

DR. NORMAN DOIDGE

CREIERUL SE TRANSFORMĂ

Ediția a III-a



EXPERIENȚELE NEUROPLASTICITĂȚII

Traducere din limba engleză de
Liviu Mateescu

Editura Paralela 45

Cuprins

Notă către cititor

9

Prefață

11

1

O FEMEIE CARE CADE TOT TIMPUL

Salvată de omul care a descoperit plasticitatea simțurilor noastre

15

2

FEMEIA CARE ȘI-A FĂURIT UN CREIER MAI BUN

O femeie etichetată drept „retardată mintal“

descoperă cum se poate autovindecă

38

3

REPROIECTAREA CREIERULUI

Un om de știință modifică creiere pentru o mai acută percepție și memorie, măbind viteza de gândire și vindecând

problemele de învățare

54

4

CUM AJUNGEM SĂ AVEM PREFERINȚE ȘI SĂ IUBIM

Ce ne învață neuroplasticitatea despre atracția sexuală și iubire

96

5

REÎNVIERI ÎN NOAPTE

Victime ale apoplexiei învață din nou să se miște și să vorbească

131

6

BLOCARE CEREBRALĂ DEBLOCATĂ

Utilizarea plasticității pentru a scăpa de griji,
de obsesii, de constrângeri și de proaste obiceiuri
159

7

DUREREA

Partea întunecată a plasticității
170

8

IMAGINAȚIA

Execuția gândurilor
187

9

FANTOMELE NOASTRE, STRĂMOȘII NOȘTRI

Psihanaliza ca terapie neuroplastică
204

10

REÎNTINERIRE

Descoperirea celulei stem neuronale
și lecții pentru prezervarea creierelor noastre
231

11

MAI MULT DECÂT SUMA PĂRȚILOR SALE

O femeie ne arată cât de radicală poate fi plasticitatea cerebrală
242

Anexa 1

Creierul modificat cultural
267

Anexa 2

Plasticitatea și ideea de progres
290

Mulțumiri

295

Note și referințe

299

Notă către cititor

Toate numele persoanelor care au trecut prin transformări neuroplastice sunt reale, cu puținele excepții indicate, precum cazurile copiilor și ale familiilor lor.

Secțiunea de note și bibliografia de la sfârșitul cărții includ comentarii atât la capitole, cât și la anexe.

EDITURA PARALELA 45

Prefață

Cartea de față prezintă o descoperire revoluționară: aceea că creierul uman se poate modifica pe sine însuși. Evidențiem acest lucru prin istorisirile oamenilor de știință, ale medicilor și ale pacienților care au produs astfel de transformări uimitoare. Fără operații și fără medicație, ei au profitat de o capacitate până acum necunoscută a creierului de a se schimba. Unele dintre persoanele prezentate au fost pacienți cu probleme cerebrale considerate incurabile; altele au fost oameni fără probleme specifice, care pur și simplu au dorit să-și îmbunătățească modul de funcționare a creierului sau să păstreze funcționarea acestuia la parametri optimi, în ciuda înaintării în vârstă. O asemenea îmbunătățire ar fi fost de neconceput în ultimele patru secole, pentru că medicina și științele-standard au considerat că anatomia creierului e imuabilă. Opinia majoritară susținea că, după perioada copilăriei, creierul se schimbă doar odată cu începutul lungului proces al declinului personal, că, atunci când celulele cerebrale încetează să se dezvolte în mod normal ori când sunt distruse sau mor, ele nu pot fi înlocuite. În plus, creierul era socotit incapabil să-și modifice structura și să găsească noi modalități de funcționare în cazul în care o parte a lui a fost distrusă. Teoria creierului de neschimbat a emis un dictat: dacă te-ai născut cu limitări cerebrale sau mentale ori dacă ai suferit deteriorări ale creierului în timpul vieții, atunci rămâi cu aceste limitări și deteriorări tot restul vieții. Oamenii de știință care și-au pus întrebarea dacă un creier sănătos ar putea fi îmbunătățit sau măcar întreținut prin activități și exerciții mintale au fost invitați să nu-și piardă timpul. Un nihilism neurologic – prejudecata că pentru multe probleme cerebrale un tratament nu este nici eficient și nici de dorit – a prins rădăcini și s-a răspândit în toată cultura noastră, marcându-ne întreaga concepție despre natura umană. Iar dacă creierul nu se poate schimba, natura umană, care e produsul creierului, este în mod necesar fixă și inalterabilă. Credința că un creier nu se

poate schimba își are originile în trei surse principale: faptul că pacienții cu creiere deteriorate își revin total în foarte puține cazuri; incapacitatea noastră de a observa activitățile microscopice într-un creier *viu*; și ideea – care datează de la începuturile științei moderne – că creierul poate fi comparat cu o superbă mașină. Iar mașinile, chiar și când fac lucruri extraordinare, nu se schimbă și deci nu evoluează.

Ideea de creier în schimbare a început să-mi dea târcoale în timpul muncii mele de cercetare în psihiatrie și a practicii mele în psihanaliză. Atunci când pacienții nu progresează psihologic atâta cât ne dorim, recurgem la ideea încetățenită că problemele lor sunt adânc „cablate“ undeva în creierul neschimbabil. „Cablarea“ este o altă metaforă împrumutată din domeniul mașinilor, derivând din comparația dintre creier și hardware-ul unui computer cu circuite și conexiuni permanente, fiecare dintre ele proiectată să efectueze o operație specifică și de neschimbat.

Când am auzit pentru prima oară că creierul uman s-ar putea să nu fie chiar cablat, a trebuit să cercetez și să judec dovezile cu propria mea minte. Investigațiile m-au condus departe de cabinetul meu de consultații.

Am efectuat o serie de călătorii, iar între timp am făcut cunoștință cu un grup de oameni de știință străluciți, care lucraseră la frontierele științei creierului și care, la sfârșitul anilor '60 și începutul anilor '70, făcuseră o serie de descoperiri neașteptate. Ei mi-au dovedit că creierul își schimbă structura cu fiecare activitate pe care o realizează, perfecționându-și circuitele pentru a se preta mai bine la misiunea în cauză. Atunci când anumite „părți“ nu funcționau, alte părți păreau să le preia uneori sarcinile. Metafora mașinii, a creierului ca organ cu părți specializate, nu mai putea să explice toate schimbările observate de oamenii de știință. Iar ei au început să denumească această proprietate fundamentală a creierului *neuroplasticitate*.

Neuro vine de la neuroni, celulele nervoase din creier și din întreg sistemul nostru nervos. *Plastic* vine de la „schimbabil, maleabil, modificabil“. La început, mulți dintre oamenii de știință la care mă refer nici nu au îndrăznit să folosească în articolele lor termenul de „neuroplasticitate“, deoarece colegii lor îi luau peste picior pentru promovarea unei denumiri atât de pestrițe. Și, totuși, cei dintâi au persistat, răsturnând treptat doctrina creierului imuabil. Ei au arătat că există copii care nu rămân cu abilitățile mentale cu care s-au născut; că un creier deteriorat se poate adesea reorganiza, ca atunci când, dacă o parte

nu mai funcționează, o altă parte îi preia funcțiile; că o celulă cerebrală care moare poate fi uneori înlocuită; că multe „circuite“ și chiar reflexe de bază pe care noi le considerăm cablate nu sunt de fapt așa. Unul dintre acești oameni de știință a arătat chiar că gândirea, învățarea și acțiunea pot să activeze sau să inactiveze genele, modelând astfel anatomia creierului și comportamentul nostru – în mod categoric, una dintre cele mai mari descoperiri ale secolului douăzeci.

De-a lungul călătoriilor mele, am întâlnit un om de știință care făcuse oameni orbi din naștere să înceapă să vadă, altul care făcuse surzi să audă; am discutat cu persoane care avuseseră atacuri de apoplexie cu zeci de ani înainte și care fuseseră declarate incurabile, iar acum erau ajutate să se refacă prin tratamente neuroplastice; am întâlnit oameni cu deficiențe de învățare care fuseseră vindecați și care acum aveau un IQ mai mare; am adunat dovezi că este posibil ca persoane de optzeci de ani să-și îmbunătățească memoria, făcând-o să funcționeze ca la cincizeci și cinci de ani. Am văzut oameni care și-au recălat creierul cu ajutorul gândurilor pentru a-și vindeca obsesii și traume considerate anterior incurabile. Am vorbit cu laureați ai Premiului Nobel care dezbăteau aprins felul cum ar trebui să abordăm creierul acum, când știm că acesta se află în continuă transformare.

Ideea că, prin gândire și prin diverse activități, creierul își poate schimba structura și funcționarea este, după părerea mea, cea mai importantă ajustare a concepției noastre despre creier după ce am realizat primele schițe ale anatomiei lui de bază și după ce am explicat funcționarea elementului său de temelie, neuronul. Ca orice revoluție, și aceasta va avea efecte profunde, iar cartea de față, sper eu, vă va prezenta convingător unele dintre aceste efecte. Revoluția neuroplastică are, printre altele, implicații asupra înțelegerii modului în care iubirea, sexul, suferința, relațiile, învățarea, dependențele, cultura, tehnologia și psihoterapiile ne modifică creierul. Toate științele umaniste, sociale și naturale vor fi afectate, în măsura în care au conexiuni cu natura umană; la fel se va întâmpla și cu formele de antrenament. Disciplinele enumerate trebuie să se adapteze la noua realitate a creierului autoschimbător, înțelegând faptul că arhitectura acestuia diferă de la o persoană la alta și că se modifică de-a lungul întregii vieți individuale.

Creierul uman s-a subapreciat chiar el pe sine, dar neuroplasticitatea nu înseamnă automat vești bune: ea ne face creierul nu doar mai adaptabil, ci

și mai vulnerabile la influențe exterioare. Neuroplasticitatea are puterea de a conduce atât la comportamente flexibile, cât și la comportamente rigide – un fenomen pe care l-am denumit *paradox plastic*. Ironia face ca unele dintre cele mai persistente obiceiuri și boli psihice să fie produsele neuroplasticității. De îndată ce în creier are loc o anumită schimbare plastică solidă, aceasta poate împiedica apariția altor schimbări. Numai înțelegând și efectele pozitive, și pe cele negative ale plasticității vom putea pricepe cu adevărat spectrul posibilităților umane.

Dat fiind faptul că un cuvânt nou este realmente util atunci când denumește oameni care fac ceva nou, i-am numit pe practicanții noii științe *neuroplasticieni*. În cele ce urmează, prezint povestea întâlnirii mele cu acești oameni și cu pacienții pe care i-au transformat.

O FEMEIE CARE CADE TOT TIMPUL

Salvată de omul care a descoperit plasticitatea simțurilor noastre

Iar ei văzură glasurile...

Exodul 20:18

Cheryl Schiltz are permanent senzația că se află în cădere. Și, întrucât simte că e în cădere, ea chiar cade. Când se ridică și nu e susținută, începe, în câteva clipe, să arate de parcă s-ar afla pe marginea unei prăpăștii, gata să se prăbușească în ea. Mai întâi, capul începe să i se clatine și i se înclină într-o parte, iar brațele i se întind, în încercarea de a-i stabili poziția. Curând, întregul ei trup se mișcă haotic înainte și înapoi, iar Cheryl arată ca o persoană care înaintează pe o funie suspendată și trăiește momentul intens de dinainte de pierderea echilibrului – doar că ambele ei picioare sunt bine fixate pe pământ și foarte depărtate. Pare a-i fi frică să nu cadă, dar mai ales pare a-i fi frică să nu fie împinsă.

— Arăți ca o persoană care se bălăbănește pe un pod, îi spun eu.

— Da, mă simt de parcă ar trebui să sar, cu toate că nu vreau să fac asta.

Observând-o mai cu atenție, văd că, deși încearcă să stea nemișcată, are tresăriri, de parcă o bandă invizibilă de huligani ar împinge-o și ar îmbrânci-o, mai întâi dintr-o parte, apoi din cealaltă, încercând, cu cruzime, să o doboare. Atâta că această bandă locuiește de fapt în ea și îi face aceste probleme de cinci ani. Când Cheryl încearcă să meargă, trebuie să se țină de pereți, însă chiar și așa se clatină ca un bețiv.

Nu există liniște pentru Cheryl nici după ce cade la podea.

O întreb:

— Ce simți când cazii? Dispare senzația de cădere după ce atingi podeaua?

— În unele situații, răspunde Cheryl, efectiv pierd senzația că ating podeaua. Sub mine se deschide o trapă imaginară care mă înghite.

Chiar și căzută fiind, încă simte că se află în cădere, o cădere perpetuă într-un abis infinit.

Problema lui Cheryl este aceea că aparatul ei vestibular – organul de simț care ne asigură echilibrul – nu funcționează. Cheryl e foarte obosită, iar senzația permanentă că se află în cădere liberă o înnebunește, pentru că nu se poate gândi la altceva. Îi este frică de viitor. La puțină vreme după apariția problemei, și-a pierdut slujba la o reprezentanță internațională de vânzări, iar acum trăiește dintr-un cec de handicapat de 1.000 de dolari pe lună. A dezvoltat o fobie nouă, aceea că îmbătrânește. Și are și o formă rară de anxietate, căreia încă nu i s-a dat un nume.

Un aspect nediscutat și totuși atât de profund al stării noastre de bine se bazează pe funcționarea normală a simțului echilibrului. În anii 1930, psihiatrul Paul Schilder a studiat modul în care simțul nostru vestibular este legat de o sănătoasă conștiință de sine și de impresia de stabilitate a propriului nostru trup. Când spunem că ne simțim „așezați“ sau că „nu avem astâmpăr“, că suntem „echilibrați“ sau „dezechilibrați“, că „am prins rădăcini“ sau că suntem „neliniștiți“, că nu avem „nicio noimă“, folosim un limbaj vestibular, a cărui realitate le devine evidentă doar unor persoane precum Cheryl. Nu este deci de mirare că pacienții care au boala aceasta sunt ruinați psihic și că mulți dintre ei se sinucid.

Posedăm simțuri despre care nu știm că există decât atunci când nu le mai avem. Simțul echilibrului este unul dintre acestea și funcționează atât de bine, atât de discret, încât nici măcar n-a intrat în lista celor cinci simțuri întocmită de Aristotel și a fost neglijat sute de ani după aceea.

Simțul echilibrului ne conferă capacitatea de a ne orienta în spațiu. Organul specific lui, aparatul vestibular, este compus din trei canale semicirculare aflate în urechea interioară, care ne spun când stăm drept și ne dezvăluie felul cum gravitația ne afectează organismul, detectând mișcarea în spațiul tridimensional. Un canal sesizează mișcarea în planul orizontal, altul – în cel vertical, iar al treilea „observă“ când ne mișcăm înainte sau înapoi. Canalele semicirculare conțin perișori imersați într-un lichid. Când ne mișcăm capul, fluidul îi activează, iar ei trimit spre creier un semnal, comunicând informația că viteza noastră într-o anumită direcție a crescut. Fiecare mișcare necesită o ajustare corespunzătoare a restului corpului. Dacă mișcăm capul spre înainte, creierul le transmite segmentelor corporale să se ajusteze, inconștient, în așa fel încât centrul de greutate să se schimbe, ca să ne menținem echilibrul.

Printr-un nerv, semnalele emise de aparatul vestibular sunt transmise unui mănunchi de neuroni specializați – *nucleul vestibular* –, care le procesează și apoi expediază către mușchi comenzi de ajustare. Un aparat vestibular sănătos posedă și o puternică legătură cu sistemul vizual. Când alergăm după un autobuz, capul ne saltă în sus și în jos, pentru a ne ajuta să menținem autobuzul în colimatorul privirii. Motivul? Aparatul nostru vestibular trimite semnale către creier, comunicându-i viteza și direcția în care alergăm. Aceste semnale îi permit creierului să ajusteze poziția globilor noștri oculari, menținându-i concentrați asupra țintei noastre, autobuzul.

Mă aflu împreună cu Cheryl, cu Paul Bach-y-Rita, unul dintre marii pionieri ai înțelegerii plasticității creierului, și cu echipa acestuia într-unul dintre laboratoarele lui. Cheryl își pune mari speranțe în experimentul de astăzi. Este și stoică, dar și deschisă în legătură cu boala ei. Yuri Danilov, biofizicianul echipei, face calcule pornind de la datele furnizate de sistemul vestibular al lui Cheryl. Este un rus extrem de deștept, cu un accent puternic. El îmi spune:

— Cheryl este o pacientă care și-a pierdut simțul vestibular între nouăzeci și cinci și sută la sută.

În orice accepție convențională, Cheryl nu are nicio șansă. Punctul de vedere convențional spune că creierul este format dintr-un grup de module specializate, care sunt cablate genetic pentru îndeplinirea unor funcții specifice și numai a acestora, fiecare modul fiind creat și rafinat în milioane de ani de evoluție. Dacă unul dintre aceste module este avariat, el nu poate fi înlocuit. Altfel spus, Cheryl, cu aparatul ei vestibular distrus, are tot atâtea șanse să-și recapete echilibrul câte are un om cu retina distrusă să vadă din nou.

Dar azi toate acestea se vor schimba.

Ea poartă o cască de protecție cu găuri laterale, având în interior un dispozitiv numit accelerometru. O bandă subțire de plastic cu electrozi minusculi i se plasează pe limbă. Accelerometrul trimite semnale către bandă, iar ambele, accelerometrul și banda, sunt conectate la un computer din apropiere. Cheryl râde văzându-și imaginea cu casca pe cap, „pentru că, dacă nu râd, o să plâng“.

Această mașină este unul dintre prototipurile cu aspect bizar ale lui Bach-y-Rita. Mașina va înlocui aparatul vestibular al lui Cheryl și va trimite de la limbă semnale de echilibrare către creier. Acest proces ar putea elimina actualul coșmar al lui Cheryl. În 1997, după o histerectomie de rutină, Cheryl, care pe atunci avea treizeci și nouă de ani, a căpătat o infecție postoperatorie

și i s-a administrat antibioticul numit gentamicină. Se știe că utilizarea excesivă a gentamicinei otrăvește structurile urechii interioare și poate fi răspunzătoare pentru pierderea auzului (dar Cheryl nu a devenit surdă), pentru țiuiturile din urechi (pe care le are) și pentru devastarea echilibrului. Gentamicina e eficientă și ieftină și deci este încă prescrisă, dar în mod normal doar pentru scurte intervale de timp. Cheryl spune că antibioticul i s-a administrat mult peste limita admisă. Astfel, ea a devenit membra micului trib al victimelor gentamicinei, care se autodenumește Tribul Tremuricilor.

Dintr-odată, Cheryl a descoperit că nu mai putea să se ridice în picioare fără să cadă. Își întorcea capul și întreaga cameră se mișca. Nu putea să-și dea seama dacă mișcarea era cauzată de ea sau de pereți. În final, s-a ridicat în picioare și, ținându-se de pereți, a întins mâna după telefon și și-a sunat doctorul.

A ajuns la spital, unde medicii au supus-o la diverse teste, ca să afle dacă mai posedă funcția vestibulară. I-au turnat în urechi apă rece ca gheața și apă caldă, iar apoi au înclinat masa pe care era întinsă. I-au cerut să se ridice în picioare, cu ochii închiși, iar ea a căzut. Un medic i-a spus: „Nu mai aveți funcția vestibulară.“ Testele au arătat că i-au mai rămas cam două procente din funcția respectivă.

— Mi-a comunicat-o cu atâta nonșalanță, îmi spune Cheryl. Pare să fie un efect secundar al gentamicinei.

Aici, Cheryl este năpădită de emoții.

— „Este o chestie permanentă“, mi-a zis doctorul. Eram singură. Mama mă adusese la spital, dar se întorsese la mașină, iar când am ajuns înapoi lângă ea, m-a întrebat: „O să fie bine?“ M-am uitat la ea și i-am spus: „Este permanentă... nu o să dispară niciodată.“

Întrucât legătura dintre aparatul vestibular și sistemul vizual ale lui Cheryl e distrusă, ochii ei nu pot urmări continuu o țintă.

— Tot ce văd văd numai în salturi, ca într-un film prost, făcut de un amator, îmi spune ea. E ca și cum toate lucrurile la care mă uit ar fi făcute din gelatină și s-ar clătina la fiecare pas pe care îl fac.

Deși nu poate urmări cu privirea obiectele în mișcare, vederea este singurul ei mijloc de a realiza dacă stă sau nu stă dreaptă pe picioare. Ochii ne ajută să ne dăm seama unde ne aflăm în spațiu prin fixarea liniei orizontului. Odată, când s-au stins luminile, Cheryl s-a prăbușit la podea. Vederea nu este un ajutor tocmai de încredere pentru ea, deoarece orice mișcare – chiar și aceea a unei persoane care întinde mâna spre ea – îi exacerbează senzația

Reproiectarea creierului

Un om de știință modifică creiere pentru o mai acută percepție și memorie, măbind viteza de gândire și vindecând problemele de învățare

Michael Merzenich este personalitatea din spatele a nenumărate inovații neuroplastice și invenții practice. În clipa asta, sunt pe drum spre Santa Rosa, California, ca să mă întâlnesc cu el. Foarte adesea, numele lui e rostit respectuos de către alți neuroplasticieni, dar, în persoană, e foarte greu de găsit. Abia când am aflat că va fi prezent la o conferință în Texas, ducându-mă acolo și așezându-mă lângă el, am fost în măsură să programez o întâlnire cu el la San Francisco.

— Folosește adresa *asta* de e-mail, mi-a spus el.

— Și dacă nu răspunzi...?

— Insistă.

În ultima clipă, a schimbat locul întâlnirii cu vila lui din Santa Rosa. Merzenich merită efortul de a fi găsit.

Neurologul irlandez Ian Robertson l-a descris drept „autoritatea mondială supremă în materie de plasticitate a creierului“. Specialitatea lui Merzenich este să îmbunătățească abilitatea oamenilor de a gândi și percepe, reproiectând creierul prin antrenarea zonelor specifice de procesare – numite hărți cerebrale – astfel încât acestea să depună mai mult efort mental. De asemenea, poate mai mult decât orice alt om de știință, el a arătat în detalii științifice ample *cum* se schimbă zonele de procesare din creier.

Vila lui de pe un deal din Santa Rosa este locul în care Merzenich oprește motoarele și se reface. Aerul de aici, copacii, viile din jur parcă ar reproduce o bucățică din Toscana, transplantată în America de Nord. Am petrecut aici noaptea cu el și cu familia lui. Măine dimineață, o să mergem împreună la laboratorul lui din San Francisco.

Colaboratorii lui îi spun „Merz“, ca să rimeze cu onomatopeele „vâj“ și „făș“. Își conduce mica mașină decapotabilă spre întâlniri – are un program supraaglomerat toată după-amiaza –, iar părul lui argintat flutură în vânt. Îmi spune că multe dintre amintirile lui cele mai vii din această a doua jumătate a vieții sale – are șazeci și unu de ani – sunt amintiri ale unor discuții pe marginea unor idei științifice. Îl ascult sporovăind la telefonul celular, cu vocea lui clănțănitoare. Trecem peste unul dintre faimoasele poduri din San Francisco, plătește taxa de pod, deși nu e cazul¹, pentru că e prea prins în conceptele pe care le discutăm. Are zeci de colaborări și experimente care sunt în lucru în același timp și a înființat mai multe companii. Se descrie pe sine ca aflându-se „doar o țară la stânga nebuniei“. Nu este nebun, dar e un amestec interesant de intensitate și lipsă de formalism. S-a născut în Lebanon, Oregon, din coloniști de origine germană. Deși numele îi este teuton, iar posesorul acestuia are o disciplină rigidă a muncii, „Merz“ vorbește cu graiul tipic Coastei de Vest, e firesc și cu picioarele pe pământ.

Dintre toți neuroplasticienii cu o solidă carte științifică de vizită, Merzenich a emis cele mai ambițioase afirmații legate de acest domeniu: a declarat că exercițiile cerebrale ar putea fi la fel de utile ca medicația pentru tratarea unor boli grave, precum schizofrenia; a spus că plasticitatea ne însoțește din leagăn până în mormânt; și că îmbunătățirile radicale ale funcției cognitive – modul în care învățăm, gândim, percepem și ne amințim – sunt posibile chiar și la bătrâni.

Ultimele lui brevete de invenție se datorează unor tehnici care promit să permită adulților să învețe limbi străine fără efort de memorizare. Merzenich spune că practicarea unui nou talent, în condiții propice, poate modifica sute de milioane, poate chiar miliarde de conexiuni dintre celulele nervoase de pe hărțile noastre cerebrale.

Asemenea afirmații spectaculoase au generat scepticism; dar a nu se uita că afirmațiile vin de la un om care a ajutat deja la vindecarea unor boli mentale considerate pe vremuri de netratat. Încă de la începutul carierei sale, Merzenich a creat, împreună cu grupul lui, proiectul cel mai folosit în lume

¹ Mai toate autostrăzile, tunelurile și podurile cu plată au și sisteme de plată automată, cunoscute sub numele generic de E-Zpass. Probabil că dr. Merzenich a uitat că are un E-Zpass permanent.

pentru implantul cohlear, care îi ajută pe copiii născuți surzi să audă. Actualele lui studii de plasticitate ajută elevii cu handicap la învățare să-și îmbunătățească funcția cognitivă și perceptivă. Aceste tehnici – seria lui de programe pe computer bazate pe plasticitate *Fast ForWord* – au ajutat deja sute de mii de persoane. *Fast ForWord* este deghizat sub forma unui joc pentru copii.

Uimitoare în această privință este rapiditatea cu care survine schimbarea. În unele cazuri, pacienți cu dificultăți cognitive de o viață prezintă îmbunătățiri după doar treizeci și șase de ore de tratament. Un efect neașteptat: programul a ajutat și un număr de copii cu autism.

Merzenich susține că, atunci când învățarea survine în consonanță cu legile ce guvernează plasticitatea cerebrală, „mașinăria“ mentală a creierului poate fi îmbunătățită, astfel încât să învățăm și să percepem cu o mai mare precizie, viteză și grad de memorare.

Este evident că, atunci când învățăm, știm mai mult. Dar afirmația lui Merzenich susține că putem schimba însăși structura creierului și putem mări capacitatea de învățare a acestuia. Spre deosebire de computer, creierul se află într-o permanentă autoadaptare.

— Cortexul cerebral – spune el, referindu-se la stratul exterior al creierului – rafinează selectiv propriile capacități de procesare, pentru a se potrivi cu fiecare sarcină apărută.

Creierul nu doar învață; el „învață cum să învețe“ de fiecare dată.

Creierul descris de Merzenich nu e un simplu vas neînsuflit pe care-l umplem cu ceva; este mai degrabă o ființă vie, cu poftă, care poate crește și se poate schimba pe sine grație alimentației adecvate și exercițiului. Înainte de studiile lui Merzenich, creierul era conceput ca o mașină complexă, cu limite de nealterat ale memoriei, vitezei de prelucrare și inteligenței. Merzenich a arătat că fiecare dintre aceste presupuneri este incorectă. El nu și-a propus să înțeleagă cum se schimbă creierul, ci doar a ajuns să-și dea seama că acesta își poate reorganiza hărțile. Și, deși nu a fost primul om de știință care a demonstrat neuroplasticitatea, experimentele lui au fost acelea care, la începutul carierei, au determinat neurologii școlii de gândire dominante să accepte plasticitatea creierului.

Ca să înțelegem cum se pot modifica hărțile cerebrale, trebuie mai întâi să avem o imagine a lor. Ele au fost evidențiate pentru prima oară la ființele umane de către neurochirurgul Dr. Wilder Penfield, de la Montreal Neurological

Institute, în anii 1930. Pentru Penfield, „cartarea“ creierului unui pacient însemna găsirea locurilor în care sunt reprezentate diverse părți ale corpului și sunt prelucrate activitățile acestora – un proiect pur localizaționist.

Localizaționiștii descoperiseră că lobii frontali sunt reședința sistemului *motor* al creierului, care inițiază și coordonează mișcarea mușchilor noștri. Cei trei lobi din spatele lobului frontal, lobii temporal, parietal și occipital, compun sistemul *senzorial* al creierului, procesând semnalele trimise spre creier de către receptorii simțurilor noastre – ochi, urechi, senzori tactili și așa mai departe.

Penfield a petrecut ani buni cartând părțile senzoriale și motorii ale creierului, prin efectuarea unor operații pe acesta sau pe pacienți cu cancer ori epilepsie, care puteau rămâne conștienți în timpul operației, pentru că în creier nu există receptori ai durerii. Hărțile senzoriale și motorii sunt componente ale cortexului cerebral, care se găsește la suprafața creierului și prin urmare e ușor accesibil unor sonde.

Penfield a descoperit că, atunci când atinge harta cerebrală senzorială cu o sondă electrică, aceasta declanșează senzații pe care pacientul le simte pe corp. El a folosit sonda electrică pentru a ajuta la separarea țesutului sănătos, pe care voia să-l păstreze, de tumorile nesănătoase sau de țesutul patologic pe care trebuia să-l înlăture.

În mod normal, când cineva ne atinge mâna, un semnal electric este transmis spre coloana vertebrală și apoi ajunge la creier, unde declanșează activitatea celulelor din harta ce face să simțim atingerea mâinii. Penfield a descoperit că el poate face pacientul să-și simtă mâna atinsă prin excitarea electrică a zonei mâinii de pe harta cerebrală. Când a stimulat această parte a hărții, pacientul a putut simți atingerea mâinii; când a stimulat o alta, a simțit atingerea feței. De fiecare dată când stimula o zonă, Penfield își întreba pacienții ce au simțit, ca să se asigure că nu înlătură un țesut sănătos. După multe asemenea operații, a fost în măsură să spună unde sunt reprezentate, pe harta senzorială de pe creier, toate punctele de pe suprafața corpului.

A făcut același lucru cu harta motorie, acea parte a creierului care controlează mișcarea. Atingând diverse părți ale hărții, el a putut declanșa mișcări ale piciorului, brațului, feței și ale altor mușchi ai pacientului. Una dintre marile descoperiri ale lui Penfield a fost aceea că harta senzorială și cea motorie, la fel ca hărțile geografice, sunt topografice, în sensul că zonele adiacente de pe suprafața corpului sunt în general adiacente și pe hărțile cerebrale. De asemenea, a descoperit că, atunci când atinge anumite părți ale creierului,