

CZU:378.147

SEMNIFICAȚIA TEORETICĂ ȘI PRACTICĂ PRIVIND STUDIAREA BIONICII ÎN SISTEMUL UNIVERSITAR

Eugenia CHIRIAC, dr., conf. univ.

Catedra Biologie Vegetală, Universitatea de Stat din Tiraspol

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.

Catedra ITI, Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În articolul respectiv sunt abordate subiecte care țin de importanța studierii Bionicii în sistemul universitar. Sunt scoase în evidență avantajele includerii acestei discipline în curriculum-urile universitare. Sunt examinate, din punct de vedere didactic, metodele de cercetare utilizate în cadrul acestei științe. Este argumentată necesitatea cooperării specialiștilor din diverse ramuri ale științelor, inclusiv, în procesul de pregătire a cadrelor didactice pentru sistemul educațional din țară.

Cuvinte cheie: Bionica, interdisciplinaritate, cunoștințe biologice, aplicații tehnice, evoluție.

THEORETICAL AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THE STUDY BIONICS IN THE UNIVERSITY SYSTEM

Abstract. In this article are approached topics related to the importance of studying Bionics in the university system. The advantages of including this discipline in university curricula are highlighted. Research methods used in this science are examined from a teaching point of view. It is argued the necessity of cooperation of specialists from different branches of science, including in the training of teachers for the educational system in the country.

Keywords: Bionics, interdisciplinarity, biological knowledge, technical applications, evolution.

1. Bionica – știința interdisciplinară care atrage tot mai mult interes

Interdisciplinaritatea reprezintă o formă a cooperării între diverse ramuri ale științelor privind rezolvarea unor probleme complexe care presupune unificarea eforturilor experților din domeniile respective referitor la identificarea unor soluții comune, general agreeate.

Bionica este recunoscută ca știință interdisciplinară care atrage, stimulează și unește eforturile celor mai talentați specialiști din diverse științe, precum: biologia, matematica, informatica, fizica, cibernetica, mecanica, robotica, electrotehnica, electronica, arhitectura, medicina, etc., care în colaborare, descoperă și pătrund în secretele organismelor vii pentru a putea găsi soluții tehnice noi, moderne la provocările cu care se confruntă omenirea. Bionica reprezintă o știință relativ nouă și este studiată ca o disciplină de sinteză prin prisma interdisciplinarității biologie-fizică, biologie-tehnică, biologie-arhitectură, biologie-matematică, etc.,

Bionica ca știință fundamentală, întrunește rezultatele cercetărilor din diverse domenii, care implementate prin prisma interdisciplinară contribuie semnificativ la identificarea soluțiilor tehnice a problemelor stringente din societate. Avantajele soluțiilor preluate din natură, de la organismele vii, reprezintă ”perfecționarea” grație evoluției organismelor respective într-o perioadă îndelungată de timp. ”Mecanismele de

construcție și funcționare” ale organismelor vii au fost aduse la perfecțiune milioane de ani și, în consecință, au un grad de optimizare structurală și funcțională la un nivel foarte avansat. Astfel, bionica identifică soluții naturale în cazul studierii tuturor categoriilor importante de veșuitoare: mamifere, păsări, pești, moluște, insecte, plante, etc., care ulterior implementate conduc la aplicații tehnice neașteptate, de multe ori surprinzătoare [3,4,5].

Ca disciplină atât preuniversitară, cât și universitară Bionica devine tot mai prezentă în programele respective din țările europene cât și din America. În Republica Moldova, Bionica ca știință interdisciplinară, este puțin promovată și, cu regret, nu se studiază (în mare parte nici nu se cunoaște noțiunea de „bionica”) atât la nivel liceal cât și universitar. În premieră, în anul 2019, prin decizia Consiliului facultății de Biologie și Chimie din cadrul Universității de Stat Tiraspol, Bionica este predată pentru studenții din ciclul II de studii superioare de master [1,2-5].

2. Singularitatea biotehnologiei moderne

Mai jos vom examina unele aspecte care țin de conceptul singularității tehnologiilor moderne care are conexiuni directe cu dezvoltarea și realizării Bionicii.

Singularitatea tehnologică este un concept care examinează impactul pe care îl poate avea progresul tehnico-științific foarte accelerat pentru specia umană. Termenul de singularitate a fost împrumutat din fizica. În matematică, de exemplu, singularitatea este punctul în care o ecuație ori suprafață degenerază sau dispare. Celebrul matematician *John von Neumann* vorbea într-un interviu, în anul 1958, despre faptul că progresul tehnico-științific accelerat lasă să se întrevadă un fel de singularitate, dincolo de care viața și lumea așa cum le știm noi nu mai pot exista.

În anul 1965, matematicianul britanic *I. J. Good*, care a colaborat eficient cu renumitul matematician *A. Turing*, în perioada celui II război mondial privind decriptarea mesajelor mașinilor Enigma, lansează ideea de explozie inteligentă (a unei mașini) care este inclusă acum în conceptul singularității tehnologice. Conceptul a fost în mod formal lansat în 1993 de către matematicianul *Vernor Vinge* și dezvoltat ulterior de cunoscutul informatician *Ray Kurzweil* (Legea întoarcerilor accelerate) și *Eliezer Yudkowsky*, cercetător american în domeniul inteligenței artificiale. Este și un important obiectiv tehnologic urmărit și de mișcarea transumanistă. Transumanismul este o mișcare intelectuală și culturală internațională care sprijină folosirea noilor științe și tehnologii pentru a îmbunătăți abilitățile și aptitudinile mentale și fizice ale oamenilor și a ameliora ceea ce ea vede ca aspecte nedorite și nenesesare ale condiției umane. În acest context se pune un accent special în studierea posibilităților și consecințelor dezvoltării și folosirii în aceste scopuri ale tehnicilor de îmbunătățire umană și ale altor tehnologii în curs de apariție.

Tehnologiile, conform opiniilor experților în domenii, s-au dezvoltat preponderent în ultimii 200 de ani. Tehnologiile generate de om, evident, nu au o istorie care s-ar putea

compara cu “invențiile” naturii, care au evoluat și s-au perfectat în decursul a milioane de ani. În timpul celor două războaie mondiale, datorită necesității unor arme și tehnologii mai avansate, s-a inventat radarul, radioul, ce mai apoi a pavat drumul către telefonul de astăzi, fax-ul, precum și diverse dispozitive de stocare bazate pe banda magnetică.

Însă, de exemplu, inventarea calculatorului a revoluționat întreaga lume, într-un ritm fără precedent, astfel, încât omenirea nu mai poate să progreseze fără aplicațiile calculatorului. Una dintre cele mai importante invenții din ultimul secol a fost *World Wide Web*-ul, în anul 1990. Își poate cineva imagina, astăzi, că lumea ar putea să se dezvolte fără internet. Calea înapoi nu mai există. Iarăși un fel de singularitate, dincolo de care lumea nu mai pot exista așa cum era până în anul 1990. În secolul 20 s-a dezvoltat tehnologia comunicației, tehnologia transportului și a fost îmbunătățită implementarea acestor avantaje tehnologice în educație. Educația a ajuns și ea la un nivel foarte avansat, fără precedent. Fără implementarea noilor tehnologii informaționale în procesul de predare-învățare-evaluare nu pot fi realizate obiectivele educației moderne.

Recent, au apărut noi domenii științifice de cercetare precum biotehnologia. Cercetările continuă în domenii precum calculatoarele cuantice, nanotehnologia, bioingineria, fuziunea nucleară și superconductivitatea. Înțelegerea fizicii particulelor ar putea fi realizată cu ajutorul acceleratorului de particule *Large Hadron Collider* – cel mai mare experiment științific din lume la ora actuală [9].

Un indicator excelent privind dezvoltarea capacității de calcul al calculatoarelor reprezintă Legea lui *Moore*. Astfel, Legea lui *Moore* descrie o tendință pe termen lung în istoria calculatoarelor: numărul de tranzistori care pot fi plasați pe un circuit integrat se dublează aproximativ la fiecare doi ani. Această tendință a continuat de mai bine de o jumătate de secol. Unii experți în anul 2005 se așteptau ca această tendință să continue cel puțin până în 2015 sau 2020. Cu toate acestea, în 2010 s-a estimat o încetinire a creșterii la sfârșitul anului 2013, după care se estimează că numărul de tranzistori se va dubla la fiecare 3 ani. Chiar și acest ritm de dezvoltare este unul spectaculos în domeniul respectiv. Oricum, conform legii lui *Moore* în aproximativ 20-30 de ani calculatoarele vor depăși puterea de calcul a creierului uman, care este de ordinul a 10^{14} operații pe secundă. Creierul uman dispune de 100 de miliarde de neuroni cu câte 1000 de conexiuni pe neuron și cu 200 de operații pe secundă pentru fiecare conexiune. *Ray Kurzweil*, în lucrarea sa “*Law of Accelerating Returns*”, ajunge la concluzia ca de la apariția Universului, și mai ales de la apariția vieții pe Terra, evoluția a avut loc exponențial, sau chiar dublu exponențial, și nu liniar. Extrapolând legea lui *Moore*, *Kurzweil* presupune că în cei 100 de ani ai secolului al XXI-lea vom asista la o evoluție comparabilă cu 20.000 de ani precedenți, dacă se menține curba exponențială [3-6].

Aceasta deoarece odată ce computerele vor depăși performanța creierului uman, ele vor fi capabile să se autoperfecționeze, chiar să se autoreproducă, menținând ritmul de creștere exponențial al vitezei de calcul. Rezultatul va fi ca progresul tehnico-științific va

cunoaște o accelerare din ce în ce mai înaltă. Acele computere vor fi în stare până la urmă să descifreze aproape toate secretele Universului. Un astfel de salt tehnologic duce la evenimente aproape imposibil de imaginat pentru specia umană. Însă nici oamenii care au trăit acum câteva sute de ani nu credeau ca pot vedea sau auzi o persoană aflată în cealaltă parte a globului și multe alte facilități de care noi dispunem azi. Contopirea dintre inteligența biologică și cea non-biologică va duce la oameni cu capacități intelectuale și fizice de ne imaginat, la nivele înalte de superinteligență care se vor putea răspândi în întreg Universul. Din acest motiv este folosit termenul de “singularitate”: specia umana nu are cum să înțeleagă ce va urma, la fel cum nici o bacterie nu poate înțelege ce este un om, ori ce va urma în viața ei. Atât de mare va fi progresul tehnico-științific.

În contextul celor menționate mai sus, Bionica este un camp de cercetare și aplicație interdisciplinar care se ocupă de studierea soluțiilor tehnice “găsite” de natura prin evoluție și aplicarea acestora în tehnica și tehnologia umană inovativă. Bionica s-a născut din descoperirea ca “invențiile” – deseori uimitoare ale naturii – sunt optimizate la un nivel mult mai superior soluțiilor realizate de oameni pentru scopurile respective [1-4].

3. Bionica furnizează soluții tehnice inspirate din natură

Progresele cercetărilor biologice și cele tehnice, până în a doua jumătate a secolului trecut, se realizau în mare parte paralel, separat, fără prea multe puncte de tangență. Dar „apropierea”, ”împletirea” acestor două mari domenii, în virtutea logicii dezvoltării științelor respective și rezultatelor înregistrate, trebuia să se producă. Astfel, în anul 1948, celebrul matematician *Norbert Wiener*, pornind de la principiul lansat de medicul român *Ștefan Odobleja*, încă în 1938, privind existența consonanței între sistemele de comunicare din tehnică și cele din natură, introduce și definește termenul de ”cibernetică” ca pe o știință a conducerii și trasmisiei de informații în mecanisme, organisme și societate. În scurt timp termenul ”cibernetica” s-a impus în vocabularul cercetătorilor din domeniu. *Norbert Wiener* punctează: ”omenirea devine puternică când știe să tragă foloase de pe urma putinței sale naturale de adaptare și de cunoaștere, condiționate de structura sa fiziologică”.

Din ”cibernetică” s-au desprins mai multe ramuri, printre care și bionica. Termenul ”bionica” (*bionics*) a fost introdus de fizicianul american *Jack E. Steele*, ca o verigă ce face legătura între biologie și tehnică, și omologată în anul 1960, cu prilejul unui simpozion internațional care s-a desfășurat la Dayton, Ohio (SUA). Astfel, ”bionica” este știința care se ocupă cu transferul în tehnică a unor modele animale și vegetale, altfel spus cu cercetarea structurilor și construcției sistemelor fizice prin analogie cu cele naturale. În acest sens, bionica este o știință biologică aplicativă, care se află la frontiera dintre biologie și tehnică și contribuie la progresul tehnicii după modele naturale. Bionica reprezintă știința ce cercetează sistemele biologice pentru a soluționa o serie de probleme tehnice în folosul omului [5-9].

Studiul Bionicii evidențiază, mai degrabă, aplicarea modelelor care reproduc unele mecanisme inedite identificate în natură, decât imitarea structurilor biologice. De exemplu, cibernetica încearcă să modeleze feedback-ul și mecanismele de control care sunt inerente comportamentului inteligent, în timp ce inteligența artificială încearcă să modeleze funcția inteligentă indiferent de modul în care poate fi atins.

Bionica reprezintă știința ce studiază sistemele biologice pentru a obține cunoștințe utile ființei umane. Este un câmp de cercetare și aplicație interdisciplinară care se ocupă cu studiul soluțiilor tehnice „găsite” de natură prin evoluție și aplicarea acestora în tehnică și tehnologie umană inovatoare.

Bionica, în prezent, este axată pe studiul, cercetarea sistematică a ființelor din natură, care prezintă interes. Și acest fapt face o distincție clară între inspirația de moment din natură și permanența în cercetarea naturii cu scopuri aplicative. Disciplinele care țin de studiul Bionicii sunt științele naturale și cele tehnice. Iar în foarte multe situații sunt implicate în cercetările bionicii și arhitectura, design-ul și filosofia. Aceste argumente demonstrează caracterul interdisciplinar profund a Bionicii și conexiunile durabile cu o serie de științe.

Bionica modernă este divizată în trei mari ramuri:

- bionica biologică - studiază procesele ce au loc în sistemele biologice;
- bionica teoretică - care elaborează modele matematice ale acestor procese;
- bionica tehnică (inginerescă) - care folosește modelele create de bionica teoretică în soluționarea problemelor de ordin tehnic.

Temele în cadrul cărora se desfășoară cercetări în Bionică sunt foarte diverse: cercetarea și modelarea neuronilor; studiul sistemelor de navigație, ecolocație; studiul analizoarelor biologice; metodele de cercetare de codificare și transmitere a informațiilor la animale; studiul proprietăților aerodinamice ale păsărilor, caracteristicile hidrodinamice ale peștilor, delfinilor, balenelor; dezvoltarea conceptului de comunitate „smart”; dezvoltarea metodelor biologice de minerit și etc.

Mai jos vom examina cele mai generale metode care se aplică în procesul de cercetare. Astfel, în Bionică în procesul de cercetare se aplică două tipuri de abordări: ***top-down (de sus în jos) și bottom-up (de jos în sus)*** [11]. Evident, că nu poate exista o frontieră strictă între aceste abordări.

În bionica de analogie, bionica ca proces *top-down*, se caută soluții în natură pentru problemele tehnice, iar pașii urmați sunt:

- *Formularea problemei;*
- *Identificarea analogiilor în natură;*
- *Analiza exemplelor găsite;*
- *Propunerea de soluții tehnice în baza modelelor naturale găsite.*

Mai jos vom puncta câteva exemple:

- Sămânța păpădiei a fost luată ca model de constructorii parașutelor.
- Observarea, studierea zborului păsărilor mari, și principiile care permit acestora să planeze, au fost utilizate de *Otto Lilienthal* și frații *Wright* la construcția prototipurilor aparatelor lor de zbor.
- Roboți cu picioare articulate, dotate cu funcții de comandă autonome, au fost construiți pe baza observării structurii artropodelor, în special al păianjenilor. Acești noi roboți, în teren dificil, sunt superiori unor roboți cu comandă centralizată.

In bionica abstractivă, bionica ca proces **bottom-up**, cercetarea biologică ocupă un loc primordial, pasul următor fiind căutarea de posibile aplicații tehnice; conform următorului algoritm:

- *Cercetare biologică de bază: biomecanică și morfologie funcțională a sistemelor biologice;*
- *Identificarea, înțelegerea și descrierea principiului de bază;*
- *Abstracția acestui principiu (separarea de modelul biologic și formularea în limbaj univerversal inteligibil);*
- *Căutarea de posibile aplicații tehnice;*
- *Dezvoltarea de aplicații tehnice în colaborare cu ingineri, tehnicieni, designeri, etc.*

Unele exemple în acest sens:

- În arhitectura promovată de *Richard Buckminster-Fuller* cupolele geodetice și cupolele de protecție pentru radar sunt structuri preluate din natură (*Radiolaria*).
- Din structura anatomica a frunzei de nufăr au fost inspirate acoperișurile transparente suspendate ale parcului olimpic din Munchen, propuse în anul 1972 de cunoscutul arhitect, *Frei Otto*.
- Suprafețe care nu pot fi udate sau/și cu proprietăți autocurățătoare: cercetarea efectului frunzei de lotus
- Optimizarea structurii de componente prin *Computer Aided Optimization (CAO)* și *Soft Kill Option (SKO)*: forme de creștere de plante / copaci, structură internă a oaselor.
- Foliile *riblet*: pielea rechinilor este acoperită de solzi mici canelați paralel cu direcția de mișcare, care reduc substanțial forțele de frecare cu apa. Acest efect de reducere a rezistenței apare în toate mediile turbulente, deci și în aer. O aplicație din această descoperire sunt foliile *riblet* care se pot aplica suprafețelor exterioare ale navelor și aeronavelor, reducând consumul de energie.
- Inteligența de roi și algoritmul de furnici aplică moduri de comportament ale unor insecte - și altor animale care trăiesc în comunități sau grupuri mari - în domenii tehnice, de exemplu pentru optimizări.
- Închizătorile de tip velcro (*închizători cu scai*) mimează fructele de scai.

4. Noul combustibil bazat pe mecanismele fotosintezei

Pentru integritatea și perpetuarea biosferei un rol de importanță primordială l-au avut și continuă să aibă plantele, care reprezintă un izvor nesecat de energie, inedit, frumusețe și sănătate. Deocamdata, nimic, pe Terra, nu „lucrează” mai eficient decât plantele. De exemplu, un arbore matur purifică aproximativ 5000 litri aer în fiecare ora, producând oxigenul necesar pentru respirația a 64 oameni. În condiții normale, un individ utilizează aproximativ 442 litri de oxigen în 24 ore, ceea ce presupune vehicularea prin plămâni a 12 000 litri aer. În acest context, dacă tot oxigenul din atmosferă ar fi consumat instantaneu, refacerea lui, numai prin fotosinteză, ar necesita peste 2000 ani. Însă, dacă tot bioxidul de carbon ar dispărea brusc, regenerarea lui prin respirație, ardere, descompuneri de materie organică, etc., ar necesita doar 300 ani. Este o discrepanță mare și alarmantă, care trebuie să ne preocupe pe fiecare dintre noi în raport cu lumea vegetală, care dispune de „instrumente”, extrem de eficiente, numite cloroplaste, deținătoare ale uneia dintre cele mai fantastice brevete ale naturii – fotosinteza (Fig.1).

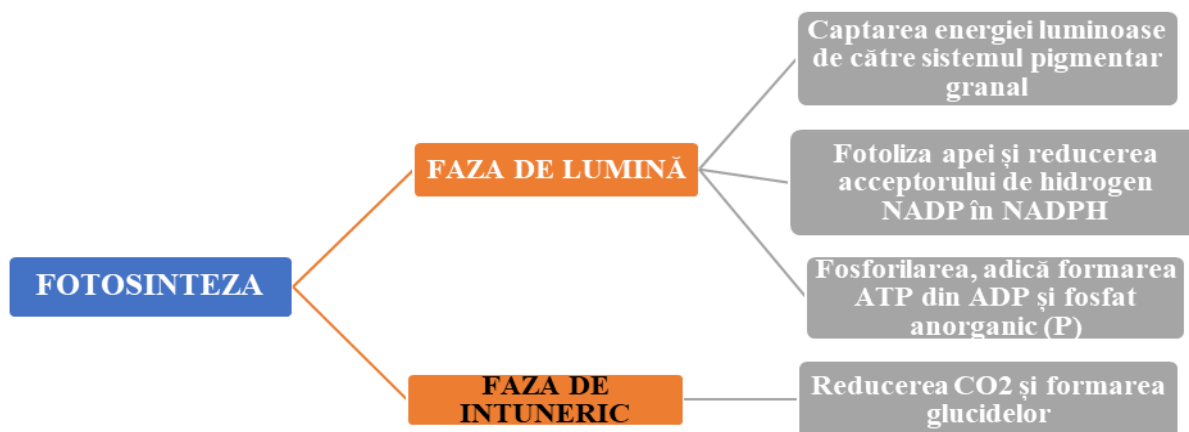


Figura 1. Reprezentarea schematică a fotosintezei

Poate puțini și-au pus întrebarea, ce este lumina, această sursă primară a energiei care hrănește viața? Răspunsul este dat de fizicieni – „*Lumina este un flux de microparticule extrem de mici, numite fotoni sau quantumuri de lumina, din care este constituit întreg Universul*”. Fotonul nu are sarcină electrică și nici masă de repaus, dar reprezintă un concentrat de energie cu o divizare minimă.

Cuantumurile de lumină, străbătând epiderma transparentă a frunzelor, sunt absorbiți de moleculele de clorofilă (substanța care conferă culoarea verde a plantelor). În felul acesta, electronii moleculei de clorofilă trec pe un nivel energetic mai înalt, adică sunt „excitați”. Starea aceasta este neobisnuită pentru electroni, astfel ei tind să revină la o fază energetică mai “stabilă”, cedând surplusul de energie, furnizat de lumină. Iată de ce, separată din celulă și supusă luminii, soluția de clorofilă este fluorescentă. Aceasta înseamnă că energia absorbită luminează la revenirea electronilor în poziția “stabilă”. Prin urmare, fiind introdusă într-o eprubetă, clorofila nu este în stare să rețină energia

luminii pe care a captat-o și se descarcă repede, asemănător unei baterii în care s-a produs un scurt circuit.

Altfel, se petrec lucrurile în interiorul cloroplastului. Aici, în sistemul energetic al clorofilei, în deosebi, în membranele tilacoidale au fost evidențiate existența unei populații heterogene de particule, care reprezintă constituenții lanțului fotosintetic: *fotosistemele I și II, complexul de citocromi b_6-f , ATP-sintetaza și complexul colector mobil*. Anume, acești constituenți au rolul determinant în desfășurarea unor procese importante cum ar fi fotoliza apei.

Fotoliza, adică *descompunerea moleculelor de apă cu ajutorul luminii solare, eliberează hidrogenul*, care pe de o parte participă activ la reacțiile importante ce au loc în faza de lumină a fotosintezei, iar pe de altă parte, fiind stocat, reprezintă un excelent combustibil, nepoluant și cu o înaltă putere energetică, care produs pe scară industrială și apoi depozitat, poate înlocui cu succes cărbunele și petrolul, fiind, o sursă practic inepuizabilă de energie.

Anume aceste mecanisme din natură au provocat pe mulți savanți din diferite domenii la cercetări de mare amploare, dând rezultate excepționale pentru omenire. În anul 1979, profesorul Allen J. Bard (chimia electronică), Universitatea din Texas, în condiții de laborator, pe cale chimică a reconstituit parțial fotosinteza, sintetizând aminoacizi, componenți esențiali ai materiei vii [5].

În 1980, Gabor Somorjai (chimist, Universitatea Berkeley din California), John Bockris, (Universitatea din Texas,) și Jean-Marie Lehn (chimist francez, laureat al premiului Nobel, 1987) au efectuat un model experimental pentru fotosinteza artificială, ceea ce le-a permis să realizeze fotoliza apei, reproducând procesele electrochimice efectuate de clorofila plantelor [11].

Mai jos este redat schematic procesul de aplicare a fotosintezei, prin intermediul modelării în tehnică (Fig.2).

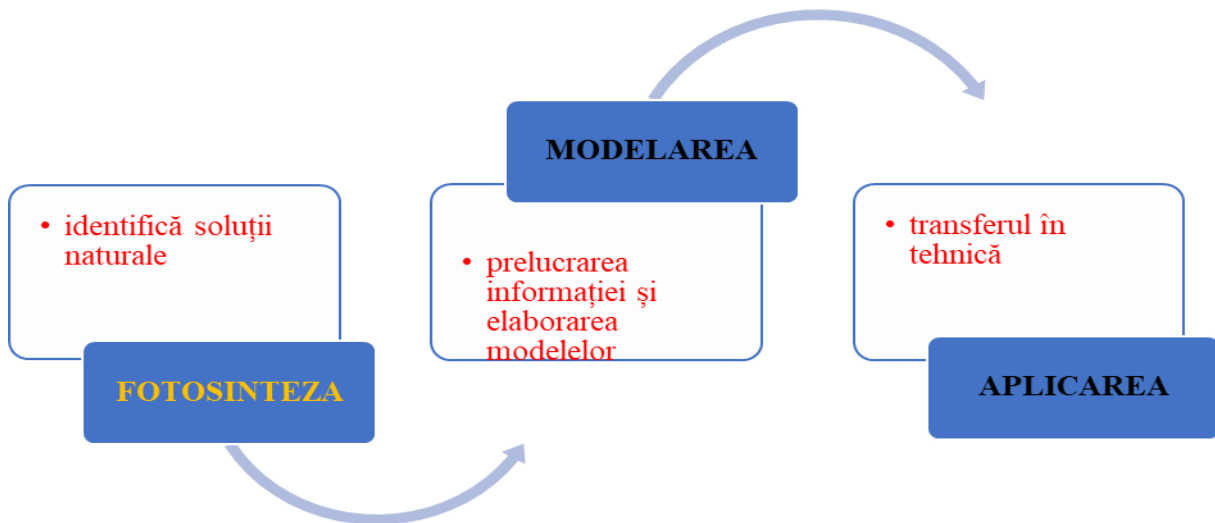


Figura 2. Schema aplicării mecanismelor fotosintezei în practică

În prezent, noua tehnologie, care folosește drept combustibil -hidrogenul (obținut pe cale sintetică, având la baza modelul fotosintezei descris mai sus) în reacție cu oxigenul din aer, este foarte prietenoasă cu mediul, iar emisiile rezultate sunt doar vaporii de apă. Din an în an, cererea de pe piața autovehiculelor este direcționată tot mai evident spre autoturismele care folosesc hidrogenul în loc de combustibil. Hidrogenul este păstrat în rezervoare speciale, din aluminiu, iar oxigenul este colectat din aer. Ulterior, cele două gaze sunt combinate, producând astfel, energia necesară pentru a alimenta un motor și o baterie cu litiu-ion, care stochează energia.

În contextul respectiv, în anul 2018, în Germania, în premieră, au fost puse în circulație, primele trenuri cu hidrogen, construite de producătorul francez *TGV Alstom*, circulând pe o distanță de 62 kilometri între *Cuxhaven* și *Buxtehude*, orașe din nordul Germaniei, o zonă care până nu demult era străbătută doar de trenurile diesel. Cei de la compania *TGV Alstom* au declarat că intenționează să livreze alte 14 trenuri cu emisii zero către regiunea *Saxonia Inferioară* până în 2021, în timp ce alte regiuni germane și-au exprimat, de asemenea, un interes cu privire la aceste trenuri cu hidrogen. Trenurile *Coradia iLint* pot circula pe o distanță de aproximativ 1000 de km cu un singur rezervor de hidrogen, similar cu gama de trenuri diesel. Alte țări interesate de aceste garnituri sunt Marea Britanie, Olanda, Danemarca, Norvegia, Italia și Canada. În Franța, guvernul a declarat deja că vrea ca primul tren de hidrogen să se afle pe șine până în 2022 [10].

5. Perspectivele dezvoltării Bionicii

Evident, proiectele care țin de dezvoltarea Bionicii se pot realiza doar prin alocarea unor resurse financiare importante. Piața Bionicii este în creștere și experții prevăd, într-o perspectivă apropiată, creșterea acesteia la nivelul zecilor și sutelor de milioane euro. În această ordine de idei, cercetările menționate mai sus, sunt focusate pe următoarele direcții:

1. Studiul funcțiilor și caracteristicilor unor sisteme individuale din natură cât și a organelor organismelor vii (de exemplu, sistemul nervos, inima, ficat, etc.) pentru a utiliza cunoștințele dobândite ca bază în scopul elaborării unor noi tehnologii performante care ar contribui la progresul tehnico-științific: robotică, sisteme de calcul, sisteme de transport, inteligență artificială, etc.

2. Cercetarea potențialului bioenergetic al organismelor vii pentru a crea pe baza lor a unor bio-motoare capabile să acționeze similar ca mușchii în scopul economisirii energiei.

3. Studiul proceselor biochimice ale organismelor vii pentru obținerea de noi produse farmaceutice în scopul fortificării sănătății oamenilor.

4. O direcție importantă, de mare perspectivă, în cercetarea Bionicii ține de construcția unei comunități a viitorului - Orașului Bionic (*Bionic City*). În Orașul Bionic capacitatea clădirilor și a infrastructurii ar putea sesiza schimbările de mediu. La identificarea schimbărilor de mediu, clădirile ar răspunde în mod corespunzător. În acest

sens, Orașul Bionic ar racorda arhitectura în simbioză cu cetățenii, infrastructura, biota și abiota. Orașul Bionic ar dispune de clădiri vizibil mai în măsură să evolueze, să se adapteze schimbărilor de mediu și cele sociale. De regulă omenirea construiește să dureze, natura, însă, construiește să evolueze. Acest concept poate fi preluat la construcția unui oraș al viitorului. Flora și fauna prezintă o gamă largă de strategii de elasticitate, iar un lucru pe care toate îl au în comun este că evoluează constant. Nu putem opri un pericol natural atunci când se formează, dar putem percepe pericolele naturale în mod diferit. De exemplu, putem recunoaște potențialul în redistribuirea nutrienților și a materialelor și putem proiecta scheme arhitecturale care sunt ciclice, create pentru a evolua în timp. Astfel, Orașul Bionic ar putea evalua în conformitate cu legile naturii, în favoarea omului [9].

Unele cercetări recente

În 2007, profesorul Graeme Clark spunea că Bionica deschide o nouă eră a medicinei – medicina bionică, o eră în care țesuturi ale organismului pot fi înlocuite cu succes de tehnologia în miniatură. O eră în care viitoarele urechi bionice vor consta în nanoelectrozi care vor face o mai bună legătură între implant și nervi. O eră în care nanomaterialele (de exemplu, nanotuburile de carbon) vor fi folosite pentru creșterea nervilor distruși. O eră în care adolescenți ca Sophia Steinsberg din Marea Britanie vor trăi fericiți cu un os bionic din titan implantat în picior (care poate fi alungit manual din afara corpului, cu ajutorul electromagneților) sau în cine știe ce altă parte a trupului.

Cercetări recente au arătat faptul că, prin intermediul unui câmp de microunde extrem de slab, particulele de dimensiuni nanometrice pot dizolva proteinele anormale care determină boala Alzheimer, precum și cele asociate altor boli degenerative. Prin procedee fizico-chimice, unele particule de dimensiuni nanometrice (o milionime dintr-un metru) pot fi determinate să rețină și să transporte anumiți produși biochimici. În cadrul unui experiment efectuat în Spania, aceste nanoparticule au fost folosite drept „cărăuși“, care au eliminat produși toxici din organism.

Un pas important în medicina bionică este folosirea biomaterialelor. Biomaterialul este un material sintetic folosit pentru a înlocui o parte a unui sistem viu sau pentru a funcționa în strânsă legătură cu un țesut viu. Biomaterialele reprezintă materiale naturale, sintetice sau compozite aflate în contact cu țesuturile vii și cu fluidele lor biologice.

Într-unul din laboratoarele Departamentului de Energie al Statelor Unite, pentru un an întreg, au studiat amestecul miraculos produs de bivalve pentru a se lipi ferm de fundul navelor. Și în curând va exista un nou „supermoment“, care va ajuta la lipirea împreună a plăcilor metalice oxidate de la care sunt asamblate componente importante ale computerului și chiar înlocuiesc suturile chirurgicale pe corpul uman după operație. Cu toate acestea, pentru a obține doar 1 gram de lipici proteic necesită 10 mii de moluște. Prin urmare, oamenii de știință continuă să cerceteze procesul de implantare a unei gene

dorite de moluscă în unele plante, ceea ce va permite recoltarea de proteine pentru a produce lipici impermeabil.

Potențialul dezvoltării bionicii este practic nelimitat. Realizările bionicii sunt foarte importante pentru omenire. Există din ce în ce mai multe probleme ale cercetării, perspectivele pentru găsirea soluțiilor bionice la problemele existente se extind constant. Interesul cultivat la studenți, în procesul de predare-învățare a bionicii, va face posibilă stimularea motivației și aprofundarea cunoștințelor nu numai în domeniul biologiei, ci și în discipline conexe, cum ar fi fizica, chimia, matematica, istoria. Aceasta va contribui la consolidarea și dezvoltarea interdisciplinarității - un imperativ al timpului în educația modernă.

Bibliografie

1. Chiriac E. Bionica – o nouă paradigmă în educația interdisciplinară. Proceedings of The 26th Conference on Applied and Industrial Mathematics - CAIM Chișinău, September 20-23, Communications in Education, 2018. p. 122 -127.
2. Chiriac E. Research work of Biology students in the context of interdisciplinarity. III Miedzynarodowej Konferencji Naukowej – Uniwersalizm Pracy Ludzkiej Praca Jako Wyznacznik Egzystencji Czlowieka, Krakow, 24 -25 maja, 2018: p.126.
3. Бурень В. М., Бурень О. В. Биология и нанотехнология. Материалы для современной и будущей бионики. М.: Феникс, 2006. 125 с.
4. Макарова Т.Л. Бионика. Практикум. М.: МФПА, 2010. 38 с.
5. Opreș T. Mica Enciclopedie a Bionicii. Bucureșt: Editura didactică și pedagogică, 2005. 135 p.
6. Vincent J. F. V., Bogatyreva O. A., Bogatyrev N. R., Bowyer A., Pahl A. K. Biomimetics – its practice and theory. Journal of the Royal Society Interface, 3 (9) 2006. p. 471–482.
7. Литинецкий И. Б. Беседы о бионике. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1968. 592 с.
8. Липов А. Н. У истоков современной бионики. Био-морфологическое формообразование в искусственной среде. Полигнозис, № 1-2, 2010. ч. 1-2. с. 126-136.
9. Clark O. G., Kok R., Lacroix R. Mind and autonomy in engineered biosystems (PDF). Engineering Applications of Artificial Intelligence. 12 (3) 1999. p. 389–399. 10.1016/S0952-1976(99)00010-X. Archived on 18 August 2011.
10. <https://stirileprotv.ro/stiri/stiinta/germania-introduce-primele-trenuri-pe-baza-de-hidrogen.html>
11. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Bionic%C4%83>