnalele de intrare, pentru ca emisia să se facă cu intensitate maximă.

Entropia informațională

În anul 1948, inginerul american **C. Shannon**, unul dintre fondatorii teoriei informației, a stabilit o legătură între cantitatea de informație și *entropia informațională*. Pornind de la ideea că sursele de informații generează mesaje într-o manieră statistică, Shannon a stabilit modalitatea de măsură a factorului aleatoriu din sursa de informații, astfel încât să se poată specifica rata cu care se produce informația. El a propus ca expresie de calcul a cantității de informație I , a unui mesaj care se produce cu probabilitatea p , relația:

$$I = \log_2 \left(\frac{1}{p} \right).$$

În cazul cel mai simplu (aruncarea monedei, spre exemplu), probabilitatea de realizare a mesajului este $1/2$, deci $I = \log_2 2 = 1$. Utilizarea cazului binar a dus la definirea bit-ului ca unitate de măsură a cantității de informație.

Practic, s-a realizat o analogie între *entropia termodinamică* și *entropia informațională*, dat fiind faptul că atât sistemele termodinamice, cât și mesajele se caracterizează printr-un grad de organizare, respectiv de dezordine. Creșterea entropiei informaționale, fie că se referă la reducerea informației structurale a unui sistem viu, fie la reducerea nedeterminării unui eveniment, va implica scăderea entropiei termodinamice și invers. Din acest motiv, informația a fost numită *negentropie*, iar abaterile de la echilibrul termodinamic se pot aprecia în multiplii de bit.

Entropia informațională H , se calculează cu relația:

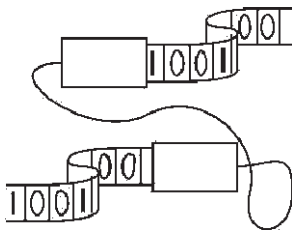
$$H = - \sum_i p_i \log p_i,$$

unde p_i este probabilitatea de apariție a unuia dintre cazurile posibile.

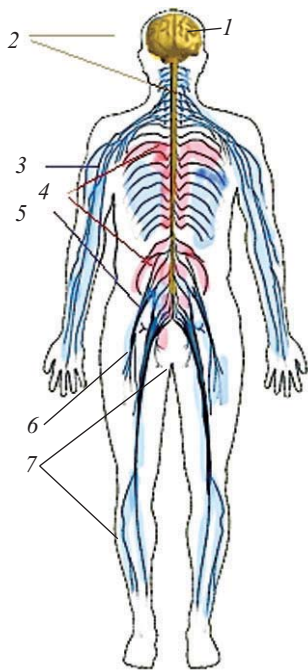
Potrivit estimărilor efectuate, utilizând formula descrisă anterior, s-a constatat că o literă dintr-un text scris poartă o informație de 1 – 4 biți, o pagină tipărită de 2000 – 3000 de litere are circa 100 biți, cantitatea de informație transmisă în unitatea de timp prin vorbire este de aproximativ 200 biți/s, semnalele recepționate de organismul uman au fluxul de 10^7 biți/s, dintre care pe calea analizatorului vizual circa $2 \cdot 10^4$ biți/s.

A-0 B-10 C-110 D-111
 BACAADAABADABBCA
 1001100011100100111010101100

▲ Prin utilizarea codificării din prima linie, mesajul din linia a doua va arăta precum succesiunea din ultima linie.



▲ Așa se poate codifica semnalul electric în sistemul binar.



▲ Sistemul nervos uman:
 1 – creier; 2 – sistem nervos central; 3 – sistem nervos periferic; 4 – sistem somatic; 5 – sistem nervos autonom; 6 – sistem nervos simpatic; 7 – sistem nervos parasimpatic.

Redundanța. Reprezintă un surplus de informație care nu contribuie în mod necesar la înțelegerea unui mesaj. Ea poate fi considerată o modalitate de a asigura transmisia corectă a informațiilor în condiții ce predispun la erori de transmisie, ca de exemplu, în sistemele biologice. Doar o cincime din ficat acoperă necesitățile funcționale bazale, creierul conține mult mai mulți neuroni decât utilizează, astfel încât moartea câtorva zeci de mii zilnic nu afectează sensibil activitatea sa până la vârste înaintate. Codul genetic dispune de o redundanță care poate preveni diverse îmbolnăviri, prin faptul că genele sunt formate din câte două filamente de ADN complementare.

În sistemele numerice, repetarea unor informații poate fi exploatată pentru comprimarea mesajelor. Aceasta asigură transmiterea eficientă a mesajului.

În natură, redundanța nu poate fi separată. O operă de artă care nu ar conține informații redundante ar fi absolut originală, dar complet neinteligibilă.

Prea multă redundanță duce la banalitate, la lipsa valorii estetice. Învățarea, în sine, are rolul de a reține noi informații și de a transforma informația în redundanță, în ceva imprezvizibil, în ceva ce poate ajuta la prevenire și la anticipare. Redundanța generează mecanismul numit *feedbefore* care exploatează libertatea de alegere dintre mai multe structuri câte ar fi necesare la un moment dat.

Codificarea informației. Este operația de transformare a unui sistem de semnale în altul. Spre exemplu, un microfon este un traductor de semnale acustice în semnale electrice. Difuzorul este traductorul care efectuează operația inversă: din semnale electrice, în semnale acustice.

Codificarea presupune alegerea unui *alfabet* și a unui *algorithm de codificare* corespunzător.

Modele reale de transmisie și de prelucrare a informației

Vă propunem în continuare studiul a două sisteme cibernetice care funcționează de cele mai multe ori fără cusur: *sistemul nervos uman* și *computerul*.

Sistemele cibernetice dispun de autoreglare prin *feedback*, care reprezintă un circuit de întoarcere a informației de la componenta de execuție din sistem, la cea de comandă. Practic, parametrul reglat va influența centri de reglare. În sistemele biologice s-a evidențiat existența unui al doilea mecanism de reglare prin prevenție a erorilor, numit *feedbefore*. Corecția erorilor asigură stabilitatea proprietăților sistemelor vii, menținerea constantă a entropiei, iar prevenția erorilor permite realizarea unei ordini care tinde spre perfecțiune, deci reducerea entropiei (negentropie).

Activitate de evaluare

Analizați prin comparație transmisia informației în sistemul nervos uman și în computere. Evidențiați asemănările și deosebirile dintre ele. Utilizați descrierile care urmează ale celor două sisteme propuse.

Vom începe cu transmisia impulsurilor nervoase în timpul producerii unui act reflex de tipul retragerii mâinii, atunci când cineva se înțeapă la deget.

Generarea și conducerea impulsurilor nervoase

Vom prezenta modul în care se generează și se conduce potențialul de acțiune.

Excitabilitatea este proprietatea organismului viu de a răspunde în mod adecvat și adaptativ la acțiunea stimulilor fizici, chimici, biologici, care produc modificările biofizice și biochimice reversibile ale organismului. Acesta este capabil să ofere răspunsuri biologice corespunzătoare (contractie musculară, secreție glandulară etc.).

Înregistrarea stimulilor interni sau externi se realizează la nivelul membranei celulare. În stare de repaus, membrana este polarizată electric, fiind încărcată pozitiv pe fața externă și negativ pe fața internă. Densitatea cationică mai mare a Na^+ la exteriorul celulei, precum și densitatea anionică mai mare în interiorul acesteia, face posibilă măsurarea diferenței de potențial dintre cele două fețe ale membranei, cu ajutorul voltmetrului electronic sau a osciloscopului catodic, înregistrându-se astfel potențialul de repaus. Amploarea denivelării spotului față de linia zero măsoară diferența de potențial dintre fețele membranei, adică valoarea potențialului de repaus, care este de 80–90 mV (înregistrată la nivelul axonilor giganți de la cefalopode: sepie, caracatiță).

Potențialul de acțiune se produce ori de câte ori un stimul (electric, chimic, fizic, mecanic) acționează asupra membranei celulare, producând transformări caracteristice. El reprezintă expresia electrică a stării de excitație, a impulsului nervos declanșat de oricare tip de stimul.

În înregistrările monografice potențialul de acțiune cuprinde:

- potențialul de vârf (spike-ul);
- postpotențialul negativ (PPN);
- postpotențialul pozitiv (PPP).

Experiment virtual



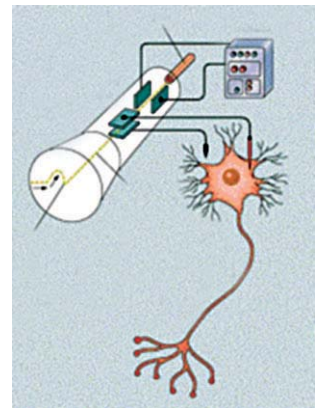
Substratul biochimic – molecular al potențialului de acțiune are la bază migrări caracteristice ale ionilor prin membrană; pentru a vizualiza procesul accesați adresa: <http://nerve.bsd.uchicago.edu>, applet-ul: „Sodium Channel Simulation”.

Pentru a vizualiza modalitatea în care Huxley a demonstrat generarea și conducerea impulsului nervos prin axonii giganți de sepie, vă propunem o serie de experimente virtuale de electrofiziologie pe care le puteți efectua cu ajutorul applet-urilor Java, identificate la adresa:

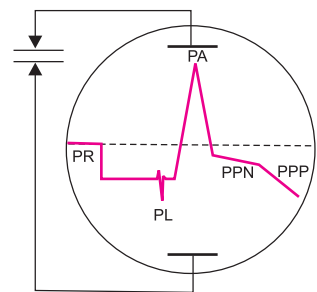
<http://nerve.bsd.uchicago.edu>

Accesați pentru început applet-ul „Cable Properties of the Axon”. Veți observa următoarele:

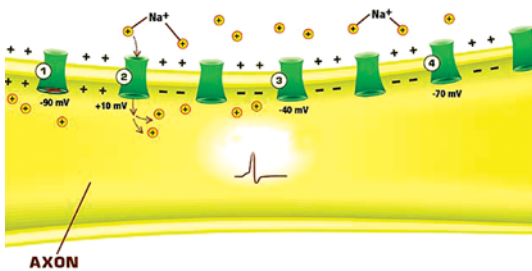
- 1) prelevarea axonului gigant de sepie;
- 2) introducerea acestuia în mediul lichidian similar din punctul de vedere al compoziției chimice cu mediul intern al sepiei;
- 3) montarea unui circuit electric format din doi microelectrozi (unul pe fața internă a membranei, celălalt pe fața externă), un generator de curent și un osciloscop;
- 4) vizualizarea reprezentărilor grafice ale fenomenului de depolarizare și apoi repolarizare a membranei neuronale, evidențiind astfel modalitatea în care este generat impulsul nervos și apoi propagat.



▲ Montaj pentru înregistrarea potențialului de acțiune.



▲ Înregistrarea osciloscopică a potențialului de acțiune de membrană: PR – potențial de repaus; PL – perioadă de latență; PA – potențial de acțiune; PPN – postpotențial negativ; PPP – postpotențial pozitiv.



▲ Generarea și propagarea potențialului de acțiune.

Propagarea potențialului de acțiune prin neuron poartă numele de *influx nervos* și se realizează prin două modalități:

1. *Propagarea pas cu pas* (din aproape în aproape) se realizează la nivelul fibrelor amielinice, astfel: la locul unde a acționat excitatorul, regiunea excitată devine electro-negativă în raport cu regiunile aflate în repaus, care sunt electropozitive. Prin acest mecanism apar diferențe de potențial (între zonele vecine), care generează curenții

locali numiți ai lui Hermann (1885). Depolarizările create de curenții locali în zonele învecinate celei active sunt urmate de generarea potențialului de acțiune și propagarea sa.

Instalarea noului potențial de acțiune în alte zone ale fibrei permite constituirea de noi circuite locale ș.a.m.d.

2. *Propagarea saltatorie* se realizează la nivelul fibrelor mielinice; teaca de mielină, din cauza rezistenței electrice mari, permite propagarea influxului nervos, doar la nivelul întreruperilor în continuitatea mielinei, adică la nivelul nodurilor Ranvier.

Esențial în propagarea saltatorie este că schimburile ionice transmembranare au loc numai la nivelul nodurilor Ranvier; doar aici se formează curenții locali depolarizanți care generează potențial de acțiune ce „sare” de la un nod la altul. Avantajul acestui tip de propagare constă în creșterea vitezei de transmitere a impulsului nervos de-a lungul structurii biologice.

Conducerea impulsului de-a lungul fibrelor nervoase se supune următoarelor legi:

- legea integrității anatomice și funcționale;
- legea conducerii izolate;
- legea conducerii bidirecționale.

În organism propagarea influxului nervos se realizează doar unidirecțional, datorită existenței sinapselor.

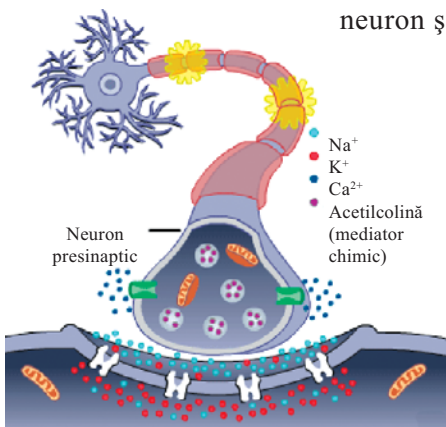
Transmiterea sinaptică

Termenul de sinapsă a fost introdus de *Ch. Sherrington* (1897) pentru a indica joncțiunea prin contiguitate a doi neuroni diferiți sau între un neuron și un receptor sau un efector. Funcțional, sinapsele pot fi diferențiate după mecanismul de transmitere, în: electrice și chimice.

Sinapsele electrice. Caracteristic este spațiul sinaptic îngust (de ordinul zecilor de angströmi), cu rezistență electrică redusă și transmitere de la elementul presinaptic la cel postsinaptic cu ajutorul curenților locali. Transmiterea se face rapid, fără întârziere importantă și fără modificări ale mesajelor.

Sinapsele chimice. Caracteristic este spațiul sinaptic mai larg (de ordinul sutelor de angströmi), în care se eliberează un mediator chimic cu rol în depolarizarea elementului postsinaptic.

Cantitatea de mediator chimic eliberată este direct proporțională cu intensitatea impulsului nevos transmis de-a lungul elementului presinaptic. Astfel se realizează transmiterea fără modificare a mesajului, doar cu o întârziere sinaptică de 0,4–0,7 ms.



▲ Sinapsă chimică în care se observă eliberarea acetilcolinei în fanta sinaptică.

După natura stării generate în membrana postsinaptică, sinapsele chimice pot fi excitatorii sau inhibitorii. De asemenea, se pot clasifica și după natura mediatorului chimic eliberat în spațiul sinaptic, în:

- colinergice (mediatorul chimic este acetilcolina);
- adrenergice (mediatorul chimic este noradrenalina și adrenalina);
- alte tipuri (serotonina, dopamina, encefaline, endorfine etc.).

Sinapsele au o serie de proprietăți fiziologice, cum ar fi:

- respectă legea polarizării (transmiterea se face unidirecțional de la elementul presinaptic la cel postsinaptic, excepție făcând sinapsele electrice cu transmitere bidirecțională);

- prezintă întârziere sinaptică;
- prezintă sumație temporală;
- sunt supuse procesului de fatigabilitate;
- suferă codificare de tip analogic datorită posibilității de sumație, mesajul fiind alcătuit din impulsuri modulate în frecvență – forma digitală de codificare;
- au funcția integrativă: un neuron poate primi multiple mesaje pe căi presinaptice pe care le însumează și le prelucrează caracteristic, emițând un mesaj de ieșire, diferit de mesajele de intrare;

- au funcția de releu, caracteristică sinapselor electrice și parțial celor chimice; mesajul se transmite nemodificat, sincron la un număr mare de elemente postsinaptice.

În concluzie, acțiunea unui stimul asupra materiei vii se numește stimulare, excitația reprezentând răspunsul primar celular la acțiune agentului stimulator. În organismele superioare excitabilitatea este dezvoltată cu deosebire pentru celulele sistemului nervos, cu rol în transferul și depozitarea informației în celulele musculare și secretorii.

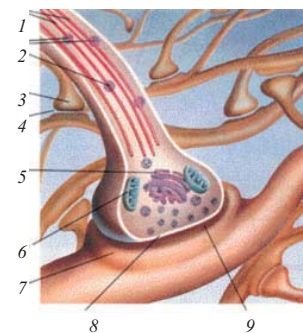
Actul reflex – procesul fiziologic de răspuns la acțiunea unui stimul

Sistemul nervos este atât principala componentă integratoare a organismului cu mediul, cât și a sistemelor de organe în cadrul organismului; are rolul de a primi și de a transmite mesaje, integrând individul biologic în mediul său de viață și coordonând activitatea tuturor organelor interne. Sistemul nervos prezintă o porțiune centrală (sistemul nervos central) și o porțiune periferică (sistemul nervos periferic). La nivelul sistemului nervos central sunt localizați centri de corelație și coordonare a mesajelor transmise de la periferia organismului către organele efectoare, prin intermediul sistemului nervos periferic.

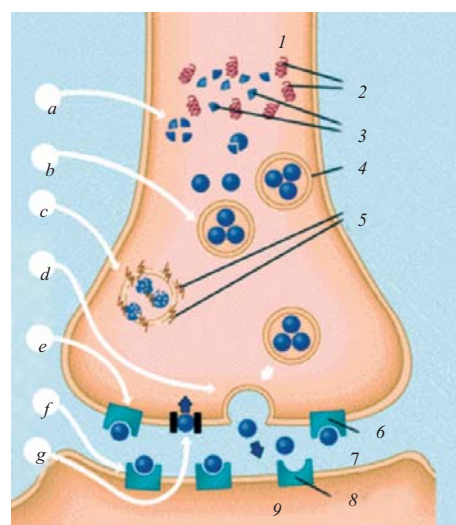
Indiferent de gradul său de organizare, sistemul nervos are la baza fiziologiei sale *actul reflex* sau reflexul. *Reflexul* este procesul fiziologic de răspuns la acțiunea unui stimul și are ca substrat material *arcul reflex*.

Arcul reflex este constituit din:

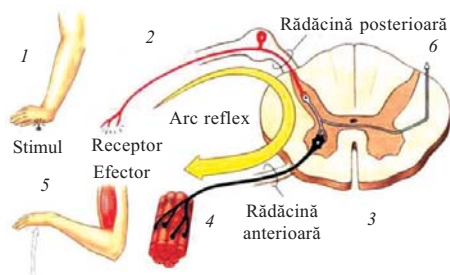
- componenta aferentă formată din receptor și calea aferentă de transmitere a mesajului;
- centrul nervos;



▲ Sinapsa neuronală: 1 – microtubuli; 2 – vezicule sinaptice; 3 – butoni terminali; 4 – fantă sinaptică; 5 – aparat Golgi; 6 – mitocondrii; 7 – dendrită; 8 – membrană presinaptică; 9 – membrană postsinaptică.



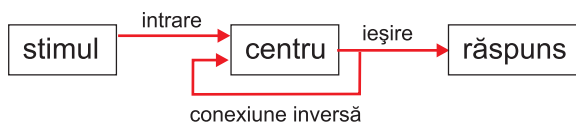
▲ Alcătuirea sinapsii și mecanismul transmiterii sinaptice: 1 – segment presinaptic; 2 – sinteza enzimelor; 3 – sinteza precursorilor neurotransmițătorilor (mediator chimic); 4 – vezicule; 5 – enzime care degradează mediatorul chimic neutilizat; 6 – receptor propriu (presinaptic); 7 – fantă sinaptică; 8 – receptor postsinaptic; 9 – segment postsinaptic; a – sinteza mediatorului chimic dintr-un precursor sub influența enzimelor specifice; b – stocarea moleculelor mediator chimic în veziculele din butonii terminali ai axonului; c – moleculele de mediator chimic neînglobate în vezicule sunt degradate de enzime; d – ajungerea potențialului de acțiune la capătul axonului neuronului presinaptic determină fuzionarea veziculelor cu mediator chimic cu membrana presinaptică; e – spargerea veziculelor și eliberarea mediatorului în fanta sinaptică; f – difuziunea mediatorului în fanta sinaptică și cuplarea moleculelor cu receptorii din membrana postsinaptică; g – inactivarea enzimatică a mediatorului chimic imediat după depolarizarea membranei postsinaptice.



▲ Arc reflex: 1 – pasul 1: aplicarea stimulului, activarea receptorului, generarea potențialului de acțiune; 2 – pasul 2: transmiterea potențialului de acțiune de-a lungul neuronului senzitiv; 3 – pasul 3: procesarea informației în centrul nervos din substanța cenușie medulară; 4 – pasul 4: transmiterea potențialului de acțiune de-a lungul neuronului motor; 5 – pasul 5: realizarea comenzii (efectuarea răspunsului adecvat informației recepționate); 6 – conducerea influxului nervos, ascendent spre cortexul senzitiv.

- componenta eferentă formată din calea eferentă de transmitere a mesajului și efector.

Organismul este supus în permanență unui flux de informații. Acestea sunt conținute în natura variată a stimulilor care pătrund în organism la nivelul receptorilor. De la aceștia, informația ajunge pe calea aferentă la un *centru de comandă* (centrul nervos) care prelucrează informația, după care o transmite pe o cale eferentă la *organul efector* (organul de execuție). Valoarea răspunsului efectorului este comunicată centrului pe o cale inversă, numită *conexiune inversă* (feedback). În felul acesta răspunsul poate fi comparat cu comanda primită și dacă el nu corespunde cu necesitățile sistemului centrul dă o nouă comandă.



Receptorii sunt celule specializate în detectarea unor stimuli specifici (tact, presiune, căldură, lumină etc.), acționând ca traductori biologici; ei transformă o formă de energie a stimulului (pentru care ei sunt sensibili, specializați) în impuls nervos care se autopropagă de-a lungul căilor nervoase aferente, sub forma potențialului de acțiune.

Impulsul nervos este echivalentul universal în care este convertită toată informația senzitivo-senzorială, astfel că în etajele de prelucrare, sistemul nervos lucrează numai cu semnale asemănătoare din punct de vedere fizic, indiferent de natura cauzei primare care le-a produs.

Calea aferentă este reprezentată de fibrele nervoase aferente centrului nervos care transmit mesajele informaționale către aceștia de la receptori; mesajul este codificat în funcție de calitate, intensitate, desfășurare temporală și distribuție spațială.

Impulsurile nervoase senzitive ajunse la diferite niveluri ale sistemului nervos central, în funcție de importanța lor biologică, vor fi analizate și prelucrate, transformate în senzații corespunzătoare și se vor elabora mesaje efectoare.

Centrii nervoși sunt grupări de neuroni interconectați sinaptic cu roluri esențiale în desfășurarea unor reflexe, comportamente, prelucrarea mesajelor senzoriale, emiterea unor mesaje, comenzi și realizarea unor activități asociative. Neuronii din centrii nervoși pot fi: senzitivi, motori și de asociație, alcătuind în mod corespunzător centrii nervoși senzitivi, motori și de asociație. Centrii nervoși sunt dispuși în substanța cenușie a sistemului nervos central.

Proprietățile fiziologice ale centrilor nervoși sunt:

- **excitabilitatea** care poate fi *directă*, realizată de către impulsurile nervoase de la receptori ajunse la centri pe calea aferentă; *indirectă*, determinată de variații ale parametrilor mediului intern; *endogenă*, spontană, derulată în absența vreunui stimul caracteristic din mediu (proprietatea de automatism a centrilor respiratori, de exemplu);

- **conductibilitatea** care poate fi unilaterală (neuron senzitiv – neuron motor), întârziată (datorită sinapselor chimice, în special), decremențială (din cauza numărului mare de sinapse din centru este posibilă diminuarea intensității impulsurilor nervoase);

- asigură **facilitarea transmiterii**: impulsul transmis creează condiții favorabile transmiterii impulsurilor ulterioare (mecanismul constă în intensificarea sintezei de mediator chimic la primul impuls);

- asigură **recrutarea**: antrenarea unui număr din ce în ce mai mare de neuroni dintr-un centru (pe măsura repetării stimulilor);

- asigură **potențarea** posttetanică: starea de facilitare menținută după stimularea unui centru;

- admit **sumația temporală**: aplicarea repetată a unui stimul subliminal, atinge pragul critic și poate descărca potențialul de acțiune;

- admit **sumația spațială**: aplicarea simultană a mai multor stimuli subliminali la nivelul mai multor receptori din cadrul aceluiași câmp receptor, poate descărca potențial de acțiune;

- admit **postdescărcarea**: continuarea descărcării de mesaje nervoase de către centrul nervos și după încetarea excitării componentei aferente; un exemplu de postdescărcare foarte mare îl constituie circuitele reverberante (lanțuri neuronale închise);

- **convergența**: la un centru sosesc mesaje pe mai multe căi aferente; există posibilitatea ca nu toți neuronii din centru să primească toate informațiile, ci doar o parte dintre ei care vor alcătui zona de convergență cu rol de facilitare;

- **tonusul**: starea de ușoară excitație permanentă a centrilor nervoși, modulabilă între anumite limite;

- **iradierea**: datorită interconexiunilor dintre centri nervoși, excitația cu intensitatea adecvată trece de la un centru la altul (cu cât intensitatea excitantului este mai mare cu atât amplitudinea răspunsului este mai mare);

- **coordonarea**: centrii nervoși care contribuie la efectuarea aceleiași activități alcătuiesc centrii aliați, sinergici;

- **dominanța**: în cazul în care sunt excitați mai mulți centri nealiați, atunci centrul cel mai puternic excitat are o acțiune dominantă asupra celorlalți, atât prin inhibarea lor, cât și prin amplificarea sa;

- **inhibiția periferică** (SN periferic) sau centrală (SNC) este fenomenul opus excitației;

- **inducția**: provocarea de către o stare de excitație a unei stări de inhibiție – inducție negativă sau invers – inducție pozitivă;

- **reflectarea**: la nivelul centrilor nervoși are loc un proces de reflectare a impulsurilor aferente și de la nivelul acestora pornesc mesajele efectoare corespunzătoare activării efectorilor.

În centrii nervoși se închid:

- **reflexele înăscute** (necondiționate): reacții simple, prompte, imediate la acțiunea stimulilor (de exemplu, clipit);

- **reflexele dobândite** (condiționate): învățate în cursul vieții, ca urmare a solicitărilor informaționale de diverse naturi.

Calea eferentă este reprezentată de fibrele nevoase eferente centrului reflex (nervos) care transportă mesajele efectoare către efectori, determinând funcționarea specifică a acestora.

Efectorii sunt mușchii – contracție, relaxare, și glandele – elaborare și descărcare a produsului de secreție (exocrină și endocrină).

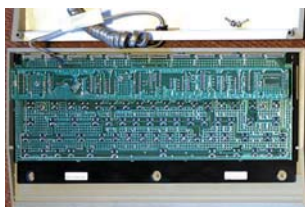
Scurtă călătorie a informației prin computer



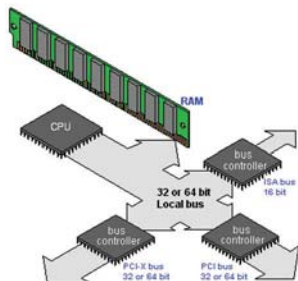
▲ Așa arată componentele unui computer.



▲ Așa arată ceea ce se găsește sub taste.



▲ Așa arată interiorul tastaturii.



▲ Magistrale de date – autostrăzile din computer.



▲ Placa de bază cu sloturile de extensie și circuitele integrate.

Toate informațiile (cuvinte, imagini, numere) sunt manipulate și stocate în computer sub formă de numere binare. În sistemul numeric binar există numai doi digiți: 0 și 1. Toate informațiile trebuie să fie combinații diferite ale acestor digiți.

Spre a stabili similitudinea între funcționarea sistemului nervos și computer vom încerca să parcurgem drumul informației provenite de la apăsarea unei taste, până la apariția ei sub formă grafică pe monitor. Apăsarea tastei A, spre exemplu, modifică intensitatea curentului electric stabilit prin circuitul asociat acestei taste. Un microprocesor inclus în tastatură se anexează în permanență circuitelor care conduc spre taste pentru a detecta variațiile de curent. El poate preciza când o anumită tastă a fost apăsată și când a fost eliberată. Fiecare tastă are un set unic de coduri de identificare, chiar dacă ele par a fi identice.

Ulterior, procesul generează codul de scanare, un număr pe care el îl va stoca în memoria tampon a tastaturii, apoi îl va încărca într-o conexiune prin port, unde el poate fi citit de *sistemul de intrare/ieșire de bază* (BIOS) al calculatorului. BIOS-ul va anunța tastatura să șteargă codul de scanare din memoria tampon, apoi va traduce respectivul cod de scanare într-un cod ASCII, care poate reprezenta un caracter sau un cod de cheie special. În cod ASCII, litera A majusculă este reprezentată de numărul 65.

Tastatura este un dispozitiv de intrare prin intermediul căruia putem comunica cu computerul. Atunci când apăsarea tastei A ia sfârșit, o serie de biți de informație încep călătoria prin sistemul de *autostrăzi*, numite *magistrale*. Magistrala asigură transportul datelor între procesor, memorie și restul componentelor. Ea constă dintr-o mulțime de circuite electrice minuscule, care se numesc trasee, *tipărite* pe ambele fețe ale plăcii de bază, împreună cu niște microcipuri grupate și sloturi în care se conectează plăcile de extensie (memorie, placă video, placă audio). În computer se găsesc în afară de magistrala descrisă, a plăcii de bază, magistralele pentru procesor, pentru memorie, magistrala serială universală etc.

Continuăm drumul spre monitor. Vom ajunge la *microprocesor* – *unitatea centrală de prelucrare* – creierul electronic. Se poate spune că restul componentelor, precum *memoria RAM*, *discurile*, *monitorul*, există pentru a reduce distanța dintre noi, utilizatorii, și procesor. Practic, informația introdusă în sistem prin intermediul tastaturii sau al mouse-ului este inițial transformată în semnal electric (analogic), apoi convertită în semnal digital (pulsuri de curent) care este transmis microprocesorului prin intermediul magistralei. Conversia analog-digital se face în dispozitivele de intrare, după cum ați constatat la microprocesorul tastaturii, iar conversia digital-analog la dispozitivele de ieșire: monitor, boxe etc.

Imaginați-vă microprocesorul ca pe o colecție imensă de comutatoare, de fapt o mulțime de tranzistori fixați pe o bucată de siliciu. Ei se pot afla fizic în două stări: *deschis* sau *închis*. Imaginați-vă că fiecare dintre ei comandă aprinderea câte unui led. Utilizând un panou mare cu multe astfel de leduri comandate de tranzistori ați putea scrie sau desena imagini. Utilizând același tip de comutatoare se pot face și operații matematice în sistem binar. Un tranzistor deschis (dezactivat), prin care nu trece curent, reprezintă un

0, iar un tranzistor închis care permite trecerea unui puls de curent, reprezintă un 1. Curentul care trece printr-un tranzistor ar putea controla funcționarea altui tranzistor, dând naștere unui aranjament numit **poartă logică**.

Ansamblul de porți logice execută instrucțiunile care au fost solicitate. Acum va interveni memoria RAM (Random Access Memory). Orice activitate ar executa computerul, el trebuie să-și transfere programe de pe harddisk în memoria RAM. Înainte ca aceste programe să poată utiliza procesorul pentru a manipula datele, documentul sau fișierul care va conține litera A trebuie să fie stocat, cel puțin momentan, în memoria RAM. Cipul de memorie RAM primește semnale electrice de la sistemul de operare. Fiecare linie de adresă identifică locația de pe cip unde pot fi stocate date. Pulsul electric va activa un tranzistor conectat la o linie de date din fiecare locație de memorie a cipului RAM, care va încărca un condensator. La oprirea calculatorului toate condensatoarele se vor descărca. Fiecare condensator descărcat reprezintă un bit de 0, iar cei încărcăți, biți de 1. Când se dorește citirea memoriei, un alt semnal electric este trimis la linia de adresă pentru a comanda descărcarea condensatoarelor și generarea de pulsuri electrice interpretate ca fiind 1. Combinația de 1 și 0 din cele opt linii de date formează un **byte** (octet) de date.

Să continuăm călătoria! După ce a trecut prin memorie și procesor, „A-ul” nostru se îndreaptă spre dispozitivul de ieșire numit **monitor**. Aici există un convertor digital-analogic pentru semnalele venite de la sistemul de operare sau de la programele de aplicații, în cazul nostru Word-ul. Monitoarele au câte trei astfel de convertoare, câte unul pentru fiecare dintre culorile primare: roșu, verde, albastru.

Acesta a fost drumul parcurs de litera A, de la tastatură la monitor, explicat fără a intra în prea multe detalii tehnice!

Modele reale de prelucrare și de stocare a informației

Analogia dintre creierul uman și computer poate continua. Nu doar la nivelul transmisiei informației, ci și al stocării și prelucrării sale. Acest subiect este controversat: unii autori consideră că totul se rezumă doar la existența similitudinilor, alții sunt de acord că funcționarea creierelor electronice s-a inspirat din anatomia și fiziologia sistemului nervos central. Noi vom analiza modul în care creierul uman și sistemele computerizate stochează informația.

Evident, elementele lor componente au număr și volum diferit.

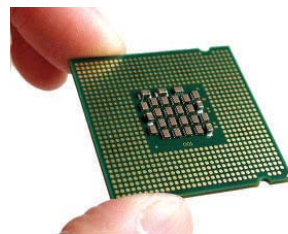
Creierul uman conține 10^{10} neuroni cu dimensiuni microscopice, iar calculatoarele electronice conțin 10^4 elemente funcționale cu dimensiuni mult mai mari.

O altă diferență semnificativă ar fi faptul că procesele nervoase sunt complexe, iar cele care au loc în computere sunt procese fizice simple.

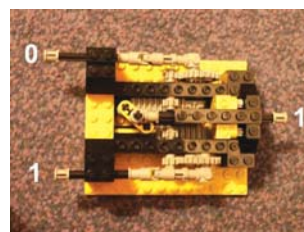
Neuronii au capacitatea de a stoca mesaje și combinații de mesaje. Acestea pătrund în neuron prin sinapsele axo-somatice (axo-dendritice) și părăsesc pericarionul pe calea axonică. Fluxul de transmitere a informației prin neuroni este estimat a fi de 1000 biți/s. Creierul uman dispune de



▲ Procesor.



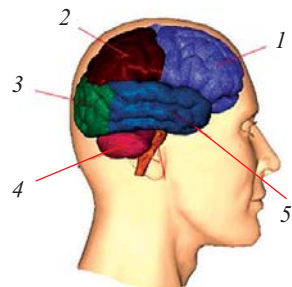
▲ Fața interioară a procesorului.



▲ Poarta logică.



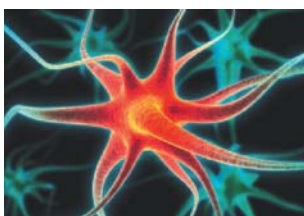
▲ Memoria RAM.



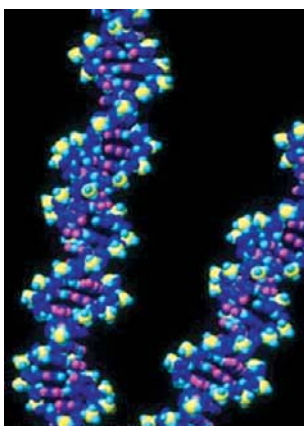
▲ Creierul uman: 1 – lob frontal; 2 – lob parietal; 3 – lob occipital; 4 – cerebel; 5 – lob temporal.



▲ Analogia între computer și sistemul nervos uman poate continua.



▲ Neuron multipolar.



▲ Acid ribonucleic.

aproximativ $1,4 \cdot 10^{10}$ neuroni, care ar putea înmagazina în cursul unei vieți medii circa $10^9 - 10^{11}$ biți. Practic, fiecare neuron ar putea reține o informație de 1 bit. Informațiile reținute în creier provin din moștenirea genetică, pe de o parte și din procesul de învățare și de instruire, pe de altă parte.

În ceea ce privește stocarea la nivelul celulelor nervoase, nu se cunoaște cu exactitate mecanismul. S-au detectat la nivelul neocortexului atât *memorie circulantă* – cu transmisie în grup de relee, prin circuite de repetitori, cât și *memorie fixă* – cu imprimare și substrat gen discul magnetic.

Impulsurile nervoase ce reprezintă codificarea mesajelor primite de la receptori sunt reținute în creier la nivelul circuitelor reverberante. Există însă și alte mecanisme de stocare. Omul nu-și pierde memoria după o anestezie totală care oprește temporar activitatea bioelectrică a creierului, blocând și funcționarea circuitelor reverberante.

Persistența unor mesaje în circuitele reverberante facilitează o acțiune durabilă în substratul biochimic al memoriei. Existența acestui substrat este dovedită de faptul că memoria se poate modifica sub acțiunea substanțelor toxice, precum alcoolul, nicotina etc.

Se pare că *memoria fixă* este asigurată de acizii nucleici care pot stoca informația, după modelul de codificare a informației genetice. S-a emis chiar ipoteza producerii unei forme de ARN care prin proteinele sintetizate asigură bazele moleculare ale memoriei.

Hyden (1959) a fost primul care a susținut că stocarea și revocarea informației se datoresc formării unui ARN specific, ca urmare a excitării neuronului. Formarea ARN-ului nou în timpul învățării este demonstrată și de faptul că inhibiția sintezei de ARN prin utilizarea antibioticului Actinomicina D provoacă tulburarea memoriei.

Dintre macromoleculele care se presupune că ar participa în cadrul mecanismelor învățării și memoriei, proteinele par a îndeplini condițiile unor asemenea substanțe efectoare.

Roy John (1967) a emis o ipoteză conform căreia impulsurile nervoase activează părți inactive, repesate ale genomului. În consecință, în structurile nervoase implicate, se realizează sinteza unor proteine specifice, prin intermediul ARN caracteristic. Aceste noi proteine facilitează transmiterea sinaptică, inducând sinteza unei cantități crescute de mediator chimic sau modificând proprietățile membranelor sinaptice. În acest mod la nivelul creierului se poate naște un număr enorm de circuite neuronale specializate. Prin aceste circuite informația este vehiculată și adusă în lumina conștiinței.

Modele electronice de stocare a informației

Problema stocării informațiilor pentru accesarea lor ulterioară este veche de când lumea. Era computerelor a adus ca soluții dispozitive de stocare pe care mulți dintre noi le utilizăm zilnic.

Hard Disk-ul HD (discul fix) este un disc magnetic pe care se pot stoca date/informații cu viteză de lucru mare și cu capacitate de stocare peste 3Gb. Caracteristicile care diferențiază HD-urile sunt:

- timpul de acces la date, timpul de acces la un sector (65 la 85 ms); cu cât viteza de rotație este mai mare, cu atât timpul de acces este mai mic;



▲ Hard-discul magnetic.

- viteza de transmisie a datelor, cantitatea de informații citite și transmise într-o secundă.

Hard disk-ul extern (HD-extern) care poate fi detașat de calculator, fără a necesita demontarea.

CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory), disc ce permite stocarea unei mari cantități de date (peste 650Mb). Datele se inscripționează optic și nu mai pot fi șterse sau modificate. Din punctul de vedere al posibilității de imprimare există două categorii: CD-R imprimabile o singură dată și CD-RW imprimabile de mai multe ori.

Disc ZIP cu capacitate de memorare de 100-300Mb.

Disc JAZ cu capacitate de memorare de până la 1 Gb.

Floppy-disk (discheta) disc magnetic flexibil, portabil cu capacitate mică (**1,44Mb**), timp de acces mare, datele nu se păstrează un timp prea îndelungat. Pentru a se putea folosi trebuie **formatată**, astfel încât să devină compatibilă cu sistemul de operare utilizat. Prin formatare se șterg toate informațiile de pe dischetă, se testează și se marchează zonele defecte. Printre avantajele utilizării dischetelor se numără: costul de achiziție redus și prezența relativ frecventă a unităților floppy pe computere. Ca dezavantaje ar fi capacitatea de stocare mică și fiabilitatea redusă.

Utilizarea din ce în ce mai frecventă a **aplicațiilor multimedia** care conțin *text, grafică, video, sunet, animație, filme* etc., a impus necesitatea apariției unor medii de stocare portabile, cu capacitate mai mare decât CD-urile. Astfel, în luna martie 1997 a fost lansat DVD-ul sau Digital Versatile Disk, dispozitiv foarte asemănător CD-ului, dar cu performanțe superioare. Astfel, ar putea stoca cam opt ore de muzică pe o singură față în sistem Dolby Digital (standard utilizat pentru codificarea audio a informației).

DVD playerele sunt compatibile cu CD-urile audio. Pe DVD-uri se pot înregistra mai multe coloane sonore ceea ce face posibilă subtitrarea în mai multe limbi sau chiar dublarea lor.

Cum se stochează informația pe un DVD

Se utilizează același principiu ca la CD: datele sunt codate sub formă de mici orificii și ridicături pe track-urile discului cu o grosime de 1,2 mm; este creat prin injectarea unui plastic policarbonat sub formă de straturi succesive acoperite cu un alt strat reflectător cu rol protector. Una dintre deosebiri ar fi că la DVD-uri se pot crea două straturi inscripționabile și se pot utiliza ambele fețe ale discului. Astfel, capacitatea poate ajunge la valorile din figura următoare, unde sunt prezente secțiunile transversale prin formate diferite de DVD-uri. Fiecare strat inscripționabil are o pistă sub formă de spirală pe care se stochează datele. Ea pornește întotdeauna din centrul DVD-ului spre exterior. Cele mai utilizate sunt DVD-urile monofață-monostrat (single-sided, single-layer).

Activități de evaluare

1. **Proiect.** Alcătuiești o prezentare PowerPoint în care să ilustrezi fenomenele legate de generarea, transmisia și stocarea informației în sistemele vii și în computere.

2. **Dezbateri.** Exprimați-vă și argumentați științific opinia voastră asupra inteligenței artificiale. Documentați-vă asupra testului Turing! Considerați că s-ar putea construi un robot capabil să simtă durerea!



▲ CD-ul.



▲ Discheta.

Monofață, monostrat (4,7GB)



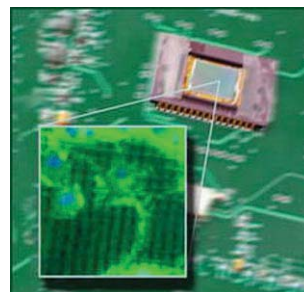
Monofață, dublu strat (8,5GB)



Dublă față, dublu strat (17GB)



▲ Moduri de inscripționare pe CD.

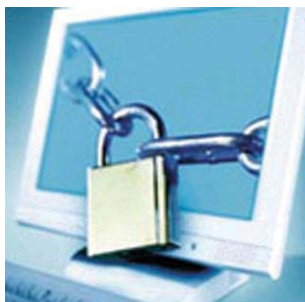


▲ Matricea neuronală – primul pas în crearea cipurilor implantate în rețele neuronale vii.

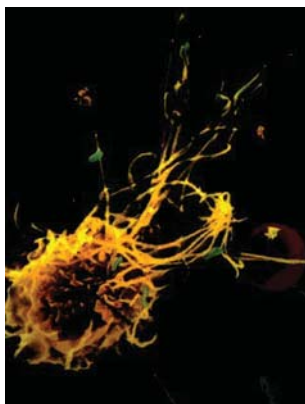
Virus informatic – disfuncție informatică a sistemului



▲ Viruși informatici – programe distructive.



▲ Securitatea informației.



▲ Virusul HIV.



▲ Imunizarea organismului.

Dezvoltarea „lumii electronice” a adus cu sine necesitatea protejării datelor. Oamenii au fost capabili să creeze computerele și Internetul, dar printre noi există și personaje negative care utilizează aceste „creații” spre a face rău. Așa s-au născut *virușii informatici*: programe create cu scopuri distructive care au proprietatea de a se extinde și a ca face sistemul de operare să funcționeze necorespunzător.

Virușii informatici constau din seturi de instrucțiuni care se atașează singure unui program sau sectorului de boot al hard-discului. Pot ataca fișierele tip text sau componentele hard ale computerelor. Ei pătrund în calculator odată cu programele descărcate de pe Internet, prin e-mail sau prin intermediul dischetelor, CD-urilor, memory-stick-urilor.

Din lupta împotriva virușilor s-a născut domeniul intitulat: Securitatea informației.

Cum este mult mai ușor să previi decât să tratezi, cea mai simplă metodă de a proteja un computer este utilizarea unui *antivirus*. El are menirea de a descoperi eventualele atacuri spre a stopa pătrunderea virușilor în calculator sau de a elimina eventualii viruși care au reușit să intre în sistem!

Politica de securitate presupune următoarele activități obligatorii:

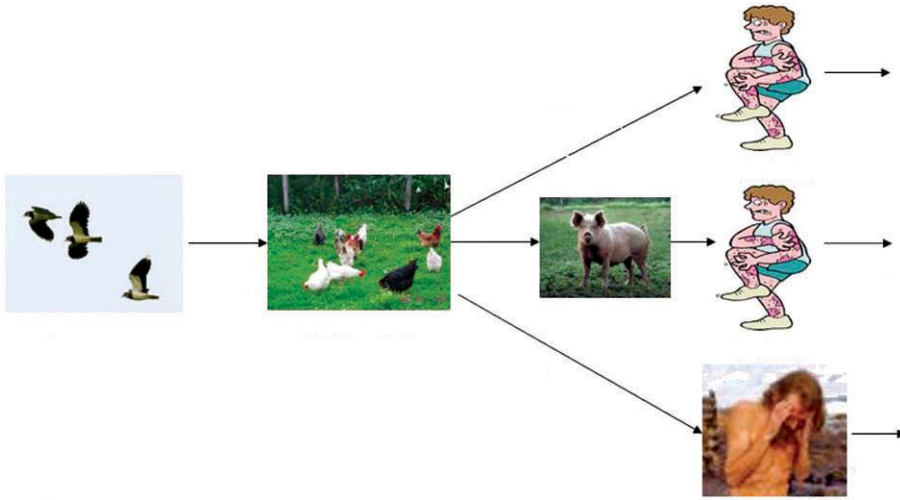
- scanarea regulată a tuturor fișierelor din computer;
- actualizarea programelor antivirus;
- scanarea dischetelor, a CD-urilor înainte de introducerea în calculator;
- scanarea fișierelor primite prin e-mail;
- evitarea rulării programelor cu proveniență necunoscută;
- utilizarea funcției macro-disable disponibilă în aplicațiile moderne.

Virusuri – disfuncții în organismele vii

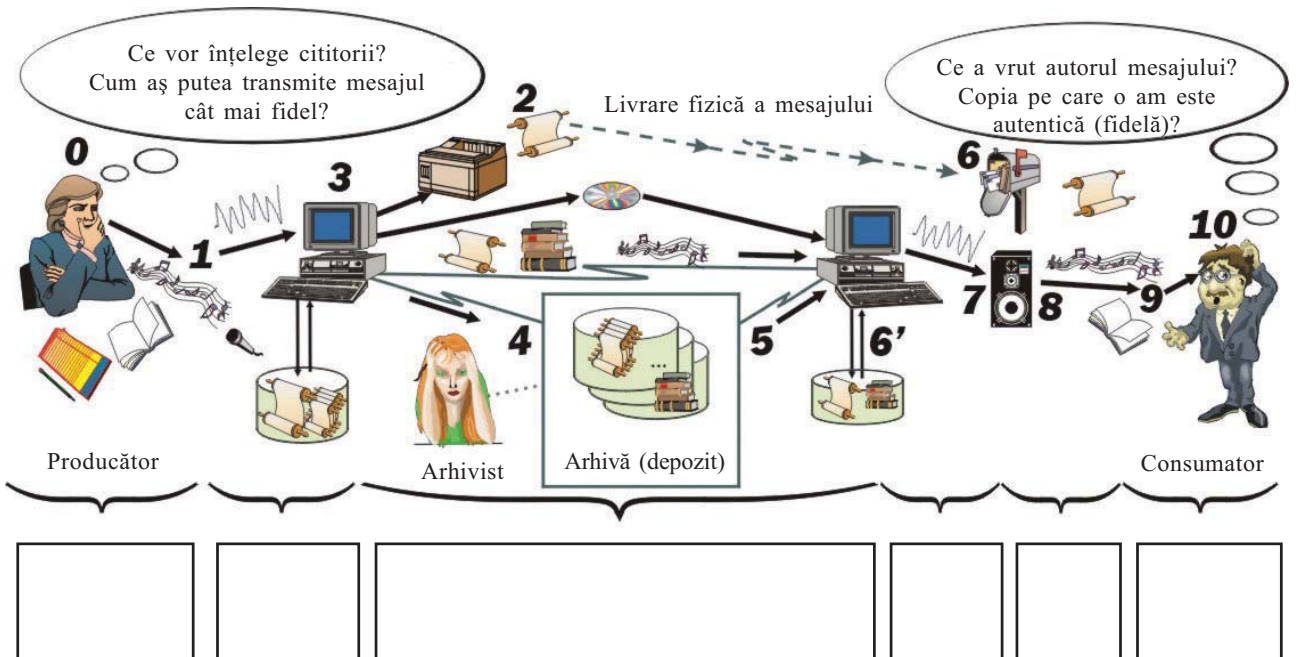
Deși ca sistem cibernetic, omul este extrem de perfecționat, el se poate îmbolnăvi atunci când mecanismele de reglare nu mai pot face față acțiunii factorilor perturbatori, care prin agresivitate devin patogeni. În cazul unui atac viral, producția de anticorpi specifici se face în termen de câteva zile sau chiar săptămâni datorită inerției mari a reacțiilor biochimice. Bioautoreglarea nu conține mecanisme feedback supraetajate de verificare rapidă a rezultatelor acțiunilor programelor genetice. Cu alte cuvinte, funcționarea programelor genetice înscrise în structura acizilor nucleici nu poate fi reglată pe baza informațiilor provenite din mediu. Astfel, se poate explica apariția bolilor autoimune, maladii în care organismul se mobilizează împotriva sa însăși, ajungând chiar la autodistrugere.

Activități de evaluare

1. Analizați schema transmiterii virusului gripei aviare în sistemul prezentat. Precizați măsurile de prevenire a răspândirii virusului H5N1. Evaluați factorii de risc în apariția unei pandemii.



Transmiterea virusului gripei aviare



Capitolul 3. Teorii ale unificării



**Ce este subconștientul?
Dar inconștientul?
Oare percepțiile noastre sunt corecte?**



„Întreaga cunoaștere plutește pe o mare fără fund. Trăsătura distinctivă a evoluției viitoare va fi tocmai unificarea științei, depășirea granițelor istorice dintre diferitele discipline speciale.”

(Werner Heisenberg)

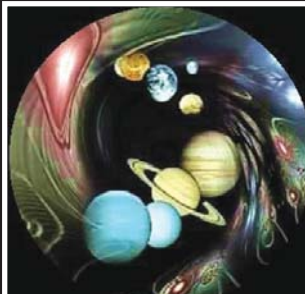
**Ce este inteligența?
Dar inteligența emoțională?**



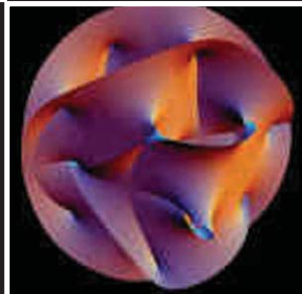
**Ce este conștiința?
Care este rolul său?**

„Noi știm ce este esențial în propria existență, iar altuia nu trebuie să-i pese pentru asta. Ce știe un pește despre apa în care înoată?”

(Albert Einstein)



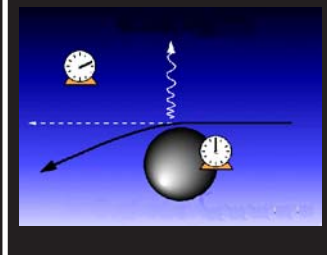
**De ce visăm?
De ce uităm?
Ce ne amintim?**



„De ce este de fapt ființare și nu, mai degrabă, Nimic?”

(Martin Heidegger)

**Cum putem pretinde să cunoaștem alte Universuri?
Suntem în pragul unei revoluții științifice?**

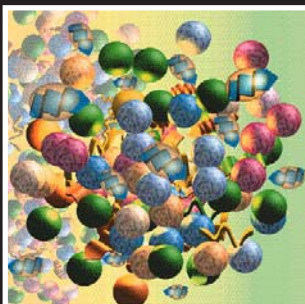


**De ce spațiul are numai trei dimensiuni extinse?
Cum ar arăta un Univers fără dimensiuni extinse?**

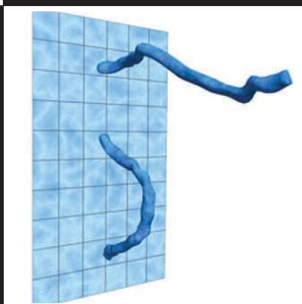
„De unde am apărut? Cum a început Universul? De ce e Universul așa cum e? Cum va sfârși?”

Întreaga mea viață am fost fascinat de marile întrebări cu care suntem confrunțați și am încercat să găsesc un răspuns științific la ele. Dacă ați privi către stele, așa cum fac eu, și ați încerca să găsiți sensul a ceea ce vedeți v-ați întreba, la fel ca mine, ce anume face Universul să existe. Întrebările sunt limpezi și dezolant de simple. Răspunsurile însă au părut întotdeauna să fie dincolo de puterile noastre. Până acum.”

(Stephen Hawking)



**Vom reuși să găsim o teorie completă unificată care să descrie Universul și tot ce conține el?
Ce se află în centrul teoriei M?**



Procese corticale

Psihicul uman și structura sa

Psihicul, studiat pe larg de voi în clasa a X-a, reprezintă o expresie a activității nervoase superioare și a activității reflexe a creierului. Cercetările experimentale și observațiile clinice au arătat că orice intervenție, orice tulburare a funcționării mecanismelor neurocerebrale (traumatisme cerebrale, ingerări de alcool sau substanțe toxice, droguri) produc tulburări ale activității psihice. Starea de excitație a celulelor corticale se traduce prin accelerarea vieții psihice, prin exacerbarea unor acte comportamentale, în timp ce starea de inhibiție a celulelor corticale are ca efect scăderea ritmului activității psihice.

Psihicul uman prezintă interacțiunea și unitatea structural-funcțională a trei niveluri integrative principale: **inconștientul**, **subconștientul** și **conștientul**.

Inconștientul reprezintă nivelul primar al organizării psihicului structurat pe baza trebuințelor biologice înnăscute și a mecanismelor reflexe de satisfacere a lor. Ca urmare este constituit din porniri instinctuale, pulsioni, trebuințe, stări afective, vise.

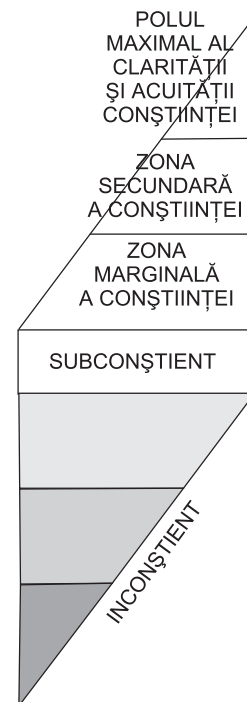
Sigmund Freud, creatorul teoriei psihanalitice, consideră inconștientul ca fiind sediul dorințelor și actelor refulate (reprimare), al instinctului erotico-sexual, libidoul. Pentru Freud între inconștient și conștient există o delimitare tranșantă și o barieră impenetrabilă. Nu putem avea acces direct la conținuturile inconștientului, ci numai indirect prin intermediul manifestărilor sale deghizate, simbolice: visele din timpul somnului, ticurile, lapsusurile, substituțiile și inversiunile din vorbire, actele ratate.

Dorințele care nu pot fi exprimate și îndeplinite direct sunt exprimate sau satisfăcute într-o formă deghizată, simbolică (cum se întâmplă în vis) sau în acte ratate. Prin „acte ratate” Freud înțelege micile „piedici” din viața de toate zilele, cum ar fi neatensiunile, greșelile involuntare, lapsusurile. Visele au un sens și acesta este o dorință refulată. Metoda de descifrare a viselor este complexă, în măsura în care visul îndeplinește după Freud o muncă foarte subtilă de transformare și încifrare a elementelor inconștiente. Dacă conținuturile psihice inconștiente pot deveni conștiente în urma unei munci lungi terapeutice prin descriere și interpretare, conținuturile psihice conștiente, inacceptabile moral, pot deveni inconștiente în urma unui proces de reprimare, refulare.

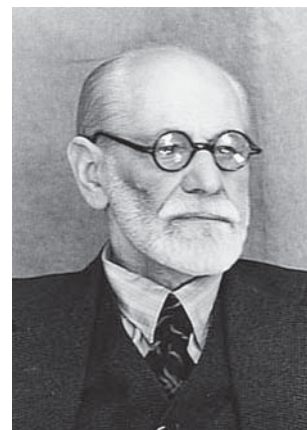
Subconștientul se află sub nivelul conștiinței și cuprinde memoria potențială, inclusiv ansamblul de deprinderi și operații de care dispune subiectul. Subconștientul este rezervorul în care se conservă deprinderile, automatismele, amintirile, deci toate actele care au trecut odată prin filtrul conștiinței, s-au realizat cu efort, dar care se află acum într-o stare latentă, virtuală.

Activitate de evaluare

Amintiți-vă eforturile din clasa I când ați învățat să citiți și să scrieți. Explicați ușurința cu care desfășurați astăzi asemenea activități. Dar scrisul și cititul într-o limbă străină? Subconștientul asigură utilizarea experienței anterioare pentru rezolvarea sarcinilor actuale? Cum?



▲ Organizarea ierarhică și polară a psihicului uman.



▲ Sigmund Freud (1856–1936).

Amintiți-vă!

modelul personalității la S. Freud.

- **Sinele (Id)**
- **Eul (Ego)**
- **Supraeu (Super-ego)**

Subconștientul are o organizare sistemică apropiată de cea a conștiinței, el este mai mult orientat și compatibil cu conștientul decât cu inconștientul. De altfel, rolul său este de a media trecerile de la conștient spre inconștient și invers.

Amintiți-vă!

Psihicul uman utilizează dispozitive antiredundante:

- selectivitatea percepției;
 - caracterul selectiv al atenției
- și dispozitive antialeatorii:*
- rațiunea, adică organizarea subiectivă, mentală pe baza căreia se adoptă decizii.

Rolul inconștientului tinde să fie reconsiderat în psihologia contemporană. Considerat de medicul vienez Freud ca un sediu al pulsuniilor oarbe, iraționale cu efecte dezorganizatoare și inhibitive asupra vieții psihice, ținând chiar de patologia mentală, inconștientul este văzut astăzi ca acel nivel al psihicului care dispune „de o altă organizare, foarte personală, foarte subiectivă” (Paul Popescu-Neveanu), ca un fel de alter ego, care aduce o altă ordine decât cea impusă de conștiință, și anume aceea a subiectivității intime, izvor dinamizator al actelor de creație. Între conștient și inconștient există relații circulare în sensul că unele conținuturi conștiente trec în inconștient și apoi, în urma germinației și transformării lor, să treacă (cel puțin unele) din nou în conștient.

Activitate de evaluare

Dați exemple de cazuri în care o problemă v-a frământat multă vreme, ați „uitat-o” și apoi ați descoperit brusc soluția sa.

Dominarea conștientului de către inconștient apare fie în stările de afect (puternice descărcări emoționale, de scurtă durată, de exemplu, hohotul de râs, de plâns etc.) sau în stările propriu-zis patologice care presupun o răsturnare a raporturilor firești, inconștientul devenind principalul reglator al conduitei (ca în psihoze, cele mai grave maladii psihice).

Stări de afect Stări patologice

Conștiința

Activitate de evaluare

Analizați următoarele trei afirmații, folosind cunoștințele voastre de psihologie din clasa a X-a.

Conștiința este *o sinteză creatoare, o integrare de fenomene psihice* care prin ele însele nu sunt conștiente, iar unele nici nu devin conștiente, dar contribuie la conștiință, sunt un suport al acesteia. (Wundt)

Memoria stă la baza conștiinței. (Bergson)

Imaginația este o extensie a câmpului de conștiință. (Sartre)

Raport informațional mijlocit prin cunoștințe prealabile

După cum arată și etimologia cuvântului – con-știință, con-science, so-znanie – actul conștient constituie procesarea unor informații de care subiectul dispune în vederea descifrării, înțelegerii, interpretării unui nou obiect sau fenomen întâlnit. Subiectul își dă seama de acesta (obiect, persoană, situație) și îl reproduce în subiectivitatea sa sub formă de imagini, noțiuni, impresii. În virtutea experienței anterioare obiectul are un ecou informațional și imediat își dă seama ce reprezintă. Chiar și atunci când obiectul este nou, reușește prin comparare, analiză, discernere să-i identifice măcar o parte din trăsături și astfel să-l conștientizeze.

Etimologia cuvântului identifică doar un aspect al conștiinței – conștientizarea stimulilor interni și externi –, dar ignoră faptul că o altă funcție a conștiinței este aceea de planificare, inițiere și conducere a acțiunilor noastre. Fie că planul este simplu și realizat repede (copierea temei în pauză)

sau complex și de lungă durată (pregătirea pentru o carieră) acțiunile noastre trebuie să fie conduse și organizate în acord cu evenimentele din jur. Conștiința este *anticipativă*, evenimentele care nu s-au produs încă pot fi reprezentate în conștiință. Putem lua în calcul „scenarii” alternative, putem face alegeri și prin aceasta deosebirea dintre om și animal devine tranșantă, ireductibilă.

Intenționalitatea și voința își manifestă prezența orientând conștiința spre scopuri și antrenând eforturi voluntare în situații dificile. Sub raport energetic, conștiința este susținută de motive și emoții, și implică dimensiuni afective și general motivaționale.

Activitate de evaluare

Descrieți o situație dificilă în care v-ați aflat, trăirile, sentimentele și soluția găsită. Arătați modul în care ați luat deciziile și motivele care v-au condus la acea decizie sau soluție.

Conștiința reflexivă, specific umană, are o *structură logico-verbală*: tot ceea ce este conștient se conformează normelor logice ce permit accesul la esențial, general sau categorial. Psihologii susțin că având o structură verbală în conștiință există o strânsă legătură între planul gramatical și semantic.

Activitate de evaluare

Amintiți-vă pașii antrenați în învățarea unei limbi străine. Arătați condițiile necesare învățării acelei limbi pentru exprimarea unei idei simple (de exemplu, denumirea unui obiect uzual) și apoi pentru o idee complexă (de exemplu, exprimarea unei opinii morale).

Câmpul de conștiință presupune suprapunerea peste câmpul perceptiv a unui câmp semantic (semnificații antrenate de denumiri), ceea ce permite, o tematizare selectivă cu anumite focalizări.

Activitate de evaluare

Descrieți experiența voastră dintr-o oră de curs în care tematica prezentată vă interesa, dar câmpul vostru de conștiință era întrerupt de gălăgia iscată de unii colegi. Ce calitate trebuie să aibă atenția voastră pentru a recepta corect mesajele primite?

Conștiința are un caracter procesual, ea se realizează prin conștientizarea ce se produce în punctele sale cheie, prin *salturi* sau efecte ale *stărilor de conștiință*. *Starea de conștiință* este o iluminare bruscă, subiectul își dă seama subit de ceva prin apariția unei corelații între fenomene și ele capătă semnificație.

Activitate de evaluare

Amintiți-vă momentul când v-a „picat fisa” în timpul unei ore de curs sau a învățării individuale acasă.

Dacă psihicul uman este, în fapt, un ansamblu de funcții și procese psihice senzoriale (senzații, percepții, reprezentări), cognitive (gândire, memorie, limbaj, imaginație) și reglatorii (motivații, afectivitate, voință) ce se află în interacțiune și sunt dispuse ierarhic, *conștiința este expresia activității întregului sistem psihic pentru că toate funcțiile participă la conștiință. Conștiința este o sinteză, o integrare de fenomene psihice care*

**Planificare
Anticipare
Transformare**

**Integrare verbală și
corelarea cu noțiunea
(Rubinstein)**

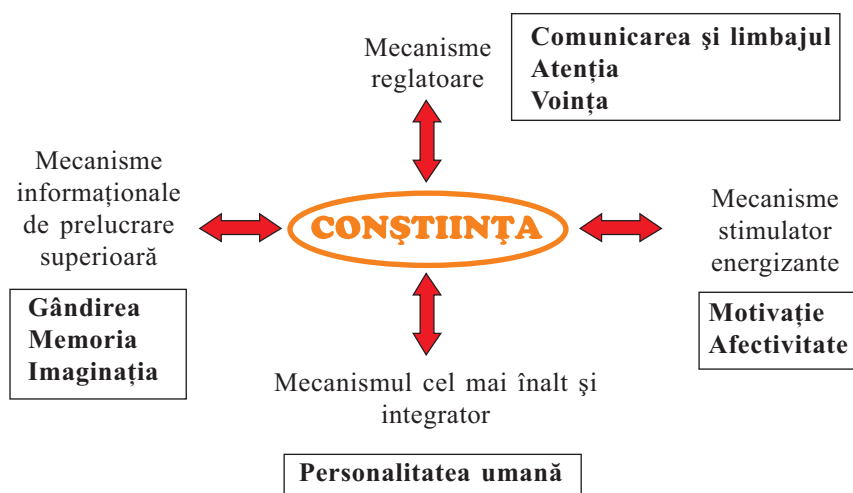
**Coordonare de semni-
ficații
(Piaget)**



▲ Jean Piaget (1896–1980), filosof, sociolog și psiholog elvețian.

Concluzii

prin ele însele nu sunt conștiente, iar unele dintre ele nici nu devin conștiente, dar contribuie la conștiință, sunt un suport al acesteia.



Somnul și visele

Se spune că o persoană trăiește o stare modificată de conștiință atunci când funcționarea sa mentală pare schimbată sau ieșită din comun. Unele stări modificate de conștiință, ca somnul și visele, sunt trăite de toată lumea, altele apar în condiții speciale, ca meditația, hipnoza sau drogurile.

Deși la prima vedere somnul pare să aibă puține în comun cu starea de veghe, între cele două fenomene există similitudini. În starea de vis gândim, deși tipul de raționament este foarte diferit de cele realizate în starea de veghe; ne putem aminti unele vise așa cum ne amintim evenimente din starea de veghe și nu suntem în întregime insensibili la mediul înconjurător (ceasul deșteptător și scâncetul copilului pentru părinți).

Stări modificate de conștiință:

- **somn**
- **vise**
- **hipnoză**
- **meditație**

Fazele somnului

Cercetările psihologilor începute în anii '30 au dus la descoperirea unor tehnici de măsurare a profunzimii somnului și la stabilirea momentelor când apar visele. Aceste cercetări măsoară schimbările electrice la nivelul scalpului și mișcările oculare care apar în timpul viselor. Înregistrarea grafică a schimbărilor electrice și a undelor cerebrale se numește *electroencefalogramă* (EEG). Undele cerebrale înregistrate atestă existența a *5 stadii ale somnului*: patru de profunzimi diferite și un al cincilea cunoscut sub numele de somn cu mișcări oculare rapide – REM – Rapid Eye Movement. Când o persoană închide ochii și se relaxează, undele cerebrale caracteristice sunt numite alfa (8–12 hertzi/cicli pe secundă). Când individul adoarme, undele cerebrale devin mai puțin regulate și scad în amplitudine. Faza a doua este caracterizată de apariția unor fuse și de o creștere și scădere bruscă, și ocazională a amplitudinii EEG (numită complex K). Fazele 3 și 4, caracteristice pentru

5 stadii ale somnului REM (sau somn paradoxal)

un somn profund, sunt marcate de unde lente, cunoscute sub numele de unde delta.

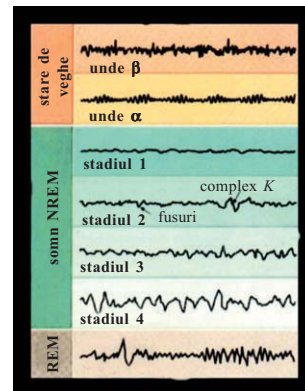
După aproximativ o oră de somn se produce o nouă schimbare: EEG devine foarte activă (chiar mai activă decât atunci când persoana este trează) și se detectează mișcări oculare rapide atât de pronunțate încât se pot vedea ochii persoanei adormite mișcându-se în spatele pleoapelor închise. Acest stadiu este cunoscut sub numele de *somn REM*, iar celelalte patru stadii sub numele de somn non-REM (NREM). Stadiul 4 al stării de somn este cel mai relaxant și apar undele cele mai regulate și mai adânci. Aceasta se corelează cu afirmația subiectului că dormea foarte adânc și s-a trezit cu greu. Pe de altă parte, indivizii care se aflau în stadiul 2 au afirmat că dormeau iepurește și le-a fost foarte ușor să se trezească.

În timpul unei nopți obișnuite majoritatea oamenilor trece prin cinci sau șase cicluri succesive de somn. În primele două cicluri se trece treptat de la nivelul 1 la nivelul 4. Observați din figura alăturată că stadiile mai profunde (3 și 4) au apărut în prima parte a nopții, iar cea mai mare parte a somnului REM în ultima parte. Acesta este pattern-ul tipic: stadiile profunde tind să dispară în a doua jumătate a nopții, pe când faza REM se repetă periodic. De obicei, există patru sau cinci perioade REM distincte pe parcursul unei nopți de 8 ore.

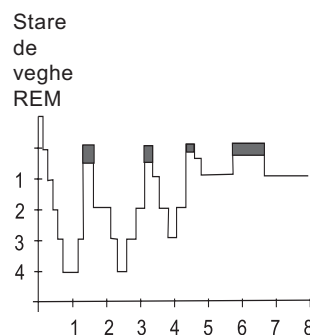
În timpul somnului NREM mișcărilor oculare sunt absente, ritmul cardiac și respirator scade considerabil, mușchii sunt relaxați și metabolismul cerebral se reduce. Dimpotrivă, în timpul somnului REM ritmul cardiac și metabolismul creierului cresc comparativ cu starea de veghe. Somnul NREM este caracterizat de un corp foarte relaxat, în timp ce somnul REM este caracterizat de un creier care pare foarte treaz, într-un corp virtual paralizat, creierul fiind izolat în mare parte de canalele sale senzoriale și motorii.

Trecerea de la veghe la somn și durata acestora pe parcursul unei zile poartă numele de ritmuri circadiene (*circa* – aproximativ, *dies* – zi). Aproximativ 90% dintre adulți dorm între 6 și 9 ore pe noapte, cei mai mulți dormind între 7½ și 8 ore pe noapte. Studiile făcute pe eșantioane de studenți au arătat că între 20% și 40% trag câte un pui de somn în timpul zilei, dacă rămân în urmă cu somnul.

Ritmurile circadiene, numite și ritmuri diurne, sunt controlate de ceasul biologic intern: de exemplu, expunerea la lumină semnalează creierului reducerea secreției de melatonină, un hormon care induce somnul. S-au făcut experimente cerându-le subiecților să trăiască o perioadă de timp într-un mediu în care nu existau posibilități de apreciere a duratelor (camere închise, lipsite de lumină sau alți stimuli externi). Deși ciclurile urmate de acești subiecți au fost de 25 de ore, ei și-au păstrat pattern-ul general al perioadelor active și pasive. Probleme legate de ritmurile diurne le-au prezentat oamenii care lucrează în ture. Cei care lucrează constant o perioadă lungă în tura de noapte au constatat că la ei se inversează ritmurile diurne cu cele nocturne și că sunt mai activi când alți oameni dorm. Cele mai dificile tipuri de program sunt cele în care individul lucrează două săptămâni într-o tură, alte două într-o altă tură și următoarele două într-o a treia tură. Cu un astfel de



▲ Starea de veghe (relaxat și cu ochii închiși) este caracterizată de unde alfa. Stadiul 1 este o tranziție de la veghe la stadiile de somn profund. Stadiul 2 este definit de prezența fusurilor și a complexelor K (creșteri și scăderi bruște ale undelor cerebrale). Stadiile 3 și 4 sunt marcate de prezența undelor delta în proporții diferite (mai numeroase în stadiul 4 decât în 3).



▲ O persoană tânără a parcurs succesiv stadiile 1-4 în prima oră de somn. Durata somnului REM crește în ultima parte a nopții, iar stadiile 3 și 4 dispar.

Ritm circadian

program corpul începe să se acomodeze la noul orar, pentru ca apoi să-l modifice din nou, ceea ce generează stres și ineficiența persoanelor în cauză.

Decalajul de fus orar în cazul deplasării de pe un meridian pe altul conduce pe individul în cauză la stări de oboseală, migrene. Problema decalajului de fus orar nu este legată de durata somnului, ci, mai curând, de adaptarea la noul fus orar care durează aproape douăsprezece zile.

Au fost elaborate diverse teorii în ceea ce privește motivele pentru care visăm. Una dintre cele mai celebre teorii aparține lui Freud: „Orice vis este realizarea unei dorințe”. Dar această dorință este întotdeauna mai mult sau mai puțin deghizată. Visul arată, după Freud, faptul că inconștientul cu ajutorul preconștientului este capabil de operații de transpunere și deghizare, adesea foarte complexe. Prin acestea visul constituie, pentru Freud, calea privilegiată, „calea regală”, pentru a accede la cunoașterea mecanismului inconștientului și pentru a dovedi indiscutabil existența lui. Interpretarea unui vis va consta în trecerea de la *conținutul manifest* la *ideile latente*. Freud analizează simbolismul visului. El crede că mecanismele esențiale ale deghizării sunt următoarele: visul *condensează* mai multe evenimente în unul singur și *deplasează* sarcina emoțională a unei idei asupra altei idei. Descifrarea visului se aseamănă cu cea a unei limbi. Se descompune povestirea în diferitele sale elemente constitutive, apoi se încearcă să se găsească amintiri, idei, reprezentări, comparații care se asociază în mod liber cu fiecare dintre termenii visului. Aceasta este tehnica *asociațiilor libere*.

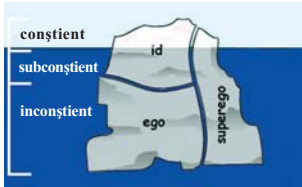
Freud și-a fondat o mare parte din teoria sa psihanalitică pe interpretarea viselor. În teoria sa despre personalitate el a înfățișat mintea ca pe un aisberg cu o singură parte – eul, la nivel conștient, și celelalte două părți – sinele și supraeul – îngropate în inconștient.

Deoarece sinele și supraeul se manifestă continuu prin solicitări care încearcă să ajungă la eu, acesta trebuie să se autoprotejeze. Exigențele sinelui și ale supraeului sunt considerate prea amenințătoare ca să fie admise de conștient. Chiar și în vis aceste solicitări trebuie să fie făcute într-o formă deghizată. Elaborarea visului este termenul utilizat de Freud pentru a descrie deghizarea acestor dorințe și impulsuri.

Totuși, alți cercetători au pus la îndoială aceste idei. Dacă rolul visării este de a satisface dorințe inconștiente, atunci e foarte greu de explicat de ce copiii și animalele visează atât de mult. După Freud, cel puțin la copiii foarte mici nu s-au format încă traumele și dorințele ascunse pe care ei trebuie să le reprime ca să nu poată fi decelate de conștient – și totuși copiii visează mult.

Evans susține că visarea permite creierului să ordoneze și să organizeze o multitudine de impresii senzoriale primite în timpul zilei pentru a alege pe cele ce vor fi uitate de cele care vor fi rememorate ulterior. Aceasta ar putea explica constatările că indivizii privați de somn devin paranoici ca și când nu ar mai putea vedea lucrurile în perspectivă. Mulți dintre voi au avut experiența de a adormi cu o problemă în minte și au constatat adesea că aceasta părea mai puțin dificilă dimineața. Se crede că prin capacitatea de a organiza gândurile și de a uita lucrurile nerelevante, ne este favorizată o perspectivă asupra lucrurilor, în timpul somnului și a viselor.

Funcțiile visului



▲ Descrierea psihicului uman de către Freud.

În timpul somnului REM creierul devine foarte activ și conștientul observă o mică parte din modificările și restructurările informaționale care au loc. Creierul încearcă să interpreteze informațiile ca și cum stimulii vin din exterior creând acele tipuri de pseudoevenimente care caracterizează visele.

Crick și Mitchison neurobiologi

Evans – rol organizator al visului

Activitate de evaluare

Amintiți-vă vise și nopți care corespund prin conținutul lor acestor teorii.

Memoria constructivă

Efort de a înțelege

Deși toată lumea crede că poate reactualiza exact informația, acest lucru se întâmplă, de fapt, foarte rar. Deoarece încercăm să dăm sens lumii din jur, amintirile noastre tind să se ajusteze și dacă informația nu se potrivește exact, atunci o transformăm până când se potrivește (fără ca acesta să fie un lucru conștient, intenționat). Acest proces a fost numit *efort de a înțelege* de către psihologul **Bartlett** care a cercetat memoria activă. Noi încercăm să dăm sens lucrurilor pe care ni le reamintim, ajustându-le la informațiile de care dispunem deja – *schemele* noastre preexistente. Un celebru studiu al acestui psiholog, care investiga procesele memoriei în viața cotidiană, folosește o metodă cunoscută, numită reproducere serială. În „Războiul fantomelor”, povestire care trebuie repovestită „din gură în gură” era vorba inițial de două triburi de indieni din America de Nord în care apăreau și spiritele ancestrale ale strămoșilor. Bartlett a constatat că, adesea, la a patra sau a cincea repovestire, povestea era cu totul alta decât cea inițială.



▲ Bartlett (1886–1969), psiholog englez cunoscut pentru studiile sale asupra memoriei.

Activitate de evaluare

Creați o scurtă povestire, relațați-o unui coleg și apoi comparați povestirea inițială cu cea relatată de ultimul coleg în jocul vostru: „telefonul fără fir”.

Cum operează memoria?

Cercetările arată că indiciile sunt importante în reactualizare și că diferite informații pot fi acumulate pe căi diferite: reprezentare iconică (sub forma unei imagini senzoriale, ca niște tablouri) sau reprezentare simbolică – capacitatea de a stoca informații sub formă de simboluri. Pe măsură ce creștem, reprezentările devin preponderent simbolice, iar cuvintele, simboluri foarte puternice, au în spate concepte. Modalitățile diferite pe care le utilizăm în *codificarea* informației pot influența performanța destocării.

Craik și Lockhart au realizat în 1972 un experiment care a ilustrat clar importanța prelucrării informației. Ei au dat subiecților împărțiți în trei grupuri o listă de cuvinte, fără a le indica că este un experiment legat de memorie. Primul grup a fost întrebat despre reprezentarea vizuală a cuvintelor: dacă erau scrise cu litere mari sau mici. Al doilea grup a fost chestionat despre felul în care se pronunță cuvintele respective: dacă, de exemplu, ar rima unele cu altele. Al treilea grup a fost întrebat despre semnificațiile cuvintelor: despre sensul lor în diferite propoziții. Mai târziu subiecților li s-a cerut să-și amintească lista de cuvinte.

Rezultatele au fost spectaculoase: cei care au fost întrebați cum arată cuvintele și-au amintit 15% dintre ele. Cei condiționați auditiv și-au amintit în medie 35%, iar cei cărora li se puseseră întrebări despre semnificația cuvintelor (condiționați semantic) și-au amintit în medie 70% dintre cuvintele pe care le-au văzut.

Craik și Lockhart au explicat rezultatele experimentale din perspectiva *nivelurilor de codificare*. Cei care au răspuns la întrebări referitoare la

Amintiți-vă!

Memoria constă în întipărirea, păstrarea și reactualizarea experienței anterioare. Caracteristici:

- activă
- situațională
- selectivă
- relativ fidelă
- mijlocită
- inteligibilă

Niveluri de prelucrare

aspectul cuvintelor nu au realizat o prelucrare prea laborioasă a informației de vreme ce subiecții le aveau în față și citeau. În schimb, cei întrebați cum se pronunță cuvintele trebuiau să convertească imaginea vizuală în una auditivă pentru a putea pronunța cuvintele și apoi a construi rime. Aceasta presupune o prelucrare mai intensă a informației. În cel de-al treilea caz pentru a răspunde la întrebări legate de sensul cuvintelor nu era suficient ca subiecții să privească doar cuvintele, ei trebuiau să se gândească la semnificația lor și să vadă în ce fel de propoziții au sens. Ca urmare, ei trebuiau să prelucraze informația la nivelul cel mai complex. Teoria nivelurilor de prelucrare explică de ce ne amintim de anumite lucruri și de altele nu. Când suntem atenți și ne concentrăm asupra a ceva, atunci ne și gândim la acel ceva și realizăm o prelucrare intensă a informației.

Activitate de evaluare

Încercați să rețineți un număr de telefon prin: a) o simplă privire a numerelor; b) o privire și o pronunțare a numerelor; c) acordând semnificație cifrelor așezate în ordine două câte două (de exemplu: ultimele două cifre ale anului nașterii dvs, al mamei, tatălui, surorilor sau fraților, evenimente istorice contemporane sau antice etc.). În care caz ați reușit să memorați mai eficient numerele de telefon?

Gândirea și creativitatea

Amintiți-vă!

Intelectul este un sistem de activități și procese psihice superioare (intelență, gândire, memorie, imaginație, limbaj) care depășește experiența senzorială, se dezvoltă plenar, la nivel uman, uzând de proprietăți specifice creierului uman și se dezvoltă numai prin modelare, cultură și integrare socială.

Caracter mediat

Mediatori: limbaj, semne, simboluri

Caracter generic categorial
Operează nu numai asupra realului, ci și asupra posibilului

Asigură caracterul reversibil al timpului psihic

Se desfășoară în plan mental supraordonat câmpului senzorial și autonom față de acesta

Învățare prin metoda încercare-eroare

S-au făcut cercetări asupra persoanelor foarte creative și a modalităților în care își desfășoară activitatea. În descrierea activităților savanților, artiștilor și a oamenilor de știință au apărut trei etape. Mai întâi există o perioadă lungă de formare a deprinderilor – cum ar fi învățarea instrumentului respectiv, sau studiul științific al disciplinei respective, prin care individul se familiarizează perfect cu domeniul în cauză. Aceasta este urmată de incubatie, în care conștientul nu este solicitat, dar în care conștientul continuă să prelucraze ideile. Multe persoane par să parcurgă această etapă ca și cum ar fi un for interior care le-ar „dicta” creația, dar nu sunt familiarizați cu ea și care îi conduce într-o direcție. A treia perioadă este o perioadă de activitate foarte intensă în care individul încearcă să materializeze sau să exprime ideile, teoriile care i s-au clarificat perfect. Un lucru ce pare să caracterizeze indivizii foarte creativi este acela că odată ce au început să lucreze la creația lor, fie aceasta o teorie sau o operă de artă, simt foarte limpede ce trebuie să facă și știu precis dacă se îndreaptă într-o direcție bună sau nu. Deseori ei nu se opresc până când nu simt că totul e perfect, lucru pe care îl pot recunoaște chiar dacă nu știau foarte bine ce aveau de făcut la început.

Alți psihologi văd acest gen de creativitate ca pe un proces de tip special care nu are de-a face cu gândirea obișnuită, a cărei principală caracteristică este rezolvarea de probleme.

Thorndike a conceput în 1898 o „cutie problemă” proiectată pentru a vedea felul în care pisicile inventează metode de a evada. Pisica era închisă în cutie și dacă trăgea o anumită sfoară care atârna, cutia se deschidea. Thorndike a descoperit că pisicile învață să evadeze din cutie printr-un proces sistematic de încercare-eroare – în timp ce explorează cutia ating sfoara cu laba și scapă. Când vor fi reintroduse în cutie, pisicile agață sfoara într-un timp mai scurt, ce scade de la o zi la alta, până când ajung să

evadeze aproape imediat ce au fost închise. Thorndike considera că această metodă a încercării și erorii stă la baza majorității formelor de învățare, fie animale sau umane. Un alt experiment a fost realizat în 1925 de către **Köhler**. Cimpanzeilor le-a fost prezentată o problemă care consta în atingerea unui fruct ce se afla la distanță, fie suspendat de tavanul cuștii, fie în exterior, dar prea departe de barele cuștii pentru a fi atins. Lor li se puneau la dispoziție materialele de care aveau nevoie pentru rezolvarea problemei: bețe, care puteau fi utilizate pentru a trage fructul, sau cutii, care puteau fi stivuite pentru a se urca pe ele.

La început cimpanzeii au sărit sau s-au întins după fruct, dar fără niciun rezultat. După câteva încercări au părut descurajați și păreau că au abandonat, deși se mai uitau din când în când la fruct.

După un timp, cimpanzeii au sărit brusc și au început să mute cutiile sau să ia bățul și să-l împingă printre bare. Deci, au „intuit” cumva natura problemei și ceea ce era necesar pentru a o rezolva. Kohler susține că această învățare prin descoperire o utilizează multe ființe umane pentru rezolvarea problemelor, când înțeleg brusc tipul problemei și cerințele sale. Scânteia de intuiție implicată deseori e exprimată de interjecția Aha!, deoarece ni se întâmplă brusc să înțelegem care este rezolvarea.

Alți psihologi au cercetat stilurile de gândire implicate în rezolvarea problemelor: *gândirea convergentă* și *gândirea divergentă*. Gândirea convergentă presupune o concentrare strictă asupra unei anumite probleme și căutarea răspunsului corect, în timp ce gândirea divergentă presupune o abordare mult mai liberă, cu posibilitatea găsirii unei varietăți de răspunsuri la orice problemă dată. S-a constatat că există o puternică corelație între tipurile de materii la care un copil e bun la școală și tendința spre gândire divergentă sau convergentă. Cei caracterizați preponderent de o gândire divergentă sunt, în general, mai buni la materiile umaniste, cum ar fi literatura sau istoria, în timp ce elevii caracterizați de o gândire convergentă sunt, de obicei, mai buni la materiile științifice.

Stiluri de gândire

Activitate de evaluare

Câte utilizări puteți imagina pentru o cărămidă? Încercați să le notați pe o foaie de hârtie. O persoană cu o gândire convergentă găsește 4–5 utilizări, în timp ce o persoană cu o gândire puternic divergentă în jurul a 15–20.

Un alt mod de abordare a rezolvării de probleme folosit pe larg în afaceri sau în cercurile manageriale este brainstorming-ul.

Într-o asemenea întâlnire li se sugerează participanților o problemă, de exemplu a duce un număr de obiecte de pe un mal al râului pe altul, fără un mijloc de transport convențional, iar modul de rezolvare trebuie să fie cât mai original. Toate ideile, toate impresiile sunt înregistrate fără a fi cenzurate, încurajând astfel originalitatea răspunsurilor. Atmosfera în asemenea echipe devine foarte destinsă, cooperarea crește la fel ca și buna dispoziție. Indiferent de poziția în firmă, toată lumea are șansa de a participa la luarea deciziilor.

Brainstorming

Activitate de evaluare

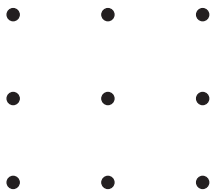
Amintiți-vă o problemă pe care ați rezolvat-o folosind metoda brainstorming-ului (chiar dacă nu cunoșteți denumirea sa) într-un cerc de prieteni. A fost în același timp amuzant, iar soluția găsită a fost originală?

Originalitatea în rezolvarea de probleme este o chestiune foarte serioasă. Oamenii au tendința de a lucra după niște tipare prestabilite și deseori abordează rigid problemele. Unul dintre aceste blocaje este numit *fixitatea funcțională*. Subiecții nu reușesc să rezolve o problemă deoarece au tendința de a-i privi componentele din perspectiva funcțiilor lor uzuale, în loc să le privească din perspectiva proprietăților lor concrete. Un exemplu ar putea fi problema aranjării a șase chibrituri în patru triunghiuri echilaterale. Încercați să rezolvați această problemă.

Principiul închiderii

Psihologii gestaliști susțineau că există *principii înnăscute de gândire* și că oamenii au tendința de a analiza problemele prin anumite structuri (gestalturi), ceea ce ajută la rezolvarea problemelor de rutină, dar poate genera o abordare rigidă a lucrurilor.

Un asemenea principiu înnăscut este principiul închiderii și poate fi găsit în cercetările lor asupra percepției și gândirii. Principiul închiderii reprezintă tendința pe care o avem de a vedea lucrurile ca unități complete, bine delimitate. Avem tendința ca anumite semne să le unim în loc să vedem linii sau forme incomplete, sau dacă ni se dă o mulțime de puncte vom tinde să le organizăm în modele. Deși acest lucru este de obicei un avantaj pentru percepția noastră, deoarece ne permite să distingem rapid lucrurile când vedem părți incomplete ale acestora, poate fi un dezavantaj în rezolvarea de probleme.



O problemă bine cunoscută utilizată de psihologii gestaliști este problema celor nouă puncte (figura alăturată).

Uniți toate punctele cu patru linii drepte, fără să treceți peste aceeași linie de două ori sau să luați creionul de pe hârtie.

Acest lucru poate fi realizat doar ieșind din pătratul punctelor propriu-zise, dar cei mai mulți oameni nu procedează astfel. Conform principiului închiderii, ei tind să caute soluția în pătratul „închis” al punctelor, chiar dacă nu li s-a cerut acest lucru.

Hărți cognitive

Tolman (1930) consideră că, în mare parte, învățarea noastră se realizează prin construirea unor hărți cognitive pe care le putem utiliza apoi în situațiile în care trebuie să acționăm. Aceste hărți vor fi extinse și dezvoltate prin intermediul interacțiunii cu mediul înconjurător și deci *majoritatea* cunoștințelor nu sunt în mod necesar utilizate imediat în comportamentul nostru, ci contribuie ulterior la *ameliorarea și utilizarea acestor hărți în scopuri mai adecvate*.

În perioada în care în psihologie domina abordarea behavioristă bazată pe reacția stimul-răspuns și pe argumentul că orice învățare produce o modificare în comportament, Tolman are meritul de a fi arătat experimental că unele tipuri de gândire – cel puțin în formarea hărților cognitive – au un rol important.

Teoria dezvoltării cognitive elaborată de **J. Piaget** în 1952 explică felul în care asimilăm concepte, prin formarea de scheme. Pentru el inteligența este o formă superioară de adaptare optimă eficientă la situații noi, problematice prin restructurarea datelor experienței. Adaptarea se realizează cu ajutorul a două procese complementare: *asimilarea* care presupune aplicarea schemelor cognitive de care dispune subiectul la noi obiecte și informații (rezolvarea problemelor de matematică pe baza teoriei) și *acomodarea* – restructurarea schemelor cognitive de care dispune subiectul (de exemplu, restructurarea, modificarea imaginii despre sistemul planetar în acord cu descoperirea că nu Soarele se învâрте în jurul Pământului, ci invers). Pentru Piaget importanța

dezvoltării intelectuale prin formarea și dezvoltarea schemelor constă în a permite indivizilor să se adapteze la mediu.

Datorită acestui lucru Piaget a considerat că nu este posibil, de fapt, să se separe conceptul de modalitatea în care indivizii le utilizează în interacțiuni cu mediul – nu avem de-a face cu concepte abstracte în existența noastră de zi cu zi, ci avem tendința să le utilizăm în scopuri specifice.

Inteligența și inteligența emoțională?

Psihologul francez **A. Binet** este primul care a construit prima „scară metrică a inteligenței” compusă din 30 de itemi.

Din această cauză, el este considerat astăzi „părintele psihometriei”. Ulterior s-au elaborat mai multe teste de măsurare a inteligenței care țineau seamă de vârsta mentală și cronologică a copiilor. Ele urmăreau depistarea fie a copiilor cu nivel de inteligență redus (vârsta mentală rămasă în urma vârstei cronologice), fie prezentau un nivel de inteligență foarte ridicată (vârsta mentală mult mai dezvoltată decât cea corespunzătoare vârstei cronologice).

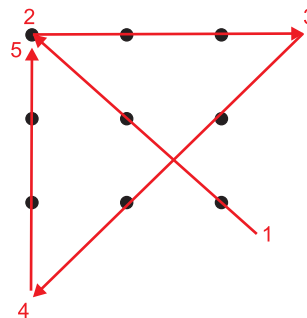
Howard Gardner (1993) a creat teoria inteligențelor multiple ca pe o provocare directă la ceea ce le numește viziunile „clasice” asupra inteligenței ca fiind o capacitate de a gândi logic. Gardner a fost uimit de multitudinea rolurilor pe care adulții le au în viața de zi cu zi, roluri care depind de o varietate de aptitudini la fel de importante ca și gândirea logică, dar diferite de ea. El definește inteligența ca „aptitudinea de a rezolva problemele sau de a aranja produsele care sunt consecința unei definiri culturale particulare sau a unei comunități”. Aceste inteligențe multiple permit ființelor umane să-și asume diverse roluri ca medici, fermieri, dansatori, șamani în diferite culturi (v. cultură și relativism cultural).

Pentru Gardner inteligența este un potențial al cărui prezență permite accesul unui individ la formule de gândire adecvate pentru diferite tipuri specifice de conținut, care inevitabil diferă de la o cultură la alta.

Există șapte tipuri de inteligență care nu depind una de cealaltă, fiecare funcționând în creier ca un sistem separat (sau modul) după reguli proprii. Acestea sunt: (1) inteligența lingvistică, (2) inteligența muzicală, (3) inteligența logico-matematică, (4) inteligența spațială, (5) inteligența corporal-kinestezică, (6) inteligența intrapersonală și (7) inteligența interpersonală.

Gardner analizează fiecare tip de inteligență din puncte variate de vedere: operațiile cognitive implicate, aspectul extern al persoanelor supradotate și a altor indivizi excepționali în domeniul respectiv. El cercetează și cazuri de afecțiuni ale creierului care pot afecta un tip de inteligență fără să aibă vreun efect asupra altora. În plus, el observă că aptitudinile adulților în diferite culturi reprezintă combinații de inteligențe variate. Cu toate că toți oamenii normali pot dezvolta toate tipurile de inteligență într-o oarecare măsură, fiecare individ este caracterizat de o combinație unică de inteligențe relativ puternice și scăzute, ceea ce ajută la explicarea diferențelor individuale.

Rezolvarea problemei de la pagina anterioară.



Amintiți-vă!

testul de inteligență din clasa a X-a.



▲ Alfred Binet (1857–1911), psiholog francez.

Binet a atras atenția că testele sale nu trebuie percepute ca o modalitate de măsurare a inteligenței în general. Avertismentele sale au fost ignorate de unii psihologi sau educatori.

Amintiți-vă!

În sens sociologic cultura reprezintă toate modurile de gândire, de comportament și de producție transmise de la o generație la alta prin comunicare sau orice alt mijloc, cu excepția codului genetic.

Activitate de evaluare

Pe baza rezultatelor obținute la școală la diverse discipline și a testărilor la care ați fost supuși, încercați să determinați combinația dvs. unică de inteligențe relativ puternice și scăzute.



▲ Howard Gardner (1943–) este actualmente profesor la Universitatea Harvard și Bosto. El este autorul teoriei inteligențelor multiple.

„Inteligența este abilitatea de a rezolva probleme sau de a crea produse care sunt valoroase într-una sau mai multe culturi”.

Gardner-Frames of mind. The theory of multiple intelligences

S-a observat că testele IQ convenționale sunt bune previziuni pentru examenele la universitate, dar sunt mai puțin valabile pentru prezicerea succesului de mai târziu de la locul de muncă sau avansarea în carieră. Inteligența interpersonală poate explica motivul pentru care unii oameni cu rezultate foarte bune la școală (sau facultate) au rezultate mediocre în viață sau câteodată eșuează, în timp ce alții, elevi mai puțin buni, devin lideri în domeniile lor de activitate și stârnesc invidia multora.

Prin urmare, Gardner a cerut școlilor să facă „evaluări corecte ale inteligenței” în cadrul lor pentru a permite copiilor demonstrarea aptitudinilor în afara testelor scrise, cum ar fi asamblarea unor angrenaje pentru a demonstra aptitudinile spațiale.

În concluzie, pentru Gardner inteligența este capacitatea de a rezolva sau de a crea probleme care au valoare într-o anumită cultură. În această viziune, marinarul polinezian care are capacitatea de a naviga după stele, atletul care realizează performanțe sau liderul politic carismatic care reușește să mobilizeze mulțimi de oameni în vederea realizării unui proiect social sunt tot atât de inteligenți ca un om de știință sau un artist.

O bună parte a teoriilor asupra inteligenței studiate de voi în clasa a X-a reprezintă în general viziunile culturilor europeană și nord-americană. Alte culturi pun accentul mai mare pe inteligența socială. De exemplu, în Africa participarea responsabilă în cadrul familiei, cooperarea și supunerea sunt la fel de importante ca și inteligența. În Zimbabwe cuvântul inteligență ngware denotă prudență în relațiile sociale. În China sau Taiwan cunoașterea de sine și competențele sociale sunt componente importante ale inteligenței. În toate aceste culturi se recunoaște însă și importanța aptitudinilor cognitive.

Inteligența emoțională

Inteligența emoțională a fost definită ca fiind instanța capabilă de a controla și regla propriile sentimente și pe cele ale celorlalți și de a ne dirija gândurile și acțiunea.

Daniel Goleman propune următoarele competențe emoționale și sociale de bază ca fiind foarte utile în activitățile profesionale:

- *Conștiința de sine* sau percepția propriilor emoții, sentimente, reacții sau capacități. A ști ceea ce simțim la un moment dat și a ne lăsa ghidați de preferințele noastre în luarea deciziilor; a ne evalua cu realism abilitățile, a cultiva continuu încrederea în sine.

- *Stăpânirea de sine* sau echilibrul interior. A „dialoga” cu emoțiile noastre în așa fel încât să ne ușureze activitatea în curs, în loc de a interfera cu ea; a fi constructiv și a ne urmări obiectivele fără a aștepta rezultate imediate, a ne putea redresa după momente de depresie.

- *Motivația*. A asculta de cele mai autentice preferințe ale noastre pentru a ne ghida scopurile propuse, pentru a ne ajuta să luăm hotărâri, să progresăm și să perseverăm în ciuda frustrărilor și a eșecurilor.

• *Empatia*. A resimți emoțiile și sentimentele celorlalți oameni, a putea privi lucrările și din punctul lor de vedere, a cultiva relații amicale și a „intra în rezonanță” cu o diversitate de oameni.

• *Sociabilitatea*. A întreține relații armonioase cu ceilalți; a interpreta corect situațiile și interrelațiile sociale, a proceda întotdeauna cu tact, a ști să convingi și să conduci, să negociezi, să aplanezi conflicte, să cooperezi și să lucrezi în echipă.

Adele B. Lynn crede că inteligența emoțională este prost înțeleasă, deoarece mulți oameni cred că ea este echivalentă cu aptitudinile sociale. Deși și aptitudinile sociale fac parte din modelul propus de autoare pentru inteligența emoțională, ea crede că partea cea mai mare a inteligenței emoționale privește lumea noastră interioară. În modelul ei cu următoarele cinci componente: conștiința de sine și autocontrolul, empatia, stăpânirea scopului, și a viziunii au legătură cu lumea noastră interioară și ele trebuie considerate ca având o importanță maximă. În schimb, celelalte două: abilitatea socială și influența personală formează relațiile noastre cu lumea exterioară. Deși recunoaște faptul că toate cele cinci componente sunt legate între ele și se dezvoltă pe baza celei de lângă ele, ea consideră că în primul rând „cunoașterea de sine și autocontrolul deschid ușile către inteligența emoțională”.

▲ Comunicarea nonverbală asigură peste 50% din conținutul mesajului în relațiile interumane „face-face”.

Activitate de evaluare

Imaginați situații în care componentele inteligenței emoționale vă ajută să rezolvați probleme în viața cotidiană și la școală. De ce tip sunt aceste probleme?

Comportamentul

Noțiunea de comportament a fost elaborată și introdusă în psihologie de școala behavioristă. *Behaviorismul* neagă cu o mai mică sau mai mare insistență orice relevanță a conștiinței pentru înțelegerea comportamentului uman. *Comportamentul este privit în termenii unei reacții identificabile la stimulii interni sau externi măsurabili*. Răspunsul la stimuli, cu alte cuvinte comportamentul, poate fi manipulat prin recompense sau diferite forme de descurajare—proces cunoscut sub numele de *condiționare*. Așadar, behaviorismul este atât o orientare teoretică, cât și o tehnică folosită pentru a schimba comportamentele percepute ca necorespunzătoare.

Behaviorismul apare la începutul secolului al XX-lea ca reacție la introspecționismul dominant. Introspecționismul s-a concentrat asupra studiului conștiinței prin intermediul autoexaminării; subiecții descriau stările lor de conștiință, amintirile, trăirile intime, emoțiile; ei alcătuiau un fel de jurnal intim. Behavioriștii susțin că introspecția nu inspiră încredere, deoarece rapoartele obținute de la subiecți sunt vagi și neobiective, iar datele astfel culese nu se pot verifica în mod independent. Behavioriștii cred că nu se poate cunoaște cu adevărat decât ceea ce este observat prin intermediul simțurilor și singura preocupare a psihologului trebuie să fie comportamentul observabil, testat în experimente controlate.

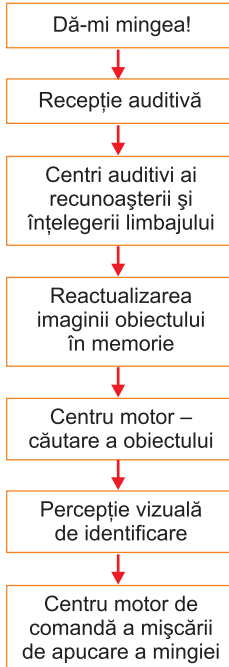
Dacă comportamentul este definit ca ansamblul reacțiilor și acțiunilor

Behaviorism

Condiționare

Introspecționism

care pot fi direct observate, atunci toate segmentele corpului apar în acest caz ca verigi de execuție care realizează mișcări pe baza comenzilor primite de la creier.



Mecanismul reacțiilor comportamentale este *reflex*, adică o interacțiune între centrii nervoși senzitivi care receptează și prelucreză acțiunea stimulilor externi și cei motorii care emit semnalele de comandă. De exemplu, o cerință simplă, cum ar fi „Dă-mi mingea!” antrenează schema alăturată de acțiune.

Comportamentele prezintă un registru foarte întins de forme diferite. După nivelul de complexitate, comportamentele pot fi: *simple* (cazul reacției de retragere a mâinii la contactul cu o suprafață încinsă, apăsarea butonului de aprindere a unui bec) și *complexe* (rezolvarea unei probleme, confecționarea unei rochii).

După gradul de reprezentare (integrare) reflexă comportamentele pot fi *cu mecanism de tip reflex necondiționat* (reacții motorii de apărare) și *cu mecanism de tip reflex condiționat* (reacțiile salivare la vederea mâncării preferate).

După prezența sau absența intenției și a controlului voluntar, comportamentele sunt *neintenționate-involuntare* și *intenționate-voluntare*.

Primele se declanșează și se desfășoară *automat*, de îndată ce stimulul a acționat, în timp ce ultimele se declanșează în urma unei deliberări și sub control voluntar.

Activitate de evaluare

Dați exemple de comportamente neintenționate și intenționate (voluntare).

După nivelul psihic de integrare, comportamentele pot fi: *inconștiente* (visele, lapsusurile, inversiunile, ticurile) și *conștiente* bazate pe analiză și evaluare critică, planificare, programare, control.

La om comportamentele conștiente se impun ca dominante și definitorii.

Orice act comportamental uman are o mediere psihică internă:

- Imagine senzorială a stimulului
- Reacție emoțională la stimul (plăcere, satisfacție sau aversiune)
- Motivație (trebuință, interes)
- Planificare mentală
- Reglaj voluntar sau involuntar

Cultura și relativismul cultural



▲ Civilizația americană.

Prin cultură înțelegem ansamblul modelelor de gândire, atitudine și acțiune ce caracterizează o populație sau o societate, inclusiv materializarea acestora în lucruri. Cultura cuprinde, deci, *componente ideale* (credențe, norme, valori, simboluri, modele de acțiune) și *componente materiale* (unelte, locuințe, îmbrăcăminte, mijloace de transport).

Cultura conține un set de *comportamente standardizate* pentru a interacționa cu ceilalți membrii ai societății. Ea prescrie felul în care oamenii trebuie să se comporte cu membrii familiei sau cu vecinii și ce atitudine trebuie să adopte la o căsătorie sau o înmormântare, cum trebuie să se poarte un individ când este insultat sau lăudat.

Cultura reprezintă pentru membrii unei societăți ceva normal, de la sine înțeles. Când un european se confruntă cu alte culturi, el constată că

cea ce i se părea normal în societatea sa este considerat straniu în alte societăți și invers.

Cea mai simplă caracteristică a unei culturi este denumită trăsătură. Cultura materială include trăsături precum: mașina, căruța, șoseaua. Cultura nematerială are drept trăsături: scrierea de la dreapta la stânga, înclinarea capului la salut, diverse expresii emoționale.

Trăsăturile culturii se asociază și se combină între ele, formând complexe culturale.

Analiza trăsăturilor și complexelor culturale pune în *evidență o mare diversitate de la o cultură la alta*. Această diversitate culturală pare a fi atât de mare încât antropologii s-au întrebat dacă există trăsături culturale comune tuturor societăților. Aceste trăsături comune majorității sau chiar totalității culturilor privesc doar soluțiile comune ridicate de dimensiunea biologică a omului.

În schimb, valorile sunt variabile de la o societate la alta și chiar de-a lungul istoriei unei societăți. Aceeași valoare poate fi urmărită prin norme diferite. Pentru fiecare societate se poate alcătui o listă de valori împărtășite de majoritatea membrilor acelei societăți. Unele valori pot părea mai dezirabile decât altele. Ordinea acordată valorilor ca importanță dă o scală sau un sistem de valori care poate varia mult de la o societate la alta și chiar de la un grup social la altul, în cadrul aceleiași societăți.

Activitate de evaluare

Identificați complexul cultural specific României de astăzi și comparați-l cu cel din perioada comunistă. (Apelați la amintirile părinților sau ale bunicii).

Viață confortabilă (o viață prosperă)	Bucurie a te simți bine	Dragoste (intimitate sexuală și spirituală)
Viață interesantă (o viață activă)	Lumea frumuseții (în natură și / sau artă)	Securitate națională (protecție împotriva agresiunii)
Lume a păcii (absența conflictelor)	Libertate (absența constrângerilor)	Plăcere (o viață agreabilă de petreceri)
Egalitate, fraternitate (egalitate de șanse pentru toți)	Armonie interioară (absența conflictelor interioare)	Salvare (sensul vieții eterne)
Securitate familială (a avea grijă de cei iubiți)	Respect de sine (stimă și dragoste)	Prietenie (intimitatea relațiilor)
Realizare de sine (împlinirea posibilităților)	Recunoaștere socială (respectul și admirația altora)	Înțelepciune (înțelegere profundă a vieții)

▲ Listă de valori propusă de Claude Paris.

Cultura se dobândește prin conviețuire socială. Un copil născut în Africa Sahariană, dar crescut de la o vârstă fragedă într-o metropolă europeană aparține culturii care l-a adoptat. Pielea neagră sau părul creț nu îl fac mai puțin european.

Reîntors în țara părinților săi se va simți străin, deși biologic nu se deosebește de ceilalți locuitori ai țării respective.

Concluzie. *Cultura oferă oamenilor posibilități multiple de adaptare la mediul natural și este rezultatul creativității la nivel social. Animalele nu supraviețuiesc decât în nișele lor ecologice. Omul poate supraviețui la tropice sau poli, datorită achizițiilor culturale.*

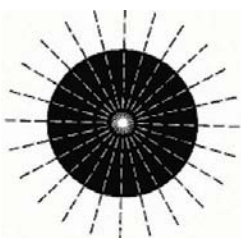


▲ Cultură africană.

Câmpuri fizice – forțe elementare

Amintiți-vă!

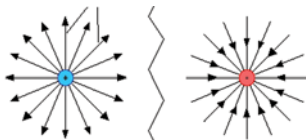
legea atracției universale formulată de Newton, în 1687. El a introdus noțiunea de gravitație universală, aceeași cu atracția terestră care determină căderea corpurilor spre suprafața Pământului.



▲ Câmpul gravitațional terestru.

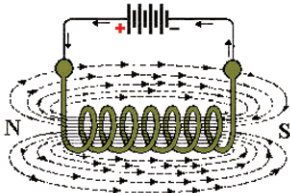
Amintiți-vă!

... și enunțați legea lui Coulomb care guvernează interacțiunile particulelor purtătoare de sarcină electrică.

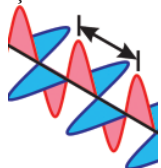


Amintiți-vă!

... și descrieți pe scurt cum interacționează magneții și conductoarele parcurse de curent electric.



▲ Apariția câmpului magnetic în jurul conductorilor parcurși de curent electric.



▲ Explicați mecanismul propagării undelor electromagnetice.

Câmpul electromagnetic

Vom face apel la cunoștințele voastre din clasele anterioare, de la Fizică, în ceea ce privește interacțiunile prin câmpuri fizice.

Newton a intuit existența câmpului gravitațional: „faptul că un corp poate acționa asupra altuia la distanță, fără mijlocirea unui corp oarecare este pentru mine o absurditate... Gravitația trebuie cauzată de un agent acționând după anumite legi”. Este ceea ce azi numim **câmp** și reprezintă o formă de manifestare a materiei care există peste tot în spațiu și timp.

Câmpul gravitațional reprezintă zona spațială unde se manifestă interacțiuni de tip gravitațional. Legile atracției universale reprezintă baza teoriei clasice a gravitației. În concepția newtoniană asupra lumii se consideră că particulele mici acționează una asupra alteia prin forțe care au efect la distanță.

Forțele cu care se descriu interacțiunile din electricitate și magnetism au fost studiate de către **W. Gilbert** în 1600 și de **B. Franklin** în 1752 care a observat că sunt similare forțelor gravitaționale, în sensul că scad cu inversul pătratului distanței.

Numai că în acest domeniu apar și forțe de respingere. Aceste motive au permis tratarea electricității și a magnetismului în spiritul concepției newtoniene.

Michael Faraday a fost primul care a pus sub semnul întrebării tratarea newtoniană a fenomenelor din electricitate și magnetism. El a pus problema tratării câmpurilor ca pe niște obiecte fizice reale care se pot chiar „împinge” unele pe altele prin spațiu dând naștere unor unde. Mai mult a avansat ideea că și lumina ar putea consta din astfel de unde. Așa a apărut contradicția cu teoria lui Newton, în care **câmpurile** sunt tratate ca fiind niște artificii matematice.

Lui **James Clark Maxwell** îi revine meritul de a încheia în **teoria câmpului electromagnetic**, rezultatele avansate de-a lungul vremii de către **A. Ampère** și **M. Faraday**. El a propus modificarea ecuațiilor legilor câmpurilor electric și magnetic, modificare nesugerată de rezultatele experimentale dar conformă cu ele. Potrivit teoriei electromagnetismului, câmpurile electric și magnetic oscilează și se generează reciproc, propagându-se astfel sub formă de unde electromagnetice. Maxwell a descoperit că undele electromagnetice se propagă cu viteza luminii. Ecuațiile propuse de Maxwell explică fenomenele de interferență și polarizare a undelor electromagnetice.

Existența acestor unde a fost stabilită experimental de fizicianul german **Heinrich Hertz** în anul 1888. În dezvoltarea teoriei câmpului electromagnetic asistăm la interacțiunea benefică a ideilor formulate de fizicieni celebri, precum Ampère, Faraday, Hertz și Maxwell.

Lui Maxwell îi revine meritul de a fi dat un nou sens noțiunii de câmp în fizică, aceea de realitate, de entitate de sine-stătătoare, de transportor de energie, fără transfer de substanță.

Câmpul forțelor nucleare

Vom continua „călătoria” noastră în timp pentru a vedea cum a progresat știința în secolele al XIX-lea și al XX-lea. Ați învățat anul trecut la Științe modul în care au evoluat modelele atomice și nucleare. Ați studiat radioactivitatea și reacțiile nucleare.

Studiul nucleelor atomice, al stabilității acestora, a necesitat explicații referitoare la legarea protonilor și a neutronilor în nucleu. Se știe faptul că protonii se resping electrostatic, având sarcină electrică pozitivă. Este deci necesară existența unei forțe care să compenseze respingerea electrostatică.

Aceasta a fost numită *forță nucleară*. Ea are rază de acțiune mică, de ordinul 10^{-15} m, are intensitate mare și este o măsură a *interacției tari*. De aceea, materia nucleară este foarte densă. Dacă substanța din corpul omenesc ar fi comprimată până ar atinge densitatea materiei nucleare, ea nu ar ocupa un spațiu mai mare decât gămălia unui ac. Ne-am putea imagina materia nucleară ca fiind formată din mici picături de lichid, extrem de dens, care fierbe, violent. Aceasta din cauză că nucleonii se rotesc în interiorul nucleului cu viteze de circa 4000 de mile pe secundă.

Forțele nucleare, numite și *forțe tari*, se manifestă între nucleoni aflați la distanțe de ordinul a două-trei diametre nucleonice, unde au caracter atractiv. Dacă distanța dintre nucleoni scade sub această valoare, forțele nucleare devin repulsive, astfel încât nucleonii nu se pot apropia mai mult.

Studiul atomilor și al nucleelor atomice oferă o imagine a materiei concentrate în picături minuscule, separate prin distanțe enorme. În zonele vaste dintre nucleele masive, compuse din particule care se deplasează cu viteze incredibile se află *electronii*. Ei conțin o mică fracțiune din masa totală, dar conferă materiei aspect compact. Sunt legăturile necesare construcției structurilor moleculare.

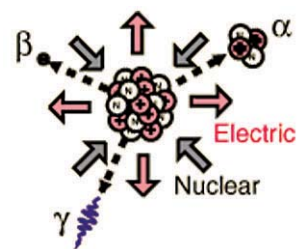
Structurile moleculare și atomice pot fi distruse atunci când li se comunică energie termică puternică, atingându-se temperaturi de ordinul miilor de Kelvin. Universul se află în cea mai mare parte a sa într-o stare diferită de cea descrisă anterior. În centrul stelelor sunt îndeplinite condițiile necesare întreținerii reacțiilor nucleare. Ele au loc ca urmare a combinațiilor dintre interacțiuni nucleare și gravitaționale. Procesele nucleare care au loc în Soare reprezintă sursa de energie necesară menținerii vieții pe planeta noastră.

Rețineți!

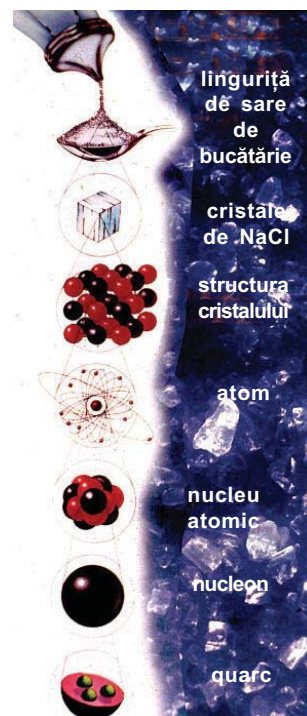
Forțele nucleare asigură edificiul nucleului, au rază de acțiune foarte scurtă și intensitate mare.

Activitate de evaluare

Scrieți un eseu pe baza unei călătorii imaginare pornind de la sarea de bucătărie dintr-o linguriță spre domeniul microscopic al cunoașterii noastre. Urmăriți etapele din imagine. Ele prezintă componente ale materiei pe care le-ați studiat anul trecut.

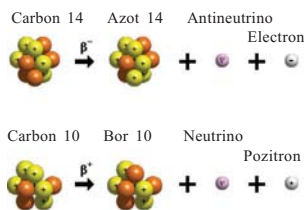


▲ Interacțiune la nivelul nucleului atomic.



Particulele elementare

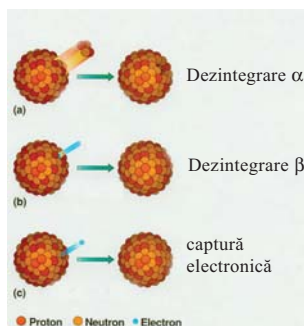
Amintiți-vă!



▲ În dezintegrarea β^- sunt emiși electroni de către nucleu, împreună cu o particulă numită *antineutrino* $\bar{\nu}$. În dezintegrarea β^+ se emit pozitroni și *neutrino* ν .

De reținut!

Particula elementară (sau fundamentală) este o particulă simplă, lipsită de structură. Nu este constituită din alte particule mai mici.



▲ Nucleele pot emite particule α , electroni, pozitroni.

Quarci	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom
Leptoni	ν_e e neutrino	ν_μ μ neutrino	ν_τ τ neutrino
	e electron	μ muon	τ tau

▲ Familii și generații de particule elementare.

În anul 1930, **Bothe și Becker** au observat că atunci când se bombardau ținte de beriliu cu particule α rapide, materialul bombardat emitea ceva particulă sau undă electromagnetică, a cărei putere de penetrare era mult mai mare decât cea a particulelor α incidente. Ulterior, **J. Chadwick** a ajuns la concluzia că aceste particule emise sunt neutre din punct de vedere electric, au masa aproximativ egală cu a protonului și le-a numit *neutroni*.

În dezintegrările β apar particulele $\bar{\nu}$ și ν neutre din punct de vedere electric, cu masa de repaus zero. Existența lor a fost întărită pentru a respecta legea conservării energiei în astfel de reacții. Pozitronul e^+ a fost prima antiparticulă descoperită în fizică. Interacțiunea dintre un pozitron și un electron se numește *anihilare de perechi*.

Multă vreme s-a crezut că nucleonii sunt particule elementare. Reacțiile de dezintegrare au demonstrat că nu este așa.

În prezent se consideră că particulele fundamentale din care este construit Universul se grupează în două mari familii: *quarcii* și *leptonii*.

Rețineți!

Leptonii sunt particule ale materiei care pot interacționa numai slab. Electronii, miuonii, taunonii și neutrinii sunt leptoni.

Quarcii sunt particulele componente ale nucleonilor. Au sarcina electrică fracționară. Ei pot interacționa slab, tare și electromagnetic.

Toată materia din Univers este constituită pe baza particulelor elementare din prima generație: electroni, e-neutrino, *quarci up* și *down*. Particulele din generațiile II și III se dezintegrează rapid.

Interacțiunile particulelor elementare

Interacțiunile particulelor elementare sunt descrise în continuare în ordinea descrescătoare a intensității lor.

Interacțiunea tare este specifică ciocnirilor în care intervin *mezonii*, *nucleonii* și *hiperonii*. Durata lor este de ordinul 10^{-24} – 10^{-20} s. Pentru a explica interacțiunea tare se atribuie quarcilor ceea ce se numește *sarcina de culoare*, pe scurt *culoare*.

Există trei sarcini de culoare: roșu, verde și albastru, fără legătură cu culorile vizibile. Antiquarcii au anticulori: cyan (antiroșu), magenta (antiverde) și galben (antialbastru). Interacțiunea tare între quarci se face prin schimb de cuante de câmp electromagnetic, numite *gluoni*. Ei sunt similari fotonilor, cuantelor câmpului electromagnetic.

În acord cu teoria interacțiunilor lor, quarcii nu pot exista liberi, ci numai combinați împreună cu alți quarci, în particule fără sarcină de culoare (de exemplu, mezonii și barionii).

Interacțiunile electromagnetice sunt de circa 137 de ori mai slabe decât interacțiunile tari. Sunt specifice particulelor cu sarcină electrică. Durata

lor este de circa 100 de ori mai mare decât a interacțiunilor tari. Toți quarcii și toți leptonii pot interacționa electromagnetic.

Interacțiunea slabă este responsabilă de dezintegrarea quarcilor și a leptonilor din generațiile II și III, în quarci și leptoni din generațiile anterioare. Pentru descrierea sa se asociază particulelor elementare proprietatea numită aromă (*flavour*). Mecanismul interacției slabe se bazează tot pe schimb de cuante de câmp, în acest caz particulele: W^+ , W^- și Z numite *bosoni* (W este inițiala de la weak). Primele au sarcină electrică, ultimele nu au. Interacțiile slabe sunt specifice dezintegrărilor β și dezintegrărilor unor particule elementare instabile. Durata acestor interacții este de ordinul 10^{-9} – 10^{-6} s. Bosonii W și Z au masa de 80 de ori mai mare decât masa protonului. Ei au fost „văzuți” pentru prima dată la CERN (laboratorul de cercetări nucleare de lângă Geneva), în 1984.

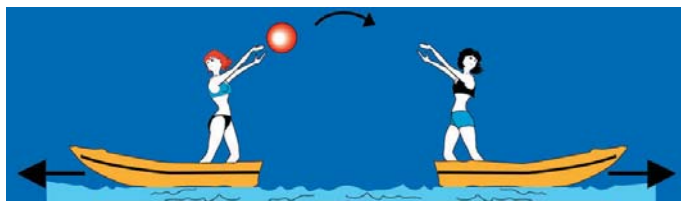
Din punct de vedere macroscopic, forța slabă se manifestă în combustia termonucleară a stelelor, unde acționează în faza inițială, în care doi protoni fuzionează pentru a forma un nucleu de deuteriu, un electron și un neutrin.

Interacțiunea gravitațională ridică probleme fizicienilor pentru că, deocamdată, nu poate fi tratată în formalismul *teoriei cuantice a câmpurilor*, asupra căreia vom reveni, teorie care se aplică cu succes în cazul celorlalte interacții. În fizica particulelor elementare gravitația joacă un rol minor, având intensitatea foarte slabă. Practic, la scară subatomică, ea poate fi neglijată. Vom preciza totuși că propagatorul câmpului de interacție în cazul gravitației se numește *graviton*, existența sa fiind deocamdată ipotetică.

În tabelul prezentat în continuare veți găsi o sinteză a forțelor existente în natură.

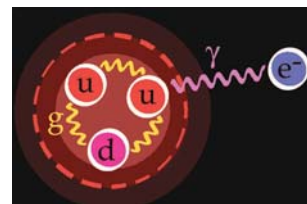
Forțele fundamentale din natură

Tip	Intensitatea forței (în ordine descrescătoare)	Particule asociate	Loc de manifestare
Forță tare (nucleară)	~ 1	Gluon (fără masă)	Înveliș atomic
Forță electromagnetică	$\sim 10^{-3}$	Fotoni (fără masă)	Înveliș electronic
Forță slabă (nucleară)	$\sim 10^{-5}$	Bosoni grei	Radioactivitate dezintegrare β
Greutate	$\sim 10^{-38}$	Graviton	Corpuri celeste

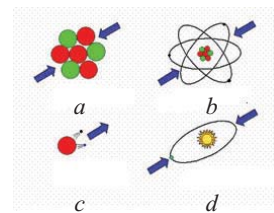


▲ Interacțiunea se face prin schimb de particule.

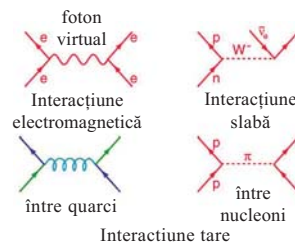
Viitorul fizicii depinde de studiul particulelor elementare. Am progresat mult, dar avem o serie de întrebări care nu-și găsesc răspunsul. De ce masele particulelor sunt cuantificate? La fel sarcina lor electrică. De ce materia nu este continuă și constă din particule indivizibile?



▲ Protonul este compus din 2 quarci up și un quarc down.



▲ Modelarea *interacțiunii elementare*: a – forța nucleară asigură stabilitatea nucleului; b – interacțiunea electromagnetică asigură stabilitatea atomului; c – interacțiunea slabă se manifestă în dezintegrări radioactive; d – interacțiunea gravitațională asigură stabilitatea sistemului solar.



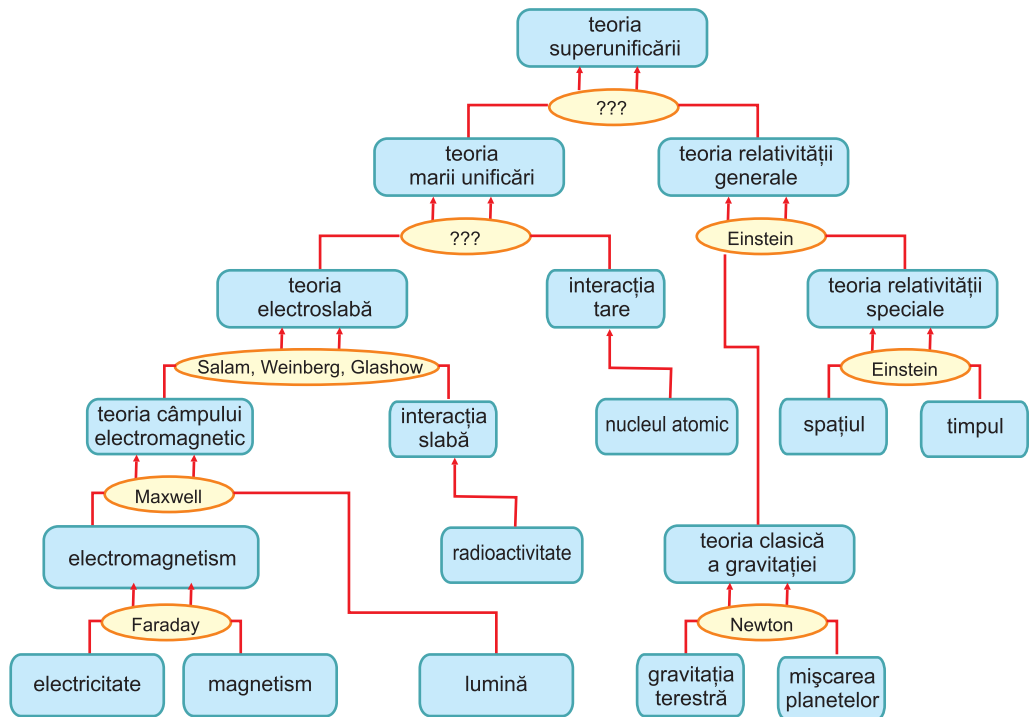
▲ Exemple de interacțiuni ale particulelor elementare.

Unificarea interacțiunilor din natură

De reținut!

Teoria unificată este orice teorie care descrie toate cele patru forțe fundamentale și toate tipurile de materie într-un cadru unitar. Modelul standard al particulelor elementare este o teorie care unifică trei dintre cele patru forțe fundamentale (mai puțin cea gravitațională). Modelul standard al cosmologiei este teoria Big-Bang-ului, completată cu înțelegerea modelului standard al fizicii particulelor elementare.

Unificarea acestor procese elementare într-o singură interacțiunea, așa cum a făcut Maxwell cu electricitatea și magnetismul, apoi cum s-a întâmplat ulterior cu unificarea teoriei electromagnetice cu interacțiunea slabă, rezultând *teoria electroslabă*, este un vis mai vechi al omenirii. Teoria unificării interacțiunii electromagnetice și a interacțiunii slabe, cunoscută și sub numele modelul Weinberg-Salam-Glashow, pleacă de la ipoteza că interacțiunea slabă este rezultatul unui schimb de particule virtuale, numite boson W sau a unei particule care intermediază interacțiunile fără schimb de sarcină electrică. Raza de acțiune a acestei forțe este invers proporțională cu masa particulei de schimb. Cei trei autori ai acestor teorii, laureați ai Premiului Nobel în anul 1979, consideră că atât interacțiunea electromagnetică, cât și cea slabă sunt manifestări ale schimbului de bosoni între particulele care interacționează. Fotonul este particula de schimb în interacțiunea electromagnetică, iar bosonii W^+ , W^- și Z în interacțiunea slabă. Se lucrează încă la unificarea interacțiunii electroslabă cu interacțiunea tare într-o așa-numită *teorie a marii unificări*.



▲ Tendința către o deschidere unificată a interacțiunilor din natură.

În tentativa de a încheia o teorie superunificată s-a ajuns la pasul final: o teorie unitară, o teorie care să unifice concepția radicală asupra spațiului și a timpului cu noul tip de relație *observator-sistem observat*, din mecanica cuantică. Această nouă teorie ar trebui să se numească *teoria cuantică a gravitației*. Se dorește practic, extinderea teoriei cuantice, care momentan explică ce se întâmplă la nivel atomic și subatomic, către o teorie a gravitației.

La momentul actual, gravitația este explicată în cadrul teoriei generalizate a relativității, ca fiind o manifestare a structurii spațio-temporale. Altfel spus se lucrează de ceva vreme la *unificarea* teoriei relativității generalizate cu teoria cuantică spre a elabora *teoria cuantică a gravitației*. Se așteaptă de la ea noi răspunsuri asupra originii misterioase a Universului, asupra apariției vieții în Univers. Ea va îngloba cunoștințele despre particulele elementare și forțele exercitate între ele, cu teoria cosmologică.

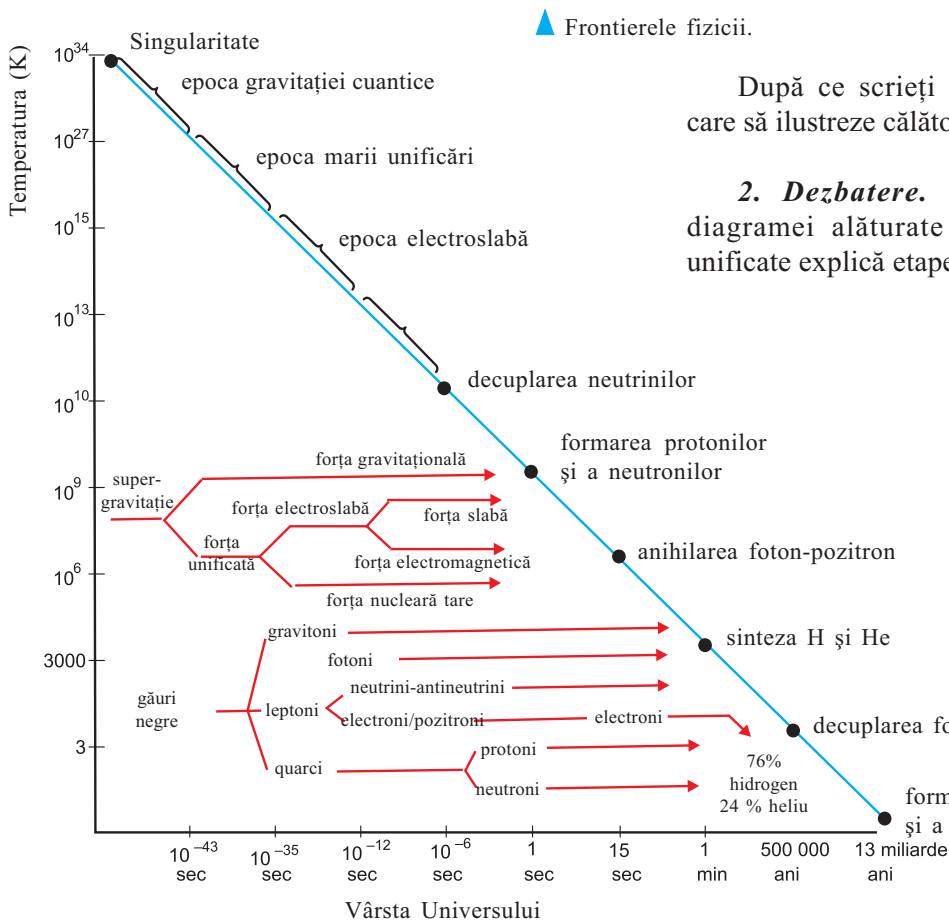
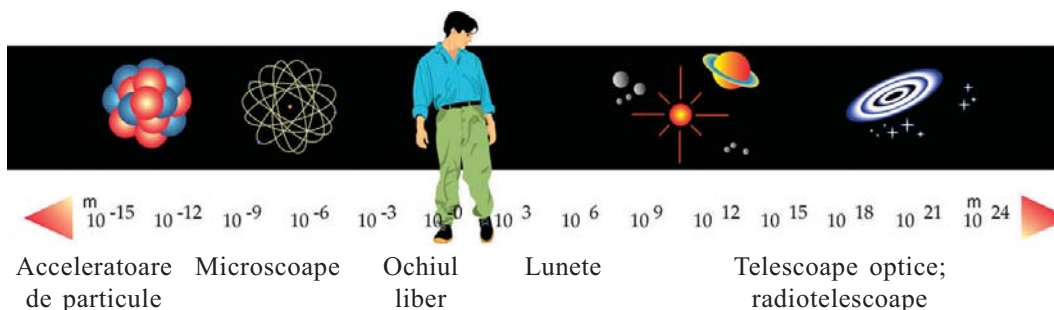
Se așteaptă practic crearea unui cadru teoretic unic, în care să putem să explicăm ce se petrece atât în microunivers cât și în macrounivers.

Activități de evaluare

1. Eseu. Imaginați-vă o călătorie având ca punct de plecare Galaxia noastră și ca punct terminus un electron dintr-un grăunte de nisip. Descrieți ceea ce întâlniți în călătoria voastră, utilizând termenii științifici întâlniți în lecțiile precedente.

FIZICA PARTICULELOR ELEMENTARE

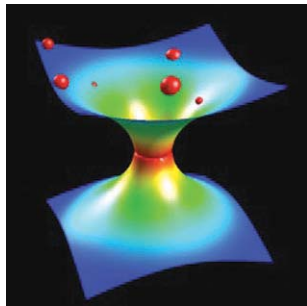
ASTROFIZICA



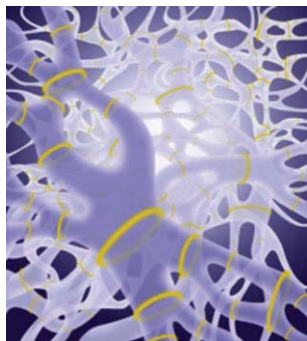
După ce scrieți eseu realizați un poster care să ilustreze călătoria între frontierele fizicii.

2. Dezbateri. Comentați cu ajutorul diagramei alăturate modul în care teoriile unificate explică etape din evoluția Universului.

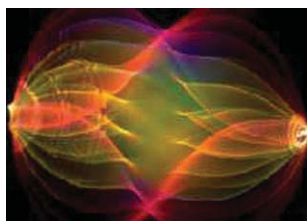
* Teoriile cosmologice și gravitația cuantică



▲ Înaintea Big-Bang-ului Universul prezintă o alură simetrică cu cea de după momentul zero.



▲ Până în prezent se cunosc 5 modele variabile într-un spațiu unic cu 10 dimensiuni (9 spațiale și una temporală). Ele sunt manifestări ale teoriei M.



▲ Unele corzi se închid în bucle, altele rămân deschise.



▲ Loop Quantum Gravity este o încercare de a dezvolta o teoria cuantică a gravitației bazată pe formularea geometrică a lui Einstein.

Așteptăm de la gravitația cuantică împlinirea unui vechi vis al științei: un cadru teoretic care să ofere explicații și predicții oricărui fenomen.

După cum ați învățat în clasa a 11-a, la Științe, în teoria generalizată a relativității se afirmă că spațiu-timpul sfârșește la Big-Bang, iar fizica pur și simplu nu găsește (deocamdată!) explicația a ceea ce s-a întâmplat la momentul zero! Potrivit cercetărilor Ashtekar, Pawłowski și Singh, unul dintre „efectele” gravitației cuantice ar modifica fundamental situația, atribuind gravitației efecte repulsive în „vecinătatea” Big-Bang-ului. Astfel, fizica cuantică ar putea efectua predicții fără a-și mai pierde valabilitatea. Istoria Universului prezintă o ramură „pre Big-Bang” unită cu altă ramură „post-Big-bang” prin intermediul unei „punți cuantice”. Fizicienii autori ai acestei idei revoluționare au plecat de la modelul cosmologic standard al Universului și de la gravitația cuantică bazată pe bucle.

Care este de fapt problema? Plecând pe calea mecanicii cuantice spre dimensiuni din ce în ce mai mici, fizica particulelor elementare a reușit unificarea a trei dintre cele patru forțe fundamentale din Natură, excepție făcând gravitația. Drumul s-a împotmolit la pragul scării Planck. Din încercarea de cuantificare a gravitației s-au născut *teoria corzilor* (teoria superstringurilor), *teoria cuantică a buclelor* și *teoria branelor*.

• *Teoria corzilor (string theory)* a plecat de la teoria cuantică a particulelor elementare pentru a se întâlni cu teoria einsteiniană a relativității care tratează gravitația necuantic. Dar, joncțiunea lor nu este complet implinită, deoarece corzile sunt tratate ca și entități în spațiu-timpul care nu este continuu la nivelul scării Planck. În teoria corzilor, materia „dispare”, la un ultim nivel nu mai există particule, ci numai vibrații ale spațiului, asemănătoare corzilor de vioară. Combinațiile acestor vibrații în spații n -dimensionale dau naștere (la scară foarte mică!) particulelor pe care le cunoaștem. Cu cât este mai mică lungimea de undă a unei corzi cu atât este mai mare masa particulei. Teoria este dependentă de spațiu-timp.

• *Teoria cuantică a buclelor (loop quantum gravity)* este a doua teoria importantă a gravitației cuantice. Ea pornește de la teoria generalizată a relativității în care tinde să înglobeze cuanticul. Teoria este independentă de spațiu-timp. La scara Planck, spațiul este întocmit de o rețea de bucle discrete. Ea a fost inițiată în anul 1985. Unul dintre inventatorii săi este Lee Smolin.

Potrivit opiniilor cercetătorilor Lee Smolin și Brian Green (inventator al teoriei stringurilor) cele două teorii ar trebui unificate. Spațiu-timpul cuantificat în teoria buclelor ar trebui să fie suportul pe care se propagă particulele de spațiu (cuante de spațiu) cărora le-ar trebui atribuit caracter de bucle.

În prezent, comunitatea științifică înclină spre a admite existența mai multor Universuri. Totalitatea lor se numește Multivers. În Multivers ar putea exista universuri paralele care ar asculta de aceleași legi fundamentale, ar avea același tip de particule, dar fiecare s-ar găsi în spațiul și în timpul

său. La fel de bine, universurile constituente ar putea fi complet diferite, fiecare cu propriile legi, cu spațiul și cu timpul său.

Existența acestui ansamblu de universuri este postulată (din 1995) de către astrofizicianul Martin Rees. În ceea ce privește gravitația, este posibil ca unele universuri să aibă gravitație puternică, sau să nu aibă deloc. Este posibil să mai existe vreun univers care să susțină complexitatea.

Oare este posibilă existența vieții într-un alt astfel de Univers?

Rămâne (încă!) o problemă esențială care își caută răspunsul!

Odată cu aceste probleme apare și cea a dimensiunilor spațiului. Bunul nostru simț ne face să afirmăm că trăim într-un spațiu cu trei dimensiuni. Îi adăugăm a patra dimensiune, timpul, și îl numim spațiu-timp.

Oare greșim? Este posibil ca doar atât să fie accesibil simțurilor noastre?

Noi ne putem deplasa doar în trei dimensiuni spațiale, dar ele ar putea fi mai multe în *n*-spațiu. Realitatea fizică cere prin teoriile actuale introducerea unor dimensiuni suplimentare pentru a explica fenomenele ce se petrec în Univers.

În 1919, matematicianul german T. Kaluza anunța că într-un spațiu cu cinci dimensiuni, ecuațiile electromagnetismului, ale lui Maxwell, rezultă direct din ecuațiile lui Einstein, ale teoriei generalizate a relativității. Inițial, ipoteza a fost considerată o speculație matematică, pur teoretică. În 1926, fizicianul olandez O. Klein avansează ideea potrivit căreia noi nu putem percepe dimensiunile suplimentare din cauză că ele sunt răsucite în ele însele astfel încât au dimensiuni inaccesibile bunului nostru simț.

Câte dimensiuni are spațiul? Câte sunt perceptibile?

În 1930 Schrödinger și Dirac puneau bazele mecanicii cuantice, teoria microuniversului, în care particulele interacționează între ele prin schimb de pachete de energie, intitulate cuante.

Principiul de nedeterminare al lui Heisenberg arată că putem determina cu precizie ori viteza, ori poziția unei particule, dar nu putem avea precizie în determinarea simultană a amândurora. Acest principiu conferă mecanicii cuantice caracter probabilist.

„Atunci când o gânganie oarbă se târăște pe suprafața unei ramuri curbate ea nu observă că drumul pe care l-a parcurs este într-adevăr curb. Eu am avut norocul să observ ce n-a observat gângania”.

(Albert Einstein)

Cercetătoarea L. Randall crede că spațiu-timpul poate fi extrem de de format, astfel încât o dimensiune suplimentară, chiar extinsă, nerăsucită, să nu poată fi detectată. Deformarea spațiu-timpului face ca gravitația să nu fie la fel de eficientă. În lumea noastră gravitația ar putea fi responsabilă de faptul că nu putem detecta dimensiunile suplimentare. „Elementul cheie în cercetarea noastră asupra dimensiunilor suplimentare îl constituie un obiect numit brană (brane), un ingredient de bază în teoria stringurilor. Branele sunt obiecte echivalente membranelor în spațiul cu mai multe dimensiuni, care obligă particulele și forțele să rămână în ele – cu excepția gravitației, care este foarte diferită de celelalte forțe.”

Rețineți! Termenul brană vine de la (m-brane, unde **formulă** este numărul de dimensiuni ale spațiului. De la analogia cu me-m-brana vine denumirea de brană). Teoria lor se numește teoria M.

Aceste particule și forțe pot călători de-a lungul dimensiunilor branei,



▲ O fi singurul Univers?

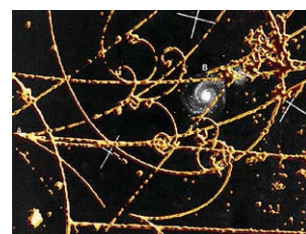


▲ Răsucirea dimensiunilor suplimentare.

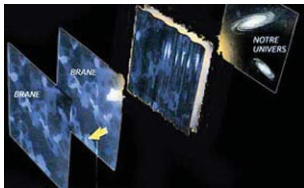
Amintiți-vă!



▲ Practic, gângania care merge pe firul lung și subțire nu poate percepe grosimea firului, ea reprezentând în acest caz o dimensiune suplimentară răsucită în ea însăși.



▲ Gravitația cuantică își propune unificarea principiilor mecanicii cuantice cu teoria relativistă a gravitației. Rezultatul său: o teorie în care să se găsească explicații pentru toate fenomenele din micro- și din macrounivers.



▲ Potrivit lui Horava și Witten, Universul nostru ar fi rezultatul coliziunii a două brane în momentul Big-Bang.



▲ „Crearea cuantică a branelor e oarecum asemănătoare formării bulelor de abur în apa care fierbe.

Principiul de incertitudine ar permite lumilor-brane să apară din nimic, ca bulele, brane reprezentând suprafața bulei, iar spațiul cu dimensiunile suplimentare interiorul bulei. Bulele foarte mici ar tinde să colapseze, dispărând, doar o bulă care crește prin fluctuații cuantice, dincolo de o dimensiune critică, ar continua foarte probabil să crească. Ființele care locuiesc pe brane – suprafața bulei – ar crede că universul e în expansiune. Ar fi ca și cum am picta galaxiile pe suprafața unui balon pe care apoi l-am umfla. Galaxiile s-ar îndepărta una de alta, dar nici una dintre ele n-ar putea fi considerată centrul expansiunii.

Să sperăm că nu există cineva, cu un ac cosmic, care să dezumfle balonul”.

(Stephen Hawking – „Universul într-o coajă de nucă”)

dar nu se pot deplasa în lungul unei direcții perpendiculare pe ele. Încercați să vă imaginați o brană bidimensională (doi-brană), o coală de hârtie pe care forțele și particulele nu pot acționa decât pe suprafața ei și nu pe o direcție perpendiculară pe ea.

Noțiunea de brană ne duce imediat la ideea de lumi ale branelor (braneworlds), în care Universul nostru există numai pe suprafața uneia dintre brane (o 3-brană). În acest scenariu gravitația se poate împrăștia în toate dimensiunile posibile, dar restul componentelor Universului nostru – atomi, stele, electromagnetism – sunt silite să rămână pe brană”. (Lisa Randall)

Privit din această perspectivă, Universul nostru, lumea noastră tridimensională este una dintre multele posibile, o lume scufundată în alta cu mai multe dimensiuni spațiale.

Se pare că dintre combinațiile posibile au rezistat timpului branele cu trei și cu șapte dimensiuni extinse, ceea ce conferă misterul numerelor 3 și 7. Dimensiunile suplimentare pot fi „abordate” doar de către gravitație, care în Universul nostru este o forță extrem de slabă. Într-o lume cu mai multe dimensiuni, ea ar scădea mult mai rapid, proporțional cu distanța la puterea numărului de dimensiuni.

Activitate de evaluare

Cum vă imaginați o astfel de lume cu 7 dimensiuni, în lumina teoriei branelor? Scrieți un eseu pe această temă. Intitulați eseu: „Cum văd eu lumea cu șapte dimensiuni”.

Rețineți! Teoria M este deocamdată doar în stadiul unei colecții de modele matematice.

O confirmare experimentală a acestei teorii se așteaptă în următorii ani. Se urmărește punerea în evidență a particulelor Kaluza-Klein, particule capabile să se deplaseze în dimensiunile suplimentare, de o mie de ori mai mici decât protonul și înzestrate cu masă în universul tridimensional. Dacă acceleratorul de particule de la CERN, a cărui punere în funcțiune este o chestiune de ordinul săptămânilor (aprilie 2007), va evidenția existența acestor particule, teoria branelor se va dovedi un succes.

Suntem în pragul unei revoluții științifice?

Stephen Hawking este de părere că: „Mai există încă o mulțime de lucruri despre Univers pe care nu le știm sau pe care nu le înțelegem. Dar progresele remarcabile realizate mai ales în ultima sută de ani trebuie să ne însuflească încrederea că o înțelegere completă nu poate fi mai presus de puterile noastre. Nu putem fi condamnați să orbecăm pentru totdeauna în întuneric. Vom răzbate și vom formula o teorie completă a Universului. În acest caz vom fi cu adevărat Stăpânii lui”.



Experiment virtual

Cunoscătorii de limba franceză vor găsi la adresa:

<http://cosmobranche.free.fr/UniversDimensions>

un film documentar științific care prezintă evoluția teoriilor cosmologice către teoria superunificării.

Parlamentul României a adoptat

Legea nr. 17 din 22 februarie 2001 privind ratificarea Convenției Europene pentru protecția drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicațiile biologiei și medicinei, Convenției privind drepturile omului și biomedicina, semnat la Oviedo la 4 aprilie 1997 și a Protocolului adițional la Convenția europeană pentru protecția drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicațiile biologiei și medicinei, referitor la interzicerea clonării ființelor umane, semnat la Paris la 12 ianuarie 1998.

Capitolul IV. Genomul uman

Articolul 11. Nediscriminarea

Orice formă de discriminare împotriva unei persoane pe motivul patrimoniului său genetic este interzisă.

Articolul 12. Testele genetice predictive

Nu se va putea proceda la teste predictive ale bolilor genetice sau care servesc fie spre a identifica subiectul drept purtător al unei gene purtătoare de boală, fie spre a depista o predispoziție sau o susceptibilitate genetică la o boală, decât în scopuri medicale sau pentru cercetarea științifică legată de scopurile medicale și sub rezerva unui sfat genetic adecvat.

Articolul 13. Intervenția asupra genomului uman

O intervenție destinată să modifice genomul uman nu se poate face decât din motive preventive, diagnostice sau terapeutice și numai dacă nu are drept scop introducerea unei modificări în genomul descendenților.

Articolul 14. Nealegerea sexului

Utilizarea tehnicilor de procreație asistată medical nu este admisă pentru alegerea sexului viitorului copil decât în scopul evitării unei boli ereditare grave legate de sex.

Capitolul V. Cercetarea științifică

Articolul 15. Regula generală

Cercetarea științifică în domeniul biologiei și medicinei se exercită liber, sub rezerva dispozițiilor prezentei convenții și a altor dispoziții juridice care asigură protecția ființei umane.

Articolul 16. Protecția persoanelor pe care se fac cercetări

Nu se poate întreprinde nici o cercetare pe o persoană decât dacă sunt întrunite cumulativ următoarele condiții:

(i) nu există nici o metodă alternativă la cercetarea pe ființe umane, de eficacitate comparabilă;

(ii) riscurile la care se poate expune persoana nu sunt disproporționate în comparație cu beneficiile potențiale ale cercetării;

(iii) proiectul de cercetare a fost aprobat de instanța competentă după ce a făcut obiectul unei examinări independente asupra pertinentei sale științifice, inclusiv al unei evaluări a importanței obiectivului cercetării, precum și al unei examinări pluridisciplinare a acceptabilității sale pe plan etic;

(iv) persoana pe care se fac cercetări este informată asupra drepturilor sale și asupra garanțiilor prevăzute prin lege pentru protecția sa;

(v) consimțământul prevăzut la art. 5 a fost dat în mod expres, specific și a fost consemnat în scris. Acest consimțământ poate fi retras în orice moment, în mod liber.

Articolul 17. Protecția persoanelor care nu au capacitatea de a consimți la o cercetare

1. O cercetare nu se poate face pe o persoană care nu are, conform art. 5 capacitatea de a consimți, decât dacă sunt întrunite cumulativ condițiile următoare:

(i) sunt îndeplinite condițiile prevăzute la art. 16 subparagrafele (i) și (iv);

(ii) rezultatele cercetării au potențialul de a produce beneficii reale și directe pentru sănătatea sa;

(iii) cercetarea nu se poate efectua cu o eficacitate comparabilă pe subiecți capabili să își dea consimțământul;

(iv) autorizarea necesară prevăzută la art. 6 a fost dată specific și în scris;

(v) persoana în cauză nu are obiecții.

2. În mod excepțional și sub condițiile de protecție prevăzute de lege, atunci când cercetarea nu are potențialul de a produce rezultate benefice direct pentru sănătatea persoanei în cauză, o astfel de cercetare poate fi autorizată numai dacă sunt întrunite condițiile enunțate la paragraful 1 (i), (iii) și (v), precum și următoarele condiții suplimentare:

(i) cercetarea are scopul de a contribui, printr-o îmbunătățire semnificativă a înțelegerii științifice a stării, bolii sau tulburării persoanei, la obținerea în final a unor rezultate care să dea posibilitatea unui beneficiu pentru persoana în cauză sau pentru alte persoane din aceeași categorie de vârstă, sau care suferă de aceeași boală ori tulburare, sau care se află în aceeași stare;

(ii) cercetarea prezintă doar un risc minim și o povară minimă pentru persoana în cauză.

Articolul 18. Cercetarea pe embrioni în vitro

1. Atunci când cercetarea pe embrioni *in vitro* este permisă de lege, aceasta va asigura o protecție adecvată embrionului.

2. Este interzisă crearea de embrioni umani în scopuri de cercetare.

Capitolul VI. Prelevarea de organe și țesuturi de la donatorii vii în scopul transplantării

Articolul 19. Regula generală

1. Prelevarea de organe sau țesuturi de la o persoană în viață în scopul transplantării se poate face numai în interesul terapeutic al primitorului și numai atunci când nu există țesuturi sau organe adecvate disponibile de la o persoană decedată și nici altă metodă terapeutică alternativă de o eficacitate comparabilă.

2. Consimțământul necesar, astfel cum este prevăzut de art. 5, trebuie să se fi dat expres și specific, fie în scris, fie în fața unei instanțe oficiale.

Articolul 20. Protecția persoanelor care nu au capacitatea de a-și da consimțământul la prelevarea organului

1. Nu se poate face nici o prelevare de organ sau de țesut de la o persoană care nu are capacitatea de a-și da consimțământul conform art. 5.

2. În mod excepțional și în condițiile prevăzute de lege, prelevarea de țesuturi regenerabile de la o persoană care nu are capacitatea de a-și da consimțământul poate fi autorizată, dacă sunt reunite următoarele condiții:

(i) nu există donator disponibil care să aibă capacitatea de a-și da consimțământul;

(ii) primitorul este fratele sau sora donatorului;

(iii) donarea trebuie să fie de natură să salveze viața primitorului;

(iv) autorizarea prevăzută la paragrafele 2 și 3 ale art. 6 s-a dat specific și în scris, conform legii și cu aprobarea instanței competente;

(v) donatorul potențial în cauză nu obiectează.

Capitolul VII. Interzicerea câștigului financiar și utilizarea unei părți a corpului uman

Art. 21. Interzicerea câștigului financiar

Corpul uman și părțile sale nu trebuie să fie în sine sursă de câștig financiar.

Cuprins

Capitolul 1. Moleculă

Materia vie	4
Moleculă vieții	5
Compoziția chimică a materiei vii	5
Apa	7
Compuși organici cu importanță biologică	8
Glucide	8
Lipide	12
Proteine	14
Acizi nucleici	17
Ceasul molecular al vieții	22
Teoria celulară	22
Similitudine și diversitate	23
Evoluție, îmbătrânire, moarte	25
Evoluția de la moleculă la organisme multicelulare	25
Evoluția de la celula-ou la organismul matur biologic	26
Îmbătrânire și moarte celulară	27
Materialul genetic	29
Manipularea materialului genetic	29
Ingenieria genetică. Rezultate	31
Biotehnologii, clonare, ameliorare	32
Proiectul genomului uman	36
*Perspectivă creștină asupra ceasului molecular al vieții	38
Viața și moartea în perspectivă creștină	38
Eutanasia	41
Manipularea și ingineria genetică	42
Ingenieria genetică alternativă și amplificatoare la om	43
Clonarea umană	43
Organismele modificate genetic	44
Bioetica și tehnologiile de fecundare umană	45
Identitatea copilului conceput	46

Capitolul 2. Sisteme

Sisteme deschise biologice	48
Comunicarea celulară	48
Membrană celulară. Receptori membranari	49
Hormoni	49
Sisteme informaționale. Cod genetic	50
Reglajul genetic al sintezei proteice	51
*Transmitere ereditară și maladii ereditare	52
Starea de sănătate și starea de boală	53
Imunitate. Germeni. Anticorpi	53
Vaccinuri	54
Prionii	54
Antibiotice	55
Drogurile	55
Transplanturi. Grefe. Înlocuiri de organe	56
Chimia sistemelor deschise biologice	57
Procese metabolice	58
Conservarea energiei în lumea vie	59
Conversia energiei în reacțiile biochimice	60

Fotosinteza – formă de înmagazinare a energiei solare	60
Compuși fosfat-macroergici – agenți de conversie a energiei	61
Consumul energetic prin activitate musculară	61
Randamentul proceselor bioenergetice	62
Analize clinice de fluide biologice	63
Sângele	63
Limfa și lichidul interstițial	70
Urina	71
Sucurile digestive	72
Lichidul cefalorahidian (LCR)	74
Lichidul amniotic	74
Entropia sistemelor reale	75
Entropia	75
Entropia și percepția timpului ca măsură a ireversibilității	78
Informația și procesele ireversibile	79
Transmiterea informației	80
Entropia informațională	81
Modele reale de transmisie și de prelucrare a informației	82
Generarea și conducerea impulsurilor nervoase	83
Transmiterea sinaptică	84
Actul reflex – procesul fiziologic de răspuns la acțiunea unui stimul	85
Scurtă călătorie a informației prin computer	88
Modele reale de prelucrare și de stocare a informației	89
Modele electronice de stocare a informației	90
Virus informatic – disfuncție informatică a sistemului	92
Virusuri – disfuncții în organismele vii	92

Capitolul 3. Teorii ale unificării

Procese corticale	94
Psihicul uman și structura sa	94
Conștiința	95
Somnul și visele	97
Fazele somnului	97
Memoria constructivă	100
Cum operează memoria?	100
Gândirea și creativitatea	101
Inteligența și inteligența emoțională?	104
Inteligența emoțională	105
Comportamentul	106
Cultura și relativismul cultural	107
Câmpuri fizice – forțe elementare	109
Câmpul electromagnetic	109
Câmpul forțelor nucleare	110
Particulele elementare	111
Interacțiunile particulelor elementare	111
Unificarea interacțiunilor din natură	113
*Teoriile cosmologice și gravitația cuantică	115
Suntem în pragul unei revoluții științifice?	117



ȘTIINȚE **Manual pentru clasa a 12-a**

**filierea teoretică / profil umanist /
specializarea: filologie;**
filierea vocațională / profil teologic;
**filierea vocațională / profil pedagogic /
specializările: bibliotecar-documentarist,
instructor-animator, pedagog școlar**



ȘTIINȚE
clasa a 11-a
MIHAELA GARABET
SANDA FĂTU
JEANINA CÎRSTOIU