

# BIOMIMETISMUL

RADU<sup>1</sup> Cătălina<sup>1</sup>, CIOCAN<sup>2</sup> Mircea<sup>2</sup> și FIRULESCU<sup>3</sup> Alexandru<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Facultatea: I.M.S.T., Specializarea: Robotică, Anul de studii: 1, e-mail: catalinaradu14@yahoo.com

Conducător științific: Sl. Dr. Ing. **Marinela MARINESCU**, Sl. Dr. Ing. **Larisa BUȚU**

*REZUMAT: Lucrarea prezintă un scurt istoric al biomimetismului, primii cercetători care s-au ocupat de această știință, câteva aplicații ale acestuia în diferite domenii și care pot fi avantajele utilizării sale.*

*CUVINTE CHEIE: natură, velcro, robotică, organisme*

## 1. Introducere

Organismele vii au structuri și materiale evaluate bine adaptate la mediu, de-a lungul erelor geologice, prin selecție naturală. Biomimetica a dat naștere la noi tehnologii inspirate de soluții biologice atât la nivel macro cât și la nivel nano, ce au drept scop îmbunătățirea vieții umane. Oamenii s-au uitat la natură pentru a găsi răspunsuri la problemele existenței noastre. Natura a rezolvat probleme de inginerie, cum ar fi abilități de autovindecare, de toleranță la expunerea la mediul înconjurător și de rezistență.[1]

## 2. Stadiul actual

Biomimetica sau biomimetismul este imitarea de modele, sisteme și elemente ale naturii în scopul de a rezolva probleme umane complexe. Termenii de "biomimetică" și "biomimetism" derivă din greaca veche βίος (bios), viața, și μίμησις (mīmēsis), imitație, din μιμεῖσθαι (mīmeisthai), a imita, de la μῖμος (mimos), actor. Strâns înrudită cu biomimetica este bionica. [1]

Unul dintre primele exemple de biomimesis a fost studiul păsărilor pentru a permite zborul uman (fig.1). Deși nu a reușit să creeze o "mașină zburătoare", Leonardo da Vinci (1452-1519) a fost un fin observator al anatomiei și al zborului păsărilor, făcând numeroase note și schițe de "mașini zburătoare"[1].



Fig. 1. Primul concept de aeroplan creat de Leonardo DaVinci inspirat din zborul păsărilor.

Biomimetica a fost inventată de biofizicianul și poetul american Otto Schmitt (fig. 2) în anii 1950. Aceasta s-a petrecut în timpul doctoratului său când a pus la punct declanșatorul Schmitt prin studierea nervilor la calmar, încercând să proiecteze un dispozitiv replică la sistemul biologic al propagării nervoase. El a continuat să se concentreze pe dispozitive care imită sistemele naturale și prin 1957 el a perceput o schimbare biofizică de la acel moment și va propune un nou domeniu - **biomimetica**.



Fig. 2. Biofizicianul Otto Schmitt .

Un termen similar, bionica a fost inventat de Jack E. Steele în 1960, la Wright-Patterson Air Force Base, în Dayton, Ohio, unde a lucrat și Otto Schmitt. Steele a definit bionica drept "știința sistemelor care au anumite funcții copiate din natură sau care reprezintă caracteristicile sistemelor naturale sau a analoagelor lor"[1].

În 1969, termenul de biomimetică a fost folosit de către Schmitt la titlul uneia din lucrările sale, și prin 1974 și-a găsit loc în Dicționarul Webster; bionica, în schimb, a intrat în același dicționar mai devreme, în 1960 ca "știința care se ocupă cu aplicarea datelor despre funcționarea sistemelor biologice în soluționarea problemelor tehnice". Termenul de bionic a luat o conotație diferită atunci când Martin Caidin se referă la Jack Steele și romanul său Cyborg, care mai târziu a dus în 1974 la serialul de televiziune The Six Million Dollar Man . Termenul bionic apoi a devenit asociat cu "utilizarea electronicii în crearea de părți artificiale ale corpului uman" și "a avea abilități umane crescute cu ajutorul unor astfel de dispozitive". Pentru că termenul bionic implica puteri supranaturale, comunitatea științifică de limbă engleză a abandonat termenul [1].

### 3. Invenții inspirate de natură

Uneori, cea mai bună soluție la o problemă nu este întotdeauna cea mai complexă și, în mod similar, cel mai bun răspuns nu este întotdeauna unul nou. Biomimetismul este o metodă de a crea soluții la provocările umane prin emularea unor modele și idei găsite în natură. Este folosit peste tot: clădiri, vehicule și chiar materiale. Mai jos sunt prezentate câteva aplicații tehnologice inspirate de natură.

- Încheietoarea Velcro (fig.3). Ideea acestei invenții i-a venit electricianului elvetian, George de Mestral, în urma unei plimbări alături de câinele său. Când a ajuns acasă, el a descoperit că semințele unui scaiet se agățaseră de blana câinelui și de pantalonii săi. Intrigat, a studiat la microscop mecanismul de prindere al plantei și a realizat că acesta ar putea fi copiat și pus în aplicare și de către oameni. Astfel, în anul 1948 a inventat încheietoarea Velcro ce constă în interacțiunea dintre două suprafețe: una de nylon și una de pâslă[2]. Suprafața de nylon este compusă din cârlige minuscule, iar pâsla din bucle minuscule, iar atunci când cele două suprafețe sunt suprapuse, cârligele se agață în buclele păslei, făcând separarea lor relativ dificilă [1].



Fig. 3. Încheietoarea Velcro.

-Eficientizarea energetică a clădirilor. Cercetătorii au studiat capacitatea termitelor de a menține practic constantă temperatura și umiditatea în mușuroaiele de termite din Africa (Fig.4), în ciuda

temperaturii externe care variază între 1,5 °C și 40 °C (35 °F și 104 °F). Cercetătorii au scanat inițial un mușuroi de termite și au creat imagini 3-D a structurii movilei, care a relevat o construcție care ar putea influența omul în designul și realizarea clădirilor. La Eastgate Centre, aerul într-un complex de birouri din Harare, Zimbabwe rămâne răcoros, fără aer condiționat și folosind doar 10% din energia necesară unei construcții convenționale de aceeași dimensiune [1].

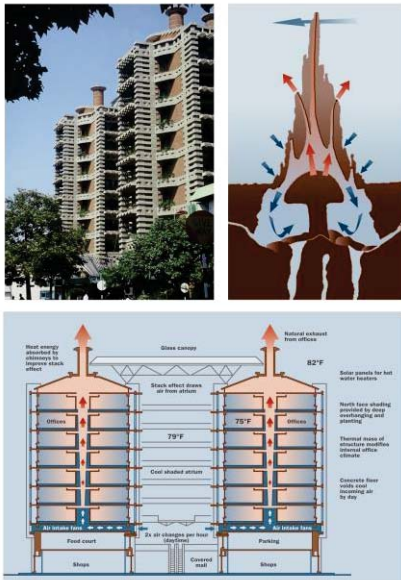


Fig. 4.a Clădire de birouri realizată după modelul mușuroaielor de termite

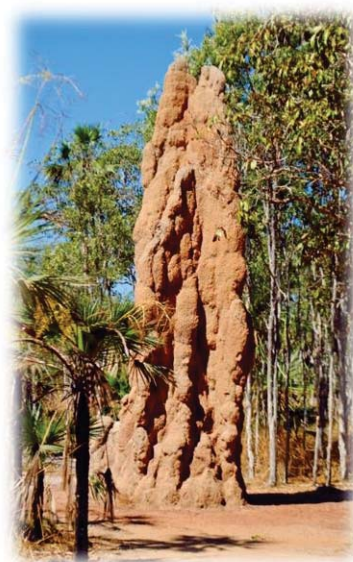


Fig. 4.b Mușuroi de termite - model inspirațional pentru construcția clădirilor

- Realizarea de nanoparticule semiconductoare. Cele mai multe virusuri au o capsulă exterioră de 20 până la 300 nm în diametru. Capsulele virusurilor sunt extrem de robuste și capabile să reziste la temperaturi de 60 °C; ele sunt stabile la un pH gama 2-10. Capsulele virusurilor pot fi folosite pentru a crea componente de nanodispozitive medicale, nanofire (Fig.5), nanotuburi, și puncte cuantice. Particule de virusuri tubulare, cum ar fi virusul mozaic al tutunului -TMV (Fig.6), pot fi utilizate ca șabloane pentru a crea nanofibre și nanotuburi, deoarece ambele straturi, interioare și exterioare ale virusurilor sunt suprafețe încărcate care pot induce formarea de cristale de creștere. Acest lucru a fost demonstrat prin producția de nanotuburi de platină și de aur folosind TMV ca șablon.

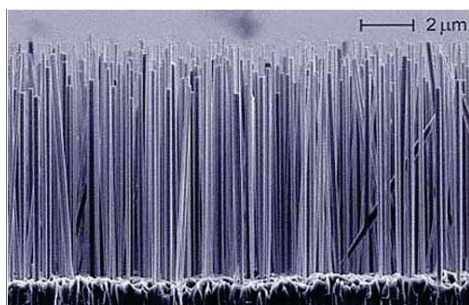


Fig. 5. Nanofire obținute plecând de la modelul virusului mozaic al tutunului

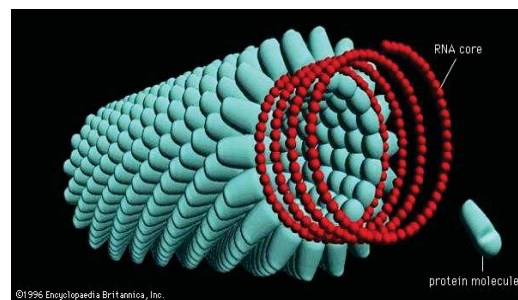


Fig. 6. Capsula virusului mozaic al tutunului

Particule mineralizate de virus au arătat că pot rezista la diverse valori ale pH-ului prin mineralizarea virusurilor cu diferite materiale, cum ar fi silicon, PbS, și CdS și ar putea, prin urmare, servi ca un instrument util transportării de material. Un virus sferic de plantă numit cowpea chlorotic mottle virus



(CCMV) are interesante proprietăți expansive atunci când sunt expuse la medii cu pH mai mare de 6,5. Dacă se depășește această valoare a pH-ului, 60 de pori independenți cu diametre de aproximativ 2 nm încep să facă schimb de substanță cu mediul. Tranziția structurală a capsidei virale poate fi utilizată în mineralizarea biomorfică pentru preluarea selectivă și depunerea de minerale prin controlul pH-ului soluției. Aplicații posibile includ utilizarea cuștii virale pentru a produce în mod uniform, în formă și dimensiuni nanoparticule semiconductoare printr-o serie de spălări de pH. Aceasta este o alternativă la cușca apoferritin, tehnică utilizată în prezent pentru a sintetiza uniform nanoparticulele de CdSe. Astfel de materiale ar putea fi, de asemenea, folosite pentru fabricarea de medicamente "țintite", deoarece particulele eliberează diferite conținuturi în funcție de expunerea la diferite niveluri de pH[1].

-Copolyampholytele. Adeziunea subacvatică este o provocare tehnică majoră întrucât tehnologia actuală nu este în măsură să ofere soluții privind o aderență puternică la suprafețele umede sau cele din mediul subacvatic, din cauza unor impedimente cum ar fi umiditatea și murdăria existentă pe acele suprafețe. Cu toate acestea, midii marine se pot lipi cu ușurință și în mod eficient pe suprafețe subacvatice în condițiile dure ale oceanului (Fig. 7). Ele folosesc puternice filamente ca să adere la stânci, împiedicând măturarea lor de către puternicii curenți marini. Proteinele din piciorul midii fac ca filamentele să se agațe de roci, de bărci și, practic, de orice suprafață din natură, inclusiv de alte midii.

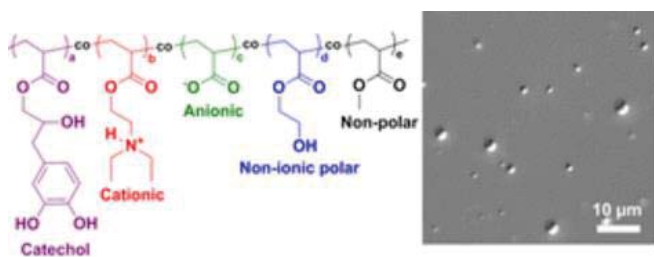


Fig. 7a. Copolyampholyte – material cu aderența bună la suprafețe umede [3].



Fig.7b. Midii marine – model pentru adezivul cu aderența la suprafețe umede [4].

Aceste proteine conțin un amestec de aminoacizi reziduuri care a fost adaptat special în acest scop. Cercetătorii de la Universitatea din California, Santa Barbara au împrumutat și simplificat procesele biochimice din piciorul midiiilor pentru a depăși această provocare inginerescă de aderență la teren umed și pentru a crea copolyampholytele, și un component adeziv cu potențial de utilizare în nanotehnologii.[1]

-Aplicații în robotică. Robotica se bazează foarte mult pe biomimetică (Fig.8 ), copiind astfel mișcările de deplasare ale animalelor ca și ale oamenilor. Astfel apar noi tehnologii ce permit crearea de organe artificiale, membre și dispozitive capabile să înlocuiască unele viețuitoare cu risc de dispariție cum ar fi albinele(fig.9).

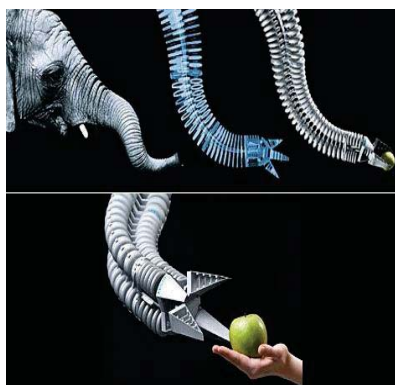


Fig.8. Biomimetică în robotică.



Fig. 9. Albina robotizată.

Roboții Bionic Kangaroos sunt bazați pe fiziologia și modul de locomoție al animalelor. Aceștia se mișcă precum un cangur, economisind energia dintr-un salt și transferarea acesteia la următorul salt. Au fost creați roboți alpiniști, cizme și benzi care imită picioarele unei reptile gecko (Fig. 10). De exemplu benzile de cauciuc au fost inspirate de tampoanele degetelor broaștei de copac. Proprietățile pielii de rechin au constituit sursa de inspirație pentru crearea de suprafețe nanotehnologice ce permit mișcarea mai eficient prin apă[1].



Fig.10. Bionic Kangaroo.

-Metodă de obținere a apei potabile din ceață. Accesul la apă potabilă constituie o problemă pentru o bună parte a populației lumii, ONU estimând că un miliard de oameni trăiesc fără a avea acces la o sursă stabilă de apă curată! Studiind această problemă, o echipă de masteranzi de la *Massachusetts Institute of Technology* a descoperit o metodă eficientă de a extrage apă potabilă din ceață. Cercetătorii au fost inspirați de gândacul de deșert din Namibia (*Stenocara gracilipes*) (Fig.11.b), care trăiește pe țărmul arid al acestei țări, într-o regiune în care nivelul anual de precipitații este de 40 de milimetri.



Fig. 11.a Plasa metalică folosită pentru colectarea de apă potabilă din ceață



Fig. 11.b Gândacul de deșert din Namibia

Acest gândac a ajutat cercetătorii să dezvolte o metodă unică pentru a obține apă de băut. Dimineața, pe țărmul atlantic al Namibiei, se formează ceață ca urmare a interacțiunii dintre aerul fierbinte al deșertului și briza venită dinspre ocean. Gândacul are un set de aripi adaptate pentru a colecta apa, pe care le extinde, acumulând picături minuscule de lichid. Când aceste picături au devenit suficient de mari, acestea alunecă într-un "șanț" acoperit cu o substanță ceroasă ce transmite prețioasa apă spre gura sa. Studiind aripile gândacului, cercetătorii de la MIT au descoperit că acestea prezintă mici zone hidrofile folosite pentru a atrage apa. Combinația acestora cu șanțurile hidrofobe ce permit transportul rapid al apei constituie un sistem extrem de eficient, ce nu risipește nicio picătură din valorosul lichid.

Colectarea de apă din ceață nu este o idee nouă, utilizându-se în acest scop plase metalice (fig. 11.a) de mai bine de un deceniu. Grație inspirației oferite de gândacul namibian, specialiștii de la MIT au reușit să descopere substanțele hidrofile (pentru colectarea apei) și hidrofobe (care să permită ca aceasta să

fie stocată rapid într-un rezervor, înainte de a se evapora) cele mai potrivite pentru fiecare mediu, reușind astfel să obțină mai multă apă cu ajutorul acestor plase.

Descoperirea celor de la MIT va fi extrem de utilă în zonele de deșert și de munte în care nu există surse de apă potabilă, dar în care se întâlnește fenomenul de ceață. Cercetătorii au lansat deja un proiect pilot în Africa de Sud și intenționează să lanseze altul în India, pentru a aplica modelul oferit de gândacul de deșert. Ei estimează că un metru pătrat de plasă metalică poate genera cel puțin un litru de apă potabilă pe zi, în condiții ideale fiind posibil să se obțină până la 10 litri! [2].

O altă aplicație plecând de la modelele regăsite pe cochilia acestui gândac de deșert este în domeniul aeronautic. Cercetătorii au reprodus aceste modele pe o plăcuță de silicon, constatându-se că suprafața materialului respinge apa, aceasta nefiind absorbită, iar picăturile de lichid sunt separate unele de altele și se deplasează aproape continuu, ceea ce încetinește sau previne fenomenul de înghețare. Metoda ar putea fi aplicată în industria aeronautică, pentru ca avioanele să rămână uscate. Dirijarea controlată a apei ar fi o alternativă mai ieftină și mai eficientă la tehnologiile de degivrare folosite în prezent, care necesită sume anuale foarte mari.

- Energia solară. Energia solară poate fi captată cel mai bine de flori. Cu puțin ajutor de la natură, centralele electrice solare pot deveni mult mai eficiente. Centralele solare marifolosec tablouri mari de oglinzi pentru a reflecta lumina solară la un turn central unde este transformată în căldură, generând electricitate. Aceste centrale pot produce cantități mari de energie însă au nevoie de foarte mult spațiu. Cercetătorii de la MIT au realizat că prin aranjarea oglinzilor sub formă de spirală (fig. 12.a) asemenea modelului unei flori de floarea soarelui (fig. 12.b), oglinzile pot fi apropiate mai tare reducându-se suprafața umbrei. Astfel se mărește cantitatea de energie generată.



Fig. 12.a Centrală solară cu oglinzi aranjate sub formă de spirală



Fig. 12.b Floarea soarelui – model inspirațional pentru construcția centralelor solare

#### 4. Concluzii

În concluzie, de-a lungul a mai multor secole, începând cu Leonardo da Vinci, biomimetismul s-a dezvoltat din ce în ce mai mult, acaparând pas cu pas aproape toate domeniile de activitate ale omului, oferindu-i acestuia metode cât mai simple și mai eficiente de depășire a barierelor ce apar în calea progresului omenirii.

#### 5. Bibliografie

- [1]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Biomimetic%C4%83>
- [2]. <http://www.descopera.ro/stiinta/8510711-biomimetismul-cand-tehnologia-ia-lectii-de-la-natura>
- [3] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.5b03827>
- [4] <https://www.google.ro/search?q=marine+mussels&tbm=isch&tbs=ring>