



Prof. As. Dr. Adrian Restian

## Cum a ajuns creierul cel mai performant organ al omului

*How become the brain the most powerful human organ*

Tot ceea ce vedem pe acest pământ este fie opera lui Dumnezeu, fie opera omului. Munții, dealurile și câmpiile, mările și oceanele, cu toate plantele și animalele care trăiesc în ele, sunt opera lui Dumnezeu. Noi înșine suntem opera lui Dumnezeu. Dar casele, palatele, satele și orașele, străzile și șoselele, mașinile, vapoarele, avioanele și rachetele, care se agită neîncetat pe pământ și chiar în spațiu, sunt opera omului. Și nu atât a mâinilor lui extrem de abile, cât a creierului său extrem de creativ. Înainte de a deveni realitate, toate obiectele au fost mai întâi imaginate de creierul extrem de inventiv al omului. Pentru că omul nu s-a mulțumit să se adapteze la mediu, ci a căutat să-și adapteze mediul la nevoile sale. El a căutat astfel să treacă de la adaptarea autoplasică, așa cum fac toate animalele, la adaptarea aloplastică, prin intermediul căreia a schimbat fața pământului.

Dar pentru a putea realiza acest lucru, adică pentru a putea modifica mediul în funcție de dorințele sale, omul avea nevoie de un creier foarte perfecționat. De aceea, spre deosebire de toate celelalte animale care au mizat pe alte aparate și organe, cum ar fi mușchii, articulațiile, dinții, branhiile și aripile, omul a mizat pe creier.

**Omul a mizat pe creier.** Apariția creierului a reprezentat un mare progres în reglarea organelor interne și a comportamentului sistemelor biologice într-un mediu foarte variabil și de multe ori chiar foarte ostil. De aceea, aproape toate animalele și-au dezvoltat creierul. Dar singurul animal care a mizat pe creier și și-a dezvoltat cel mai mult acest organ, a fost omul.

Spre deosebire de celelalte animale, care și-au perfecționat mai ales niște organe predominant

substanțiale și energetice, cum ar fi mușchii, articulațiile, dinții și aripile, omul și-a perfecționat creierul, care este un organ informațional, cu ajutorul căruia el a reușit să depășească toate celelalte animale.

După cum se știe, primul creier a apărut acum 500 de milioane de ani, ceea ce înseamnă că viața, care a apărut acum 3 miliarde de ani, a evoluat peste 2 miliarde de ani fără creier, așa cum îl știm noi astăzi.

Desigur că, inițial, creierul a fost foarte rudimentar. Dar deși era format doar din câteva zeci de neuroni, el era totuși în stare de anumite performanțe. Astfel, creierul viermilor putea să regleze funcționarea organelor interne, să regleze mișcările și chiar să învețe câte ceva din relațiile sale cu lumea.

La insecte, creierul a devenit ceva mai performant, fiind în stare să recepționeze semnalele olfactive, sunetele, lumina, umiditatea, temperatura și să regleze comportamentul mult mai complicat al insectelor, așa cum se întâmplă la albine.

Dar deși s-a dovedit a fi extrem de util în lupta pentru supraviețuire, creierul a evoluat la început foarte încet. Dacă i-au trebuit peste 450 de milioane de ani pentru a ajunge la greutatea de 400 de grame, cât avea creierul australopitecului acum 3 milioane de ani, din acest moment, însă, deoarece avantajele s-au dovedit absolut evidente, creierul a început să se dezvolte foarte rapid. La homo habilis, care a trăit acum 2 milioane de ani, creierul avea 700 grame, la homo erectus, care a trăit acum 1 milion de ani, creierul a ajuns la 1.000 de grame, iar la homo sapiens creierul a ajuns la 1.500 de grame.

Adresă de corespondență:

Prof. As. Dr. Adrian Restian, Catedra de MF, Policlinica Titan, Et. 6, B-dul Nicolae Grigorescu Nr. 41, Sector 3, București  
e-mail: restian2003@yahoo.com

La cimpanzeu, creierul a rămas la 350 de grame, iar la gorilă la 450 de grame.

Deși elefantul are un creier mult mai mare decât omul, raportul dintre creier și greutatea organismului este mult mai mic decât la om.

La balenă care are o greutate de 60.000 de kg și un creier de 6 kg, raportul dintre greutatea corpului și greutatea creierului este de 0,01. La leu, care o greutate de 200 de kg și un creier de 200 de grame, raportul este de 0,1, la șobolan este de 1,5, iar la om de 1,9.

Adică, raportat la greutatea lui, omul dispune de creierul cel mai mare. Nici un alt organ al omului nu a evoluat atât de rapid și nu a avut o influență atât de mare asupra lumii înconjurătoare cum a avut creierul uman. Iar aceasta demonstrează importanța pe care au avut-o procesele informațional în evoluția omului și a vieții pe pământ, deoarece creierul este un organ informațional care s-a specializat în sesizarea, recepționarea și prelucrarea superioară a informațiilor.

**Creierul a evoluat prin prelucrarea superioară a informațiilor.** Spre deosebire de toate celelalte aparate și organe, care s-au specializat în prelucrarea substanțelor și a energiei, creierul s-a specializat în sesizarea, recepționarea și prelucrarea superioară a informațiilor. Dacă ficatul s-a specializat în prelucrarea substanțelor, iar mușchii s-au specializat în prelucrarea energiei, creierul s-a specializat în prelucrarea superioară a informațiilor.

Pentru a putea realiza acest lucru, creierul trebuia să treacă de la informația moleculară – care este extrem de utilă în transmiterea informației genetice, în reglarea metabolismului, a sistemului endocrin și a sistemului imunitar, dar este mult prea strâns legată de substanța și energia care o poartă pentru a putea realiza reglarea comportamentului într-un mediu extrem de variabil și de imprevizibil – pentru a ajunge la o informație care să poată fi trecută mai ușor de pe un semnal pe altul.

Iar după ce a realizat acest lucru, creierul trebuia să-și construiască o rețea prin intermediul căreia să poată transmite și prelucra informația respectivă.

De aceea, sistemele biologice au căutat să găsească o modalitate cu ajutorul căreia să treacă informația adusă de semnalele fizice, optice, acustice, tactile, olfactive și gustative, care nu pot fi transmise prin organismul uman, pe niște semnale care să poată fi transmise prin organismul uman. Astfel, sistemele biologice mai evolute au trecut de la informația moleculară la informația nervoasă.

Spre deosebire de informația moleculară, care se transmite foarte încet și foarte difuz, prin intermediul lichidelor organismului, informația nervoasă se transmite mult mai repede, mai sigur și mai direct de-a lungul unor fibre nervoase până la destinatarul respectiv. Deosebirea dintre informația moleculară și informația nervoasă ar fi, după cum arată D. Dennett (1991), asemănătoare cu aceea dintre un poștaș care transmite foarte încet informațiile și un telefon, care transmite mult mai repede și mai direct informațiile corespunzătoare la destinatarul respectiv.

Chiar și cele mai simple sisteme nervoase au utilizat posibilitatea de a trece informația, de pe un substrat fizic sau chimic, pe niște semnale nervoase care pot fi transmise printr-o rețea nervoasă, mult mai rapid și mult mai direct, la destinatarul corespunzător.

La început, acest lucru s-a realizat prin intermediul unor programe genetice înscrise în structura sistemului nervos. Semnalele nervoase erau transmise mult mai repede și mai direct decât semnalele moleculare, pe o cale dinainte stabilită, până la destinatarul corespunzător. Semnalele generate de modificările interne, cum ar fi modificările glicemiei sau ale osmolarității sanguine, erau sesizate de traductorii interni, transformate în semnale nervoase și transmise de-a lungul căilor ascendente ale sistemului nervos autonom, până la centrul de comandă din creier, unde erau prelucrate automat, după un program înscris în structura sistemului nervos, iar deciziile care rezultau erau trimise înapoi pe niște căi descendente ale sistemului nervos autonom, tot după un program genetic înscris în structură, până la organele de execuție capabile să corecteze tulburările care au generat semnalele respective. Creierul primitiv nu avea o libertate prea mare de acțiune. El trimitea semnalele primite pe niște căi dinainte stabilite, fără a avea posibilitatea de a alege alte căi, adică de a putea adapta acțiunile sale la modificările imprevizibile ale mediului. Deși a reprezentat un mare progres, deoarece reușea să sesizeze și să transmită mult mai repede semnalele primite direct la destinatarul respectiv, creierul primitiv nu avea posibilitatea de a adapta acțiunile sale la modificările care nu erau prevăzute de informația genetică.

Creierul primitiv, care lucra după niște programe moștenite, înscrise în structură, nu putea alege decizia cea mai adecvată în funcție de variabilitatea imprevizibilă a factorilor din mediu și de variabilitatea nevoilor organismului. Creierul primitiv era dominat de mecanismele de feedback, adică de mecanisme care nu puteau decât să corecteze tulburările sau variațiile pe

care factorii de mediu le produceau asupra organelor interne. Iar acest mod de lucru nu s-a dovedit suficient de eficient într-un mediu foarte variabil și de multe ori chiar foarte ostil, în care se puteau produce și tulburări care nu mai puteau fi corectate.

De aceea, pentru a putea alege de fiecare dată comportamentul cel mai adecvat, cu ajutorul căruia să poată păstra stabilitatea organismului și să-și poată atinge scopurile, chiar și în condițiile unor variații imprevizibile și a apariției unor tulburări care nu ar mai putea fi corectate, creierul trebuia să treacă de la reglarea prin corectarea erorilor, prin intermediul mecanismelor de feedback, la reglarea prin prevenirea erorilor, prin intermediul mecanismului de feedbefore. Pentru a putea păstra stabilitatea organismului și pentru a putea atinge scopurile sale și într-un mediu în care s-ar fi putut produce tulburări care nu ar mai fi putut fi corectate prin intermediul mecanismelor de feedback, creierul avea nevoie de un mecanism de prevenire, un mecanism de reglare anticipativă, care să anticipeze evoluția fenomenelor și să aleagă de fiecare dată decizia cea mai adecvată pentru prevenirea tulburărilor care nu mai puteau fi corectate, mecanism pe care noi l-am denumit mecanism de feedbefore (Restian, 1975).

Dar pentru a putea realiza o reglare preventivă, creierul trebuia să cunoască starea organismului cu nevoile și dorințele sale, să reprezinte într-un fel sau altul starea mediului extern în structurile sale, să cunoască relațiile posibile dintre diferitele obiecte și fenomene, să cunoască influența obiectelor și fenomenelor respective asupra organismului, să anticipeze evoluția fenomenelor și să aleagă de fiecare dată decizia cea mai adecvată din mai multe decizii posibile. Iar pentru a putea realiza acest lucru, creierul a trebuit să devină o rețea neuronală extrem de complicată, care între unitățile de intrare și unitățile de ieșire să dispună de o mulțime de unități intermediare, așa numite unități ascunse, care să aibă capacitatea de a învăța și de a alege deciziile cele mai adecvate.

De aceea, creierul a trebuit să se perfecționeze în prelucrarea informațiilor. Astfel, creierul a devenit un organ informațional, în care toate procesele substanțiale și energetice nu fac altceva decât să susțină desfășurarea proceselor informaționale care au loc în creier. De aceea, în spatele proceselor substanțial-energetice extrem de complicate care se desfășoară în creier se află niște procese informaționale mult mai complicate și mai subtile.

**Particularitățile informației.** Niciodată nu vom putea înțelege modul în care funcționează

creierul, dacă nu vom înțelege particularitățile informației, care reprezintă materia primă a creierului și care ilustrează un alt aspect al realității cu alte legi de transformare și de conservare (Restian, 1980).

Informația reprezintă partea cea mai comunicabilă a realității. Ea poate fi trecută foarte ușor de pe un semnal pe altul, poate fi stocată, poate fi memorată, cu ajutorul informației se pot controla procesele biologice care au loc în organism și așa mai departe. Particularitățile informației îi permit creierului să recepționeze și să transmită semnalele generate de modificările din mediu chiar înainte ca acestea să acționeze asupra organismului. Informațiile recepționate îi permit creierului să cunoască starea mediului, să prevadă evoluția fenomenelor, să-și imagineze diferite ipoteze, să aleagă deciziile cele mai bune pentru păstrarea stabilității și chiar pentru modificarea mediului înconjurător. Toate aceste performanțe au devenit posibile datorită faptului că informația reprezintă un alt aspect al realității, cu proprietăți deosebite de cele ale substanței și energiei.

Dacă substanța reprezintă masa sau volumul și energia reprezintă forța sau câmpul care intervin în desfășurarea fenomenelor, informația reprezintă modul în care substanța și energia sunt distribuite în spațiu și timp – sau mai bine zis noutatea pe care această distribuție o poate aduce ori incertitudinea pe care ea o înlătură. Reprezentând partea cea mai comunicabilă a realității, informația poate trece foarte ușor de pe un semnal pe altul, de pe semnalele optice, pe semnalele nervoase, de pe semnalele nervoase pe mesagerii sinaptici, de pe mesagerii sinaptici pe neurohormoni și așa mai departe.

Aceasta face ca semnale diferite să poată transmite informații asemănătoare și invers, semnale asemănătoare să poată transmite informații diferite. De aceea, informația nu poate fi confundată cu semnalul care o poartă, așa cum se face de obicei.

Pe de altă parte modificările informației nu sunt proporționale cu modificările substanței și ale energiei. Se pot produce modificări ale substanței și energiei care să implice modificarea informației și, dimpotrivă, pot exista modificări ale informației care să nu presupună modificări ale substanței și energiei. Astfel, de exemplu, reorganizarea aceluiași literă poate determina modificări ale informației deși substanța și energia au rămas aceleași, sau, dimpotrivă, este posibil ca litere diferite să transmită aceeași informație, așa cum se întâmplă în codul genetic, care este un cod degenerat, în care mai multe triplete pot codifica același aminoacid.

În cele din urmă, natura informației depinde de structura sistemului de comunicații, de capacitatea canalului de a transmite anumite semnale, de capacitatea destinatarului de a recunoaște semnalele primite, dar mai ales de relațiile care s-au stabilit între sursa de emisie și destinatarul respectiv.

**Structura informațională a creierului.** Dacă ficatul are o structură substanțială corespunzătoare proceselor substanțiale pe care trebuie să le desfășoare, și mușchii au o structură energetică corespunzătoare proceselor energetice pe care trebuie să le desfășoare și la fel și creierul are o structură informațională care corespunde proceselor informaționale pe care trebuie să le desfășoare. Însă datorită faptului că informația reprezintă un aspect al realității, care are alte particularități și alte legi de conservare și de transformare, structura informațională a creierului nu va corespunde în totalitate cu structura substanțială și energetică a creierului.

Dacă la nivelul căilor aferente și la nivelul formațiunilor mai vechi ale creierului găsim o anumită corespondență între structura anatomică și structura informațională, la nivelul formațiunilor mai noi ale creierului, structura informațională se detașează tot mai mult de structura substanțială și energetică, de care se folosește pentru a desfășura niște procese mult mai subtile decât cele care ar putea fi efectuate de substanța și de energia din care este format creierul.

Pentru a putea intra în posesia informațiilor generate de diferitele modificări din mediul extern, creierul este cablat la niște organe de simț care au o mare sensibilitate în sesizarea unor semnale optice, acustice, termice, tactile, gustative și olfactive. Aceste semnale sunt transformate, prin intermediul unor procese electrochimice cunoscute, în niște semnale nervoase modulate în frecvență care sunt transmise de-a lungul unor căi aferente la nivelul creierului. Pentru a putea transmite și prelucra în mod corespunzător informațiile recepționate, creierul a trebuit să devină o rețea de comunicații extrem de complicată. Iar pentru a putea ajunge la o astfel de rețea de comunicații, neuronii din care este format creierul au o serie de prelungiri prin intermediul cărora să se poată lega între ei.

Cei peste 100 de miliarde de neuroni din care este format creierul au niște prelungiri dendritice prin intermediul cărora primesc semnalele de intrare și o prelungire axonală prin intermediul căreia trimit semnalele de ieșire, care rezultă în urma prelucrării semnalelor de intrare. Informațiile sunt transmise de-a lungul neuronilor prin intermediul unor semnale electrochimice. Ajunsă la capătul axonului, informația este

trecută de pe semnalele electrice pe niște mesageri chimici. Aceștia transmit informația oferită de un neuron până la neuronul următor, prin intermediul unei sinapse. Luând în considerare faptul că fiecare neuron se poate leaga prin intermediul prelungirilor sale cu câteva mii de alți neuroni, în creier vor exista peste 100 de trilioane de sinapse și o infinitate de circuite neuronale posibile.

Dar pentru a putea interveni în transmiterea informațiilor, pe lângă intrările și ieșirile sale, neuronul mai are o valoare de activare, sau un prag de excitabilitate, care trebuie depășit de semnalele de intrare pentru ca el să poată emite un semnal de ieșire.

Semnalul de ieșire  $y$  va depinde de suma semnalelor de intrare și de funcția de activare a neuronului respectiv, conform formulei  $Y = G(\sum w_i x_i)$ , unde  $y$  reprezintă semnalul de ieșire,  $g$  reprezintă funcția de activare,  $x_i$  reprezintă semnalele de intrare, iar  $w_i$  reprezintă puterea semnalelor de intrare.

În funcție de starea lor de activare, de semnalele pe care le primesc și de pragurile de excitabilitate, neuronii pot funcționa ca niște comutatori. Ei pot fi închiși sau deschiși, ceea ce înseamnă că pot funcționa ca niște operatori logici (Mc Cullock și Pitts, 1965).

Astfel, dacă pragul de excitabilitate al unui neuron nu poate fi depășit decât de asocierea semnalului  $x_1$  și  $x_2$ , atunci el va funcționa ca un operator logic conjunctiv. Dacă neuronul are un prag de excitabilitate care poate fi depășit atât de semnalul  $x$ , cât și de semnalul  $x$ , atunci el va funcționa ca un operator logic disjunctiv, iar dacă neuronul are, pe lângă sinapsa excitatorie  $x$ , și o sinapsă inhibitorie  $x$ , atunci el va putea funcționa ca un operator logic de negație.

Deoarece fenomenele sunt foarte complicate și reglarea relațiilor dintre două sisteme foarte complexe nu se poate face trimitând semnalele de intrare direct spre neuronii de ieșire, între neuronii de intrare și neuronii de ieșire au apărut o serie de neuroni intermediari. De aceea, rețeaua neuronală a devenit o rețea multinivelară. Iar neuronii intermediari sunt cei care trebuie să găsească de obicei calea de ieșire cea mai adecvată pentru fiecare semnal de intrare.

Dar neuronii care pot direcționa circulația semnalelor nu sunt distribuiți uniform în rețeaua neuronală. Ei sunt grupați în nuclee și în scoarța cerebrală. Scoarța cerebrală este formată din șase straturi de neuroni și este divizată în arii care îndeplinesc anumite funcțiuni. De exemplu, ariile 14 și 15 din lobul occipital sunt implicate în funcția vizuală, iar aria lui Broca este implicată în funcția limbajului.

Aceste aglomerări neuronale reprezintă niște module specializate în efectuarea unor anumite funcțiuni. Însă datorită faptului că informația reprezintă un alt aspect al realității, care are alte legi de conservare și de transformare, între procesele substanțial-energetice și procesele informaționale care se desfășoară în aceste module nu există o corespondență perfectă. Cu cât ne depărtăm mai mult de formațiunile mai vechi ale creierului, cu atât structura informațională se detașează tot mai mult de structura substanțial-energetică, adică de structura anatomică a creierului.

Astfel, în formațiunile mai noi ale creierului, unde se desfășoară procesul de gândire și unde apare probabil conștiința, procesele informaționale sunt atât de detașate de procesele substanțial-energetice încât este aproape imposibil să le găsim un corespondent anatomic.

**Structura informațională nu coincide cu structura anatomică a creierului.** Dacă la nivelul căilor de intrare și al formațiunilor mai vechi ale creierului există o corespondență destul de strânsă între procesele informaționale și procesele substanțial energetice, la nivelul formațiunilor mai noi ale creierului această corespondență este extrem de greu de stabilit.

Astfel, la nivelul organelor de simț informația este sesizată de niște celule sensibile care transformă, prin intermediul unor procese fizico-chimice, destul de bine cunoscute, semnalele optice, acustice, tactile, olfactive și gustative, care nu pot fi transmise prin structura sistemului nervos, în niște semnale nervoase, care pot fi transmise prin structura sistemului nervos. Semnalele nervoase sunt preluate de niște neuroni aferenți care le transmit, prin intermediul unor procese fizico-chimice, până la nivelul creierului. Când ajung la capătul axonului, informațiile sunt decodificate și trecute de pe trenurile de undă pe niște mesageri chimici, care le transportă de la neuronul presinaptic până la neuronul postsinaptic. La nivelul neuronului postsinaptic, informația este trecută din nou de pe semnalele chimice pe semnalele electrice, care vor fi transmise până la nivelul sinapsei următoare, până când se realizează recunoașterea sursei care a emis semnalele respective, apoi se evaluează semnalele primite și se ajunge la o anumită decizie.

Noi am arătat că recunoașterea sursei care a emis semnalele respective se face prin intermediul unui proces de superizare, adică a unui proces de trecere de la o mulțime de semnale inferioare, la un semnal superior, așa cum ar fi trecerea de la o mulțime de puncte la o linie, de la o mulțime de linii la o figură, de la o mulțime

de figuri la un tablou, sau de la o mulțime de litere la o silabă, de la o mulțime de silabe la un cuvânt, de la o mulțime de cuvinte la o propoziție și așa mai departe (Restian, 1980).

Creierul este în așa fel construit încât poate desfășura în mod spontan procesul de superizare. Având mai multe intrări și o singură ieșire, fiecare neuron efectuează, de fapt, o superizare a semnalelor primite. Adică el primește o mulțime de semnale de intrare și emite un singur semnal de ieșire, care va fi rezultatul integrării tuturor semnalelor primite. Dacă semnalele de intrare vor reprezenta niște puncte, semnalul de ieșire va reprezenta o linie, sau un fragment de linie, care va reprezenta un semnal de intrare pentru neuronul următor și așa mai departe, până când se va recunoaște sursa care a emis semnalele respective.

Dar recunoscând sursa care a emis semnalele respective, rețeaua neuronală reușește să treacă cu ajutorul aceluiași procese substanțial-energetice, de la nivelul semnalelor de intrare, emise de un măr sau de o pară, la nivelul semnalelor de reprezentare, sau mai bine zis de la nivelul semnalelor fragmentare la nivelul semnalelor simbolice, care vor reprezenta mărul sau para respectivă.

Astfel, prin rețeaua neuronală vor circula la un moment dat diferite tipuri de semnale, pe de o parte niște semnale nervoase de intrare care reprezintă aspecte parțiale ale sursei care le-a emis și, pe de altă parte, niște semnale nervoase care vor reprezenta sursa care le-a emis, apoi niște semnale nervoase care vor reprezenta semnificația și valoarea sursei respective și așa mai departe. Atât semnalele de intrare fragmentare, cât și semnalele de reprezentare a sursei care a emis semnalele respective se bazează pe aceleași procese substanțial-energetice, adică pe aceleași semnale electrice și pe aceiași mesageri sinaptici.

Diferența dintre diferitele tipuri de semnale care circulă prin creier va fi determinată de locul pe care îl ocupă ele în rețeaua neuronală. Pe măsură ce înaintează în cadrul rețelei neuronale, semnalele de intrare capătă o altă semnificație. Dacă semnalele care intră în primul neuron vor reprezenta niște puncte, semnalele care ies din primul neuron vor putea reprezenta un fragment de linie din forma unui obiect sau fenomen, semnalele care ies din al treilea neuron vor putea reprezenta o linie mai mare, de forma unui măr sau a unei pere, iar semnalele care ies din ultimul neuron vor reprezenta mărul sau para respectivă. Acest lucru este posibil deoarece, fiind partea cea mai comunicabilă a realității, informația poate trece de pe un semnal pe altul, ceea ce face posibil ca semnale diferite să poată transmite informații asemănătoare și

semnale asemănătoare să poată transmite informații diferite.

Astfel, semnalele care circulă prin creier pot să aibă semnificații foarte diferite, în funcție de nivelul și de coloana neuronală unde se află, pentru că rețeaua neuronală nu are o structură omogenă. Ea este formată dintr-o mulțime de niveluri și din coloane. Nivelurile sunt determinate de stratificarea neuronală. Iar coloanele sunt determinate de înșiruirea neuronilor în rețea, care susțin prelucrarea secvențială a informațiilor. Iar semnalele care circulă prin creier vor avea o semnificație foarte diferită în funcție de nivelul și de coloana în care se află. Dacă se află pe nivelul și pe coloana de ieșire din rețeaua neuronală, capabilă să recunosacă mărul, ele vor reprezenta un măr. Iar dacă se află pe nivelul și coloana de ieșire din rețeaua neuronală capabilă să recunosacă para, ele vor reprezenta o pară.

Dar, spre deosebire de structura anatomică, structura informațională a creierului este foarte variabilă. Ea depinde nu numai de structura substanțial-energetică, ci și de încărcătura informațională a rețelei neuronale, adică de semnalele pe care le primește și de semnalele pe care le generează în mod spontan creierul.

După cum au arătat G. Buzsaki (2006) și R. Llinas (1993), creierul emite în mod spontan anumite oscilații electrice, care interferează cu semnalele primite din afară. Dacă semnalele care iau naștere în urma interferenței dintre semnalele de intrare primite de la un măr, cu semnalele spontane emise de neuronii respectivi, reușesc să rezoneze, adică să antreneze în activitate o masă suficient de mare de neuroni capabili să recunoască sursa de emisie, atunci semnalul de ieșire va reprezenta mărul respectiv. Iar semnalele de intrare emise de o pară vor reprezenta para respectivă. Adică semnificația semnalelor care circulă prin creier va depinde nu atât de procesele substanțiale și energetice, cât de configurația temporo-spațială a rețelei neuronale, determinată de încărcătura informațională a rețelei neuronale, care este într-o continuă schimbare.

Dar deși recunoașterea diferitelor obiecte și fenomene este o activitate extrem de complicată, căreia creierul îi alocă o mare parte din activitate, recunoașterea nu este suficientă pentru a putea alege decizia cea mai adecvată.

De aceea semnalele care ies din modulele de recunoaștere vor trebui supuse unor procese de prelucrare suplimentară. Ele vor trebui integrate, comparate și evaluate din foarte multe puncte de vedere. Cu ajutorul acelorși procese substanțial-energetice, creierul va trebui să treacă de la nivelul simbolic, de măr sau de pară, la nivelul

valorilor de utilitate, al valorilor afective, deontice, morale și așa mai departe (Restian, 1979).

Astfel, dacă semnalele care rezultă în urma unei anumite configurații informaționale, privind un măr roșu și frumos, vor ajunge la neuronii din amigdală, ele vor putea fi evaluate ca fiind plăcute, iar semnalele care rezultă în urma unei configurații informaționale, privind un măr putred, vor putea fi apreciate ca neplăcute, după un program înscris în structura rețelei neuronale și manifestat prin intermediul activității electrice spontane. Fenomenele vor depinde de modul în care semnalele primite din afară vor acționa asupra semnalelor emise în mod spontan de neuronii din amigdală și de modul în care neuronii respectivi vor angrena prin rezonanță alți neuroni într-o activitate sincronă. Dacă, prin sincronizare, ei vor angrena anumiți neuroni, se va declanșa un comportament de susținere, iar dacă ei vor angrena alți neuroni se va declanșa un comportament de evitare a sursei respective.

După ce semnalele au fost recunoscute și evaluate, creierul va trebui să aleagă o anumită decizie. Bazat pe aceleași procese substanțial-energetice, creierul va trebui să emită anumite ipoteze, să simuleze anumite scenarii, pentru a ajunge în cele din urmă la o anumită decizie.

Aceasta înseamnă că pentru a regla comportamentul unui sistem foarte complex aflat într-un mediu foarte variabil, creierul trebuie să desfășoare, cu aceeași rețea neuronală, niște procese informaționale din ce în ce mai subtile. De aceea structura informațională nu coincide cu structura substanțial-energetică a creierului. Dacă la început se poate stabili o anumită corespondență între procese informaționale și procesele substanțial-energetice, pe măsură ce se înaintează în prelucrarea informațiilor, legătura dintre procesele informaționale și procesele substanțial-energetice devine tot mai vagă, până când ea se pierde aproape complet, așa cum se întâmplă în cazul conștiinței. Marea performanță a creierului constă tocmai în faptul că, folosindu-se de particularitățile informației, el a reușit să treacă de la o structură anatomică relativ rigidă la o structură informațională mult mai laxă și mai eficientă.

**Cum apare structura informațională a creierului.** Spre deosebire de toate celelalte celule, țesuturi și organe, care se formează sub influența informației genetice, pentru formarea rețelei neuronale și a modulelor creierului, pe lângă informația genetică mai este necesară și informația primită din mediu. Creierul este singurul organ în care informația genetică se întâlnește cu informația primită din mediu (Restian, 2010).

Este adevărat că unele module, cum ar fi centrii cardiovasculare din bulbul rahidian, se formează sub influența informației genetice și funcționează după niște programe moștenite genetic, dar majoritatea celorlalte module se formează din colaborarea informației genetice cu informația primită din mediu, așa cum se întâmplă cu ariile vizuale din scoarța cerebrală sau cu ariile limbajului din aria lui Broca. Dacă ele nu primesc, pe lângă informația genetică, și informații optice sau acustice din afară, atunci ele nu se vor maturiza și individul nu va putea vedea sau vorbi niciodată (Hubel și Wiesel, 1977). De aceea, rețeaua neuronală nu este numai un produs biologic, ci și un produs cultural (Restian, 1981).

Faptul că în apariția rețelelor neuronale intervine, pe lângă informația din mediu, și informația genetică poate explica prezența sinelui arhetipal, al lui C. Jung. Informația genetică moștenită de la bunici va da naștere unor circuite neuronale care vor prelucra în mod tacit informația așa cum au prelucrat-o bunicii noștri.

Dar deși creierul este format din foarte multe module care îndeplinesc cu prioritate o anumită funcțiune, date fiind numeroasele legături dintre neuroni, aproape nici un modul nu deține monopolul exclusiv asupra unor funcții cerebrale. Rețeaua neuronală este o rețea mixtă, în care caracterul localicist se combină cu acel caracter distributiv.

Formațiunile mai vechi ale creierului au un caracter localicist, fiind formate din structuri care îndeplinesc o anumită funcțiune, așa cum se întâmplă în cazul bulbului cerebral și al hipotalamusului. De asemenea, și căile de intrare și de ieșire au un caracter localicist, fiecare dintre ele fiind specializată pentru îndeplinirea unei anumite funcțiuni. Însă rețeaua formată din neuronii intermediari, care se interpun între căile de intrare și căile de ieșire, are un caracter distributiv, în care semnificația unui semnal nu depinde de o unitate de lucru, ci de încărcătura informațională a rețelei neuronale.

Dacă semnalele primite din afară se vor întâlni cu anumite informații generate de neuronii de rețeaua respectivă, atunci informațiile primite din afară vor avea o anumită semnificație, iar dacă se vor întâlni cu alte informații, atunci ele vor avea o altă semnificație. Astfel, structura informațională se detașează de structura anatomică a creierului, în aceeași structură anatomică, aceleași semnale vor putea avea semnificații diferite în funcție de încărcătura informațională a rețelei. De aceea, creierul are o structură informațională foarte dinamică, iar aceeași structură va putea îndeplini funcțiuni foarte diferite, în funcție, variația conexiunilor și a informațiilor

pe care le primește, ceea ce îi conferă creierului o mare plasticitate.

Pe de altă parte, modulele colaborează atât de mult între ele încât este greu de stabilit precis granița dintre diferitele module informaționale. Astfel, creierul poate apela în același timp atât la funcția de specializare a unor module, cât și la funcția de distribuire a unor funcțiuni în diferite module, ceea ce determină caracterul holistic al creierului.

Dar rețeaua neuronală nu este o rețea inertă, care să ofere doar niște căi de transmitere a informațiilor de la unitățile de intrare spre unitățile de ieșire. Neuronii au o activitate electrică spontană. Și deoarece în creier orice modificare substanțial-energetică capătă o anumită încărcătură informațională, această activitate electrică spontană generează, de fapt, anumite informații. Prin această activitate electrică spontană se exprimă, de fapt, informația genetică, precum și informația din mediu care a fost memorată de neuronii respectivi. De aceea, prin activitatea electrică spontană a neuronilor, se manifestă, de fapt, programul genetic, instinctele, nevoile, dorințele, programele dobândite și toată informația memorată de creier în relațiile lui cu lumea.

Pe lângă caracterul distributiv și de generare de informații, rețeaua neuronală mai are și capacitatea de învățare. Creierul este singurul organ care se structurează și se restructurează sub influența informațiilor primite din afară. (Restian, 2010). Învățarea se realizează atât prin întărirea transmiterii sinaptice, cât și prin tendința de a reduce diferența dintre outputul dorit și cel realizat (Hebb, 1949).

De aceea, în momentul în care semnalele primite din afară ajung în creier, ele se vor întâlni cu alte semnale venite dinăuntrul organismului, dar și cu niște semnale generate de rețeaua neuronală. Iar semnalele primite din afară vor interfera cu semnalele electrice emise de neuronii la care ajung, adică cu programul genetic, cu nevoile, cu dorințele și cu informația memorată de creier, adică cu programele dobândite prin procesul de învățare. Programul genetic se va putea manifesta atât prin structura rețelei care va avea anumite priorități de conducere a informațiilor, cât și prin informațiile pe care le generează în mod spontan rețeaua neuronală.

Prin interferența dintre semnalele primite și semnalele emise în mod spontan de neuroni vor lua naștere niște semnale noi. Neuronii respectivi vor oscila într-un alt ritm. Ei vor putea intra în rezonanță cu alți neuroni, cu care vor avea o activitate sincronă. Mai întâi vor intra în rezonanță cu neuronii cei mai apropiați, apoi cu neuronii mai îndepărtați. Iar dacă se atinge

masa critică de neuroni sincronizați, atunci modulul respectiv va putea recunoaște sursa care a emis semnalele respective și va putea direcționa semnalele care rezultă spre o anumită cale de ieșire. Creierul dispune de modulele capabile să recunoască prin superizare, adică prin trecerea de la o mulțime de semnale inferioare la un semnal superior, sursa care a emis semnalele respective (Restian, 1980).

**Structura modulară a creierului.** Dar creierul nu este o rețea omogenă care are doar rolul de a transmite informațiile de intrare spre anumite căi de ieșire, ci și o aglomerare de noduri și de intersecții, care au rolul de face posibilă interferența și prelucrarea unor anumite informații pentru a se putea ajunge la decizia cea mai adecvată.

Peste 80% din cei 100 de miliarde de neuroni sunt neuroni intercalari, care se interpun între căile de intrare și căile de ieșire ale creierului. Neuronii intercalari formează nodurile, nucleele, ganglionii, formațiunile nervoase care supun informațiile primite unor prelucrări extrem de complicate și de subtile, pentru a putea găsi decizia cea mai adecvată.

De exemplu, ariile 14 și 15 din lobul occipital s-au specializat în prelucrarea informațiilor vizuale, ariile, ariile lui Broca și Wernike s-au specializat funcția limbajului, iar cortexul cingulat anterior s-a specializat în evaluarea etică și estetică a informațiilor (Kawabato și Zeki, 2004).

De aceea, creierul este format, după cum arată G. Boss (1987) și J.A. Fodor (1984), dintr-o mulțime de module care au rolul de a îndeplini anumite funcțiuni pentru a putea găsi de fiecare dată calea de ieșire cea mai adecvată pentru fiecare informație de intrare. Aceste module au o structură ierarhizată. La baza structurii se află niște module mai vechi care îndeplinesc funcțiile reflexe. Deasupra lor se află module mai noi și din ce în ce mai complexe, care caută să prelucreze în așa fel informația pe care o primesc încât să găsească soluția problemelor extrem de complicate cu care este confruntat organismul uman.

Dar deși anumite zone s-au specializat în îndeplinirea unor anumite funcțiuni, totuși datorită numeroaselor legături interne, nici o zonă din creier nu deține exclusivitatea absolută pentru o anumită funcție (John, 1976). Foarte multe module sunt implicate în prelucrarea acelorași informații. De aceea, stimulii specifici pot stimula instantaneu zone foarte îndepărtate din creier (Singer, 1995).

Apariția diferitelor module a reprezentat un mare progres pe calea prelucrării superioare a informațiilor în vederea susținerii unui joc cât mai avantajos cu mediul în care trăiește. Astfel, apariția unor zone care să regleze limbajul

articulat a reprezentat un mare progres în procesul de comunicare dintre oameni. Dar pentru a putea lua deciziile cele mai adecvate pentru întregul organism, modulele creierului trebuie să colaboreze între ele. Deoarece au luat naștere în diferite etape ale evoluției, deoarece ele nu se maturizează simultan, deoarece lucrează cu valori diferite și urmăresc scopuri diferite, colaborarea dintre ele este destul de dificilă.

**Structura nivelară a creierului.** Deoarece informația este expresia ordinii și a organizării și creierul este organizat pe mai multe niveluri, înseamnă că el are mai multe asemenea niveluri informaționale.

După cum arată D. Marr (1989), creierul reprezintă o rețea multinivelară, care lucrează cu diferite tipuri de informație. De aceea, în creier se poate vorbi nu numai de o informație moleculară sau de o informație nervoasă, ci și de o informație psihică, de o informație afectivă, de o informație semantică, de o informație conștientă, de o informație inconștientă și așa mai departe.

Adică nu toate informațiile cu care lucrează creierul au aceeași valoare. După cum arată E. R. John (1973), informația primită de la organele de simț reprezintă o informație de gradul I. Percepțiile care rezultă în urma prelucrării informației primite de la organele de simț reprezintă o informație de gradul II. Iar conștiința care rezultă din integrarea tuturor informațiilor va lucra cu o informație de gradul III.

A. Korzybski arată că propriul creier lucrează cu mai multe niveluri de abstractizare, de la recepția semnalelor până la etichetarea lor lingvistică. Iar G. Bateson (1972) arată că, plecând de la răspunsul reflex care se desfășoară după niște programe moștenite genetic, în creier există mai multe niveluri de cunoaștere, care se construiesc ierarhic.

De aceea, informațiile cu care lucrează creierul nu pot fi confundate între ele, pentru că, deși este absolut necesară, informația de la un nivel inferior nu este identică cu informația de la nivelul superior. De exemplu, deși intrarea și ieșirea ionilor de Na și de K este foarte importantă pentru funcționarea neuronului, ea nu este suficientă pentru transmiterea informațiilor prin sinapsă, de la un neuron la altul, și cu atât mai puțin pentru valoarea semantică a informației.

Datorită organizării sale extrem de complicate și de ierarhizate, creierul lucrează cu foarte multe tipuri de informație care nu trebuie confundate între ele și probabil că cea mai mare performanță a creierului constă tocmai în trecerea, cu ajutorul unor mecanisme de bottom-up, de la nivelurile inferioare la nivelurile superioare



de procesare a informației, de la informația fizică, la informația chimică, la informația psihică și la informația psihică (Restain, 2009).

**Omul are mai multe creiere.** Dar omul care și-a dorit un creier cu care să-și regleze cât mai bine organele interne și comportamentul într-o lume foarte variabilă și, de multe ori, chiar foarte ostilă, a ajuns să aibă mai multe creiere.

Într-o perioadă relativ scurtă de timp, creierul omului a evoluat foarte mult. Dar evoluția lui nu s-a făcut prin apariția unui creier nou, ci prin suprapunerea peste creierele vechilor animale, pe care le-a moștenit, a unor formațiuni noi. Creierul s-a dezvoltat astfel prin adăugarea unor etaje superioare. În acest sens, am putea vorbi despre o arhiologie și o structură tectonică a creierului.

Partea cea mai veche a creierului nostru este moștenită de la reptile și reglează funcțiile de bază ale organismului, cum ar fi respirația, circulația, glandele endocrine, alimentația, metabolismul, mișcările reflexe, reacțiile de apărare și altele.

La mamiferele primitive, peste creierul reptil s-a adăugat un etaj nou, și anume sistemul limbic, care înconjoară trunchiul cerebral și care reglează organele interne și comportamentul uman în funcție de valorile afective ale informațiilor primite. Astfel, spre deosebire de reptile, mamiferele au început să aibă emoții și să își iubească puii și partenerii, asigurând astfel continuitatea speciei. Spre deosebire de reptile, care își părăsesc ouăle și, din câteva zeci de ouă, câteva reușesc să ajungă totuși la maturitate, mamiferele își îngrijesc puii puțini la număr pe care îi nasc până când se dovedesc în stare să facă față provocărilor din mediu.

Peste sistemul limbic, la hominide a apărut neocortexul, care la om reprezintă peste 80% din volumul creierului și care ar fi, sau ar trebui să fie, locul gândirii și al rațiunii. Iar din neocortex, la om s-a dezvoltat cel mai mult lobul frontal, care a contribuit nu numai la rafinarea comportamentului uman, ci și la schimbarea fizionomiei omului, care nu mai are fața teșită a înaintașilor săi, ci fruntea înaltă, așa cum o vedem astăzi la contemporanii noștri.

Prin apariția neocortexului, Dumnezeu i-a oferit omului un organ foarte performant cu ajutorul căruia să poată prelucra în mod superior informațiile primite, să poată lua deciziile cele mai bune și să poată alege între bine și rău.

Dar prin apariția unor creiere suprapuse, omul a ajuns să aibă, de fapt, după cum arată Paul McLean (1990), nu un creier, ci trei creiere suprapuse, și anume un creier reptilian, reprezentat de diencefal, un creier al mamiferelor timpurii, reprezentat de sistemul limbic, și un creier mai evoluat, reprezentat de scoarța cerebrală.

Dar omul nu are numai numai trei creiere suprapuse, ci chiar mai multe creiere (Berns, 2007). După ce Broca a descoperit centrul limbajului, care sunt situați în emisfera dominantă, s-a constatat că cele două emisfere cerebrale nu sunt absolut identice. Emisfera cerebrală dreaptă este mai implicată în prelucrarea informațiilor spațiale, iar emisfera stângă este mai implicată în prelucrarea informațiilor temporale. Emisfera dreaptă este mai implicată în procesele afective, iar emisfera stângă în procesele logico-matematice și așa mai departe. De aceea, am putea vorbi de un creier drept și un creier stâng.

Dar pe lângă cele trei creiere ale lui Paul McLean, pe lângă emisfera dreaptă și emisfera stângă, omul mai are și un creier afectiv, reprezentat de sistemul limbic, cu ajutorul căruia iubește, urăște, se bucură și se întristează, și un creier rațional reprezentat de neocortex, cu ajutorul căruia caută să rezolve, uneori cu foarte mare succes, complicatele probleme ale vieții, un creier agresiv și egoist reprezentat de formațiunile mai vechi ale creierului și un creier moral și altruist, reprezentat de anumite zone din scoarța cerebrală și așa mai departe.

**Creierul idiotrop și creierul ecotrop.** La o analiză mai atentă constatăm că evoluția creierului uman nu s-a făcut atât prin perfecționarea reglării organelor interne, cât prin perfecționarea prelucrării informațiilor primite din mediul extern în vederea reglării comportamentului uman într-un mediu foarte variabil, și mai ales, prin perfecționarea posibilităților de modificare a mediului extern la nevoile organismului.

Formațiunile mai vechi ale creierului, care reglează funcționarea organelor interne, așa cum ar fi trunchiul cerebral, au rămas aproape nemodificate de câteva milioane de ani. Ceea ce s-a perfecționat însă foarte mult au fost formațiunile care reglează relațiile organismului cu lumea, adică acele formațiuni care ar trebui să intervină în jocul pe care organismul îl susține cu mediul înconjurător.

Astfel a apărut un creier idiotrop, reprezentat de formațiunile mai vechi, care s-au perfecționat în reglarea organelor interne și care au rămas aproape neschimbate de milioane de ani, și un creier ecotrop, extrem de complicat, care s-a perfecționat aproape exclusiv în prelucrarea informațiilor externe în vederea reglării relațiilor organismului cu lumea înconjurătoare.

Creierul idiotrop este, în același timp, și un creier analogic, care lucrează după niște programe algoritmice moștenite genetic și înscrise în propria lui structură, în timp ce creierul ecotrop este mai ales un calculator digital, asemănător cu un calculator universal, care poate

lucra după diferite programe, care nu sunt chiar atât de profund înscrise în propria lui structură și care pot fi mereu perfecționate. De fapt, am putea spune că acest creier al omului contemporan se deosebește de creierul omului de Neanderthal mai ales prin programele de care dispune, decât prin structura pe care a moștenit-o și care nu s-a modificat prea mult în ultimii 10.000 de ani.

De aceea, spre deosebire de creierul idiotrop, care se naște cu programele necesare, care sunt atât de strâns legate de structură încât nu pot fi modificate în cursul vieții, ceea ce ar fi extrem de riscant pentru funcționarea organelor noastre interne, creierul ecotrop nu se naște cu programele necesare, ci trebuie să le învețe în cadrul jocului dintre organism și mediu. De aceea, creierul ecotrop se structurează și se restructurează în permanență sub influența semnalelor pe care le primește din afară. Și am putea spune că, din acest punct de vedere, creierul ecotrop este mai mult rezultatul culturii decât al geneticii, în timp ce creierul idiotrop este mai degrabă rezultatul geneticii decât al culturii (Restian, 2010).

Evident că personalitatea și performanțele omului depind de modul în care colaborează aceste creiere între ele. Dar, din păcate, de cele mai multe ori, ele nu colaborează foarte bine.

**Prin prelucrarea superioară a informațiilor, creierul omului a ajuns să cucerească pământul.** Nu prin prelucrarea substanței și a energiei, ci prin prelucrarea superioară a informațiilor a ajuns creierul cel mai performant organ al omului. Deși creierul are și el imperfecțiunile sale, prin prelucrarea superioară a informațiilor, creierul a devenit cel mai perfecționat organ al omului. Nu cu forța mușchilor săi, ci cu inteligența și cu viclesugurile creierului a reușit omul să cucerească pământul.

Cea mai mare performanță a creierului, care se află la baza performanțelor sale, a fost reprezentată de *trecerea de la informația moleculară, indisolubil legată de substanța și de energia care o conține și o transportă, la informația nervoasă, care poate fi trecută de pe un semnal pe altul.* Creierul a devenit astfel capabil să treacă informațiile fizice și chimice, cum ar fi semnalele optice, acustice și olfactive, care nu pot fi transmise prin structurile organismului, pe niște semnale nervoase care pot fi transmise prin sistemul nervos. În felul acesta, creierul reușește să recepționeze și să transmită prin structurile sale o mulțime de informații optice, acustice și olfactive, absolut necesare reglării comportamentului într-un mediu foarte variabil.

Următoarea performanță a creierului a fost reprezentată de construirea unei rețele neuro-

nale de o complexitate suficient de mare pentru a putea preluca în mod corespunzător informațiile primite. Prin creșterea numărului de neuroni și mai ales a numărului de sinapse, creierul uman a devenit *capabil să recepționeze și să prelucreze o cantitate tot mai mare de informații.* De exemplu, dacă creierul unui vierme putea efectua 1 MIPS (Million Instructions Per Second), creierul șoarecelui a ajuns să prelucreze  $10^3$  MIPS, creierul de maimuță  $10^6$  MIPS, iar creierul uman  $10^9$  MIPS.

Deși are o viteză de lucru mult mai redusă decât calculatorul electronic, creierul uman este mult mai performant decât orice calculator electronic, deoarece performanțele creierului nu constau numai în cantitatea de informație pe care o prelucrează, ci mai ales în *modul în care prelucrează informațiile primite.*

Spre deosebire de calculatorul electronic care lucrează după niște programe algoritmice, adică după niște reguli precise, creierul uman poate să lucreze și după *programe euristice, adică fără reguli precise.*

Pe lângă faptul că a reușit să treacă de la informația moleculară indisolubil legată de o anumită substanță și de energie, la informația nervoasă care poate fi trecută de pe un substrat pe altul, pe lângă faptul că, prin creșterea numărului de neuroni și de sinapse, creierul uman a reușit să construiască o rețea neuronală cu ajutorul căreia reușește să prelucreze o cantitate foarte mare de informații, pe lângă faptul că el poate lucra nu numai după programe algoritmice, ci și după niște programe euristice, probabil că una dintre cele mai mari performanțe ale creierului constă în faptul că el poate dobândi programele necesare prin intermediul *procesului de învățare.*

**Creierul are o mare capacitate de a învăța.** Învățarea a reprezentat o performanță deosebită a creierului, care a dobândit astfel posibilitatea de a progresa mult mai repede decât i-ar fi permis evoluția biologică. Prin învățare, creierul poate dobândi programe noi și să lucreze mai bine cu aceeași structură biologică. De aceea, creierul a combinat funcționarea prin intermediul programelor moștenite genetic, cu programele dobândite prin învățare.

Spre deosebire de formațiunile mai vechi ale creierului, care dispun de la naștere de niște programe de funcționare moștenite genetic și înscrise în structură, formațiunile mai noi ale creierului nu dispun de programele de funcționare necesare, care vor trebui dobândite prin intermediul procesului de învățare.

Deși dependența formațiunilor mai noi de procesul de învățare reprezintă un anumit risc,

deoarece individul poate să rămână fără programe, așa cum se întâmplă în cazul indivizilor care nu dispun de condiții de învățare corespunzătoare, sau poate dobândi programe defecte, capacitatea de învățare reprezintă cea mai bună modalitate de adaptare rapidă a omului la un mediu care se schimbă foarte rapid. Deoarece omul trăiește într-un mediu foarte variabil, în care se produc și modificări foarte rapide, chiar în timpul vieții individului, mecanismele genetice nu pot transmite programele corespunzătoare, care vor trebui dobândite prin intermediul unui proces de învățare.

După cum se știe, orice informație care circulă prin creier lasă o anumită urmă. După cum a arătat Donald Hebb (1949), cu cât o sinapsă este mai solicitată, cu atât ea va sintetiza mai mult mediator sinaptic și va conduce mai ușor semnalele următoare prin sinapsa respectivă.

Astfel, pe lângă rolul funcțional, de asigurare a eficacității proceselor de reglare, informația mai are și un rol structural, contribuind la structurarea și la restructurarea creierului. Spre deosebire de toate celelalte aparate și organe care se structurează în întregime cu ajutorul informației genetice, creierul și, în special formațiunile mai noi ale creierului, nu se pot structura în întregime sub influența informației genetice. Pentru structurarea formațiunilor mai noi ale creierului, este necesară colaborarea informației genetice cu informația primită din mediu. *Creierul este singurul organ în care informația genetică trebuie să colaboreze cu informația primită din mediu, pentru a duce la formarea unei arhitecturi funcționale* (Restian, 2010).

Dacă formațiunile mai vechi ale creierului, care reglează funcționarea organelor interne, prelucrează în mod automat semnalele primite dinăuntru organismului și se structurează cu ajutorul informației genetice, formațiunile mai noi ale creierului nu se pot structura în mod adecvat decât prin colaborarea informației genetice cu informația primită din mediu. Există nenumărate observații care arată că structurile mai noi ale creierului nu se pot maturiza în absența informațiilor primite din afară (Hubel și Wiesel). Acest proces de structurare și de restructurare a creierului sub influența semnalelor primite din afară are la bază capacitatea semnalelor primite din afară de a modifica conductanța sinaptică (Rumelhart, 1986), de a forma dendrite noi și chiar sinapse noi (Egert și Bonhoeffer, 1999). M.R. Rosenzweig și E.L. Bennett (1996) au arătat că solicitarea informațională duce la creșterea numărului de sinapse în hipocamp și și în cortexul prefrontal. Iar aceasta înseamnă de fapt dobândirea de programe noi.

**Învățarea prin imitare.** Dar, pe lângă capacitatea de învățare sistematică prin analiza și repetarea unor informații, prin intermediul urmelor pe care informațiile respective le lasă în structura creierului, acesta mai are și posibilitatea de a învăța prin imitare. Iar învățarea prin imitare care a reprezentat probabil modalitatea cea mai importantă de învățare înainte de apariția limbajului articulat, reprezintă și azi cea mai importantă modalitate de învățare.

G. Rizzolatti și N. Craighero (2004) au constatat că atunci când o maimuță vede că cercetătorul, sau o altă maimuță, prinde un obiect, neuronii din creierul maimuței reacționează spontan, ca și când ar vrea să imite mișcarea respectivă. De aceea, autorii respectivi au denumit acești neuroni, care caută să imite mișcarea pe care o văd, drept neuroni în oglindă. Iar neuronii în oglindă joacă un rol foarte important în procesul de învățare prin imitare.

De exemplu, cecetătorii au constatat că puii de cimpanzeu învață foarte repede prin simpla imitare a mamelor lor. După ce o mamă a unui pui de cimpanzeu a fost învățată să identifice literele care reprezentau o anumită culoare, după care primea un jeton pe care îl putea folosi la un tonomat pentru a primi niște fructe, puil de cimpanzeu, care privea experimentul extrem de complicit, a învățat foarte repede să obțină și el fructe de la tonomat. Puiul de cimpanzeu a învățat chiar mai repede decât mama sa cum să obțină fructe din tonomat.

Dar acest lucru se întâmplă și la om. Modelele joacă un rol deosebit în formarea personalității. Iar moda reprezintă probabil cel mai bun exemplu de învățare prin imitare.

De aceea, putem afirma că marea majoritate a deprinderilor noastre sunt învățate prin imitație. Este suficientă o singură observație pentru a actualiza niște circuite latente. Astfel, individul își însușește foarte rapid pattern-uri întregi de comportament, care vor influența structura personalității sale.

**Modelul intern al lumii înconjurătoare.** Dar prin modificările pe care le produc asupra structurii creierului, semnalele primite din afară pot duce, în cele din urmă, la *aparitia unor modele interne* ale obiectelor și ale fenomenelor care au emis semnalele respective. Iar cu ajutorul acestor modele interne, creierul poate recunoaște, prin intermediul unui proces de superizare, starea mediului în care se află (Restian, 1980).

*Superizarea reprezintă o performanță deosebită a creierului prin intermediul căreia trece de la o mulțime de semnale inferioare primite de la organele de simț, la un semnal superior, cum ar fi trecerea de la o mulțime de puncte la*

o linie, de la o mulțime de linii la o figură, sau de la o mulțime de litere la o silabă, de la o mulțime de silabe la un cuvânt, de la o mulțime de cuvinte la o propoziție, de la o mulțime de propoziții la o frază, de la o mulțime de fraze la o idee și așa mai departe (Restian, 1980).

Procesul de superizare începe încă de la nivelul neuronului care are mai multe intrări, reprezentate de dendritele prin intermediul cărora primește semnalele de intrare și un singur axon, prin întremidiul căruia emite un semnal de ieșire pe care îl trimite la alți neuroni pentru a continua procesul de superizare, de integrare și de condensare a informațiilor primite până când se ajunge la o decizie.

Astfel, sub influența semnalelor primite din afară, în creierul nostru apare un *model intern al lumii înconjurătoare*. Acest model intern al lumii înconjurătoare îndeplinește funcția de cunoaștere și de reprezentare, absolut necesară pentru desfășurarea jocului extrem de complicat pe care organismul uman trebuie să îl susțină cu mediul în care trăiește.

Dar, pe lângă modelul intern al obiectelor și fenomenelor, tot sub influența semnalelor primite, apar niște *modele interne ale relațiilor* dintre diferitele obiecte și fenomene, niște modele ale relațiilor dintre relații, care devin niște *modele logico-matematice* și așa mai departe.

Prin trecerea la niveluri tot mai înalte de prelucrare a informațiilor, creierul devine tot mai performant, tot mai inteligent și mai creativ, având șansa de a susține un joc tot mai avantajos cu mediul în care trăiește și chiar de a schimba în interesul său mediul în care trăiește.

**Gândirea rațională.** Dar recunoașterea diferitelor obiecte și fenomene nu înseamnă rezolvarea problemelor. Pentru a putea rezolva problemele cu care este confruntat, creierul trebuie să supună informațiile descoperite unor prelucrări foarte complicate. Majoritatea acestor prelucrări se desfășoară automat și inconștient, după niște reguli mai mult sau mai puțin precise.

Atunci când creierul nu dispune de reguli precise de prelucrare automată a semnalelor, apare o blocare a circuitelor neuronale, blocare care va determina intrarea în funcțiune a unor rețele neuronale mai mari, ceea ce va declanșa procesul de gândire conștientă.

Această împrăștiere a semnalelor, care nu au putut fi prelucrate în mod automat și inconștient pe o arie mult mai largă, este susținută de explozia electroencefalografică care apare, după cum arată J. Ingram (2005), în momentul în care creierul este solicitat cu semnale ceva mai complicate, ce nu pot fi prelucrate în mod automat și inconștient.

Dacă prelucrarea automată și inconștientă a informațiilor se desfășoară după niște reguli precise, gândirea conștientă se poate desfășura atât după niște reguli precise, cum ar fi regulile logico-matematice, cât și după niște metode euristice. În acest caz, creierul apelează la comparații, la generalizări, la tatonări, la presupuneri și la anticipări. Creierul se deosebește de calculatorul electronic tocmai prin metodele euristice pe care le folosește în rezolvarea problemelor extrem de complicate cu care este confruntat.

**Capacitate de cunoaștere.** Plecând de la capacitatea de învățare, creierul a ajuns la cunoașterea lumii. Cunoașterea reprezintă acumularea unor circuite și a unor programe cu ajutorul cărora să poată fi rezolvate problemele extrem de complicate cu care este confruntat omul în cadrul jocului său cu mediul.

Cunoașterea reprezintă o performanță foarte importantă a creierului. Fără ea nu ar fi posibilă, după cum arată K. Lorenz (1981), prelucrarea adecvată a informațiilor primite din afară. Formațiunile mai vechi ale creierului dispun de o cunoaștere moștenită genetic (Goldman, 1975). Dar formațiunile mai noi ale creierului trebuie să dobândească singure cunoașterea necesară desfășurării proceselor de reglare a comportamentului.

Cunoașterea se realizează prin influențele pe care informația primită din afară le are asupra structurii logice a sistemului nervos. Cunoașterea reprezintă în cele din urmă rezultatul interferenței dintre informația genetică și informația primită din afară. În cazul în care informația genetică joacă un rol mai mare decât informația din mediu, se poate vorbi de o cunoaștere moștenită, așa cum se întâmplă în cunoașterea tacită.

În momentul în care informația primită din afară influențează transmiterea sinaptică și chiar apariția unor sinapse noi, ea determină apariția unor circuite logice capabile să prelucreze într-un anumit fel semnalele pe care le primește, informația transformându-se în cunoaștere. Cunoașterea reprezintă informația care s-a imprimat în structura logică a creierului. De multe ori ea este atât de profund imprimată în structură încât contribuie la prelucrarea automată și inconștientă a informațiilor, fără să ne dăm seama de acest lucru. Din acest punct de vedere, se poate vorbi de o cunoaștere implicită și de o cunoaștere explicită.

Iar cunoașterea pe care o dobândește creierul va fi rezultatul integrării tuturor circuitelor logice care au luat naștere sub influența informației genetice și a informației primite din afară.

În felul acesta, informația contribuie nu numai la reglarea comportamentului, ci și la dobândirea unor programe noi. De fapt, marile progrese ale creierului nu s-au realizat prin modificarea structurii creierului, care nu s-a transformat prea mult în ultimii 10.000 de ani, cât prin desprinderea unor programe noi, în cadrul unui îndelungat proces de învățare.

**Apariția limbajului articulat.** Pentru a ușura procesul de comunicare, precum și procesul de prelucrare a informației, pe lângă celelalte modele interne, creierul și-a construit, acum câteva sute de mii de ani, în tendința lui de abstractizare, și un model lingvistic (Milthen, 1999).

Semnalele care ies din modelul intern al unui obiect sau fenomen vor reprezenta obiectul sau fenomenul care a emis semnalele de intrare. Dar pentru a le putea recunoaște mai ușor și pentru a le putea prelucra chiar și în absența obiectului respectiv, creierul a început să atașeze de semnalul fiecărui obiect sau fenomen o etichetă privind denumirea lui.

La un moment dat, eticheta poate ține locul obiectului. Aceasta înseamnă că respectivul cuvânt va putea deschide aceleași circuite logice pe care le poate deschide semnalul care reprezintă obiectul respectiv. Astfel, a apărut un nou model intern reprezentat de etichetele lingvistice, adică de cuvintele care vor putea ține locul diferitelor obiecte și fenomene. La un moment dat, modelul lingvistic a ajuns să cuprindă și cuvinte abstracte care nu au un corespondent în realitatea concretă.

Modelul lingvistic este localizat în aria lui Broca, din lobul frontal stâng, dar el implică și alte zone din creier, cum ar fi cortexul auditiv primar, anumite arii din lobul temporal și din lobul parietal (Ojemann, 1983)

Modelul lingvistic s-a dovedit foarte util, deoarece cuvintele și simbolurile pot fi manipulate mult mai ușor decât modelele interne pe care le reprezintă. Ele pot fi utilizate chiar și în absența obiectelor pe care le reprezintă. De aceea, cuvintele pot ajuta desfășurarea procesului de gândire (Calvin, 1996). Iar după cum arată R. Gregory (1981), cuvintele reprezintă niște unelte ale minții.

Dar modelul lingvistic nu este format numai din etichete, care reprezintă repertoriul sau partea morfologică a modelului, ci și dintr-un program de utilizare a etichetelor respective, care reprezintă sintaxa, adică relațiile dintre cuvinte, sau gramatica limbii respective.

Iar repertoriul nu este format numai din substantive, care denumesc diferitele obiecte și fenomene, ci și din adjective, care arată calitatea substantivelor respective, și din verbe, care

arată acțiunile pe care substantivele respective le-ar putea produce.

Din acest punct de vedere, este foarte important de remarcat că, dacă substantivele și adjectivele sunt mai legate de modelul intern al diferitelor obiecte și fenomene, verbele sunt mai legate de modelul intern al relațiilor posibile dintre diferitele obiecte și fenomene. De aceea, substantivele activează mai ales lobul temporal, în timp ce verbele activează mai ales lobul frontal, unde se află centrii motori (Damasio și Tranel, 1993).

**Inteligența umană.** Impresionat de performanțele organismului în păstrarea stabilității, pe care el a denumit-o homeostazie, Walter Cannon (1932) a vorbit despre înțelepciunea organismului uman. Deși toate organele contribuie la înțelepciunea organismului, creierul are totuși o importanță deosebită.

Pe lângă rezolvarea problemelor curente, cu ajutorul unor algoritmi sau a unor metode simple, creierul este de multe ori obligat să rezolve niște probleme mai complicate și mai dificile cu care este confruntat. Pentru rezolvarea acestor probleme, creierul trebuie să dea dovadă de multe ori de foarte multă inteligență.

Inteligența reprezintă capacitatea creierului de a face față unor situații mai dificile, mai complicate, de a rezolva probleme noi pentru care nu dispune de nici un fel de reguli. În aceste cazuri, creierul este obligat să apeleze la metodele euristice. În cazul în care nu dispune de reguli precise de prelucrare a informațiilor, creierul trebuie să apeleze la metoda euristică.

Metoda euristică este declanșată de primirea unor semnale mai puțin cunoscute, pentru care nu dispune de reguli precise de prelucrare sau de imposibilitatea de a efectua în timp util toate operațiile pe care le-ar solicita rezolvarea algoritmică.

Toate semnalele aferente sunt conduse spre creier după niște reguli precise înscrise în structură. La nivelul ariilor de proiecție a căilor aferente începe procesul de superizare, care se desfășoară de obicei algoritmic. Informațiile descoperite la nivelul ariilor senzitive sunt trimise spre ariile de asociație, iar apoi spre lobul frontal și spre sistemul limbic.

Dacă semnalele nu pot fi superizate, ele vor declanșa intrarea în funcțiune a conștiinței și, în primul rând, a reacției de orientare, care va căuta semnale suplimentare pentru superizarea semnalelor primite.

Dacă semnalele primite prin intermediul atenției și a reacției de orientare vor face posibilă interpretarea semnalelor primite, atunci problema este rezolvată. Dacă nici cu ajutorul

semnalelor culese prin intermediul reacției de orientare, creierul nu reușește să rezolve problema, atunci el va apela la metoda de încercare-eroare. Va alege soluția care i se pare cea mai probabilă și va vedea dacă se potrivește. Dacă nu se potrivește, alge o altă soluție și așa mai departe, până când reușește să superizeze semnalele primite.

Desigur că pentru utilizarea metodei euristice creierul trebuie să dea dovadă de foarte multă inteligență și imaginație.

Dar Howard Gardener (1993) a arătat că există mai multe tipuri de inteligență, cum ar fi inteligența lingvistică, logică, spațială, muzicală și motorie. D. Goleman (1995) vorbește de o inteligență emoțională, cu ajutorul căreia rezolvăm majoritatea problemelor cu care suntem confrunțați. Iar D. Zohar și I. Marshall (2007) vorbesc de o inteligență spirituală mult mai profundă.

Când vedem un mare atlet sau ascultăm un mare muzician, probabil că este vorba de funcționarea mai performantă a unor module din creier și probabil că la fiecare dintre noi anumite module funcționează mai bine decât altele.

**Activitatea spontană a creierului.** Încă din 1928, H. Burger a arătat că un creier are nu numai o activitate electrică provocată, ci și o activitate electrică spontană. Scoarța occipitală emite niște unde alfa de 8-12 Hz, când nu este stimulată și niște unde beta, de 12-30 de Hz când este stimulată cu semnale optice. G. Buzsaki (2006) arată că această activitate spontană joacă un rol deosebit în activitatea creierului. Neuronii sunt niște oscilatori care emit în mod spontan unde cu o frecvență cuprinsă între 2 Hz și 600 Hz. Activitatea electrică a neuronilor din retină, din cohlee, din talamus și din zonele de proiecție, este mai puternic influențată de informațiile primite din afară.

W. Singer (1989) a arătat că expunerea unei pisici la niște raze luminoase mobile determină apariția unui ritm gama de 30-80 de Hz, de o geometrie asemănătoare razelor respective, în neuronii din cortexul vizual. Dar, cu cât intrăm mai în profunzimea creierului, activitatea spontană a neuronilor este mai independentă de informațiile primite din afară.

Iar oscilațiile emise de anumiți neuroni nu rămân izolate, ci influențează prin rezonanță ceilalți neuroni. Astfel pot apărea grupuri de neuroni care vor avea o activitate coerentă, care poate juca un rol deosebit în transmiterea și prelucrarea informațiilor.

Noi am arătat că, datorită faptului că orice modificare substanțial-energetică din creier are o valoare informațională, activitatea spontană a

creierului reprezintă, de fapt, o producție de informații. Prin această activitate electrică spontană se manifestă, pe de o parte, informația genetică, iar pe de altă parte informația memorată de creier și inclusă în structurile sale. De aceea activitatea electrică spontană a creierului va reprezenta, de fapt, impulsurile și motivațiile care să ducă la realizarea nevoilor și a instinctelor organismului.

Aceasta înseamnă că deciziile pe care le ia creierul nu sunt numai rezultatul prelucrării informațiilor primite din afară, ci și rezultatul interferenței dintre informațiile primite din afară și informațiile pe care le emite în mod spontan creierul.

**Creativitatea.** Ceea ce frapază în mod deosebit în cazul creierului nu este numai faptul că el prelucrează în mod superior informațiile primite, ci faptul că emite mai multe informații decât primește.

Pornind de la niște informații elementare extrem de sărace, creierul reușește să emită niște informații extrem de bogate, de nuanțate și de complicate. Astfel, plecând de la niște cuvinte banale, poetul reușește să compună o poezie de o frumusețe copleșitoare. De asemenea, pictorul plecând de la niște culori care nu spun nimica reușește să realizeze un tablou de o frumusețe impresionantă. Iar omul de știință, plecând de la niște date banale, reușește să elaboreze un model care ajunge să dezvăluie lucruri nebănuite.

Astfel, creierul dă dovadă de o mare creativitate. Creativitatea reprezintă capacitatea creierului de a crea ceva nou. Iar omul dispune de o mare capacitate de creație. De fapt, tocmai în inteligența și în creativitatea creierului trebuie căutate cauzele culturii și ale civilizației în care trăim. Cu ajutorul inteligenței și a creativității sale, creierul a schimbat lumea.

Desigur că, pentru a fi creativ, creierul trebuie să dea dovadă de cunoștințe, de inspirație, de fantezie, de imaginație și de originalitate. Pentru a putea crea ceva nou, creierul trebuie să facă foarte multe analize, sinteze și asociații de idei.

Creativitatea poate fi explicată prin combinarea informațiilor primite cu informațiile din memorie și cu informațiile emise în mod spontan de către creier. În urma acestor combinații, pot lua naștere nu numai opere de artă, ci și instrumente și teorii științifice.

**Bucuria de a trăi.** Dacă am compara creierul cu un calculator electronic, atunci ar trebui să precizăm că el este un calculator sentimental, un calculator care se îndrăgostește, iubește și urăște. Dar creierul nu este un calculator.

Pentru a asigura satisfacerea nevoilor și pentru a-și putea păstra stabilitatea într-un mediu foarte variabil și, uneori, chiar foarte ostil, sistemele biologice mai evoluat, așa cum au fost mamiferele primitive, au întovărășit satisfacerea nevoilor de o anumită stare de confort sau chiar de plăcere, iar nesatisfacerea lor de o stare de disconfort sau de neplăcere.

Astfel, a apărut un registru de stări afective și un sistem de recompensă-pedeapsă. Sistemul de recompensă direcționează comportamentul spre satisfacerea stării de plăcere și de confort, care corespunde de obicei satisfacerii instinctelor, a nevoilor și a dorințelor organismului. Iar sistemul de pedeapsă evită comportamentele care contravin stărilor de plăcere și de confort.

Astfel, peste modelul intern al propriei noastre identități și peste modelul intern al lumii înconjurătoare, a apărut un modul al afectivității, care stabilește caracterul plăcut sau neplăcut al informațiilor, al deciziilor sau al repercusiunilor lor asupra organismului.

Pentru ca instinctele și nevoile fundamentale să fie realizate cu prioritate, îndeplinirea lor este întovărășită de senzația de plăcere, de satisfacție și de confort, care reprezintă o recompensă. Iar neîndeplinirea lor este întovărășită de senzația de neplăcere, de insatisfacție și de disconfort, adică de o pedeapsă. De aceea, sistemul acesta a fost denumit sistem de recompensă-pedeapsă.

Adică natura nu s-a rezumat numai la reflexe și pe instincte sau la prelucrarea logică a semnalelor primite, ci a completat acesată prelucrare logică cu o stare de plăcere sau de neplăcere, care corespunde de obicei cu valoarea de utilitate sau de inutilitate a deciziilor respective.

Senzația de plăcere, de bine și de confort, sau senzația de neplăcere și de disconfort, este resimțită nu numai la nivelul creierului, ci la nivelul întregului organism. Emoțiile se manifestă prin tahicardie, vasodilatație la nivelul feței, tremurături și altele. Senzația de satisfacție, de fericire sau de nefericire izvorăște din corp, nu din cap (Klein, 2003). După cum arată R. Damasio (2000), frica și furia apar mai întâi în corp și apoi în minte. De aceea am putea spune că omul nu gândește numai cu creierul, ci cu tot corpul.

Chiar dacă de multe ori plăcerea devine periculoasă, natura a inventat plăcerea pentru a induce un comportament care s-a dovedit, de-a lungul timpului, extrem de util. Plăcerea a reprezentat un mijloc extrem de util pentru a alege un anumit aliment sau un anumit comportament fără a mai apela la rațiune. Alimentele sărate sunt mai plăcute, deoarece organismul nostru are nevoie de sare, chiar dacă omul a ajuns să mănânce astăzi mai multă sare decât i-ar fi

necesar. În general, plăcerea este un semnal că organismul primește ceea ce are nevoie, chiar dacă există și dorințe periculoase.

Pentru a putea îndeplini nevoile organismului, creierul monitorizează funcționarea organelor interne și parametrii interni, cum ar fi glucoza sanguină și concentrația osmotică a sângelui, iar în cazul în care glucoza scade și osmolaritatea crește, apare senzația de sete și de foame, ceea ce va influența modul de prelucrare a semnalelor pe care le primește.

Procesul de prelucrare a informațiilor va putea fi influențat și de variațiile hormonilor periferici, care vor putea declanșa cu prioritate comportamentul de confort sau, dimpotrivă, comportamentul de frică.

Desigur că pentru a-și putea satisface senzația de foame, de sete sau de frică, creierul va trebui să prelucreze în mod rațional semnalele primite cu ajutorul formațiunilor sale superioare și să trimită comanda corespunzătoare spre mușchii striati și spre organele interne, care să susțină decizia de fugă sau de căutare a hranei și a apei.

Creierul nu se rezumă, însă, la o astfel de decizie rațională, ci induce în întregul organism o stare de urgență, de foame, de sete sau de frică, stare care impune creierului decizia de a fugi sau de a căuta hrană și apă. În cadrul senzației de foame, creierul secretă dinorfină, care accentuează starea de disconfort. La vederea sau la mirosul hranei, creierul secretă dopamină care determină starea de plăcere, iar la ingestia hranei, creierul secretă endorfine, care determină senzația de satisfacție (Kelin, 2003).

De aceea, pentru a putea îndeplini cât mai bine deciziile corespunzătoare realizării instinctelor și nevoilor sale, organismul comunică în permanență creierului diferite stări, de plăcere și de satisfacție, sau, dimpotrivă, de neplăcere și de insatisfacție, care vor direcționa transmiterea semnalelor de intrare spre anumite căi de ieșire. Iar creierul afectiv caută să mențină organismul într-o stare optimă de funcționare.

De aceea, semnalele plecate de la creierul afectiv, cum ar fi senzația de frică, nu numai că direcționează prelucrarea cu prioritate a anumitor semnale, dar poate să inhibe prelucrarea altor semnale. De exemplu, senzația de frică poate fi declanșată de niște semnale venite de la ochi. Să presupunem că vedem un câine fioros care vine spre noi. Aceste semnale ajung, prin intermediul nervului optic, mai întâi la talamus, unde se realizează o primă integrare a semnalelor primite din afară. De la talamus, ele sunt trimise în același timp spre ariile vizuale din lobii occipitali, dar și spre sistemul limbic, spre amigdală și spre hipocamp. Hipocampul, care

joacă un rol foarte important în memoria de lungă durată, face o primă analiză a semnalelor primite. Dacă hipocampus stabilește că semnalele primite reprezintă un pericol pentru organism, el va anunța imediat amigdala, care va declanșa alarma. Amigdala va trimite semnalele de alarmă către lobul frontal, unde va bloca celelalte semnale și va declanșa reacția de fugă, precum și la hipotalamus, unde va declanșa intrarea în funcțiune a sistemului nervos autonom și secreția unor neurohormoni, cum ar fi factorul de eliberare a hormonului corticotrop, pentru a susține reacția de luptă sau de fugă.

Același lucru se întâmplă și în cazul celorlalte stări afective, care vor influența adoptarea cu prioritate a anumitor decizii. De aceea nu putem vorbi de o prelucrare neutră și obiectivă a semnalelor primite de creier sau de o decizie pur rațională. Toate semnalele și toate deciziile pe care le ia creierul sunt impregnate cu o anumită coloratură afectivă.

Influența creierului afectiv asupra prelucrării informațiilor de către neocortex se datorează faptului că, fiind o formațiune mai veche, creierul afectiv are o anumită întâietate asupra procesului de luare a deciziilor. Creierul afectiv nu poate prelucra atât de laborios semnalele primite din afară, dar ceea ce stabilește el este de obicei extrem de important, de grav și chiar de urgent pentru organism. Pe de altă parte, creierul afectiv lucrează mult mai rapid decât neocortexul. De aceea natura nu a riscat să lase problemele de viață ale individului și ale speciei pe seama rațiunii.

Natura nu a riscat să lase decizii foarte importante, pentru individ și pentru specie, pe seama rațiunii, care este prea înceată și nedecisă. De aceea omul nu ia, de obicei, deciziile sale de viață din punct de vedere rațional, ci mai ales din punct de vedere afectiv. Iar lezarea creierului afectiv influențează profund capacitatea decizională a creierului. De exemplu, s-a constatat că lezarea amigdalei, care stabilește gustul plăcut sau neplăcut al alimentelor, inhibă la șobolani comportamentul alimentar (Norgen, 1974). Iar lezarea ariilor supraorbitare din lobul frontal legate de creierul afectiv și a unor zone din sistemul limbic inhibă capacitatea de luare a deciziilor. Deși individul respectiv raționează aproape normal, el nu mai este în stare să ia nici o decizie (Damasio, 1994).

După cum arată M. Cabanac (2003), plăcerea joacă un rol atât de important în reglarea funcțiilor fiziologice, încât comportamentul omului este orientat spre satisfacerea maximă a plăcerii. Iar D. Goleman (1995) vorbește de o adevărată inteligență emoțională, deoarece numai 20% din reușitele noastre în viață depind de

inteligența rațională, restul de 80% depinzând de inteligența emoțională. Sentimentele sunt cele care ne spun, de fapt, ce trebuie să facem și ce nu trebuie să facem. Și de obicei ele nu prea ascultă de inteligența noastră rațională.

**Conștiința.** Apariția conștiinței a reprezentat probabil cel mai important eveniment care a avut loc de la apariția vieții pe pământ. Conform principiului antropocentric care susține că această conștiință ar reprezenta, de fapt, scopul evoluției universale, atunci ar avea nevoie, în cele din urmă, de cineva care să îi admire opera. Dar dacă apariția vieții a fost întovărășită de un mare mister, apariția conștiinței este întovărășită de un și mai mare mister.

Conștiința este un fenomen atât de complicat încât este foarte greu de definit (Papineau și Selina, 2000, Ingram, 2005). Ea este considerată ca un fel de gândire a gândirii, ca un fel de gândire reflexivă, ca un fel de trăire subiectivă, un fel de sentiment al existenței, un fel de simțire privată a noastră în lumea străină în care trăim. De aceea, cea mai răspândită concepție privind natura conștiinței a fost concepția dualistă, elaborată acum 400 de ani de R. Descartes, care a arătat că, în timp ce creierul are o structură materială, conștiința are o structură imaterială, spirituală și transcendentă. De aceea, în timp ce unii cercetători, cum ar fi J.P. Searle, Changeaux și alții, consideră conștiința ca un produs al activității cerebrale, alții cum ar fi J.C. Eccles și K.R. Popper (1981) și D. Chalmers (1996), o consideră ca o lume paralelă, iar alții o consideră ca o enigmă care depășește posibilitățile de înțelegere a ființei umane.

Deși unii autori consideră că și animalele au conștiință (Radner, 1989, Savage-Rumbaugh, Mintz și Tagliatela, 2000), iar alții vorbesc chiar de o conștiință universală (Bohm, 1980), unii autori consideră că această conștiință a apărut ceva mai târziu pe scara evoluției umane (Leary și Buttermore, 2003).

După cum arată M. Leary și N. Buttermore (2003), conștiința ar fi apărut acum 30.000 de ani. Atunci, în paleoliticul mijlociu ar fi avut loc o explozie creativă determinată de producția unor unelte primitive și de apariția reprezentărilor artistice primitive. Din acea perioadă datează o serie de arme și de unelte, precum și o serie de podoabe, de brățări, de sculpturi și de picturi rupestre. Aceste unelte și opere de artă reprezintă rezultatul unor minți mai evolute, care gândeau, își imaginau și chiar creau lucruri pe care nu le vedeau în natură.

S. Mithen (1999) crede însă că apariția conștiinței ar fi început încă de acum 300.000 de ani, când ar fi apărut, de fapt, primele arme și primele unelte primitive.



După cum arată J. Tooby și I. Devore (1987), fiind obligat să se apere și să își procure hrana, omul a început să fabrice arme și unelte și să rezolve problemele existențiale cu care era confruntat. Astfel, omul a intrat la un moment dat într-o nișă cognitivă, care a dus la dezvoltarea creierului și la apariția conștiinței. După cum arată S. Mithen (1999), un rol deosebit în dezvoltarea conștiinței l-a avut apariția limbajului, acum 200.000 de ani. Limbajul a făcut posibilă dezvoltarea gândirii, deoarece cuvintele reprezintă adevărate unelte ale minții.

Dar dacă conștiința a apărut și s-a dezvoltat atât de mult încât ea constituie fundamentul existenței umane (Wolf, 1996), probabil că ea a avut un anumit rol în adaptarea omului la un mediu care nu este întotdeauna foarte prietenos. După T.H. Huxley (1874), conștiința nu a avut nici un rol. Iar după F. Galton (1879), conștiința nu este decât un spectator neajutorat al unor mici părți din procesele care au loc în mod automat și inconștient în creier.

După majoritatea autorilor, conștiința are însă un rol foarte important. După W. James, conștiința este necesară atunci când trebuie să alegem o decizie din mai multe decizii posibile. După F. Crick (1995), conștiința este necesară atunci când trebuie să comparăm și să evaluăm informațiile primite. După N. Humphrey (1978), conștiința este necesară pentru a formula și a testa ipoteze. Înainte a aplica anumite decizii în cadrul jocului său cu mediul, organismul simulează jocul respectiv în cadrul conștiinței. Conștiința anticipează rezultatele posibile și alege deciziile care corespund cel mai bine restricțiilor impuse de condițiile de mediu. Iar ipotezele care nu corespund restricțiilor respective, sunt riscante sau sunt pur și simplu periculoase, vor fi eliminate. De aceea, K. Popper spune că ipotezele mor în locul nostru. Dacă ipotezele periculoase nu ar muri în locul nostru, foarte mulți dintre noi am fi murit de mult.

Conștiința este foarte complicată, deoarece, pentru a putea lua deciziile cele mai adecvate unor situații extrem de variabile și de complexe, ea trebuie să țină seama nu numai de valorile de probabilitate, de valorile hedonice sau de valorile de utilitate, ci și de valorile etice, estetice, morale și deontice (Restian, 1978).

Desigur că multe dintre scenariile jocului dintre organism și mediu se pot desfășura automat și inconștient. Dar atunci când creierul nu dispune de algoritmi necesari procesării automate și inconștiente a informațiilor, ceea ce se întâmplă foarte frecvent, devine necesară intrarea în funcțiune a conștiinței.

Cu ajutorul conștiinței, omul poate gândi în viitor. Cu ajutorul conștiinței, creierul este, după cum arată D. Dennett (1996), o mașină anticipativă, o mașină de prorocit. Astfel, el își poate face proiecte, poate spera, visa la o lume mai bună și poate duce un joc mult mai eficient cu mediul în care trăiește. Dar în felul acesta omul trăiește mai mult într-o lume a speranțelor, decât într-o lume reală. Iar speranțele se dovedesc, de multe ori, a fi înșelătoare.

**Dimensiunea spirituală a creierului.** Dar creierul nu s-a oprit numai la gândire, la cunoaștere, la conștiință și la rezolvarea unor probleme materiale, ci s-a ridicat tot mai sus, pînă la nivelul spiritual. Spiritualitatea reprezintă legătura omului cu divinitatea, cu profunzimile lumii materiale, cu universul și, în cele din urmă, cu absolutul.

Desigur că pentru a realiza aceste legături, creierul are nevoie de anumite structuri. Unii cercetători le-au căutat și cred că le-au descoperit. În anul 2005, D. Hamer a anunțat că a descoperit gena lui Dumnezeu. Aceasta ar fi o genă care intervine în construcția creierului și mai ales a rețelelor neuronale dopaminergice.

În 1998, V.S. Ramachandran a arătat că bolnavii de epilepsie temporală au trăiri extatice, care pot fi obținute și la oamenii normali prin stimularea lobilor temporali.

În 1996, M.A. Persinger obține, prin stimularea magnetică transcraniană a lobilor temporali, viziuni extatice la oameni normali.

Cercetările au arătat că, atunci când indivizii normali sunt expuși unor experiențe religioase, crește activitatea electrică a lobilor temporali.

În meditație și în extazul mistic crește activitatea lobilor prefrontali și scade activitatea lobilor parietali. Și toate acestea au efecte pozitive asupra stării de sănătate a individului, ceea ce pune problema cauzalității descendente, adică a influenței psihicului și a divinului asupra structurilor somatice.

Toate aceste lucruri i-au făcut pe unii cercetători să vorbească de o neuroteologie. Dar substratul dimensiunii spirituale nu trebuie căutat în structura anatomică a creierului, ci în nivelurile informaționale ale creierului, care se pot ridica la dimensiuni nebănuite.

**Plasticitatea creierului uman.** Pe lângă capacitatea de a învăța, de a reprezenta lumea înconjurătoare și de a cunoaște, pe lângă inteligență și creativitate, pe lângă capacitatea de a iubi și de a urî, creierul mai are și o mare plasticitate, care este rezultatul detașării proceselor informaționale de procesele substanțiale și energetice care au loc în creier și a influenței pe care o are informația asupra structurii creierului. E. Enghert și I. Bonhoeffer (1999) au arătat că informația

primită din afară are posibilitatea de a influența apariția unor sinapse noi, adică a unor circuite neuronale noi, circuite care dispar dacă nu sunt stimulate. La un pianist care exersează foarte mult se dezvoltă aria motorie care inervează degetele, iar, dacă nu mai exersează, aria scade din nou.

Deși este organizat pe module specializate pentru îndeplinirea unor anumite funcțiuni, datorită complexității rețelei neuronale și a supra-saturării cu legături interne, nici un modul nu deține monopolul absolut al funcției respective. Toate funcțiile, așa cum este cazul prelucrării informațiilor optice, care implică mai mult de 50% din rețeaua neuronală, sau al memoriei care este răspândită în aproape toată rețeaua neuronală, hipocampul care are un rol deosebit, fiind un fel de motor de căutare, adică toate

funcțiile sunt mai mult sau mai puțin distribuite în rețea. Și cu cât o funcție este mai distribuită în rețea, cu atât ea va putea fi mai ușor compensată de alte module după scoaterea din funcțiune a modului respectiv.

Pe de altă parte, formațiunile mai noi ale creierului nu sunt structurate definitiv, ci se structurează în permanență sub influența informațiilor primite din afară. Așa se explică marea plasticitate a creierului.

**Omul nu-și folosește creierul așa cum ar trebui.** Deși omul are un creier extem de performant, el nu îl folosește așa cum ar trebui. Pe de altă parte, deși creierul este cel mai perfecționat organ, cu ajutorul căruia omul a reușit să domine pământul, are totuși anumite imperfecțiuni. Dar despre toate acestea vom discuta în numărul viitor al revistei.

## BIBLIOGRAFIE

1. **Bateson G.** – Steps to an ecology of mind, Ballantine, New York, 1972
2. **Berns G.** – Satisfacția, Nemira, 2007
3. **Bohm D.** – Plenitudinea lumii și ordinea ei, Editura Humanitas, 1995
4. **Boss G.** – Les machines à pense, Grand Midi, Zürich, 1987
5. **Buzsaki G.** – Rhythms of the brain, Oxford University Press, 2006
6. **Calvin W.H.** – How brain think, Orion Publishing Group, London, 1996
7. **Chalmers D.J.** – The conscious mind, Oxford University Press, 1966
8. **Damasio A.R.** – Descartes error, emotion, reason and the human brain, Putman Book, New York, 1994
9. **Damasio R.** – Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions, *Nature Neuroscience*, 10, 2000, 1044-156
10. **Dennett D.C.** – Consciousness explained, Little Brown, Boston, 1991
11. **Engert E., Bonhoeffer T.** – Dendrite spine changes associated with hippocampal long term synaptic plasticity, *Nature*, 399, 1999, 66-70
12. **Fodor J.A.** – Modularity of mind, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984
13. **Gardner H.** – Multiple intelligences, Harper Collins, New York, 1993
14. **Goleman D.** – Emotional intelligence, Bantam Books, New York, 1995
15. **Hebb D.O.** – The organization of behaviour, a neropsychological theory, Wiley, New York, 1949
16. **Hubel D.H., Wiesel T.H.** – Functional architecture of macaque monkey visual cortex, *Proceedings of Royal Society*, 189, 1977, 1-59
17. **John E.R.** – How the brain works, *Psychology Today*, 5, 1976, 48-52
18. **Kawaba H., Zeki S.** – Neural correlates of beauty, *Journal of Neurophysiology*, 94, 2004, 1699-1705
19. **Klein S.** – Formula fericirii, Humanitas, 2002
20. **Llinas R., Ribary U.** – Coherent 40 Hz oscillations characterises dream state in humans, *Proceedings of National Academy of Science*, 90, 1993, 2078-2081
21. **Lorenz K.** – Cele opt păcate ale omenirii civilizate, Humanitas, București, 1996
22. **Maclean P.D.** – The triune brain in evolution, Plenum Press, New York, 1990
23. **Marr D.** – Vision – Freeman and Company, San Francisco, 1982
24. **Mcculloch W., Pitts W.** – A logical calculus of ideas immanent in neurons activity, MIT, 1965
25. **Ojemann G.A.** – Electrical stimulation and the neurobiology of language, *Behaviour And Brain Science*, 2, 1983, 221-226
26. **Persinger M.** – Feeling of past lives as expected perturbation within the neurocognitive processes that generate the sense of self, *Perception and Motor Skills*, 83, 1996, 1107-1121
27. **Ramachandran V.S., Blakeslee S.** – Phantoms in the Brain, Fourth Estate, London, 1998
28. **Restian A.** – Cybernetical sytem control by feedbefore mechanism, In *Modern trends in Systems and Cybernetics*, Springer Verlag, Berlin, 1975
29. **Restian A.** – Feedback and feedbefore mechanisms in biological systems, *Kybernetes*, 3, 1978, 317-319
30. **Restian A.** – Logical structure of nervous system, *International Journal of Neuroscience*, 2, 1978, 87-95
31. **Restian A.** – Transition activity from signals to information processing, *International Journal of Neuroscience*, 4, 1979, 211-30
32. **Restian A.** – La neurocybernetique de la superisation, *Cybernetica*, 3, 1980, 221-234
33. **Restian A.** – Principiile de conservare și de transformare a informației, *Studii si cercetari de biotehnologie*, 9, 1980, 31-37
34. **Restian A.** – Les mecanismes cybernetiques du passage de la structure neurologique à l'activite psychologique, *Cybernetica*, 2, 1982, 101-133
35. **Restian A.** – Homo ciberneticus, Editura Științifică, 1981
36. **Restian A.** – Modelul informațional al creierului, Conferința Națională de Neuroștiințe, București, 2009
37. **Restian A.** – Neuronii în oglindă, *Practica Medicală*, 1, 2010, 5-8
38. **Restian A.** – Informatomul uman, Conferința Națională de Neuroștiințe, București, 2010
39. **Rizzolatti G., Craighero L.** – The mirir neurons system, *Annual Review Neuroscience*, 27, 2004, 169-192
40. **Rosenweig M.R., Bennett E.L.** – Psychobiology of plasticity effect of training and experience on brain and behaviour, *Behavioural Brain Research*, 78, 1996, 57-65
41. **Schneider T.D.** – Theory of moleculare machines, *Journal of Theoretical Biology*, 148, 1991, 83-128
42. **Singer W., Gray C.M.** – Visual feature integration and the temporal correlation hypothesis, *Annual Review of Neuroscience*, 18, 1995, 55-586
43. **Zohar D., Marshall I.** – Inteligența spirituală, Editura Vellant, 2009