

3

Psihologie

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Modele teoretico-experimentale



Collegium

POLIROM

COLLEGIUM

Psihologie

Seria *Psihologie* este coordonată de Adrian Neculau

Mircea Miclea (n. 8 noiembrie 1963) este profesor, şeful Catedrei de Psihologie a Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, titular la disciplinele „Psihologie cognitivă” și „Modificări cognitiv-comportamentale”, director fondator al revistei *Cogniție, Creier, Comportament*, președintele Asociației de Științe Cognitive din România, membru afiliat al Asociației Americane de Psihologie, al Societății Europene de Psihologie Cognitivă și al Consiliului Internațional al Psihologilor.

De același autor: *Psihologie cognitivă* (Gloria, 1994); *Stres și apărare psihică* (Presă Universitară Clujeană, 1997).

© 1999 by POLIROM Co S.A. Iași

Editura POLIROM

Iași, Bdul Copou nr. 3, P.O. BOX 266, 6600

București, Bdul I.C. Brătianu, nr. 6, et. 7

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale:

MICLEA, MIRCEA

Psihologie cognitivă : modele teoretico-experimentale /

Mircea Miclea – Ed. a 2-a, rev. – Iași : Polirom, 1999

344 p.; 24 cm – (Collegium. Psihologie)

Bibliogr.

ISBN : 973-683-248-1

CIP : 159.9

Printed in ROMANIA

159.9

M 65

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Modele teoretico-experimentale

Ediția a II-a revăzută



741233

POLIROM
1999

Tabla de materii

Cuvânt către cititor	11
Capitolul 1 : PSIHOLOGIA ȘI ȘTIINȚELE COGNITIVE	13
1.1. Psihologia cognitivă	13
1.2. Constituirea științelor cognitive	18
1.2.1. Repere biografice	18
1.2.2. Psihologia cognitivă și științele cognitive	21
1.3. Analiza sistemului cognitiv	26
1.3.1. Definirea sistemului cognitiv	26
1.3.2. Niveluri de analiză ale sistemului cognitiv	28
1.3.2.1. <i>Nivelul cunoștințelor</i>	28
1.3.2.2. <i>Nivelul computațional</i>	30
1.3.2.3. <i>Nivelul algoritmic-reprezentational</i>	32
1.3.2.4. <i>Nivelul implementațional</i>	33
1.3.2.5. <i>Valoarea analizei multinivelare</i>	34
1.4. Paradigmele psihologiei cognitive	36
1.4.1. Paradigma simbolică clasică	36
1.4.2. Paradigma (neo)conexionistă	38
1.4.2.1. <i>Rețele neuromimeticice</i>	39
1.4.2.2. <i>Exemplul 1. Rețea unidirecțională de recunoaștere a fintelor</i>	44
1.4.2.3. <i>Exemplul 2. Rețea interactivă de reprezentare a cunoștințelor</i>	47
1.4.3. Macro- și microstructuri cognitive	49
1.5. Sumar	50
Capitolul 2 : PRELUCRAREA INFORMAȚIEI VIZUALE	51
2.1. Neurobiologia procesării informației vizuale	51
2.1.1. Câmp receptor ; celule on-off și off-on	53
2.1.2. Detectorii de trăsături	56
2.1.2.1. <i>Celule simple</i>	57
2.1.2.2. <i>Celule complexe</i>	58
2.1.2.3. <i>Celule hipercomplexе</i>	59
2.2. Procesarea primară a informației vizuale	60
2.2.1. Schița primară – extragerea contururilor	63
2.2.2. Modele matematice ale extragerii contururilor	66

2.2.2.1. <i>Filtrajul</i>	66
2.2.2.2. <i>Analiza Fourier</i>	71
2.2.3. Calculul adâncimii prin disparitatea retinală	73
2.2.4. Procesarea mișcării	75
2.2.5. Extragerea formei din prelucrarea umbrelor	76
2.2.6. Procesarea texturii ; textonii	77
2.2.7. Detectarea culorii	78
2.2.8. Concluzii	78
2.3. Recunoașterea obiectelor – procesarea secundară	
a informației vizuale	80
2.3.1. Prinzipiile gestaltiste	81
2.3.2. RBC – un model computațional de recunoaștere a obiectelor	85
2.3.2.1. <i>Construcția modelului RBC</i>	85
2.3.2.2. <i>Validitatea ecologică a modelului RBC</i>	88
2.3.3. Alte modelări ale recunoașterii	91
2.3.3.1. <i>Modelul analizei de trăsături fizice</i>	91
2.3.3.2. <i>Modelul calcierii tiparelor</i>	95
2.3.4. Procesări descendente în recunoaștere	95
2.3.4.1. <i>Procesări descendente în cazul recunoașterii stimulilor verbali</i>	96
2.3.4.2. <i>Procesări descendente în cazul recunoașterii obiectelor</i>	97
2.3.4.3. <i>Procesări descendente în cazul recunoașterii scenelor și fețelor umane</i>	98
2.3.5. Modelarea neoconexiunistă a recunoașterii	100
2.3.5.1. <i>Recunoașterea în rețele binivelare</i>	100
2.3.5.2. <i>Recunoașterea în rețele multinivelare</i>	104
2.4. Sumar	106
Capitolul 3: ATENȚIA VIZUALĂ	107
3.1. Introducere	107
3.2. Neurofiziologia atenției	109
3.3. Modelarea atenției	113
3.3.1. Modelul filtrajului timpuriu	113
3.3.2. Modelul filtrajului târziu	116
3.3.3. Modelul filtrelor atenuante	118
3.3.4. O abordare neoconexiunistă	119
3.4. Atenția și coerenta comportamentului	122
3.5. Inconștientul cognitiv	123
3.5.1. „Bombardamentul” subliminal	123
3.5.2. Cercetări non-psihanalitice asupra inconștientului	124
3.5.3. Procesări semantice inconștiente. Consecințe comportamentale	125
3.5.4. Aplicații, implicații	127
3.6. Sumar	129

Capitolul 4 : CATEGORIZAREA	131
4.1. Introducere	131
4.2. Funcțiile categorizării	132
4.2.1. Similaritatea	132
4.2.2. Codarea experienței. Nivelul de bază al categorizării	133
4.2.3. Generarea de inferențe	136
4.3. Modelarea similarității	137
4.3.1. Modelarea computațional-geometrică	137
4.3.2 Modelarea computațional-ansamblistă	141
4.4. Reprezentarea mentală a categoriilor	145
4.4.1. Conceptul	145
4.4.2. Prototipul	146
4.4.3. Prototypicalitate și similaritate	151
4.4.4. Reprezentarea conexionistă	151
4.5. Analiza descendentală și categorizarea	153
4.6. Învățare implicită și categorizare	155
4.7. Sumar	157
Capitolul 5 : IMAGISTICA MINTALĂ	159
5.1. Clasificare, terminologie	159
5.2. Caracteristicile imaginilor mintale	160
5.2.1. Reprezentarea relațiilor topologice	160
5.2.2. Absența sintaxei	162
5.2.3. Neutralitatea față de valoarea de adevăr	163
5.3. Există o memorie imagistică ?	164
5.3.1. Analiza descendentală și imagistica mintală	165
5.3.2. Imaginea mintală – analog abstract – și imaginea vizuală	169
5.3.3. Memoria de lucru, memoria de lungă durată și imaginile mintale	173
5.3.4. Câteva concluzii	175
5.4. Procesarea imaginilor mintale	175
5.4.1. Generarea reprezentărilor imagistice	175
5.4.2. Transformarea imaginilor	176
5.4.2.1. Rotirea	176
5.4.2.2. Expandarea și conștricția	178
5.4.2.3. Împăturirea (paper folding)	180
5.4.3. Scanarea imaginilor mintale	182
5.5. Aplicații : hărțile psihologice	183
5.6. Sumar	187
Capitolul 6 : SISTEMELE MNEZICE	189
6.1. Memoria senzorială	189

6.1.1. Memoria iconică	189
6.1.2. Memoria ecoică	190
6.2. Memoria de scurtă durată sau memoria de lucru	192
6.2.1. Capacitatea memoriei de scurtă durată	193
6.2.2. Durata MSD	197
6.2.3. Tipul de codare a informației	201
6.2.4. Reactualizarea informației	202
6.2.5. Baza neurofiziologică	204
6.2.6. Memoria de scurtă durată este memorie de lucru	207
6.3. Atenția și memoria de lucru	208
6.3.1. Similaritatea comportamentelor unităților din „câmpul” atenției și din memoria de lucru	210
6.3.2. Impactul unităților cognitive din ML asupra atenției	211
6.3.3. Interpretarea legii Yerkes-Dodson	212
6.4. Memoria episodică și memoria semantică	214
6.4.1. Principalele rezultate teoretico-experimentale	214
6.4.2. Aplicații și implicații	216
6.5. Memoria de lungă durată (MLD)	217
6.5.1. Adâncimea procesării și intenționalitatea învățării	218
6.5.2. Efectul spațierii (interpunerii)	221
6.6. Uitarea	222
6.6.1. Reactualizarea cunoștințelor	223
6.6.1.1. Reactualizarea și similaritatea contextului fizic	223
6.6.1.2. Reactualizarea și similaritatea „contextului neuropsihic”	224
6.6.2. Oare uităm ?	225
6.6.2.1. Interferența	226
6.6.2.2. Efectul FAN	227
6.6.2.3. Mecanismele de apărare ale eului	228
6.7. Memoria explicită vs memoria implicită	228
6.7.1. Memoria implicită a deprinderilor	230
6.7.2. Fenomenul de amorsaj	230
6.7.3. Memoria implicită a reflexelor condiționate	231
6.8. O sistematizare posibilă și implicațiile ei	232
6.8.1. Tipuri și sisteme mnezice	233
6.9. Sumar	235
Capitolul 7: REPREZENTAREA ȘI ORGANIZAREA CUNOȘTINȚELOR	237
7.1. Introducere	237
7.2. Modelări simbolice ale bazei de cunoștințe	238
7.2.1. Codarea semantică a cunoștințelor. Dovezi experimentale	238
7.2.2. Avantajele codării semantice	241

7.2.3. Aserțiuni și rețele propoziționale	242
7.2.4. Rețele semantice	246
7.2.5. Scheme cognitive	249
7.2.5.1. Definiție și caracteristici	249
7.2.5.2. Interpretarea și selecția informației prin schemele cognitive	252
7.2.6. Scenariul cognitiv	254
7.3. Modelarea conexionistă a bazei de cunoștințe	257
7.4. O evaluare succintă	262
7.5. Sumar	263
Capitolul 8: DECIZIA	265
8.1. Modele normative ale luării deciziei	265
8.1.1. Valoarea așteptată	266
8.1.2. Utilitatea așteptată	268
8.2. Modele descriptive. Raționalitatea limitată	271
8.3. Scheme și strategii cognitive implicate în luarea deciziei	273
8.3.1. Scufundarea deciziei într-o schemă cognitivă	273
8.3.2. Prototipalitatea alternativelor	274
8.3.3. „Ancorarea” alternativelor	275
8.3.4. Accesibilitatea alternativelor	277
8.3.5. Post-evaluarea alternativelor	279
8.3.6. Eroarea jucătorului	279
8.4. Variabilitatea preferințelor. Raționalizarea alegerilor	280
8.5. Sumar	281
Capitolul 9: REZOLVAREA DE PROBLEME ȘI RAȚIONAMENTUL	283
9.1. Rezolvarea de probleme	283
9.1.1. Ce este o problemă?	283
9.1.2. Spațiul și mediul problemei	285
9.1.3. Metode de cercetare a procesului rezolutiv	287
9.1.3.1. Protocolul gândirii cu voce tare	288
9.1.3.2. Simularea pe calculator. Alte metode	291
9.1.4. Strategii rezolutive	292
9.1.4.1. Analiza mijloace-scopuri	295
9.1.4.2. Rezolvarea prin analogie. Problema transferului	297
9.1.5. Sistemele de producere	301
9.1.6. Neurobiologia rezolvării de probleme	303
9.2. Raționamentul	304
9.2.1. Logica și psihologia raționamentului	304
9.2.2. Tipuri de raționament	305
9.2.3. Raționamentul inductiv	305

9.2.3.1. <i>Inducerea unei proprietăți</i>	305
9.2.3.2. <i>Inducerea unei reguli</i>	307
9.2.3.3. <i>Inducerea unei structuri</i>	309
9.2.4. Raționamentul deductiv	309
9.2.4.1. <i>Raționamentul silogistic</i>	310
9.2.4.2. <i>Raționamentul ipotetico-deductiv</i>	312
9.2.4.3. <i>Raționamentul liniar</i>	313
9.2.5. Remarci generale	314
9.3. Sumar	315
Capitolul 10 : ARHITECTURA SISTEMULUI COGNITIV UMAN	317
10.1. Constrângeri metodologice	317
10.2. ACT* și SOAR	319
10.3. Schița unei noi arhitecturi cognitive	321
Glosar	325
Referințe bibliografice	333

Cuvânt către cititor

Când începe lectura unei cărți de psihologie, cititorul vine cu propriile sale observații și teorii implicate asupra fenomenului psihic. Dacă între paginile acelei cărți va găsi explicitarea acestor intuiții, la un nivel de analiză compatibil cu taxonomiile și categorizările sale cotidiene, cartea respectivă va fi „intuitivă” și ușor de înțeles. Cititorul va avea chiar un plăcut sentiment de confort intelectual, fiindu-i gratificată dorința sa de confirmare a proprietăților opiniei sau observației.

Lucrarea de față nu este nici intuitivă, nici comodă. Ea promovează un tip de abordare a sistemului cognitiv uman în care observațiile cotidiene asupra fenomenului psihic nu sunt de mare folos. Căci psihologia cognitivă, studiind modul în care persoana umană prelucrează informația, se străduiește să satisfacă cerințele ridicate de alte discipline științifice complementare, în special de neuroștiințe și inteligență artificială. Pentru a oferi modele relevante tehnologic și plauzibile neuronal, ea trebuie să renunțe la banalitățile solemne, la teoretizările aflate la o palmă deasupra simțului comun care, din păcate, grevează încă asupra unei părți însemnate a psihologiei. Se pierde din public, dar se câștigă în rigoare.

Deși am oferit mai multe aplicații, în această lucrare accentul cade pe cercetarea teoretico-experimentală fundamentală. Aproape fiecare teză este argumentată experimental sau logic. Multimea datelor experimentale poate părea fastidioasă, dar ea ne ajută să tranșăm între opinii contrare și să ajungem la concluzii mai ferme. Psihologia, ca orice știință, trebuie să-și construiască un corp compact de cunoștințe, nu o colecție de opinii.

Pe de altă parte, statutul „aplicațiilor” este deosebit de versatil. Toate modelele compuționale prezентate pe parcursul acestei lucrări au aplicații multiple în inteligență artificială sau robotică. Ele ar putea fi însă percepute ca analize „prea sofisticate”, „inaplicabile” de către unii psihologi practicieni. Ceea ce e aplicativ pentru unii dintre beneficiarii psihologiei cognitive nu e aplicativ pentru alții. Ca idee generală însă n-ar fi rău să luăm seama la relația dintre cercetarea fundamentală și aplicațiile din cadrul unor discipline mai dezvoltate. Se poate observa că, în lumea contemporană, aplicația de anvergură este precedată de o fundamentare teoretico-experimentală de înaltă calitate. Fără biochimia modernă, farinacoterapia ar fi recurs tot la ierburi tămăduitoare; fără cercetările din genetică am fi putut continua să facem altoiori, dar nu am fi ajuns la ingineria genetică; fără fizica microparticulelor nu ar fi fost posibilă tehnologia nucleară etc. În măsura în care psihologia dorește să atingă o eficiență practică comparabilă cu a disciplinelor menționate, trebuie să-și reconsideră fundamental teoretic. Cum spunea fizicianul Niels Bohr, adesea „cel mai practic lucru este o bună teorie”. Însă nu o teorie de dragul teoriei, ci una capabilă să genereze aplicații de vîrf.

*

Apariția acestui volum nu ar fi fost posibilă fără ajutorul oferit de câțiva oameni cărora îi să le mulțumesc pe această cale. Puiu Stadnic, Elena Racolța și Dana Stadnic au făcut un efort deosebit pentru tehnoredactarea în bune condiții a acestei cărți. Cultul lor pentru lucrul bine făcut și solidaritatea caldă cu care m-au înconjurat m-au impresionat deosebit.

Ştefan Szamosközy mi-a oferit un sprijin constant pe tot parcursul elaborării acestei lucrări. William Hirst, director pentru *The McDonnell Program for the Advancement of Psychology in Romania*, mi-a oferit nu numai asistență financiară, ci și prilejul unor dialoguri fructuoase și lămuritoare. Le sunt recunoscător, de asemenea, lui Peter Woods și Geraint Ephraim, care mi-au asigurat un util stagiu de pregătire în Marea Britanie. În fine, în spatele acestei cărți se află truda anonimă a părinților și bunicilor mei. Lor nici nu știu cum să le mulțumesc.

Aprilie, 1994

Autorul

Notă la ediția a doua

Succesul de care s-a bucurat acest volum la prima sa apariție m-a făcut să-l reeditez acum, cu unele modificări. În ultimii ani, psihologia cognitivă a cunoscut evoluții importante la nivelul aplicațiilor, nu însă și la nivelul fundamentelor. Tin să mulțumesc Editurii Polirom pentru inițiativa avută și sprijinul acordat în realizarea acestui volum.

Aprilie, 1999

Autorul

PSIHOLOGIA ȘI ȘTIINȚELE COGNITIVE

1.1. Psihologia cognitivă

Sintagma de *psihologie cognitivă* are două sensuri. Mai întâi, ea semnifică studiul detaliat al sistemului cognitiv uman și al subsistemelor sale („memoria”, „gândirea”, „limbajul”, „percepția” etc.). Considerându-se sistemul cognitiv ca sistem de prelucrare (procesare) a informației, aceasta revine la a spune că psihologia cognitivă studiază *procesările la care este supusă informația între inputul senzorial și outputul motor sau comportamental*. Urmând fluxul prelucrărilor de informație, psihologia cognitivă își elaborează un *limbaj propriu*, ce face adesea caducă utilizarea termenilor tradiționali din psihologie și utilizează o *metodologie specifică* (ex.: analiza de protocol, simularea pe calculator a proceselor cognitive, recursul la formalisme logico-matematice etc.) care îi conferă un statut distinct în ansamblul științelor contemporane. Sub raport *tematic* ea se dovedește a fi o continuare a psihologiei gestaltiste și asociaționiste de la care preia multe teme de cercetare pe care le tratează însă cu o metodologie mult mai riguroasă, scufundată în paradigmă conceptuală a teoriei informației.

În al doilea rând, sintagma *psihologie cognitivă* desemnează o anumită *abordare* a tuturor fenomenelor psihice și comportamentale din perspectiva mecanismelor informaționale subiacente. Rezultă „teorii cognitive ale emoțiilor sau stresului” – care încearcă să stabilească modul în care procesele cognitive determină emoțiile sau reacția de stres, „teorii cognitive ale motivației” – centrate pe detectarea prelucrărilor de informație în motivație, „psihologia socială cognitivă” – tentată să explice comportamentul social prin prisma factorilor cognitivi intricați etc. Inițial, orgolioasă și imperialistă – cu tendința de a reduce toate fenomenele psihice la secvențe de procesări de informație – abordarea cognitivistă s-a maturizat ulterior, prin reconsiderarea caracterului ireductibil al altor factori implicați în dinamica comportamentului uman (Richard, Bonet și Ghiglione, vol. III, 1990). Pe scurt, dintr-o abordare *cognitivistă*, a devenit o abordare *cognitivă*.

Este psihologia cognitivă o modă, un curent care va sfârși mai mult sau mai puțin lamentabil precum alte curente psihologice (asociaționismul, introspectionismul, gestaltismul, behaviorismul etc.)? Răspunsul este negativ. În măsura în care sistemul bio-psihic uman este un sistem deschis, realizând cu mediul său nu numai un schimb substanțial și energetic, ci și unul *informational*, psihologia cognitivă își are și va

avea permanent propriul său obiect de studiu. Recunoscând natura informațională a fenomenelor psihice (sau a majorității acestora), fenomene ireductibile la structurile neurobiologice care realizează sau implementează prelucrările de informație (neuroștiințele) sau la jocul contingentelor ce acționează asupra comportamentului (behaviorismul), recunoaștem implicit perenitatea psihologiei cognitive. A spune că psihologia cognitivă este un curent psihologic caduc înseamnă a susține că abordarea fenomenelor psihice ca procese informaționale este ea însăși o chestiune de modă, vremelnică. Dacă însă suntem de acord cu ideea că sistemul bio-psihic uman este un sistem de procesare a informației, atunci psihologia cognitivă este știința care studiază mecanismele acestor prelucrări, modul în care un anumit input induce un output specific.

Viabilitatea psihologiei cognitive este susținută și de *caracterul cumulativ, integrionist* al acesteia. Ea a preluat nu numai rezultatele viabile din curentele psihologice anterioare, ci și sugestiile vagi dar fertile ale acestora, pe care le-a supus apoi unui examen experimental și metodologic riguros. De exemplu, și-a apropiat principiile gestaltiste (ex.: principiile proximității, similarității, închiderii etc.), dar le-a integrat în canavaua mai generală a procesărilor vizuale secundare (2.3.1). La fel, ideea de bază a asociaționismului potrivit căreia conținuturile psihice formează lanțuri asociative organizate ierarhic a fost concretizată în câteva modalități specifice de reprezentare a cunoștințelor precum *rețelele semantice* sau *scenariile cognitive* (7.3-7.5). Desenul general al dezvoltării intelectuale conținut în creodă piagetiană a fost asimilat și dezvoltat prin cercetările realizate asupra strategiilor rezolutive, proceselor metacognitive sau memoriei de lucru (6.2.6). Cât privește behaviorismul, deși inițial psihologii cognitiviști l-au atacat belicos, ulterior au admis viabilitatea multora dintre rezultatele acestui curent, relevând însă și aspectul informațional al relațiilor dintre comportamentul uman și contingentele externe. Pe de altă parte, numeroși psihologi cu angajament behaviorist își recunosc pozițiile în modelele cognitive neoconexioniste, rețelele neuromimetice fiind considerate un „behaviorism mascat sau un behaviorism în haine computaționale” (Papert, 1988, p. 9). Pe scurt, studierea psihologiei cognitive îți dă sentimentul optimist și tonifiant al dezvoltării cumulative a psihologiei. Ea explică tot ceea ce a putut fi explicat pe baza teoriilor anterioare dar, în plus, explică și ceea ce acestea nu au putut explica.

Minimalizarea psihologiei cognitive, asocierea ei cu avatarsurile unui soi de modă științifică sunt făcute de trei categorii de critici. În prima categorie intră acele persoane care, deși clamează natura informațională a psihicului, atribuie psihologiei cognitive statutul de curent psihologic contemporan, alături de altele, hărăzit disperției, interesant mai degrabă din punctul de vedere al istoriei psihologiei decât al problematicii psihologice fundamentale. Or, aşa cum am arătat anterior, recunoașterea faptului că prelucrările de informație sunt esențiale pentru personalitatea umană implică automat admiterea psihologiei cognitive ca demers științific peren. Bazându-se pe neînțelegere și inconsecvență logică, critica lor se autodistrugе, de aceea nu merită o atenție specială.

A doua categorie de critici invocă lipsa de plauzibilitate neuronală a modelelor cognitive (ex.: Bunge și Ardila, 1987). De exemplu, se invocă imposibilitatea

găsirii unui corespondent neurofiziologic pentru regulile *de producere* (= perechi de tipul dacă... atunci..., în care în antecedent este o condiție, iar în consecvent o acțiune sau operație care se execută dacă este îndeplinită condiția respectivă). Regulile de producere sau sistemele de producere stau la baza unor modelări ale sistemului cognitiv de genul celor prezentate de J.R. Anderson - ACT* sau A. Newell - SOAR (10.2).

În afara de faptul că aceste critici confundă nivelurile de analiză ale sistemului cognitiv (1.3.2), în cea mai mare măsură ele sunt o lovitură dată în vânt deoarece majoritatea modelelor cognitive iau în considerare datele oferite de neuroștiințe, aşa cum se va vedea pe parcursul acestui volum. În plus, modelările neoconexioniste sunt de inspirație neuronală evidentă, plauzibilitatea neurofiziologică fiind unul dinire atuurile lor fundamentale. Totuși, relațiile dintre sistemul cognitiv și structurile neuro-cerebrale sunt prea complexe pentru a fi expediate printr-o analiză lapidară în contextul de față. Vom relua această problematică în capitolul final, după analiza mai multor componente ale sistemului cognitiv, evitând caracterul scolastic al unor discuții de acest gen în absența unor cunoștințe fundamentale. Deocamdată, parafrazându-l pe D. Marr, vom spune că, aşa cum teoria zborului nu se poate deduce din anatomia aripilor de pasăre, nici mecanismele cognitive nu se pot deduce din biochimia sistemului nervos. Informația procesată și structurile anatomicice care o realizează sunt lucruri diferite, chiar dacă, la un anumit nivel, ele pot fi solidare.

În fine, al treilea gen de critici vine dinspre behaviorism (ex.: Skinner, 1977, Bandura, 1984). Fără să mai nege existența unor prelucrări interne a stimulilor, behavioriștii actuali neagă posibilitatea cunoașterii lor prin instrumentarul metodologic utilizat de cognitiviști sau neagă rolul cauzal al factorilor cognitivi în inducerea unor comportamente. Asprimea acestor critici a scăzut considerabil în ultimii ani pe măsură ce, pe de o parte, tot mai mulți behavioriști s-au recunoscut în noile modelări conexioniste ale proceselor cognitive, iar pe de altă parte, psihologia cognitivă a asimilat tot mai multe din rezultatele experimentale ale behaviorismului.

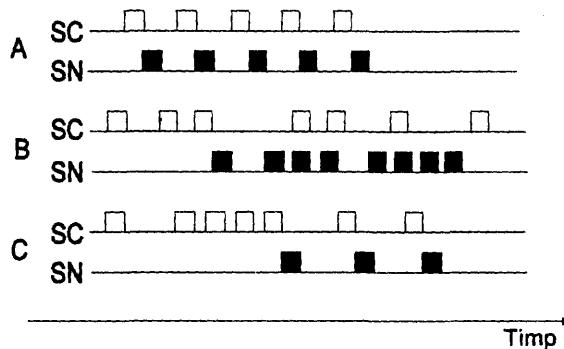
Cu titlu de exemplu, vom prezenta rezultatele unor cercetări mai noi asupra relațiilor dintre factorii cognitivi și cei comportamentali intricați în nevrozele fobice (Davey, 1987, Hout și Merkellbach, 1991, Kent, 1991).

Este cunoscut faptul că, din punctul de vedere al behavioriștilor, la baza comportamentului de tip fobic se află *condiționarea clasică* (CC). Aceasta constă în asocierea unui stimул condiționat (SC) cu un stimул necondiționat (SN) care produce un anumit *răspuns necondiționat* (RN). După asociere repetată SC/SN -- > RN, se ajunge ca prezentarea exclusivă a SC să inducă un răspuns, similar cu răspunsul necondiționat, pe care îl numim *răspuns condiționat* (RC). Schema acestei condiționări este prezentată în figura 1.1.A. Pătratele albe și negre desemnează SC, respectiv SN, asociati prin contiguitate temporală.

Dacă sunetul clopoțelului (SC) este urmat imediat, în ordine temporală, de prezentarea hranei (SN), se produce salivajia (RN). Prin asociere repetată SC/SN, simpla prezentare a SC (= sunetul clopoțelului) produce salivajia (RC). În mod similar, asocierea repetată a medicului (SC) cu o intervenție medicală (SN) care

produce o reacție dureroasă sau disconfortantă (RN) va face ca simpla proximitate a medicului (SC) să producă o reacție fobică (RC). Ulterior, prin generalizare latentă sau învățare vicariantă, mediul spitalicesc însuși poate produce reacția fobică.

Fig. 1.1. Condiționarea clasică: 1A – stimulul condiționat (SC) este urmat, în mod regulat, de stimulul necondiționat (SN), producând condiționarea. 1B și 1C – SC nu mai prezice SN, deoarece asocierea este aleatorie, deci condiționarea nu se realizează.



În cazul în care comportamentul fobic este rezultatul unei învățări, atunci intervenția psihoterapeutică constă într-o dezinvățare sau în construcția unei noi asociații SC-RC. Metodele de desensibilizare (Wolpe) sau flooding (Meichenbaum) realizează tocmai acest lucru : situația fobogenă (SC) este asociată cu un răspuns de relaxare din partea organismului (RC). Inițial, confruntarea cu situația fobogenă se realizează prin trăire imaginativă, ulterior, prin confruntarea directă cu aceasta (durata expunerii *in vivo* variază în cazul celor două metode).

Prin simplitatea, eleganța și eficacitatea lor terapeutică, aceste idei au cucerit un loc bine definit în practica și cercetarea psihologică, fiind considerate ca unul dintre succesele remarcabile ale behaviorismului. O serie de investigații mai recente, dezvoltate în sănul aceleiași paradigmelor behavioriste, au reliefat importanța valorii *informationale* a stimулului condiționat în învățarea unui nou comportament. S-a constatat în mod repetat că simpla contiguitate temporală a SC și SN nu este suficientă pentru realizarea condiționării aşa cum s-a crezut anterior. Dacă ocurențele SC și SN sunt aleatorii – chiar dacă sunt în contiguitate temporală –, nu produc efectul dorit. Acest lucru se poate observa în figura 1.1.B : SN apare în momente diferite ; fie imediat anterior, fie concomitent, fie subsecvent cu SC. Pe scurt, SC nu are valoare predictivă pentru SN și, ca atare, nu se poate dobândi răspunsul condiționat. O situație asemănătoare este prezentată în figura 1.1.C. Prezența repetată a stimулului condiționat fără asocierea lui cu stimулul necondiționat face dificilă sau imposibilă realizarea ulterioară a condiționării clasice. De pildă, dacă am mers de foarte multe ori la dentist (SC) fără să trăim o intervenție stomatologică traumatică (SN), este mult mai puțin probabil ca experiențele dureroase ulterioare, asociate cu intervenția stomatologică, să ducă la reacția fobică (1C). Așadar, atât

prin studii clinice, cât și experimentale s-a arătat că nu simpla asociere prin contiguitate temporală, ci *informația pe care o conține SC* (= faptul că el poate prezice apariția SN) stă la baza condiționării clasice și, deci, implicit, a comportamentului fobic. În acest fel, „condiționarea clasică a devenit compatibilă cu noțiunile din psihologia cognitivă” (Hout și Markelbach, 1991, p. 60).

Un alt mecanism cognitiv implicat în etiologia fobică este cel de *atribuire*. La debutul reacției fobice pacientul respiră adânc, având senzația că se simte mai bine astfel și că își controlează comportamentul. Aproape concomitent, el trăiește experiența unei tahicardii paroxiste sau extrasistole pe care le atribuie, în majoritatea cazurilor, în mod eronat, unei tulburări cardiace grave. O astfel de atribuție intensifică reacția fobică, aceasta, la rândul ei, mărind durata sau frecvența tahicardierilor și.a.m.d. Una dintre tehniciile utilizate în reducerea acestei simptomatologii constă în a învăța pe pacient să facă atribuții corecte. Tahicardia trebuie atribuită hiperventilației produse de respirațiile adânci și sacadate ale subiectului, nu unui morb îngrozitor și necunoscut. De îndată ce pacientul atribuie tahicardia sau extrasistolele felului său de a respira, se constată o reducere semnificativă a duratei și incidentei acestora (Brewin, 1988).

Fără a mai insista asupra acestui exemplu ilustrativ de asimilare reciprocă a behaviorismului și psihologiei cognitive, putem conchide că disputa dintre cele două orientări este de domeniul trecutului, aparține unui timp revolut al confruntărilor orgolioase de la mijlocul secolului nostru. Actualmente, critica lasă locul sintezei, complementarității și asimilărilor reciproce.

În rezumat, vom reține că psihologia cognitivă studiază mecanismele de prelucrare a informației și impactul lor asupra ansamblului personalității. Ea are un limbaj propriu și o metodologie specifică care se va releva treptat, parcurgând această lucrare. Inițial orgolioasă și imperialistă, tinzând să reducă complexitatea fenomenelor psihice la procese strict informaționale, o dată cu maturizarea ei, psihologia cognitivă și-a temperat orgoliile. Ea preia și dezvoltă temele paradigmelor anterioare, inclusiv behaviorismul pe care inițial l-a criticat cu severitate. Studiul psihologiei cognitive pune în evidență caracterul cumulativ al dezvoltării psihologiei însăși.

După această schiță de portret, ne putem întreba care sunt relațiile psihologiei cognitive cu celelalte ramuri ale psihologiei? Răspunsul la această chestiune presupune luarea în considerare a ceea ce s-ar putea numi *caracterul bipolar al psihologiei cognitive*, adică a faptului că ea este, în același timp: a) o disciplină specifică din cadrul științelor cognitive și b) o ramură sau direcție de specializare a psihologiei însăși. Pentru a înțelege mai bine acest lucru, vom proceda la un scurt excurs istoric legat de constituirea științelor cognitive.

741233



1.2. Constituirea științelor cognitive

1.2.1. Repere biografice

Mijlocul secolului nostru a fost martorul unor realizări științifice remarcabile în *logica matematică, cibernetică și teoria informației*.

Eforturile de axiomatizare și formalizare a logicii întreprinse de B. Russell, R. Carnap, D. Hilbert, K. Gödel etc. erau încununate prin crearea sistemelor formale și definirea calculabilității. Într-un sistem formal, manipularea simbolurilor se face pe baza unor reguli pur sintactice, ceea ce permite demonstrarea teoremelor din axioame pe baza unor calcule mecanice. Orice funcție este calculabilă dacă este general-recursivă, adică dacă ea poate fi specificată în mod clar și descompusă într-un număr finit de componente. Datorită acestei definiții a calculabilității, devinea evident faptul că nu numai funcțiile numerice sunt calculabile, ci și orice funcție general-recursivă, de la funcțiile logice elementare până la combinațiile lingvistice sau comportamentele de rezolvare de probleme. Într-adevăr, dacă se descoperă o relație funcțională între inputul și outputul (sau comportamentul) unui individ, și dacă această funcție este general recursivă, adică se poate specifica într-un număr finit de pași, funcția respectivă poate fi reprodusă cu mijloace mecanice.

Rezultatele din logica matematică, în primul rând definirea calculabilității, explică de ce primele realizări notabile ale științelor cognitive au apărut în sfera demonstrării pe calculator a teoremelor din sistemul formal de logică elaborat de Russell și Whitehead în *Principia Mathematica* (1915). Fără cercetările de logică simbolică din primele decenii ale secolului nostru acest lucru n-ar fi fost posibil.

Tot un logician – A. Turing –, care a lucrat în al doilea război mondial pentru „spargerea” codurilor secrete germane, a construit o mașină teoretică cu computabilitate universală (mașina Turing) și a indicat modalitatea operativă de stabilire a inteligenței unui sistem artificial (Turing, 1936, Hao, 1972). Această procedură, cunoscută sub numele de *testul Turing*, stipulează că un sistem artificial este inteligent dacă răspunsurile pe care le dă el unui observator extern nu pot fi deosebite de răspunsurile pe care le-ar fi dat un subiect uman. Nesatisfătoare pentru un psiholog, o atare definire operațională a inteligenței a generat totuși o emulație și un optimism imens în rândul oamenilor de știință. Inteligența artificială avea pușă piatra de hotar.

Născute din necesități practice ale războiului legate de îmbunătățirea comunicațiilor, teleghidarea rachetelor etc., cibernetica și teoria informației au atras atenția lumii științifice asupra importanței fluxurilor informaționale. Până în acel moment, cercetările au vizat doar aspectele substanțiale și energetice ale realității, neglijând dimensiunea informațională. Or, în această perioadă s-a dovedit că investigarea informației este nu numai necesară, ci și posibilă, elaborându-se primele teorii matematice ale informației (Shannon) și primele mașini de procesare a informațiilor (von

Neumann). Formalizată și convertită în funcții calculabile, informația a făcut posibilă apariția calculatoarelor, producând o adevărată revoluție tehnologică.

În psihologie devinea tot mai evident faptul că paradigma behavioristă și-a epuizat potențialul explicativ. Explicarea unor comportamente complexe reclama reconsiderarea cutiei negre, a proceselor psihice interne neglijate de behavioriști. Profitând de aportul celor trei discipline menționate mai sus, psihologii au proiectat o nouă viziune asupra psihicului ca sistem de procesare a informației. Studiul fenomenelor psihice a devenit studiul prelucrărilor pe care le suferă informația între inputul senzorial și outputul motor (Neiser, 1967).

Simțind că o mutație științifică fundamentală este iminentă, cercetători de formații diferite, profesori și studenți și-au îmbogățit agenda de întâlniri și seminarii comune. Contactele științifice propulsau rapid cercetările. Ca să luăm numai un exemplu, definirea calculabilității prin recursivitate a fost prima dată sugerată (vag) de un studiu publicat de K. Gödel (1934). Th. Kleene, un renomit logician, comunică verbal acest lucru lui Herbrand, un alt coleg de breaslă, care, într-o discuție amicală, i le împărtășește lui Alonzo Church (*apud* Hao, 1972).

Emulația intelectuală de la sfârșitul războiului a cuprins cercetători din toate domeniile care vor forma ulterior corpul științelor cognitive: psihologi (ex.: G. Miller, K. Pribrann, U. Neisser), logicieni (ex.: Church, Gödel, McCollough și Pitts), lingviști (ex.: N. Chomsky), antropologi (ex.: C.L. Strauss, Roy D'Andrade), specialiști în inteligență artificială (ex.: M. Minsky, J. McCarthy, A. Newell etc.), filozofi (ex.: H. Putnam, J. Fodor) și neurobiologi (ex.: K. Lashley, D. Hebb). După mărturia unui student din acea vreme – H.A. Simon –, devenit el însuși una din cele mai marcante figuri ale științelor cognitive, toți acești cercetători, de vîrste și specialități diferite, formau *un colegiu invizibil* din care s-au născut științele cognitive (*apud* Gardiner, 1987).

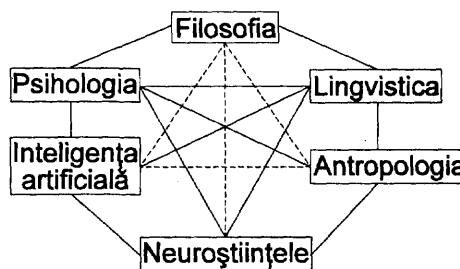
În vara anului 1956 se conturaseră două grupuri de cercetare a mecanismelor de procesare a informației – unul la MIT (Massachusetts Institute of Technology), celălalt la Carnegie-Mellon. În toamna acelaiași an, între 10-12 septembrie, MIT organizează un simpozion asupra teoriei informației. În ultima zi a simpozionului, la 12 septembrie – considerată ziua de naștere a științelor cognitive – erau prezентate trei comunicări de referință: H.A. Simon și A. Newell prezintau prima demonstrație pe calculator a unei teoreme logice într-o comunicare intitulată sugestiv: *Logic Theory Machine*; N. Chomsky, prin *Three models of language*, critica zdrobitoar behaviorismul, inițind lingvistica teoretică; în fine, G. Miller prezenta forma preliminară a celebrului său studiu: „The Magical number seven, plus or minus two: some limits to our capacity for processing information”, publicat în același an în *Psychological Review*. Științele cognitive prindeau contur. Rememorând ulterior întâlnirea de la Massachusetts, G. Miller nota: „Am plecat de la simpozion cu convingerea fermă, mai mult intuitivă decât rațională, că psihologia experimentală, lingvistica teoretică și simularea pe calculator a proceselor cognitive sunt părți ale unui întreg mai general, iar viitorul ne va face dovada construirii progresive a temelor lor comune” (*apud* Gardiner, 1987, p. 29). Cățiva ani mai târziu, în 1967,

U. Neisser consacră termenul de psihologie cognitivă prin publicarea unui volum cu acest nume: *Cognitive Psychology*.

La mijlocul anilor șaptezeci are loc un eveniment important pentru cercetătorii angajați în științele cognitive, ilustrativ și din punct de vedere al sociologiei științei. Fundația Alfred P. Sloan, o frecvență susținătoare a cercetărilor avansate prin promovarea unor programe speciale de cercetare – *Particular Programs* – se hotărăște să aloce câteva sute de milioane de dolari pentru dezvoltarea științelor cognitive. Mulți savanți și-au modificat drastic agenda de lucru pentru a putea participa la reuniunea de împărțire a fondurilor de cercetare (vezi Gardiner, 1987). Efectele s-au simțit imediat. În 1977 ia ființă o societate internațională de științe cognitive (Cognitive Science Society) care începe să editeze revista *Cognitive Science*. Se creează rapid departamente și unități de științe cognitive în toate marile universități americane, apoi vest-europene. Se institue doctorate în științe cognitive și se țin cursuri de vară pe aceeași temă etc. Din primii ani ai deceniului nouă, științele cognitive constituie deja o preocupare instituționalizată, cu un profil academic distinct. În 1978, scriind primul raport către fundația Sloan, cunoscut sub numele de *SOAP (State of The Art Paper)*, specialiștii din științele cognitive menționau: „existența domeniului nostru de cercetare e determinată de existența unui obiectiv comun: *descoperirea capacitaților computaționale și de reprezentare ale psihicului precum și a proiecțiilor lor structurale și funcționale în creier*” (apud Gardiner, 1987, p. 36). Altfel spus, obiectul de cercetare al științelor cognitive este *sistemul cognitiv* natural sau artificial. Psihologia cognitivă studiază sistemul cognitiv *uman*.

SOAP cuprindea o scurtă radiografie a celor șase discipline sau științe cognitive: psihologia cognitivă, inteligența artificială, filozofia, lingvistica, neuroștiințele și antropologia (vezi figura 1.2).

Fig. 1.2. Științele cognitive (după *SOAP*). Linii continue semnifică relațiile tari dintre aceste discipline, iar liniile punctate – relațiile slabe.



Deși apărî contestat la vremea respectivă, acest tablou al științelor cognitive a devenit un loc comun în multe tratate și manuale publicate ulterior, fiind larg acceptat. Ne mărginim la câteva comentarii succinte la adresa figurii 1.2. Mai întâi, termenii care menționează disciplinele în cauză nu trebuie luați în toată extensiunea lor, ci cu înțeles mult mai restrâns. Este evident, de pildă, că nu toată filozofia intră în științele cognitive. Existentialismul, spre exemplu, n-are nimic de-a face cu

aceste științe. În acest context se are în vedere doar filozofia analitică, logicile filozofice și epistemologia. În chip similar, psihometria clasică nu poate fi considerată componentă a științelor cognitive, iar termenul de psihologie desemnează, de fapt, psihologia cognitivă. Tot la fel, prin lingvistică trebuie înțeleasă lingvistica teoretică (Chomsky), prin neuroștiințe – neuroștiința cognitivă, prin „antropologie” – antropologia culturală (C.L. Strauss) și.a.m.d.

În al doilea rând, relațiile dintre disciplinele care formează științele cognitive nu sunt statice, ci *dinamice*, într-o continuă evoluție. De pildă, multă vreme în relațiile dintre filozofie și neuroștiințe, influențele lor reciproce au fost foarte slabe. O dată cu relansarea conexionismului, modelarea neoconexionistă a proceselor cognitive a favorizat apropierea celor două discipline.

Simptomatică pentru această situație este cartea lui P.S. Churchland, intitulată *Neurophilosophy : Toward a unified theory of mind-brain* (1986).

1.2.2. Psihologia cognitivă și științele cognitive

Deși nu avem încă de-a face cu o știință cognitivă unificată, ci cu un corp de discipline care interacționează și se penetreză reciproc, apar tot mai vădite tendințe de unificare. Chiar la nivel terminologic se utilizează tot mai mult singularul – știința cognitivă – în loc de științe cognitive (ex.: Posner, 1990, Osherson, Kosslyn și Hollerbach, 1990).

Ca știință cognitivă ea însăși sau ca o componentă a unei viitoare științe cognitive unificate, psihologia cognitivă a fost puternic contaminată de interacțiunea cu celelalte științe cognitive. Impactul acestor interacțiuni este vizibil sub cel puțin trei aspecte: a) nivelul de analiză a fenomenelor cognitive; b) aparatul conceptual utilizat; c) instrumentarul metodologic folosit.

Analiza proceselor informaționale promovată de psihologia cognitivă se realizează la un nivel componențial, mult mai detaliat față de abordarea tradițională. Preluând o distincție făcută de Kelley (1992), putem spune că psihologia tradițională a realizat o *analiză molară* a proceselor cognitive, pe când psihologia cognitivă întreprinde o *analiză moleculară* a acestor fenomene. Vom ilustra această deosebire luând cazul particular al memoriei.

În mod tradițional, memoria era văzută ca o facultate psihică unitară guvernată de câteva legități generale – legile memoriei – și care putea fi măsurată prin teste de recunoaștere și reproducere. Analiza minuțioasă a memoriei cu instrumentarul tehnic și conceptual al psihologiei cognitive a infirmat și teza caracterului unitar al memoriei, și pretinsa universalitate a reproducерii și recunoașterii ca metode de evaluare a acesteia. Subiectul uman nu dispune de un singur sistem mnezic, ci de mai multe memorii, iar testele de reproducere și recunoaștere sunt metode de estimare a memoriei explicite, nu și a memoriei implicate. În locul unei facultăți psihice unitare psihologia cognitivă a pus în evidență existența mai multor sisteme mnezice diferite: memorii senzoriale, memorie semantică, memorie procedurală, memorie explicită,

memorie implicită etc. (6.1-6.7). Subiectul uman dispune de memorii diferite, fiecare cu legități și mecanisme proprii și cu corelate neurobiologice specifice. Termenul de memorie se utilizează acum doar ca o etichetă generală, ca un concept umbrelă care nu are referent în sistemul neuropsihic, ci etichetează o populație eterogenă de structuri și procese cognitive.

Opțiunea pentru analiza detaliată, moleculară a proceselor cognitive este, în mare măsură, rezultanta a două presiuni care s-au exercitat asupra psihologiei cognitive. *Presiunea de sus*, din partea specialiștilor în inteligență artificială, care, în tentativa lor de construire a sistemelor inteligente, și-au declarat totala insatisfacție față de oferta psihologiei tradiționale. Ei au considerat concepțele clasice, facultaționiste ca fiind „comice și naive” (Narayanan, 1986), incapabile să ofere soluții lucrative pentru construcția sistemelor artificiale inteligente. Numai o analiză mult mai detaliată, compențială, putea fi relevantă pentru construcția unor programe capabile să realizeze performanțe cognitive similare cu ale subiectului uman.

Presiunea de jos a venit din partea neuroștiințelor. Ultimele două decenii au marcat o adevărată revoluție silențioasă în neuroștiințe. Descoperirea neurotransmițătorilor, a neuromodulatorilor și neurohormonilor, a sinapselor electrice, utilizarea tomografiei computerizate, magnetoencefalografia etc. sunt numai câteva din roadele acestei revoluții, aflate în plin proces de desfășurare. Ca o consecință a acestor descoperiri, s-a creat un decalaj enorm între nivelul de analiză infracelular, extrem de detaliat, practicat de neuroștiințe și analiza molară, în termeni facultaționisti, practicată de psihologi. Frustrații de lipsă de corespondență dintre datele neurobiologice și cele psihologice, specialiștii din neuroștiințe au somat psihologii să-și rafineze aparatul conceptual și nivelul de analiză al proceselor psihice, altfel vor fi nevoiți să reinventeze psihologia (Bunge, Ardila, 1987).

Presiunile de sus (IA) și de jos (neuroștiințe) au fost resimțite puternic de psihologie, ca urmare a integrării ei în corpul științelor cognitive. Intensitatea acestor presiuni ar fi fost mai redusă – cel puțin dinspre IA – dacă psihologia cognitivă s-ar fi dezvoltat independent de celealte științe cognitive. Oricum, inteligența artificială și neuroștiințele au forțat psihologii cognitiviști să recurgă la o analiză compențială (moleculară) a proceselor cognitive, analiză ale cărei rezultate să poată fi relevante atât pentru construcția de software intelligent, cât și pentru stabilirea unor corespondențe adecvate cu procesele neurobiologice. Mai mult decât atât, s-a ajuns la o teoretizare explicită a principalelor niveluri de analiză la care poate fi supus sistemul cognitiv (1.3.2).

Plasarea psihologiei cognitive în corpul științelor cognitive, limbajul reclamat de noul nivel de analiză a sistemului cognitiv au dus la dezvoltarea unui nou *aparat conceptual*. Cităm la întâmplare câteva dintre concepțele intrate definitiv în jargonul psihologiei cognitive: „spațiul problemei”, „mediul problemei”, „proces modular”, „geon”, „prototipalitate”, „reprazentarea cunoștințelor”, „analiză ascendentă”, „analiză descendenta”, „sistem fizic de simboluri”, „reguli de producere”, „rețele semantice”, „rețele neuromimetice”, „regula retropropagării erorii”, „regula delta generalizată”, „prelucrări distribuite”, „scenariu cognitiv”, „memorie de lucru”,

„test implicit”, „rest de activare”, „procesări simbolice”, „procesări subsimbolice”, „procesări metacognitive” etc. Noul cadru conceptual (implicit, noua terminologie) reclamă un glosar special menit să decodifice rapid semnificațiile limbajului cognitivist.

Tin să subliniez că nu suntem în fața unei simple modificări de limbaj, a reformulării acelorași vechi probleme într-un limbaj cognitivist la modă, cum susțin unii detractori ai psihologiei cognitive. Este vorba de o mutație *conceptuală*, care a permis ea însăși abordarea sistemului cognitiv uman dintr-o nouă perspectivă și la un nou nivel de analiză. Iar rezultatele acestei mutații s-au validat prin relevanța lor pentru inteligența artificială, pe de o parte, pentru neuroștiințe, pe de altă parte.

Repertoriul conceptual utilizat de psihologia cognitivă variază într-o anumită măsură în funcție de cele două paradigmă în cadrele cărora se realizează investigarea sistemului cognitiv uman: paradigma clasic-simbolică și paradigma neoconexionistă (1.4). Oricum, aparatul conceptual al psihologiei cognitive rămâne un bun câștigat de pe urma tranzacțiilor conceptuale cu celelalte științe cognitive. Dacă s-ar fi dezvoltat în afara lor, cu siguranță psihologia cognitivă ar fi arătat altfel.

A treia caracteristică a psihologiei cognitive ca știință cognitivă vizează *instrumentul metodologic* utilizat. Fără îndoială, recursul la experiment ca metodă de producere și de validare de noi cunoștințe a rămas axa metodologică principală pentru psihologia cognitivă, ca și pentru celelalte ramuri ale psihologiei în general. Concomitent însă, psihologii cognitiviști recurg în mod curent și la altă axă metodologică formată din triada *modelare-formalizare-simulare pe calculator*.

Un model este o construcție teoretică ce specifică componentele *suficiente* ale unui mecanism, care generează outputuri specifice din procesarea unor inputuri specifice. De exemplu, un model de detectare a contururilor trebuie să specifice prelucrările suficiente care fac posibilă obținerea contururilor unui obiect (= outputul) din input (= variațiile de luminozitate ale stimулului). Ulterior, aceste procesări, odată specificate, sunt *formalizate*, adică transcrise într-un limbaj logic-matematic sau de programare. De exemplu, modelul de extragere a contururilor este formalizat fie prin analiza Fourier, fie prin operația matematică de filtrare. O dată formalizat, procesul cognitiv este implementat pe calculator. Dacă modelarea și formalizarea au fost corecte, atunci calculatorul va simula procesul respectiv, adică va avea aceleași performanțe ca și subiectul uman.

Cele două axe metodologice – experimentul, pe de o parte, modelarea-formalizarea-simularea, pe de altă parte – nu epuizează întregul repertoriu metodologic la care recurge psihologia cognitivă. Analiza protocolului gândirii cu voce tare, înregistrarea mișcărilor oculare, ascultarea dihotomică etc. sunt alte metode la care se va face referință pe parcursul acestei lucrări. Mariajul experimentului cu modelarea, formalizarea și simularea pe calculator constituie nota specifică a psihologiei cognitive ca știință cognitivă.

Rezumând cele spuse anterior, psihologia cognitivă s-a dezvoltat în interiorul unei întreprinderi științifice mai largi – *științele cognitive*. Acestea și-au pus amprenta asupra aparatului conceptual, metodologiei și nivelului de analiză promovat de psihologii cognitiviști. Rezultat al interacțiunilor și penetrărilor reciproce dintre

științele cognitive, *psihologia cognitivă este ea însăși o știință cognitivă*. Atât starea ei actuală cât și dezvoltarea sa viitoare depind de menținerea ei în ansamblul științelor cognitive. E posibil ca, într-un viitor nu prea îndepărtat, ea să devină o ramură specifică a unei științe cognitive unificate. Aceasta este prima față a psihologiei cognitive, cea îndreptată spre științele cognitive.

A doua față a psihologiei cognitive e orientată spre celelalte ramuri ale psihologiei. Ne interesează, aşadar, ce statut și rol are psihologia cognitivă în interiorul științei psihologice.

Întâi, vom remarcă faptul că, în măsura în care sunt interesate de modul în care personalitatea umană procesează informația, toate sau aproape toate ramurile psihologiei sunt marcate de psihologia cognitivă. Ca să luăm numai câteva exemple, psihologia clinică nu se mai poate priva de cercetările asupra prelucrării informației în cazul depresiei, anxietății, fobiilor, schizofreniei etc. (ex.: Ingram, 1987). La rândul său, psihologia industrială și organizațională profită din plin de cercetările cognitive asupra luării deciziei (8.2-8.4), reprezentării cunoștințelor (7), rezolvării de probleme (9.1-9.2) etc. Psihologia educației recurge tot mai mult la cercetările asupra memoriei de lucru, strategiilor rezolutive, reprezentării cunoștințelor etc. Mai mult decât atât, penetrarea psihologiei cognitive a dus la apariția de *noi direcții de specializare în interiorul acestor ramuri psihologice*: psihoterapia cognitivă – în cadrul psihologiei clinice –, proiectarea interfeței om-calculator – în psihologia industrială – sunt exemple relevante în acest sens. Întrucât prelucrarea informației este o dimensiune importantă a oricărui fenomen psihologic cercetat de diverse ramuri ale psihologiei, psihologia cognitivă formează un *cuplu metodologic* cu (aproape) fiecare dintre aceste ramuri. Această situație are consecințe importante asupra modului de pregătire a viitorilor psihologi. Indiferent de domeniul în care își vor desfășura activitatea, un volum substanțial de cunoștințe de psihologie cognitivă este absolut necesar pentru obținerea unor performanțe profesionale superioare. Oriunde modul de procesare a informației are un impact asupra fenomenului investigat de psiholog, apelul la psihologia cognitivă se dovedește deosebit de util.

În al doilea rând, deși componenta informațională este ubicuă, comportamentul uman, precum și multe alte fenomene psihice interne nu sunt reductibile la procesarea informației. Componenta cognitivă, oricără de importantă, nu epuizează complexitatea fenomenelor psihice. Influența contingentelor (a întăririlor pozitive sau negative) asupra comportamentului, expresivitatea emoțiilor, trebuințele (motivația în general), relațiile interpersonale etc. nu pot fi reduse integral la structuri și prelucrări cognitive.

Ca să nu rămânem la enunțuri generale, să luăm ca exemplu creativitatea¹. Este indubitabil că factorii cognitivi joacă un rol esențial în procesul de creație. Este însă o eroare să reducem creația (și creativitatea) la mecanismele de prelucrare a informației. Motivația subiectului influențează masiv atât performanța cât și capacitatea sa creativă. Plăcerea de a descoperi sau de a inventa, curiozitatea sunt menționate de mulți creatori de marcă drept vectori principali ai propriei lor creații.

1. Sunt recunosător profesorului Alexandru Roșca pentru remarcile ce urmează.

Adesea creația este un antidot, o modalitate de rezolvare a unei nevroze (Miclea, 1991). Mai mult, analiza psihologică a creației nu poate face abstracție de climatul creativ, de relațiile interpersonale ale creatorului, de contactele sale științifice, de modelul de personalitate, de influența profesorilor inhibitivi sau stimulatori, de capacitatea creatorului de a suporta lipsa soluției sau ambiguitatea etc. (Roșca, 1981, Miclea, 1991).

Dacă întreaga varietate de fenomene psiho-comportamentale nu se poate rezuma la procesări de informație, atunci nici psihologia cognitivă nu se poate substitui psihologiei. Teoriile și modelele dezvoltate în interiorul psihologiei cognitive trebuie însă să satisfacă cerințele impuse oricărei teorii psihologice. Una dintre aceste cerințe se referă la validitatea predictivă: orice teorie sau model cognitiv trebuie să genereze predicții valide sau cel puțin testabile despre comportamentul uman în situații naturale, cotidiene. Formalizarea și simularea pe calculator nu sunt cerințe necesare și/sau suficiente pentru ca un model cognitiv să fie acceptat de comunitatea psihologilor. Se pretinde că modelul în cauză să genereze predicții testabile și relevante pentru comportamentul uman. În schimb, validitatea predictivă sau cea ecologică a unei teorii cognitive nu prezintă interes deosebit pentru celelalte științe cognitive, în special pentru inteligența artificială.

În rezumat, psihologia cognitivă caută să satisfacă un dublu standard: a) de a oferi modele formalizate și implementabile pe calculator; b) de a construi modele valide și relevante pentru comportamentul uman. Prima constrângere este impusă de pretențiile și expectanțele celorlalte științe cognitive, iar cea de-a doua reflectă pretențiile comunității psihologice. Măsura în care un model elaborat în interiorul psihologiei cognitive satisface unul sau celălalt dintre aceste standarde îl apropie mai mult de știința cognitivă sau de psihologie. Această dublă aspirație a psihologiei cognitive, de a satisface atât constrângerile impuse de plasarea în interiorul științei cognitive, cât și pretențiile ridicate de nevoia explicării comportamentului uman, ne îndeamnă să vorbim despre *caracterul bicefal* al psihologiei cognitive. Psihologii cognitiviști nu pot renunța la nici una dintre cele două năzuințe, deoarece ambele sunt gratifiante. Satisfacerea cerințelor științelor cognitive oferă psihologiei, pentru prima dată, șansa de a avea aplicații în tehnologia de vârf (ex.: construirea sistemelor expert, a sistemelor artificiale de detectare a figurilor etc.). Relevanța tehnologică a modelelor lor este, într-adevăr, deosebit de magulitoare pentru psihologii cognitiviști. Pe de altă parte, construcția unor modele cognitive valide și relevante psihologic marchează un progres uriaș în explicarea comportamentului uman și face posibilă dezvoltarea unor tehnici mult mai precise de diagnostic și intervenție psihoterapeutică (ex.: psihoterapia cognitivă, diagnoza amneziei etc.).

În stadiul actual de dezvoltare a psihologiei cognitive, cele două standarde sunt greu de satisfăcut concomitent. Aflate la capetele unui continuum, ele permit psihologului cognitivist să se plaseze mai aproape de unul sau altul dintre ele. Nu se poate spune însă că ele sunt ireconciliabile. Dimpotrivă, există cerințe comune pe care trebuie să le satisfacă psihologia cognitivă, atât în calitate de știință cognitivă, cât și în calitate de disciplină psihologică: consistența internă, plauzibilitatea

neuronală etc. Considerăm că viitorul va face dovada împletirii tot mai strânsă a formalismului și validității ecologice în beneficiul general al psihologiei. Prin diversitatea modelelor prezентate, volumul de față oferă o glisare completă între cele două extreame ale continuumului.

1.3. Analiza sistemului cognitiv

1.3.1. Definirea sistemului cognitiv

Un sistem cognitiv este un sistem fizic care posedă două proprietăți: de reprezentare și de calcul.

Orice sistem cognitiv este o entitate obiectuală, un element din realitatea fizică, cu proprietăți substanțiale și energetice corespunzătoare. Din definiție rezultă că nu există sistem cognitiv independent de orice structură fizică. Această asumție, susținută de rezultatele cercetării științifice de până în prezent, e solidară cu teza dependenței informației de substratul său substanțial și energetic. Așa cum nu există informație pură, independentă de orice suport material, nu există nici sistem cognitiv eliberat de orice constrângere impusă de legile fizicii. Un calculator, un sistem de inteligență artificială, creierul uman sunt sisteme cognitive realizate de structuri fizice diferite. Dependența sistemului cognitiv de o structură materială nu înseamnă că e vorba de o dependență strictă: o prelucrare de informație este întotdeauna executată de un sistem fizic, dar nu de un sistem fizic *anume*, infailibil determinat. De exemplu, o operație logică poate fi executată de o rețea neuronală, de o rețea din cipuri de siliciu, de supraconductori sau de tuburi hidraulice. Așadar, același sistem cognitiv sau același tip de procesare a informației poate fi implementat în sisteme fizice total diferite. Nu orice sistem fizic este un sistem cognitiv, ci doar acele sisteme care au capacitatea de reprezentare și de calcul.

Reprezentarea² este o reflectare într-un mediu intern a realității exterioare. O definiție mai riguroasă a ceea ce înseamnă reprezentare în științele cognitive e oferită de A. Newell (1992). Să presupunem că în mediul extern apare un *eveniment*: o variabilă *X* se transformă într-o variabilă *Y*. Acest eveniment îl vom nota sub forma *X-T-Y*. O reprezentare a evenimentului *X-T-Y* într-un mediu intern se realizează atunci când o proiecție *x* a lui *X* și o proiecție *t* a lui *T* în acest mediu pot genera o variabilă *y* care să corespundă variabilei *Y*.

Esențialul în cazul unei reprezentări este stabilirea unei *relații sistematice* între domeniul ce trebuie reprezentat și mediul intern în care el este reprezentat. Fără o

2. Psihologia cognitivă a renunțat la sensul tradițional al noțiunii de reprezentare (= imaginea schematică a unui obiect în absența acțiunii acestuia asupra organelor de simț). Se utilizează însă cu sens similar noțiunea de imagini mintale. Acceptarea curentă a „reprezentării” în științele cognitive a fost preluată din logica simbolică, îndeosebi din teoria sistemelor formale.

reflectare internă a mediului extern, un sistem nu se poate orienta în spațiu, nu poate da dovedă de inteligență. El ar fi la cheremul legilor fizice care îi guvernează mediul. De pildă, pentru a rezolva o problemă noi trebuie să ne reprezentăm ce se dă și ce se cere, precum și procedura prin care putem ajunge de la datele problemei la soluția acesteia. Problema sau situația problematică este obiectivă. Pentru a o rezolva trebuie să ne-o reprezentăm în mintea noastră. Această reprezentare este similară, dar nu este identică cu enunțul problemei sau cu situația problematică din afara noastră. Există însă o relație sistematică între variabilele interne și referentul lor extern, ceea ce face ca cele din urmă să fie reprezentări ale celor dintâi.

Reprezentările utilizate de sistemul cognitiv uman pot fi *simbolice* (= imagini, conținuturi semantice etc.) sau *subsimbolice* (= patternuri de activare ale rețelelor neuronale) (1.4.2).

Calculul, cealaltă proprietate de care trebuie să dispună un sistem fizic pentru a fi socotit un sistem cognitiv, constă în *manipularea reprezentărilor pe baza unor reguli*. Dacă reprezentările sunt simbolice, atunci avem de-a face cu reguli de manipulare a simbolurilor. De exemplu, regulile de efectuare a operațiilor matematice, regulile sintactice sau gramaticale, reguli semantice, reguli pragmatice etc. sunt reguli pe baza cărora realizăm diverse combinații de simboluri. Dacă reprezentările sunt subsimbolice sau neuromimetice, avem de-a face cu reguli de modificare a valorilor de activare. De pildă, regula lui Hebb, regula de retropropagare a erorii, regula delta generalizată etc. Corespunzător celor două tipuri de reprezentări și de reguli, au fost dezvoltate două tipuri de modelări în științele cognitive: *clasic-simbolice și neuromimetice* (1.4.1-1.4.2).

Rezultă din cele menționate anterior că nu caracteristicile fizice sunt determinante pentru un sistem cognitiv, ci capacitatea sa de reprezentare a mediului și de a efectua calcule cu aceste reprezentări.

Reprezentarea și calculul sunt trăsăturile necesare și suficiente pentru ca un sistem fizic să posede inteligență. Fundamentate pe o astfel de definiție a obiectului de studiu – sistemul cognitiv, științele cognitive își rezervă o mare deschidere: aceea de a cerceta orice inteligență terestră sau extraterestră, naturală sau artificială. Temeiul stabilirii unor eventuale contacte cu alte ființe inteligente din galaxia noastră sau din alte galaxii constă în analiza și compatibilitatea sistemelor noastre cognitive. Altfel, fantasmările paranoide și viziunile de coșmar vor parazita mereu orice posibilă comunicare de acest gen. Parafrazându-l pe Wittgenstein, cu extratereștrii se poate discuta, în primul rând, știință cognitivă. Din acest punct de vedere, științele cognitive sunt niște *științe de întâlnire*, capabile să optimizeze întâlnirile și contactele noastre cu alte ființe inteligente din univers.

Fundamentată în interiorul științelor cognitive, psihologia cognitivă adoptă aceeași definiție a sistemului cognitiv, subliniind preocuparea sa pentru sistemul cognitiv uman, ca obiect de cercetare specific.

1.3.2. Niveluri de analiză ale sistemului cognitiv

Să presupunem că suntem în situația de a demonstra o teoremă de logică simbolică dintr-o mulțime de axiome. Explicarea comportamentului nostru într-o astfel de sarcină reclamă o analiză multinivelară. Mai întâi, trebuie analizată sarcina respectivă: ce se dă și ce se cere, ce reguli de deducție se pot folosi, ce relație este între input (= axiome) și output (= teorema de demonstrat). Aceasta este o analiză computațională. În al doilea rând se impune investigarea bazei de cunoștințe a subiectului, adică o analiză a nivelului intențiilor și cunoștințelor sale: dacă cunoaște semnificația simbolurilor utilizate, dacă cunoaște regulile de deducție necesare, dacă știe ce este o axiomă și ce este o teoremă, dacă a înțeles sarcina etc. În al treilea rând ne interesează cum anume și-a reprezentat subiectul sarcina respectivă (sub formă imagistică sau lingvistică, serială sau în paralel etc.) și care este algoritmul sau procedura pe care o urmează pentru a ajunge de la input la output. În fine, ne interesează care sunt ariile corticale implicate și ce procese neurobiologice au loc în momentul efectuării sarcinii.

Orice altă sarcină poate fi luată ca exemplu, de la o problemă de geometrie, la utilizarea pronumelui personal „el” sau la rezolvarea unei matrice din Testul Raven. Explicația modului de procesare a informației și, implicit, a diferențelor interindividuale se bazează pe abordarea fenomenului cognitiv la toate cele patru niveluri. Abordarea multinivelară este reclamată nu numai de explicarea comportamentului uman, ci și pentru înțelegerea sau proiectarea oricărui sistem cognitiv. De pildă, ca să proiectăm un sistem artificial care realizează demonstrarea unor teoreme, trebuie mai întâi să avem o teorie matematică sau logico-matematică a funcției de deducție. Ne vom întreba apoi cum să reprezentăm axiomele și teoremele într-un limbaj de programare, ce algoritmi specifici vor fi utilizati, ce cunoștințe trebuie introduse în sistem și ce fenomene au loc la nivel de hardware. Generalizând, ajungem la următoarea teză metodologică.

Orice sistem cognitiv, deci implicit cel uman, poate fi analizat la cel puțin patru niveluri: (1) *nivelul cunoștințelor*; (2) *nivelul computațional*; (3) *nivelul reprezentational-algoritmic*; (4) *nivelul implementațional*.

1.3.2.1. Nivelul cunoștințelor³

Pentru a înțelege comportamentul unui sistem cognitiv trebuie investigată baza de cunoștințe pe care o posedă și *scopul sau intențiile* de care este animat. De exemplu, comportamentul meu din momentul de față poate fi explicat pe baza intenției mele de a scrie o carte de psihologie cognitivă și pe baza cunoștințelor pe care le am. Dacă aş avea alte cunoștințe, aş elabora altfel acest volum, iar modul de aranjare a

3. Uneori acest nivel se mai numește semantic. Cum însă nu e vorba doar de cunoștințe legate de limbaj, preferăm sintagma de nivel al cunoștințelor.

capitolelor și subcapitolelor este rezultanta scopului meu de a scoate în evidență anumite aspecte ale științelor cognitive și a cunoștințelor de care dispun în momentul de față. Cea mai mare parte a comportamentului nostru cotidian poartă amprenta conjuncției dintre scopuri și cunoștințele de care dispunem. Comportamentul individelor dintr-o anumită nișă ecologică este similar în măsura în care ei au cunoștințe și intenții comune și este diferit în măsura în care acestea sunt diferite. Evident, cunoștințele și scopurile (scopurile pot fi considerate ca un gen special de cunoștințe despre o stare viitoare dezirabilă) nu epuizează toată complexitatea comportamentului uman, dar constituie un factor esențial în explicarea acestuia. Îndeosebi *deciziile* pe care le ia subiectul sunt dependente de intenționalitatea și cunoștințele sale (8.3.1-8.3.5). Cunoștințele subiectului survin din mai multe surse: enunțul problemei, experiența imediată sau de lungă durată cu acest tip de sarcină, deprinderile dobândite, socializarea și enculturația etc.

Comportamentele sau mecanismele psihice care se modifică în funcție de cunoștințele pe care le are subiectul se numesc *cognitiv-penetrabile* (Pylyshyn, 1984, 1990). De exemplu, recunoașterea unei litere se realizează mai rapid dacă ea este prezentată într-un cuvânt cu sens decât într-o combinație lingvistică fără sens (2.3.4.1). În general, orice obiect sau figură este recunoscută mai rapid într-un context corespunzător decât într-unul neuzual pentru obiectul sau figura respectivă (2.3.4.3). Comportamentul meu din momentul de față s-ar schimba dacă mi s-ar aduce la cunoștință că este interzisă publicarea de cărți de psihologie cognitivă în România sau dacă mi-aș propune să obțin succes în afaceri. Nu numai comportamentul normal, ci și cel patologic este reglat de cunoștințele subiectului. Comportamentul fobic, aşa cum am arătat anterior, se poate ameliora sau înrăutăți datorită cunoștințelor pe care le are pacientul. Aceste cunoștințe rezultă din atribuțiile pe care pacientul le face. Ca să ne limităm doar la încă un exemplu, simptomatologia depresivă (îndeosebi depresia medie) variază în funcție de ce crede subiectul despre sine însuși (*self-concept*) și de capacitatea sa de a-și influența comportamentul (*locus of control*) (ex.: Beck, 1976, Seligman, 1975). Terapia cognitivă constă tocmai în modificarea schemelor cognitive ale subiectului (Beck, 1976) sau a convingerilor sale eronate (Ellis, 1962). Comportamentele sau procesările cognitive care nu sunt influențate de cunoștințele de care dispune subiectul sau de intențiile sale se numesc *cognitiv-impenetrabile*. De exemplu, extragerea contururilor unui obiect pe baza variației intensității luminii nu depinde de cunoștințele pe care le are subiectul (2.2.1). Modulele și arhitectura cognitivă, despre care vom putea vorbi mai convingător în capitolul final, sunt impenetrabile cognitiv (10).

O singură remarcă se mai impune aici, care ne va fi utilă în expunerea ulterioară. Prelucrarea stimулului de către sistemul cognitiv uman se realizează pornind de la caracteristicile sale fizice sau de suprafață (ex.: contururile, textura, culoarea, deplasarea în spațiu) spre caracteristicile sale semantice sau funcționale (ex.: categoria din care face parte, semnificația, funcția pe care o are într-un scenariu dat etc.). Acest tip de procesări, vectorizate de jos în sus, de la palierele periferice ale sistemului cognitiv spre cele centrale, poartă numele de *analiză ascendentă* a

stimulului (*bottom-up analysis, data-driven processing*). Ea este impregnată de caracteristicile fizice ale stimulului, precum și de proprietățile modulelor cognitive periferice. Cunoștințele de care dispune subiectul fac posibil și alt tip de procesări vectorizate invers, de la baza de cunoștințe a subiectului spre datele fizice ale stimulului. În jargonul psihologiei cognitive ele sunt cunoscute sub numele de *analiză descendentală (top-down analysis)*. Analiza descendentală este generată de baza de cunoștințe a subiectului (*knowledge driven*). De exemplu, în recunoașterea unui cuvânt, concură analiza ascendentă – prelucrarea contururilor literelor, a mărimii și formei lor, a grupării lor într-un gestalt unic pe baza proximității spațiale – dar și analiza descendentală – inferențele generate de cunoștințele de limbă română. Analiza descendentală ne explică de ce recunoașterea cuvântului respectiv se face mai ușor dacă el este plasat într-o propoziție cu sens, decât într-una lipsită de semnificație sau de ce caracteristicile feței umane sunt recunoscute mai rapid dacă sunt plasate în contextul figurii umane, decât dacă sunt prezentate independent (2.3).

1.3.2.2. Nivelul computațional

Atât sistemul cognitiv uman în integralitatea sa, cât și subsistemele componente sunt confruntate cu o serie de sarcini pe care trebuie să le rezolve, să le afle o soluție. Una dintre modalitățile de analiză ale sistemelor cognitive pornește de la *analiza sarcinii* pe care acestea o au de executat. Analiza sarcinii vizează descompunerea ei în componente simple și stabilirea relației dintre datele de intrare și datele de ieșire. Pentru diverse componente ale sarcinii sunt postulate apoi tot atâtea mecanisme cognitive care concură la realizarea lor. *Stabilirea exhaustivă a procesărilor la care sunt supuse datele problemei (= inputul) pentru a obține soluția (= outputul)* este principala finalitate a abordării sistemului cognitiv la nivel computațional. Dacă analiza la nivelul cunoștințelor urmărea să circumsciră baza de cunoștințe a subiectului și modul în care aceasta influențează procesarea informației sau comportamentul, analiza computațională caută să identifice *care* anume sunt prelucrările care permit transformarea inputului în output. Pe scurt, *care este funcția input-output*.

Exemplu : Se cunoaște că obiectele tridimensionale din realitate au o proiecție bidimensională pe retină. Conform unei teoreme cunoscute din geometria proiectivă, un număr infinit de obiecte tridimensionale pot avea una și aceeași proiecție bidimensională. În acest caz, sarcina cu care se confruntă sistemul cognitiv este de a afla care este obiectul tridimensional ce a generat o anumită imagine bidimensională. Reformulată într-un limbaj mai tehnic, problema sună în felul următor : fiind dată o reprezentare bidimensională formată dintr-o mulțime de pixeli, să se afle obiectul tridimensional care a produs-o. Proiecția bidimensională de pe retină intră ca input într-o serie de prelucrări al căror output este recunoașterea obiectului tridimensional care a generat-o. Identificarea mecanismelor care permit transformarea inputului în outputul corespunzător este principala sarcină a unei abordări computaționale a procesării stimulilor vizuali. Modelele prezentate în următorul capitol din acest volum vizează tocmai analiza computațională a sistemului cognitiv-vizual (2.2).

De regulă, analiza computațională a funcționării sistemului cognitiv recurge la utilizarea formalismelor matematice sau logico-matematice. În cazul prelucrării informației vizuale, variațiile de intensitate luminoasă a punctelor de pe retină (= pixeli) sunt supuse unor serii de calcule matematice pe baza cărora se poate reconstituî stimulul original, referențial (2.2.2). Pentru ca aceste calcule să poată fi finalizate într-un timp real, ele trebuie să ia în considerare caracteristicile mediului fizic și ale sistemului fizic care realizează procesarea stimulului în cauză. Aceste proprietăți exprimă regularități statistice, aproape întotdeauna adevărate și sunt cunoscute în jargonul științelor cognitive sub numele de *constrângeri naturale*.

Exemplu : Una dintre modalitățile de percepere a adâncimii are la bază disparitatea retinală, adică faptul că cei doi ochi sunt poziționați diferit, astfel încât unul și același stimul are proiecții diferite pe cele două retine (vezi, pentru detalii, 2.2.3). Putem să ne dăm seama de acest lucru printr-o demonstrație simplă. Tineți la o distanță potrivită de ochii dumneavoastră unul dintre degete. Închideți ochiul drept și priviți-vă degetul numai cu ochiul stâng. Apoi închideți ochiul stâng și priviți-l cu cel drept. Veți constata că imaginea degetului alunecă ușor spre stânga. Veți mai constata că această disparitate binoculară sau retinală este tot mai mică pe măsură ce vă îndepărtați degetul de cei doi ochi. Așadar, disparitatea binoculară variază în funcție de adâncime. Pentru a calcula adâncimea pe baza disparității sistemului vizual, ca sistem cognitiv, trebuie mai întâi să se stabilească acei pixeli din fiecare retină care corespund unui și aceluiași punct de pe suprafața stimulului. Această problemă de corespondență are însă prea multe soluții : orice pixel al imaginii retinale stângi poate corespunde oricărui alt pixel cu aceeași valoare de pe imaginea retinală dreaptă. Pentru a limita aceste soluții la cele fizic posibile, trebuie să luăm în calcul câteva caracteristici ale lumii fizice în care trăim sau câteva *constrângeri naturale*. O seamă de cercetători de la Massachusetts Institute of Technology (MIT) au ajuns la concluzia că este suficientă considerarea a două astfel de regularități : a) *constrângerea unicății*, conform căreia, de regulă, suprafețele stimulilor fizici nu sunt transparente, ceea ce înseamnă că unui pixel dintr-o imagine de pe retină i se asignează o singură adâncime ; acest lucru n-ar fi valabil dacă am trăi într-un univers în care majoritatea corpurilor sunt transparente ; b) *constrângerea continuității* care arată că majoritatea suprafețelor unui obiect sunt continue, adică dacă unui punct i se asignează o anumită adâncime, punctele din imediata sa vecinătate au o adâncime similară. Odată integrate acestea asumptions sau caracteristici ubicue ale lumii fizice în calculul disparității binoculare, se rezolvă problema corespondenței imaginilor de pe cele două retine, fiind posibilă estimarea adâncimii în spațiu.

Exemplul prezentat anterior scoate în relief faptul că prelucrările la care e supus inputul pentru a se produce un anumit output sunt constrânsă de mediul fizic în care operează sistemul cognitiv. Sistemul nostru cognitiv s-a dezvoltat în interacțiune cu un *anumit* mediu fizic, care îi circumscrie gama de procesări posibile. Într-un alt univers fizic, sistemul cognitiv ar fi funcționat diferit. Așadar, sistemul cognitiv uman nu este un calculator universal care procesează informația insensibil la mediul

în care se află. Dimpotrivă, prelucrările pe care el le realizează sunt constrânsă de caracteristicile naturale ale universului nostru fizic.

Analiza computațională a sistemului cognitiv pune în evidență existența a două tipuri de prelucrări: a) modulare; b) non-modulare. *Procesările modulare* nu pot fi influențate de cunoștințele de care dispune subiectul (adică sunt cognitiv impenetrabile), se realizează automat, preatentional, sunt incapsulate și au o locație neuroanatomică relativ precisă. *Procesările non-modulare* sunt acele tratamente la care e supusă informația care pot fi influențate de baza de cunoștințe a subiectului. De pildă, procesarea primară a informației vizuale se realizează modular; recunoașterea obiectelor este însă un mecanism cognitiv nonmodular (vezi 2.2-2.3). După ce a stabilit care sunt prelucrările pe care le suferă inputul pentru a produce un output corespunzător, circumscrise de constrângerile naturale sau de baza de cunoștințe a subiectului, abordarea computațională le cuprinde într-un model matematic.

1.3.2.3. Nivelul algoritmic-reprezentational

În afară de analiza bazei de cunoștințe (nivelul cunoștințelor) și a procesărilor implicate în relația funcțională dintre input și output (abordarea computațională), sistemul cognitiv poate fi abordat și la nivel reprezentational-algoritmic. Dacă abordarea computațională pornește de la analiza sarcinii și își pune problema stabilirii prelucrărilor (= calculelor) care fac posibilă transformarea inputului în output, analiza reprezentational-algoritmică își pune problema *algoritmului* care realizează funcția input-output și a *modalităților de reprezentare* a inputului, respectiv outputului. Un *algoritm* este o secvență de calcule pe baza căreia, printr-un număr finit de pași din datele de intrare, se obțin datele de ieșire (= soluția corectă la o problemă). Algoritmii de extragere a rădăcinii pătrate, de rezolvare a ecuației de ordinul II, de calcul al ipotenuzei într-un triunghi dreptunghic etc. sunt doar câteva exemple de algoritmi cu care operăm în mod obișnuit.

Reprezentările se referă la modul de codare a inputului, cum anume este el reprezentat în sistemul cognitiv: semantic, imagistic, serial, prin valori de activare etc. (1.3.1). Reprezentările și algoritmii își impun reciproc constrângerile: o anumită reprezentare poate favoriza un anumit algoritm și nu altul, după cum o anumită procedură de calcul poate facilita utilizarea unei reprezentări specifice. Într-unul din capitolele ulterioare, dedicate raționamentului, vom putea constata că modul de realizare efectivă a raționamentului serial depinde de algoritmul și reprezentările la care recurg subiecții (9.2.4).

Până atunci, să recurgem însă la un exemplu mai simplu. Să presupunem că ni se cere să stabilim suma a două numere: $428 + 500$. (Înainte de a parcurge mai departe textul, autorul vă invită să efectuați această operație.) La nivel computațional, analiza acestei sarcini constă în identificarea datelor de intrare (428 și 500) și a funcției aditive dintre acestea și suma rezultată. Funcția respectivă, o dată detectată, are un nivel de generalitate ridicat: ea nu depinde de sistemul care o execută, ce poate fi un subiect uman sau un calculator. Nu depinde nici de modul în care ea este

reprezentată și de algoritmul pe baza căruia se poate calcula. Dintre toate teoriile asupra sistemelor de procesare a informației, cea computațională are nivelul de generalitate cel mai ridicat. Ea nu este însă suficientă. Dacă ne interesează analiza în adâncime a sistemului (uman) de procesare a informației sau a diferențelor interindividuale, trebuie să împingem analiza la nivel algoritmic-reprezentațional. În exemplul citat anterior, un subiect poate să-și reprezinte numerele respective prin cifre arabe sau prin cifre romane, în baza zece sau în baza doi etc. Chiar dacă au recurs la aceeași reprezentare (= prin cifre arabe), algoritmii pot fi diferiți. Un subiect realizează adunarea închipuindu-și cele două numere așezate unul sub altul, iar apoi procedează la adunarea unităților, a zecilor și a sutelor. Altul recurge la altă procedură: adună întâi sutele, apoi coboară blocul unităților și al zecilor. Funcția este aceeași, dar algoritmul este diferit. Majoritatea cercetărilor întreprinse în psihologia cognitivă vizează nivelul reprezentațional-algoritmic, modul în care subiectul își reprezintă cerințele sarcinii și procedura pe care acesta o utilizează pentru soluționarea ei. Abordarea reprezentațional-algoritmică nu constituie singura preocupare a psihologilor cognitiviști. Analiza computațională este adesea esențială în înțelegerea modului de procesare a informației, eliminând rătăcirile datorate construirii de algoritmi ad-hoc (Marr și Poggio, 1977, Marr, 1982). Calculul adâncimii pe baza disparității binoculare, analizată computațional, a permis elaborarea unui algoritm bazat pe integrarea constrângerilor naturale extrem de performant (Marr și Poggio, 1976, Hurlbert și Poggio, 1988). În plus, analiza computațională apropie psihologia cognitivă de inteligența artificială și lingvistica teoretică, după cum investigația la nivel implementațional o apropie de neuroștiințe.

1.3.2.4. Nivelul implementațional

Orice sistem cognitiv este un *sistem fizic*, fiind format din celule nervoase (= creierul), din cipuri de siliciu (calculatoarele actuale) sau alte materiale. Funcționarea lui poate fi analizată inclusiv la nivelul proceselor fizice sau biochimice concomitente procesărilor informaționale. Să facem mai întâi o analogie cu calculatorul. Funcționarea unui calculator poate fi abordată la mai multe niveluri: a) *ce cunoștințe* posedă calculatorul respectiv; b) *ce funcții* input-output poate calcula (= abordarea computațională); c) *cum* realizează aceste funcții (algoritm) și *cum și le reprezintă* (= limbajul de programare) – nivel algoritmic-reprezentațional; d) *ce se întâmplă* la nivel de hardware atunci când execută o anumită sarcină.

În mod similar, putem analiza sistemul cognitiv uman: ce cunoștințe și intenții are, care sunt cerințele și prelucrările prin care ajunge de la datele problemei la soluție, cum își reprezintă sarcina și cum o realizează efectiv, în fine, ce procese neurobiologice au loc în momentul efectuării sarcinii respective. De investigarea nivelului implementațional – în cazul subiectului uman – se ocupă neuroștiințele. Acel segment al neuroștiințelor care nu se interesează exclusiv de fenomenele biologice, ci de modul în care o anumită structură neurobiologică realizează o anumită procesare a informației poartă numele de *neuroștiințe cognitive* (*cognitive neurosciences*).

1.3.2.5. Valoarea analizei multinivelare

Rezumând cele afirmate anterior (1.3.2.1-1.3.2.4), funcționarea unui sistem cognitiv uman sau artificial poate fi analizată la următoarele niveluri: a) *la nivelul cunoștințelor* – pentru a stabili baza sa de cunoștințe și intențiile care îi ghidează comportamentul; b) *la nivel computațional* – pentru a stabili cerințele sarcinii pe care trebuie să o rezolve, procesările care mediază relația funcțională dintre input și output; c) *la nivel reprezentational-algoritmic* – pentru a vedea cum își reprezintă inputul și outputul și care e procedura efectivă de realizare a funcției input-output; d) *la nivel implementațional* – pentru a vedea care este structura materială (neurobiologică sau artificială) ce realizează o anumită procesare a informației. Corespunzător, asistăm la teorii diferite, în funcție de analiza pe care o întreprind.

Recursul la analiza multinivelară este impus de însăși organizarea pe niveluri a sistemelor de procesare a informației. Pentru a explica comportamentul unui jucător de șah, trebuie să luăm în considerare cunoștințele și intențiile sale, calculele care mediază poziția dată de pe tabla de șah cu configurația dezirabilă, modul în care jucătorul își reprezintă realitatea de pe tabla de șah și procedurile pe care el le folosește pentru a transforma starea prezentă în starea dezirabilă, în fine, structurile neurobiologice implicate în jocul de șah. Parafrazându-l pe H.A. Simon (1977), natura este organizată pe niveluri, ca atare explicația însăși trebuie organizată multinivelar.

Acesta este un alt mod de a reafirma o teză mai veche din logica științei, și anume că *explicația nu este tranzitivă*. Dacă A explică pe B și B explică pe C, nu înseamnă că A explică pe C. Dacă o anumită structură biologică explică de ce informația se codează într-un fel și nu în altul și dacă modul de codare a informației explică performanțele diferențiale ale subiecților în rezolvarea unei probleme nu înseamnă că aceste performanțe pot fi explicate prin apelul direct la structura neurofiziologică. Așadar, abordarea multinivelară a sistemului cognitiv este impusă de propria sa organizare ierarhică. Parafrazându-l pe D. Marr, aşa cum legile zborului nu se pot deduce din anatomia unei pene de pasăre, nici comportamentul subiectului în rezolvarea unei sarcini nu se poate explica prin procesele neurobiologice implicate. Analiza funcționării cognitive din cele trei perspective se realizează inegal, în funcție de mecanismul analizat. Există mecanisme cognitive în care principalele rezultate obținute până acum sunt la nivel computațional și implementațional (ex.: procesarea informației vizuale primare), după cum, în alte situații – ca în rezolvarea de probleme, de pildă, abordarea reprezentational-algoritmică este dominantă, teoriile computaționale fiind destul de limitate, iar abordările implementaționale – abia în fază incipientă.

Teoria deciziei, în schimb, sau procesările descendente ale informației pun accent pe rolul cunoștințelor în realizarea acestor tipuri de procesări. Pe scurt, analiza fenomenului cognitiv la cele patru niveluri înaintează inegal, în funcție de mecanismul concret supus analizei și de metodologia aflată la dispoziția cercetătorilor.

Deși, inițial, D. Marr, principalul propunător al abordării multinivelare a fenomenelor cognitive – în spăță, a procesării informației vizuale –, a insistat asupra independenței nivelurilor de analiză, acum este evident că ele interacționează. Teoriile de la diverse niveluri își impun constrângerii reciproce, îmbunătățindu-și astfel reciproc propria lor plauzibilitate și validitate. De pildă, teoriile computaționale ale percepției adâncimii împun selecția doar a celor algoritmi care asimilează constrângerile naturale detectate de analiza disparității binoculare. Orice alt algoritm este exclus, ca o imposibilitate fizică. În mod similar, datele de neurobiologie împun constrângerii asupra modului de reprezentare și calculul al unei anumite funcții dintre input și output. Din mulțimea modelelor cognitive posibile, cele cu plauzibilitate neuronală (= care țin seamă de limitările inerente ale sistemului nervos) și cele concordante cu constrângerile naturale au mult mai multe șanse de a fi acceptate de către comunitatea științifică. Cum se va vedea pe parcursul acestei lucrări, datele neurobiologice servesc ca pârghie de construcție și modalitate de validare a modelelor psihologice – interesante preponderent de nivelul reprezentational-algoritic. La cealaltă extremă, prin generalitatea lor, teoriile computaționale apropiu psihologia cognitivă de inteligența artificială și aplicațiile tehnologice.

Analiza multinivelară a funcționării sistemului cognitiv oferă posibilitatea uneia dintre cele mai dificile probleme cu care se confruntă științele cognitive: cum e posibil ca un sistem fizic să opereze cu cunoștințe abstractive? În particular, cum poate creierul nostru, alcătuit din structuri și procese pur biochimice, să opereze cu conținuturi semantice. Pentru a surprinde mai acut dificultatea problemei, să recurgem la un exemplu. Din două premise: (1) „Toți oamenii sunt muritori”, (2) „Socrate este om”, se deduce, fără echivoc, concluzia că „Socrate este muritor”, chiar dacă nimic din aparență fizică a lui Socrate, Tânăr și sănătos, nu ne-ar îndrăguia la un astfel de lucru. Concluzia e posibilă ca urmare a existenței termenului mediu *om*, care are o semnificație abstractă. Deci, concluzia rezultă datorită unor cunoștințe pe care le are subiectul despre clasa *om* și datorită unor reguli de combinare a acestor cunoștințe.

Pe de altă parte, executorul unui astfel de raționament este creierul uman, care e format din celule nervoase, potențiale electrice și substanțe chimice care mediază relațiile dintre neuroni. Niciunde nu găsim cunoștințe abstractive. Cum poate un organ „umed” și material să opereze cu cunoștințe abstractive, „uscate”?

Analiza multinivelară a sistemului cognitiv oferă cadrele unui răspuns viabil la această problemă. Creierul nu operează direct cu aceste cunoștințe, ci cu *repräsentarea* lor, cu formatul în care sunt codate: simbolic (= imagini, reprezentări lingvistice, seriale etc.) și subsimbolic (= valori și patternuri de activare). La fel cum hardware-ul unui calculator poate opera cu cunoștințe datorită codării lor într-un limbaj de programare și un sistem de operare, creierul operează cu cunoștințe prin codarea lor într-un mediu special (*language of thought*, cum îl numea J. Fodor), realizabil neuronal și interpretabil pe domeniul de cunoștințe al subiectului. Analiza computațională a sarcinii limitează modalitățile de combinare a reprezentărilor. Vom reveni asupra acestei chestiuni în capitolul final (10).

1.4. Paradigmele psihologiei cognitive

Așa cum am arătat anterior (1.3.2.3), analiza nivelului reprezentational-algoritmic este principala preocupare a psihologiei cognitive, deși nu singura. Teoriile computaționale, prin generalitatea lor, aparțin, practic, științelor cognitive, sunt nucleul în jurul căruia se va realiza unificarea acestor științe. Pe de altă parte, analiza cunoștințelor implică automat investigarea modului în care ele sunt reprezentate de sistemul cognitiv uman, iar analiza implementațională devine tot mai mult apanajul unui nou grup de discipline – neuroștiințele cognitive (*cognitive neurosciences*). Așadar, modul în care subiectul uman își reprezintă mediul și cunoștințele despre acesta, precum și procedurile de prelucrare ale acestor reprezentări pentru a permite rezolvarea de probleme și, în final, adaptarea la mediu este piatra de încercare a psihologiei cognitive.

În funcție de tipul reprezentărilor și, implicit, modalitățile de tratare a lor, putem pune în evidență două paradigmă care ghidează cercetarea sistemului cognitiv uman : *paradigma clasic-simbolică* și *paradigma neoconexionistă*. În mai mare sau mai mică măsură ele au penetrat în aproape toate științele cognitive, având aplicații nu numai în psihologie, ci și în inteligența artificială sau neuroștiințele cognitive.

1.4.1. Paradigma simbolică clasică

Paradigma simbolică clasică a orientat dezvoltarea psihologiei cognitive (și a științelor cognitive în general) încă din primii ani ai afirmării acestora, dominând cu autoritate cercetările din domeniul până la începutul deceniului nouă. Ea are puternice rădăcini filozofice atât în rationalism (Leibniz, Descartes), cât și în empirismul englez (Th. Hobbes, J. Locke și D. Hume) – de aici atributul de clasică⁴. Succesele obținute în primele decenii ale secolului nostru în formalizarea logicii, pe de o parte (Russell, Carnap, Wittgenstein etc.), apariția lingvisticii teoretice și a gramaticilor generative (N. Chomsky), pe de altă parte, au impus tot mai pregnant ideea conceperii gândirii ca manipulare de simboluri. După cum se cunoaște, în logica simbolică, propozițiile sunt reprezentate prin variabile propoziționale sau funcții propoziționale. Operarea cu aceste simboluri se realizează pe baza unor *reguli* (de compunere, de deducție etc.) care nu mai țin seamă de cunoștințele sau propozițiile a căror simbolizare sunt. Expresiile simbolice mai complexe se pot genera exclusiv pe baza unor reguli abstractive dintr-o mulțime de expresii simple. Unele expresii (teoreme) pot fi deduse pe baza unor reguli de deducție din altele (axiome). Implementate pe calculator, sistemele formal-logice au dus la demonstrarea unor teoreme prin mijloace

4. Sintagma de model clasic-simbolic sau paradigmă simbolică clasică a fost consacrată în științele cognitive de studiul lui Z. Pylyshyn și J. Fodor (1988), *Connectionism and cognitive architecture : a critical analysis*, iar astăzi este larg utilizată.

strict mecanice. Calculatorul, luat ca model în înțelegerea sistemului cognitiv uman, funcționa pe baza manipulării simbolurilor cu ajutorul regulilor. Prin analogie, sistemul cognitiv uman a fost conceput ca un sistem simbolic, „operarea cu simboluri și structuri simbolice fiind mijloacele fundamentale prin care e înfăptuită gândirea umană”, nota H.A. Simon, unul dintre fondatorii științelor cognitive (1977, p. 272).

Teza principală a paradigmăi clasice-simbolice din psihologia cognitivă este, aşadar, următoarea: *cunoştinţele și, implicit, stările de lucruri corespunzătoare, sunt reprezentate în sistemul cognitiv prin simboluri sau structuri simbolice.* Un simbol este o reprezentare care denotă obiecte sau stări de lucruri și se supune unor reguli de combinare (= gramatică). Expresiile lingvistice, concepte, judecătile, imaginile sunt reprezentări simbolice. Pentru a putea opera cu cunoştinţe, calculatorul trebuie să recurgă la codarea lor într-un limbaj de programare. Expresiile rezultante sunt reprezentări simbolice: ele denotă cunoştinţe și stări de lucruri dar în același timp pot fi manipulate de un sistem fizic. Un fenomen similar are loc și în cazul subiectului uman. Pentru a putea opera cu cunoştinţe, creierul le codează în expresii simbolice. În general, un sistem fizic recurge la reprezentarea simbolică a cunoştinţelor pentru a putea opera asupra lor. Sistemul cognitiv uman, ca și calculatorul sunt, după expresia lui A. Newell și H.A. Simon, *sisteme fizico-simbolice (physical symbol system)*⁵. Sistemul cognitiv uman este un sistem fizic, pentru că are o instanțiere neurobiologică și este simbolic deoarece, pentru a putea opera cu cunoştinţe, și le reprezintă sub formă unor expresii simbolice, pe care le manipulează după anumite reguli. De exemplu, cunoştinţele pe care le are despre un anumit obiect și le reprezintă lingvistic, iar expresiile lingvistice sunt manipulate pe baza unor reguli sintactice, semantice sau pragmatice.

Perenitatea modelelor simbolice a fost susținută în mare măsură de aplicarea paradigmăi la procesele cognitive centrale, în primul rând cele legate de *rezolvarea de probleme*. Mai mult, s-a căutat reducerea tuturor problemelor la *probleme-bine-definite*, adică cele pentru care se pot specifica complet starea inițială (= datele problemei), starea finală (= soluția) și blocul de operatori care permit trecerea de la starea inițială la cea finală. Demonstrarea unor probleme de geometrie sau a unor teoreme din logica matematică sunt exemple de probleme-bine-definite.

De pildă, dacă avem de demonstrat o teoremă din sistemul de axiome expus de Whithead și Russell în *Principia Mathematica*, vom recurge la reprezentarea lor în limbajul logicii propozițiilor. Vom compara apoi teorema de demonstrat (*T*) cu axioma (*A*) și vom stabili principala diferență dintre *A* și *T*. Vom utiliza apoi un operator (în cazul nostru o regulă de deducție) capabil să micșoreze diferența dintre *A* și *T*. Dacă starea nou obținută (*A*₁) este identică cu *T*, atunci problema e rezolvată.

5. În 1975, o dată cu acordarea Medaliei Turing (cea mai prestigioasă distincție din științele cognitive), A. Newell și H.A. Simon articulau sub formă unei ipoteze științifice o asumpție pe care ei o considerau ca fiind la baza inteligenței artificiale și a psihologiei cognitive. Mulți ani mai târziu, în 1990, Simon conchidea: „ipoteza sistemului fizico-simbolic a fost testată într-o măsură considerabilă în ultimii 30 de ani, încât ea poate fi acum considerată ca fiind pe deplin probată” (1990, p. 3).

Dacă nu, se recurge la compararea succesivă a tuturor stărilor intermediare A_2, A_3, \dots, A_k cu T și se procedează la reducerea succesivă a diferenței prin aplicarea operațiilor până când această diferență este nulă, adică problema este rezolvată. Programul GPS – General Problem Solver – elaborat de Newell, Shaw și Simon (1959) recurge tocmai la o astfel de strategie.

Metafora computer, bazată pe ideea că atât sistemul cognitiv cât și computerul sunt sisteme fizico-simbolice, a favorizat simularea pe calculator a multor procese cognitive și construirea sistemelor artificiale inteligente.

Teoria ACT* a lui J.L. Anderson (1983) și Modelul SOAR al lui A. Newell (1992) reprezintă cele mai însemnate întruchipări ale paradigmii simbolice clasice. Pentru mai buna lor înțelegere, acestea vor fi tratate separat, într-unul din capitolele ulterioare.

1.4.2. Paradigma (neo)conexionistă

Paradigma (neo)conexionistă, cunoscută și sub numele de paradigma procesărilor paralele distribuite sau modelare neuromimetică (neuronală), intră într-o perioadă de ecloziune abia în ultimii zece-cincisprezece ani. Ea pornește de la ideea că activitatea cognitivă poate fi explicată pe baza unor modele de inspirație neuronală. Primele tentative în acest sens au fost făcute de Pitts și McCulloch (1943), care au modelat activitatea neuronală prin aplicarea unei algebrelor booleene (vezi A. Dumitriu, 1973, pentru detalii). Ei demonstруau comportamentul unor neuroni simplificați (neuroni formali). Altfel spus, o rețea neuromimetică poate realiza calcule logice. Această idee a fost preluată de F. Rosenblatt, care a construit o rețea neuromimetică cu două niveluri numită *perceptron*, menită să facă discriminarea între două impulșuri senzoriale diferite. Cercetările în această direcție au fost curmate brusc de apariția cărții lui M. Minsky și S. Papert, *Perceptrons: An introduction to computational geometry* (1969), în care se demonstra incapacitatea unor rețele neuromimetice de tipul perceptronului de a calcula funcții logice simple *ca, de exemplu, sau exclusiv*. Dezamăgiți, cercetătorii și-au încetat eforturile în această direcție, iar fondurile de cercetare au fost retrase aproape în întregime. Doar câțiva fani precum J. Konorski și S. Grossberg și-au mai prelungit investigațiile asupra capacitațiilor de calcul ale rețelelor neuromimetice, dar lucrările lor sunt scrise într-un jargon matematic dificil de înțeles, ceea ce a îngreunat considerabil penetrarea lor în laboratoarele psihologilor cognitiviști. Paradigma conexionistă intra într-un con de umbră pentru aproape două decenii. Se părea că modelarea clasic-simbolică era singura paradigmă viabilă, susținută acum și de câteva realizări tehnologice demne de luat în seamă.

Abia pe la începutul deceniului nouă, J.L. McClelland și D.E. Rumelhart relansează ideea construirii unor modele cognitive de inspirație neuronală (= neuromimetică) și formează un grup de cercetare a procesărilor paralele distribuite (*Parallel Distributed Processing*) – PDP Research Group. Din strădaniile lor

comune s-a născut o lucrare în două volume: *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, vol. 2: *Psychological and Biological Models* (1986, 1987), considerată „Biblia” conexionismului actual pe care unii îl numesc neoconexionism.

1.4.2.1. Rețele neuromimetice

Nucleul teoretic al neoconexionismului se raliază în jurul modelării procesării informației (la nivel reprezentational-algoritmic) prin rețele neuromimetice⁶. Dacă paradigmă simbolică-clasică consideră cunoașterea ca un proces de manipulare de simboluri pe baza unor reguli, neoconexionismul susține că informația e reprezentată de sistemul cognitiv uman prin *valori și patternuri de activare ale unor unități simple* (neuromimi). Aceste rețele, inspirate de funcționarea sistemului nervos, poartă numele de *rețele neuromimetice* sau rețele neuronale. Citând pe D.A. Norman: „informația circulă între unitățile de procesare nu sub forma unor mesaje, ci a unor valori de activare, sub formă de scalari, nu de simboluri” (1986, p. 545). Regulile care guvernează dinamica acestor rețele nu sunt reguli de manipulare a simbolurilor, ci reguli de modificare sau propagare a valorilor de activare. Procedurile (algoritmii) de transformare a inputului în output nu mai sunt de natură formal-logică, nu mai vizează ordonarea unor expresii simbolice, ci constau în ajustarea reciprocă a patternurilor de activare dintre unitățile rețelei. Ceea ce am spus succint până acum va reieși mai clar pe baza caracterizării rețelei neuromimetice sau conexioniste.

O rețea neuromimetică numită și model conexionist este formată din: (1) o mulțime de unități; (2) o stare de activare; (3) o regulă de activare; (4) o funcție output; (5) un pattern de conexiuni între aceste unități; (6) reguli de învățare; (7) un mediu (sau ambianță) în care operează rețeaua respectivă. Vom descrie succint fiecare dintre aceste componente. Pentru o abordare mult mai detaliată trimitem cititorii interesați la cele două volume editate de McClelland și Rumelhart (1986) sau la Bechtel și Abrahamson (1991).

1. *Unitățile* (u). Unitățile rețelei, numite uneori „unități cognitive”, „neuromimi”, „neuroni formali” sau „noduri”, preiau câteva dintre proprietățile neuronilor reali, în principal valoarea de activare și ideea grupării într-o rețea de conexiuni („sinapse”). Singura caracteristică a unei unități constă în valoarea ei de activare, notată, de regulă, printr-o cifră cuprinsă în intervalul $[-1, +1]$. Dacă unitățile au funcția de a recepta inputul, convertindu-l într-o valoare de activare, ele poartă

6. În literatura de specialitate se utilizează adesea sintagma rețea neuronală (*neural network*) în loc de rețea neuromimetică. Menționăm că aceste rețele nu pretind să modeleze funcționarea neuronală, ci funcționarea cognitivă, chiar dacă se inspiră din procesele neurobiologice (vezi D.A. Norman, 1986, pentru o argumentare mai laborioasă). În plus, unitățile rețelei preiau doar câteva dintre proprietățile neuronului real; ele sunt, aşadar, neuromimetice. Pe baza celor arătate, considerăm mult mai corectă sintagma rețea neuromimetică.

numele de *unități input*. Unitățile care transmit outputul în mediul rețelei se numesc *unități output*. Ambele pot fi accesate direct din mediul rețelei, de aceea se numesc *unități vizibile*. Dacă între unitățile input și unitățile output se interpun alte unități, ele nu pot fi accesate direct din mediu, ci doar prin intermediul unităților vizibile, de aceea se numesc *unități ascunse*. Principala funcție a acestora este de a modula valorile de activare ce se propagă între unitățile vizibile. Rețelele conexioniste care conțin doar unități vizibile se numesc *rețele binivelare*; *perceptronul* lui Rosenblatt este o rețea binivelară. Dacă rețeaua conține și unități ascunse, atunci este *multinivelară*. Neuromimii *nu sunt interpretabili semantic*, adică nu simbolizează stări de lucruri cunoscute, ceea ce face ca rețelele conexioniste să fie *semantic-opace*, spre deosebire de modelele simbolice care sunt *semantic-transparente*. Unităților neuromimetice li se poate atribui o interpretare, dar aceasta este făcută de cel care explorează proprietățile rețelei. Această interpretare este exterioară, nu este inerentă rețelei respective, rețeaua nu manipulează simboluri, ci valori de activare. Dacă totuși această atribuire de semnificații are loc, atunci rețelele se împart în două mari categorii: a) *rețele localizationiste*, se consideră că fiecare unitate reprezintă un concept sau o anumită ipoteză; b) *rețele distributive*, în cazul cărora informația nu este localizată la nivelul unităților, ci este distribuită pe interacțiunile dintre unități. Altfel spus, un anumit concept sau propoziție nu e reprezentat de o singură unitate, ci de patternul de conexiuni dintre unitățile unei rețele. În acest caz, unitățile reprezintă trăsături neinterpretabile semantic.

2. *Stările de activare*. Orică unitate are o valoare sau o stare de activare la un moment dat care indică nivelul său de activitate. Mai precis, o unitate dintr-o rețea conexionistă nu e nimic altceva decât o stare de activare, codată printr-un număr. Stările de activare pot să varieze continuu sau discontinuu, în funcție de interesele celui care explorează rețeaua. De regulă, intervalul de variație e stabilit între $[-1, +1]$, dar se poate alege orice alt interval. Dat fiind faptul că unitățile sunt practic niște valori de activare, o rețea conexionistă apare ca o matrice de valori de activare (2.3.5). Modificarea stărilor de activare echivalează cu modificarea valorilor din interiorul matricei respective.

Orice unitate cognitivă are un *rest de activare*, rezultat al stimulărilor ei trecute (similară cu nivelul de activare al unui neuron real anterior-stimulat. Valoarea de activare se deteriorează o dată cu trecerea timpului sau cu modificarea conexiunilor – aşa cum la un neuron real rata sa de descărcare descrește în funcție de timp sau prin inhibiție laterală. Rata descreșterii stării de activare se numește *rata degradării* (*decay rate*) și se notează cu *dr*.

3. *Regula de activare*. Regula de activare este o funcție ce stabilăște modul în care se modifică valoarea de activare a unităților dintr-o rețea. Modificarea stării de activare (a) se stabilăște pe baza calculului *netinputului*. Netinputul reprezintă suma inputurilor recepționate de o anumită unitate. Aceste inputuri sunt ponderate cu *ponderea sau tăria legăturilor* dintre unitățile input (u_i) și unitatea receptoare (u_j).

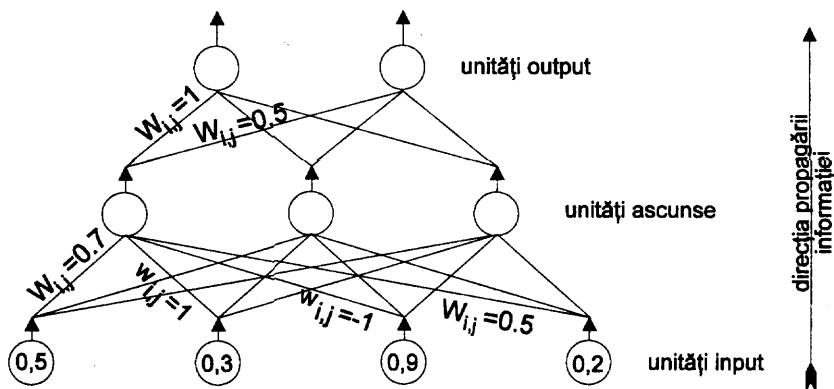
Așadar, netinputul este suma ponderată a valorilor de activare receptorii. Un fenomen analog are loc și în rețelele neuronale reale: valoarea de activare a unui anumit neuron se modifică însumând potențialele de activare de la toți neuronii cu care se află în contact, ponderându-le în funcție de tăria sinapsei pe care o are cu fiecare dintre aceștia. Modificarea valorii de activare se realizează adăugând netinputul la restul de activare. Funcția de activare are o formă sigmoidă: inițial, valori mai mici ale netinputului produc modificări semnificative ale stării de activare a unității, după un anumit prag creșterea netinputului neafectând semnificativ valoarea de activare. Stabilirea unor funcții neliniare între input și valoarea de activare a avut o importanță deosebită în îmbunătățirea capacitatei de calcul a modelelor conexioniste.

4. Funcția output. Funcția output stabilește relația dintre valoarea de activare a unei unități și outputul pe care ea îl transmite spre alte unități din rețea. În cazul cel mai simplu, valoarea outputului este identică cu valoarea stării de activare. Ca soluție alternativă se poate stabili un prag al stării de activare sub care valoarea outputului este zero, iar deasupra căruia valoarea outputului este egală cu starea de activare. Din nou putem să aflăm o analogie în funcționarea structurilor neuronale, în care un neuron transmite impulsul nervos doar dacă acesta a atins un anumit prag.

5. Conexiunile. Nodurile rețelei sunt legate între ele prin *conexiuni* (de aici și denumirea de conexiionism sau neoconexiionism dată modelării proceselor cognitive prin rețele neuromimetice). Ponderea sau importanța conexiunii dintre două unități i și j se notează cu $W_{i,j}$. Dacă conexiunile sunt orientate într-o singură direcție, adică dacă activarea se propagă numai de la unitățile input spre unitățile output, atunci avem de-a face cu o *rețea unidimensională* (*feed-forward network*). Dacă conexiunile sunt reciproce, atunci se stabilește ponderea pentru fiecare dintre ele. Avem, așadar, o conexiune de la i la j cu ponderea $W_{i,j}$ și o conexiune de la j la i , cu tăria $W_{j,i}$. În cazul în care interacțiunile sunt reciproce sau *bidirectionale*, avem de-a face cu o *rețea interactivă*. Atât în cazul rețelelor unidirectionale cât și în cazul celor interactive, conexiunile pot fi *excitative* sau *inhibitive*. *Conexiunile excitative* au o pondere pozitivă, adică ponderea $W_{i,j}$ (și/sau $W_{j,i}$) este pozitivă. De regulă $0 < W_{i,j}$ sau $W_{j,i} < 1$. Când ponderea $W_{i,j}$ (și/sau $W_{j,i}$) este negativă, avem de-a face cu conexiuni inhibitive: $[-1 < W_{i,j} < 0]$. Ponderea conexiunilor modulează starea de activare și valoarea netinputului unei unități cognitive. Analogia cu interacțiunile dintre celulele sistemului nervos este evidentă. În multe rețele conexiioniste unitățile de la același nivel funcționează pe baza *inhibiției laterale*: dacă una dintre unități este excitată (= are valoare de activare pozitivă), ea inhibă (= reduce starea de activare) unitățile de la același nivel (*competitive learning*). Conexiunile sunt elementul cel mai important al modelelor neuromimetice. Învățarea constă tocmai în modificarea tăriei sau importanței acestor conexiuni. O unitate este ceva sau are o valoare de activare în funcție de conexiunile pe care ea le posedă.

Pentru a concretiza cele spuse până acum despre rețelele conexiioniste, oferim schema unei rețele unidirectionale în figura 1.3.

Fig. 1.3. Rețea unidirecțională (pentru simplificare, s-a reprezentat numai o parte a conexiunilor)



Netinputul pentru prima unitate ascunsă se calculează făcând suma ponderată a valorilor de activare a unităților input. Ponderea e dată de tăria conexiunilor. Așadar :

$$\text{netinp} = W_{i,j}u_a = (0,5 \cdot 0,7) + (0,3 \cdot 1) + (0,9 \cdot -1) + (0,2 \cdot 0,5) = -0,1$$

Dacă adăugăm restul de activare $r_a = 0,06$, rezultă valoarea de activare a unității ascunse, adică $-0,21$. Dacă funcția output stabilește că valoarea outputului este egală cu starea de activare, atunci activarea transmisă de această unitate spre unitățile output se calculează după același procedeu al ponderării cu tăria conexiunii.

6. Reguli de învățare. Modificarea tăriei conexiunilor se face pe baza unor reguli de învățare. Acestea sunt, de fapt, niște algoritmi sau ecuații care guvernează modularea ponderii conexiunilor dintr-o rețea. Regulilor de manipulare a simbolurilor din paradigma clasic-simbolică le corespund, în cazul modelelor neoconexioniste, reguli de modificare a ponderii conexiunilor.

Principalele reguli de învățare cu care se operează în prezent sunt : regula lui Hebb, regula delta și regula retropropagării erorii.

Regula lui Hebb stipulează că ponderea conexiunii dintre două unități se modifică în funcție de produsul valorilor lor de activare. Această regulă modelează rezultatele experimentale obținute de D. Hebb (1949) conform cărora tăria sinapsei dintre doi neuroni crește dacă, în momentul stimulării, se află în aceeași stare de activare (= ambi excitați sau ambi inhibați) și scade dacă ei se află în stări de activare diametral opuse. Corespunzător, potrivit regulei lui Hebb, ponderea conexiunii crește dacă unitățile au o stare de activare de același semn (ambele pozitive sau ambele negative) și scade în caz contrar. Proportia cu care se modifică tăria conexiunii este modulată și de o rază de modificare a interacțiunilor stabilită de

creatorul rețelei respective. Aceasta poartă numele de *rată a învățării* și se notează cu *lr* (*learning rate*). Ea are forma unui număr natural între 0 și 1. Pe scurt,

$$W_{u,i} = lr \cdot a_u \cdot a_i \quad (1.1)$$

adică variația () ponderii conexiunii de la unitatea *i* la unitatea *u* depinde de rata învățării (*lr*) înmulțită cu produsul dintre valoarea de activare a unității *u* și valoarea de activare a unității *i*.

Regula delta (regula Widrow-Hoff) utilizează discrepanța dintre outputul dezirabil (d_u) și outputul actual a_u . Modificarea ponderii conexiunii dintre două unități *u* și *i* se face pe baza formulei :

$$W_{u,i} = lr(d_u - a_u)a_i \quad (1.2)$$

Presupunând că *u* este unitatea output și *i* unitatea input, pentru a modifica tăria conexiunii $W_{u,i}$ se determină mai întâi diferența dintre outputul dezirabil (d_u) – exprimat printr-o valoare numerică – și outputul actual (a_u). Fiind deja cunoscute valoarea de activare a unității *i* (a_i) și fiind prestatabilită rata învățării, ponderea unei conexiuni se modifică cu atât mai mult cu cât eroarea sau diferența $d_u - a_u$ este mai mare. Dacă $a_u = d_u$ atunci diferența e nulă, ceea ce înseamnă că rețeaua a oferit răspunsul dorit și ponderea conexiunilor rămâne neschimbată. Regula delta ajustează, aşadar, tăria conexiunilor pe baza calculului erorii.

Regula retropropagării erorii (delta generalizată) reprezintă o extindere a regulii delta la rețele multinivelare. Eroarea sau decrementul dintre d_u și a_u se propagă invers, de la nivelul unităților output spre cele ascunse și spre cele input. Conexiunile se modifică în funcție de ponderea pe care o au la comiterea erorii. Formula regulii delta generalizate este următoarea :

$$W_{u,h} = lr \text{ delta } a_u a_h \quad (1.3)$$

unde *u* și *h* sunt oricare două unități output (*u*) și ascunse (*h*). Mai întâi se calculează, aşadar, ponderea pe care conexiunile dintre *h* și *u* au avut-o în comiterea erorii pe baza regulii delta cunoscute. Apoi se modifică tăria legăturii dintre ele în funcție de contribuția pe care aceasta a avut-o la apariția erorii. Procedura se repetă pentru conexiunile dintre unitățile input (*i*) și unitățile ascunse (*h*).

Toate aceste reguli de învățare au ca scop optimizarea performanțelor rețelei la sarcinile cognitive cu care ea este confruntată. De exemplu, pe baza lor se poate învăța o rețea să asocieze cuvintele adecvate pentru o mulțime de obiecte sau să aibă un comportament diferit în fața unor stimuli diferenți, adică să realizeze recunoașterea stimulilor (2.3.5). O etapă în care, pe baza regulilor de învățare, se schimbă toate conexiunile dintr-o rețea se numește *epochă*. De regulă, în faza de învățare rețeaua are nevoie de mai multe epoci pentru a oferi soluția dezirabilă. După faza de învățare sau *antrenament*, rețeaua intră în *faza de testare*, în care se evaluatează performanțele sale pentru o categorie de stimuli similari cu cei care au fost utilizati în faza de antrenament.

7. Mediul sau ambianța rețelei. Orice rețea conexionistă – ca orice rețea neuronală – este scufundată în structuri mai generale, este conexată cu alte rețele care formează mediul sau ambianța sa. Influența mediului apare în modelele conexioniste sub forma unor *biași* (sing.: *bias*), adică a unor inputuri cu valori fixe, independente de dinamica activărilor din cadrul rețelei. Adesea, biașii sporesc performanțele rețelei.

*

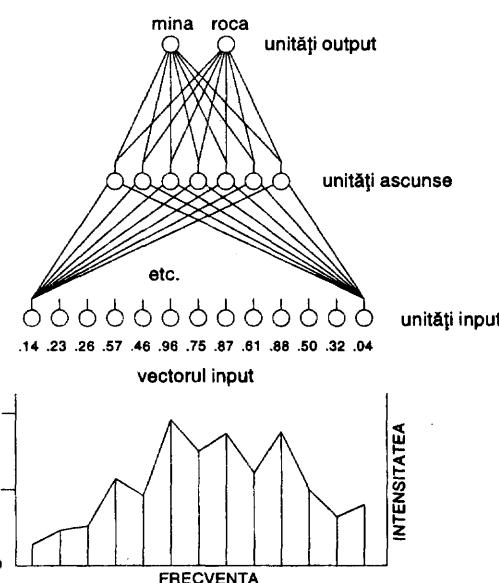
După această expunere densă a caracteristicilor modelului conexionist, pentru cei care ne-au urmărit, oferim ca premiu două exemple.

1.4.2.2. Exemplul 1. Rețea unidirecțională de recunoaștere a ţintelor

Să presupunem că dorim să construim un sistem intelligent care să detecteze și să distrugă minele marine. (Expunerea noastră este o prezentare sumară a unei astfel de întreprinderi realizate de Gorman și Sejnowski, 1988.) Una dintre problemele dificile care trebuie rezolvate este aceea a discriminării dintre minele marine și stâncile sau rocile subacvatice. Ce fel de sistem cognitiv, intelligent trebuie montat pe o torpilă astfel încât aceasta să ţintească numai minele ce trebuie distruse, nu și rocile subacvatice?

Pentru a rezolva această problemă s-a recurs la o rețea neoconexionistă. Inputul rețelei era asigurat de un sistem de ecolocație (= detectarea obiectelor pe baza ecoului pe care acesta îl produc la un semnal sonor emis anterior). Ecoul recepționat era descompus, de către un analizator special, în 13 benzi de intensitate. Cele 13 valori de amplitudine a ecoului variază pe intervalul [0, 1] și intră ca valori de activare ale unităților input (vezi figura 1.4).

Fig. 1.4. Recunoașterea ţintelor printr-o rețea conexionistă



Valoarea de activare a unităților input se propagă, unidirecțional, spre unitățile ascunse, iar de acolo, spre cele două unități output. Calculul net inputului și al funcției output se face conform metodelor menționate anterior. Rezultatul este o pereche de valori de activare, corespunzătoare celor două unități. Pentru ca să discrimineze între două categorii de stimuli – mine și roci –, o astfel de rețea trebuie să producă două outputuri specifice. Când inputul este de la o mină, perechea de stări de activare la unitățile output trebuie să fie diferită de dubletul rezultat în cazul unui input de rocă. O rețea discriminează între două categorii de stimuli dacă se comportă diferit în cele două cazuri. O rețea se comportă diferit dacă outputurile sunt diferite. Pentru a realiza acest lucru se stabilesc două outputuri dezirabile: [1, 0] pentru mină și [0, 1] pentru rocă. Așadar, atunci când rețeaua recepționează ecoul de la o mină, ea trebuie să producă valoarea de activare 1 în cazul primei unități output și 0 pentru a doua unitate. Situația este inversă în cazul unui ecou ce provine de la o rocă. Chiar dacă rețeaua nu generează exact aceste valori ale outputului actual, eroarea trebuie să fie cât mai mică pentru ca recunoașterea țintei să fie cât mai acurată. În faza inițială, ponderea ($W_{i,j}$) a unităților din rețea este stabilită aleatoriu, pe un interval dat, ca și în cazul resturilor de activare a fiecărei unități. În aceste condiții este imposibil ca, fiindu-i date inputuri din cele două categorii diferite, să poată discrimina între ele. Aceasta înseamnă că rețeaua trebuie învățată sau antrenată.

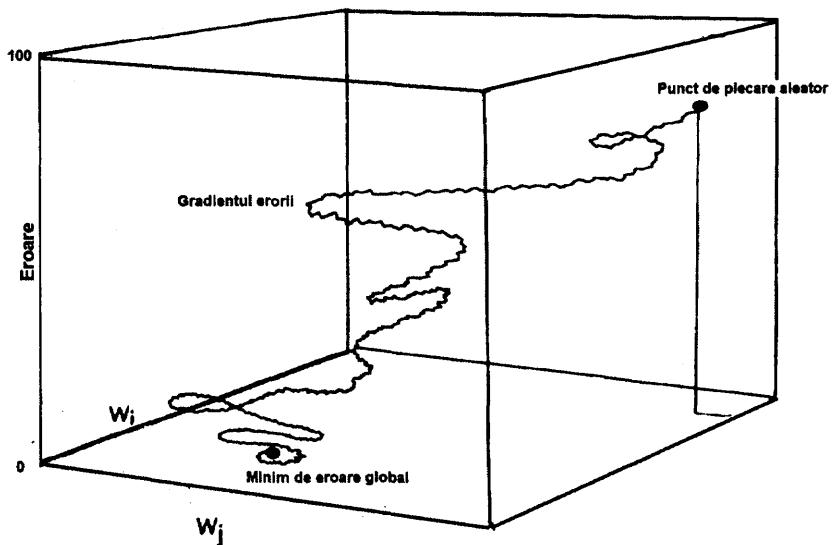
Învățarea sau antrenarea rețelei prezentate constă în modificarea țăriei conexiunilor, astfel încât diferența dintre outputul actual și outputul dezirabil – [1, 0] pentru mine; [0, 1] pentru roci – să fie minimă. Schimbarea ponderii conexiunilor se face pe baza regulii retropropagării erorii (delta generalizată pentru rețele multinivelare). Se compară diferența dintre outputul actual și cel dezirabil – diferență numită *eroare* – și se caută reducerea acestei erori. Mai întâi se stabilește ponderea pe care fiecare conexiune dintre unitățile ascunse și cele output o are la comiterea erorii (regula delta), apoi se modifică țăria lor după cum urmează: cele care au o pondere mare la producerea erorii se modifică drastic; cele care au o pondere redusă se modifică în mai mică măsură (regula retropropagării). Apoi, același lucru se face cu conexiunile dintre unitățile input și unitățile ascunse. O etapă de schimbare a tuturor conexiunilor din rețea se numește – după cum spuneam – *epochă*. Se procedează apoi la o nouă administrare a stimулului (la un nou input) care generează un output actual, se calculează eroarea, se află regula retropropagării și.a.m.d. Învățarea se întinde pe mai multe epoci. În cazul rețelei prezentate în figura 1.4, învățarea se realizează în câteva sute de epoci. Rețeaua reușește să ofere răspunsul corect în peste 90% din cazuri. Eliminarea totală a erorii este un deziderat greu de atins și, de altfel, aceasta este prezentă inclusiv în sistemul cognitiv uman.

Prezentarea stimулilor din cele două categorii se face în mod alternativ. Deci, nu se administrează un set de ecouri provenite de la mine, până când se obține o eroare redusă sau nulă între outputul actual și cel dezirabil, iar după aceea se administrează inputuri de roci. Dacă s-ar proceda așa, rețeaua și-ar ponderă conexiunile pentru a răspunde la stimuli din prima categorie după care și le-ar reajusta pentru a răspunde

la stimuli din a două categorie, ceea ce ar face-o incapabilă să mai răspundă adecvat la inputurile din categoria anterior învățată. Dimpotrivă, antrenamentul se face prin administrarea alternativă de stimuli din cele două categorii. La sfârșitul fazei de învățare, rețeaua va fi capabilă să răspundă adecvat la ambele categorii de inputuri. Ponderea conexiunilor va fi astfel făcută încât rețeaua să se comporte diferit la inputuri diferite, ceea ce înseamnă că a recunoscut stimuli, și reușit să-i discrimineze. Este foarte important ca în etapa de învățare a rețelei să dispunem de colecții cât mai bogate de inputuri din cele două categorii, cu grade diferite de similitudine.

Reajustarea conexiunilor se face automat, pe calculator, de către un procesor special. Majoritatea modelelor connexioniste reclamă cel puțin un IBM-386, cu co-procesor matematic. Rețeaua apare sub forma unei matrice (ca cele prezentate în 2.3.5), în interiorul căreia se modifică mereu valorile pe baza aplicării regulilor de învățare. Învățarea mai poate fi privită și ca un vector de reducere a erorii datorate conexiunilor, care pornește de la un moment în care tărâia conexiunilor este stabilită aleatoriu și se finalizează într-un *minim de eroare global*, adică într-un pattern de conexiuni care generează o eroare minimă. Într-un spațiu tridimensional, format din ponderea conexiunilor și eroare, învățarea apare ca un gradient descendente ca în figura 1.5.

Fig. 1.5. Învățarea ca drum spre un minim de eroare locală



După faza de învățare, urmează *faza de testare*, în care comportamentul rețelei este apreciat în raport cu o altă colecție de stimuli decât cei care au fost prezențați în faza de antrenament, dar aparținând același categorii. Deci, se prezintă ecouri de la mine sau roci, altele decât cele din faza de antrenament. O rețea similară se poate construi pentru a realiza recunoașterea dintre foneme, grafeme etc.

1.4.2.3. Exemplul 2. Rețea interactivă de reprezentare a cunoștințelor

Se cunoaște că degradarea continuă – după o anumită vîrstă – a celulelor nervoase nu determină – în situații normale – o pierdere a cunoștințelor de care dispunem. Zilnic, în creierul unui adult mor câteva mii de neuroni, fără ca baza sa de cunoștințe să sufere vreo mutație semnificativă. Această situație ne conduce la ideea că informațiile de care dispunem sunt stocate în conexiunile dintre neuroni. Modelarea acestei idei rezultă într-o rețea conexionistă interactivă, în care cunoștințele pe care le avem despre o situație sau stare de lucruri sunt reprezentate printr-un pattern de activare al unităților din rețea.

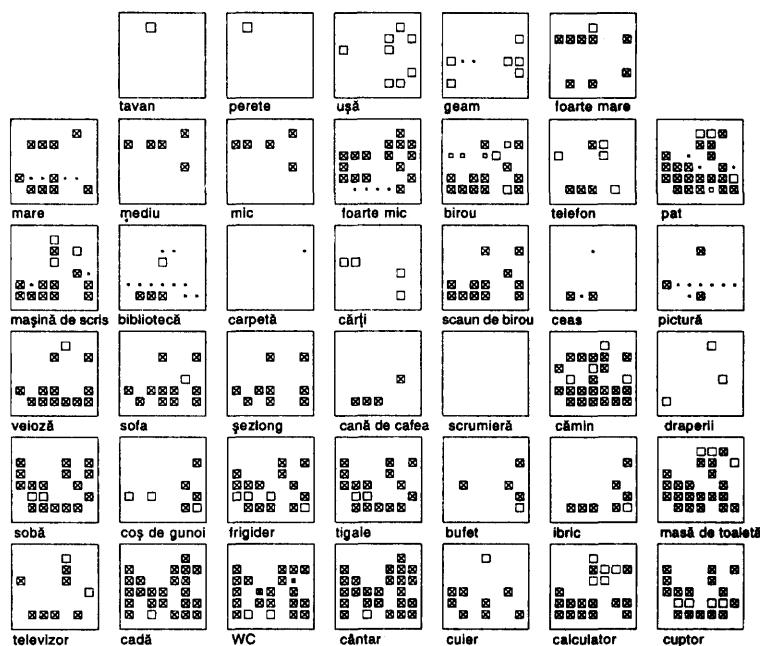
Un astfel de model a fost construit de Rumelhart, Smolensky, McClelland și Hinton (1986) pentru a reprezenta cunoștințele pe care noi le avem despre camerele dintr-o casă sau apartament. Mai întâi, ei au stabilit 40 de descriptori (= expresii care descriu un obiect sau o proprietate), denotând diverse caracteristici ale unor camere. Apoi au cerut unor subiecți să-și imagineze, pe rând, următoarele tipuri de camere: birou, cameră de zi, bucătărie, baie, dormitor. Concomitent, subiecții trebuiau să menționeze care dintre descriptorii menționați anterior se potrivesc pentru fiecare dintre aceste încăperi. De exemplu, ne închipuim un birou; el e descris ca o încăpere de dimensiuni medii care are pereti, geamuri, ușă, masă de birou, cărți etc. Este improbabil ca în birou să se afle o mașină de gătit, un WC etc. Dar e probabil să fie o cană de cafea, un cuier etc. În mod similar se procedează și în cazul celorlalte încăperi, de mai multe ori, cu mai mulți subiecți. Vom constata că unii descriptori apar, în mod constant, împreună. În alte situații, apariția unei multimi de descriptori face imposibilă (sau cu o probabilitate nulă) apariția altora. În fine, probabilitatea de apariție a unor itemi fiind dat un anumit item (sau o mulțime de itemi) este variabilă. Există o mare probabilitate, de pildă, ca într-un birou să se afle un scaun alături de masa de birou, dar e redusă probabilitatea existenței unei cuve de spălat vasele și.a.m.d.

Având o colecție de date despre incidența descriptorilor respectivi pentru o anumită încăpere, se poate calcula probabilitatea oricărui descriptor în raport cu oricare altul. Considerând că fiecare descriptor e reprezentat printr-o unitate dintr-o rețea neuromimetică, ponderea conexiunilor dintre unități e dată de probabilitatea lor relativă calculată pe baza analizei bayesiane a probabilității. Vom avea, aşadar, conexiuni cu pondere pozitivă (= excitative) dacă probabilitatea ocurenței unei unități *i* față de o unitate *j* este pozitivă; conexiuni cu pondere negativă (= inhibitive) dacă ocurența unei unități *i* în raport cu *j* e negativă; dacă două unități variază independent, conexiunea dintre ele este nulă. Ponderea conexiunii ($W_{i,j}$) este stabilită, aşadar, pe baza calculului probabilităților. Conexiunile sunt simetrice ($W_{i,j} = W_{j,i}$). Rezultatul este prezentat în figura 1.6.

Fiecare unitate este reprezentată de un pătrat, dedesubtul căruia este indicat descriptorul pe care îl reprezintă. În interiorul unei unități sunt figurate pătrate albe sau negre, de mărimi diferite. Cele albe arată conexiuni pozitive, cele negre –

conexiuni negative, iar mărimea lor – ponderea conexiunii respective. Pozițiile relative ale pătratelor din interiorul fiecărei unități indică unitățile cu care respectivă unitate este conexată. De exemplu, pătratul alb din coloana a doua a unității tavan arată că respectivă unitate este conexată pozitiv cu unitatea care reprezintă perete (și reciproc, deoarece conexiunile sunt simetrice). Să luăm o altă unitate, de pildă, biblioteca. Conexiunea excitativă cu ponderea cea mai mare este stabilită cu unitatea care reprezintă cărți (linia a treia, coloana a patra). Mai sunt și alte conexiuni pozitive, dar cu o pondere mai redusă: cu mașina de scris, carpeta și scaunul de birou. Există în schimb conexiuni inhibitive cu cada de baie, WC-ul, deoarece este extrem de improbabil ca biblioteca să fie amplasată în aceeași încăperă cu WC-ul și cada de baie.

Fig. 1.6. Rețea interactivă pentru cunoștințele despre încăperile unei locuințe



Rezumând, cunoștințele pe care le avem despre încăperile unui apartament pot fi reprezentate printr-o rețea interactivă în care fiecare unitate reprezintă un descriptor, iar ponderea conexiunilor dintre unități denotă probabilitatea coapariției lor într-un anumit context. Aceeași rețea poate să prezinte camere diferite, modulând ponderea conexiunilor dintre descriptori sau unități. Rezultă, aşadar, că nu avem o reprezentare în memorie a fiecărei camere în parte (cu atât mai puțin a mijloacelor de camere de același tip pe care le vedem), ci avem o rețea de cunoștințe ale cărei conexiuni se ajustează mereu, desemnând încăperi diferite.

Ponderea relațiilor dintre unități ne arată care este patternul de activare ce se va realiza dacă una dintre ele este activată. De exemplu, dacă, deschizând ușa unei

încăperi, întrezărim o bibliotecă, ne aşteptăm să găsim în același loc și cărți, un scaun de birou, dar nicidecum un WC sau o cadă de baie. Acest pattern de activare format prin propagarea stării de activare, excitativ spre unele unități și inhibitiv spre altele, reprezintă schema cognitivă a unui birou și.a.m.d.

Subliniem încă o dată că unitățile rețelei reprezintă diverse obiecte sau proprietăți ale acestora, adică sunt unități *cognitive*. Ele sunt de *inspirație* neuronală, dar nu sunt neuroni. Valoarea lor de activare denotă o trăsătură sau un descriptor, nu o celulă nervoasă. Este adevărat însă că această interpretare a rețelei aparține celui care o explorează. Rețelele *neuromimetice*, *unidirectionale* sau *interactive*, nu au o semantică proprie, nu operează cu simboluri ci cu valori de activare.

1.4.3. Macro- și microstructuri cognitive

La sfârșitul acestei prime familiarizări cu modelările simbolice și cele conexioniste, un cititor iscoditor își poate pune întrebarea: care din cele două paradigmă este cea mai valabilă? La această întrebare ne propunem să schițăm un răspuns în acest subcapitol, menționând însă că-l vom dezvolta în finalul lucrării, când vom putea să invocăm cunoștințele dobândite pe parcurs.

Mai întâi, o paradigmă nu poate fi invalidată în mod direct. Ea nu poate fi, prin ea însăși, adevărată sau falsă. Nucleul de asertiune care intemeiază o paradigmă foarte rar poate fi testat definitiv. Validitatea și viabilitatea unei paradigmă rezidă în programele de cercetare și, mai ales, în modelele pe care le generează. Modelarea implică aplicarea unei paradigmă la un fenomen specific. Modelul poate fi testat și validat. Judecate prin prisma modelărilor și a programelor de cercetare pe care le generează, ambele paradigmă înregistrează plusuri și minusuri. Modelele simbolice și-au dovedit viabilitatea în primul rând în descrierea și reproducerea procesărilor cognitive centrale (rezolvarea de probleme, raționamentul, înțelegerea, memoria etc.). Ele se izbesc de dificultăți considerabile în cazul analizei învățării și se dovedesc destul de stângace în abordarea proceselor periferice (percepția sau coordonarea mișcărilor). Dimpotrivă, modelele neoconexioniste se dovedesc extrem de promițătoare în modelarea procesării informației senzoriale sau a coordonării mișcărilor, zămislec noi speranțe în abordarea învățării, dar se dovedesc forțate, nepotrivite chiar, pentru majoritatea proceselor cuprinse, în mod tradițional, sub termenul de gândire.

Într-o astfel de situație, în loc să ne punem problema unui câștigător al competiției dintre cele două paradigmă, e mai înțelept să considerăm că sistemul cognitiv are o arhitectură *neomogenă*; pentru anumite prelucrări, modelele conexioniste par cele mai promițătoare, iar pentru altele – modelele simbolice. În actualul stadiu al cercetărilor e greu de spus cum anume emerg structurile simbolice din cele sub-simbolice sau conexioniste, dar apare tot mai evidentă existența unor procesări preponderent simbolice în cazul gândirii și preponderent conexioniste în cazul percepției. Majoritatea sarcinilor cu care se confruntă subiectul uman reclamă ambele tipuri de prelucrări.

Unii dintre promotorii modelelor neoconexioniste (ex.: D.A. Norman, 1986) văd relația dintre modelările subsimbolice (= conexioniste) și cele simbolice ca o relație *pe verticală*, asemănătoare relației dintre mecanica cuantică și mecanica newtoniană. Una vizează *microstructura*, cealaltă *macrostructura* cognitivă. Ambele au valoare predictivă și oferă descripții valide relativ la un anumit nivel de analiză. Macroteoriile sunt aproximății utile ale microteoriilor. Macroteoriile – în cazul nostru, teoriile simbolice – sunt chiar preferabile microteoriilor – abordării neocoexioniste – când e vorba de procese cognitive complexe.

1.5. Sumar

Psihologia cognitivă s-a dezvoltat în interiorul științelor cognitive, ca urmare a presunilor „de sus” – dinspre inteligență artificială – și a presunilor „de jos” – dinspre neuroștiințe. Ea caută să satisfacă atât cerințele IA, cât și dezideratul validității ecologice. Psihologia cognitivă studiază procesările la care e supusă informația în sistemul cognitiv uman, între inputul senzorial și outputul motor. Sistemul cognitiv este un sistem fizic care are capacitate de reprezentare și calcul. Analiza sa se poate realiza la cel puțin patru niveluri: a) nivelul cunoștințelor; b) nivelul computațional; c) nivelul reprezentational-algoritmic; d) nivelul implementațional.

Cercetările actuale sunt dominate de două paradigmă. Paradigma simbolică clasică consideră sistemul cognitiv uman ca un sistem fizico-simbolic. Modele inspirate de ea sunt semantic-transparente. Paradigma neoconexionistă consideră că procesarea informației poate fi modelată prin rețele subsimbolice, de inspirație neuronală. Aceste modele sunt semantic-opace. Arhitectura sistemului cognitiv este neunitară, unele componente fiind simbolice, altele – neuromimetice. Nu se știe însă cum emerg structurile simbolice din cele subsimbolice.

PRELUCRAREA INFORMAȚIEI VIZUALE

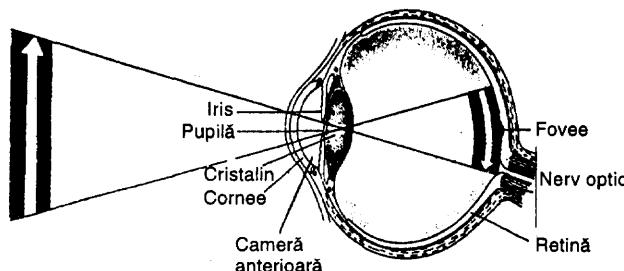
În mod obișnuit, excluzând cazurile de deficiență vizuală severă, cea mai mare parte a informațiilor noastre despre mediul în care trăim le obținem prin văz. Aproape 50% din suprafața neocortexului este implicată în procesarea informației vizuale. Pe de altă parte, analizatorul vizual este și cel mai bine cunoscut din punct de vedere al procesării informației. Studiile de pionierat ale lui D. Hubel și T. Wiesel (1961), dar și cele mai recente ale lui D. Marr (1982), Biederman (1990) și Ulmann (1990) au marcat pași importanți în investigarea mecanismelor de prelucrare a informației vizuale. Urmând sugestiile lui D. Marr (1982) vizând nivelurile de construcție ale unei teorii cognitive vom analiza sistemul vizual, îndeosebi la nivel algoritmic și computațional. Mai înainte însă, se impun a fi cunoscute câteva date despre neurobiologia senzațiilor și percepțiilor vizuale, pentru a stabili astfel unele constrângeri care vor trebui satisfăcute de către modelele cognitive dacă acestea aspiră la plauzibilitate neuronală. În acest fel, gradele de libertate ale construcției de modele computaționale și de algoritmi capabili să realizeze funcțiile acestora sunt drastic limitate, dar validitatea lor crește. Ca și în cazul studierii altor procese cognitive, abordarea problematicii percepției vizuale face manifestă o anumită divergență între specialiștii în IA și psihologii cognitiviști. Primii consideră un model satisfăcător dacă acesta este *eficace tehnologic*, adică dacă el reușește să realizeze sarcina pentru care a fost construit în condițiile utilizării unui minim de resurse. Cei din urmă acceptă un model doar dacă el trece testul acid *al validității ecologice și plauzibilității neuronale*, adică dacă poate explica și prezice comportamentul uman în situații naturale și dacă nu intră în contradicție cu cunoștințele noastre fundamentale despre activitatea neuronală, subiacentă.

2.1. Neurobiologia procesării informației vizuale

Semnalele luminoase receptate și procesate în mod curent de sistemul vizual uman sunt undele electromagnetice cu lungimi de undă între 440-810 nm, deci spectrul dintre ultraviolete și infraroșii. Principala proprietate a acestor unde este aceea de a fi vizibile. Un fenomen fizic este *vizibil* dacă provoacă o activitate fotochimică la nivelul receptorilor care determină formarea unor potențiale de acțiune, transportate și prelucrate de sistemul nervos vizual.

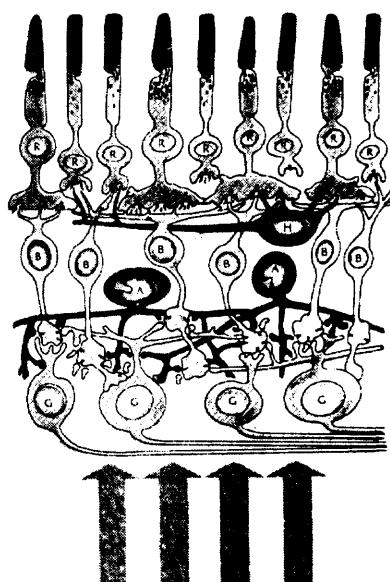
Cum se poate vedea în figura 2.1, razele luminoase traversează cornea, camera anteroiară, pupila, cristalinul și umoarea apoișă înainte de a ajunge să formeze o imagine pe retină. Imaginea retiniană este o distribuție spațială a punctelor luminoase ale sursei externe. Cea mai sensibilă arie a retinei poartă numele de fovee sau zonă foveală.

Fig. 2.1. Reprezentarea principalelor componente ale ochiului uman care concură la formarea imaginii retiniene



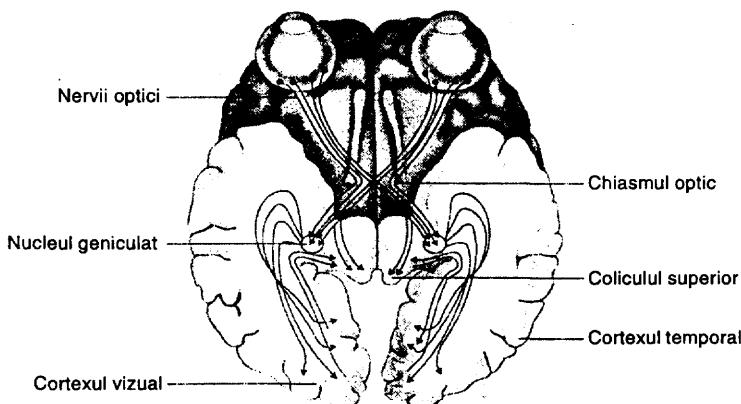
Retina conține două tipuri de receptori: conuri și bastonașe. Conurile, numărând aproximativ 6 milioane, sunt amplasate în centrul retinei, în special în zona foveală. Ele posedă o mare sensibilitate pentru culori și acuitatea detaliilor. Bastonașele se află în zona periferică a retinei, fiind specializate în detectarea luminii de slabă intensitate; nu au acuitate pentru detaliu și culoare. Numărul lor se ridică la aproximativ 120 milioane. Ambele tipuri de receptori conțin pigmenti sensibili la lumină. Fotonii stimulilor luminoși provoacă descompunerea acestor pigmenti, dând naștere unor potențiale electrice în celulele nervoase (potențiale de acțiune) și generând variații ale frecvenței de descărcare a acestora, reprezentând codul neurobiologic care realizează transmiterea informației prin sistemul nervos. Receptorii sunt conectați *pe verticală* de celulele bipolare, ganglionare și nervii optici. Pe de altă parte, între celulele nervoase există conexiuni *pe orizontală*, asigurate de celulele amacrine și celulele orizontale. Aceste tipuri de conexiuni conferă retinei o *structură laticeală*, cu funcții excitative – pe verticală – și inhibitive – pe orizontală –, care fac posibile

Fig. 2.2. Structura retinei :
R – receptorii (conuri și bastonașe);
H – celule orizontale; B – celule bipolare;
A – celule amacrine;
G – ganglioni (aceștia se prelungesc în axoni care formează nervii optici).
Stimuli luminoși sunt reprezentați prin săgețile din partea de jos a figurii.



procesări sofisticate ale informației vizuale, cum se va arăta în curând. Distribuția receptorilor la celulele ganglionare este diferențiată; fiecare con din zona foveală este conectat la un ganglion, însă cu cât ne îndepărțăm spre periferia retinei, cu atât numărul de receptori, adică de bastonașe, conectați la o celulă nervoasă crește, ajungând să fie de ordinul sutelor. Această conectare diferențiată este cauza deosebirii de acuitate de care dispun cele două tipuri de receptori. Judecat în ansamblu, la o celulă ganglionară revin aproximativ 120-130 receptori, ceea ce denotă o segregare drastică a informației, încă de la periferia sistemului nervos vizual. Nu se vizează procesarea întregii informații despre stimulii externi, ci doar a celei semnificative, relevante din punct de vedere biologic, capabilă să sporească adaptarea organismului la mediu. Nervii optici transmit semnale nervoase la zonele de proiecție cerebrală. Principalele arii cerebrale implicate în procesarea informației vizuale sunt redate în figura 2.3.

Fig. 2.3. Principalele arii de proiecție cerebrală ale nervilor optici

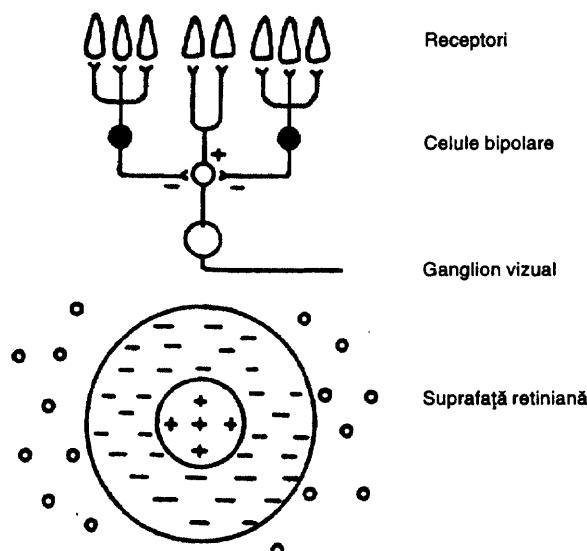


2.1.1. Câmp receptor ; celule on-off și off-on

Numărul mare de receptori ce revine pentru o celulă ganglionară (aprox. 130 : 1) face ca aceste celule să nu reacționeze la stimularea unui singur punct de pe retină, ci la stimularea unei arii sau suprafețe mai mari, care include mai mulți receptori. Zona sau suprafața de pe retină care modifică funcționarea celulei nervoase se numește *câmpul receptor* al celulei respective. Noțiunea de câmp receptor este o noțiune funcțională; ea arată că orice stimulare luminoasă dintr-o anumită arie retiniană aduce modificări comportamentului ganglionului corespunzător. După cum e cunoscut, aceste celule au o rată spontană de descărcare. Activitatea lor, deși redusă, nu este anulată în absența incidenței stimулului luminos asupra conurilor și bastonașelor. Când stimулul luminos e receptat, rata de descărcare sporește în mod semnificativ. Mărimea câmpului receptor se stabilește înregistrând activitatea celulei

nervoase în condițiile stimulării retinei cu un stimул luminos. Se înregistrează și se consemnează dacă activitatea celulei (= frecvența potențialelor de descărcare) crește fie la apariția luminii (+), fie la dispariția acesteia (-), fie nu se constată nici o schimbare (0) – vezi figura 2.4.

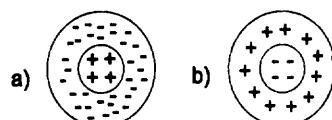
Fig. 2.4. Câmpul receptor al ganglionilor vizuali. Ganglionul vizual sintetizează mesajele transmise de receptorii prin celulele bipolare. Activitatea acestui neuron se intensifică dacă apare un spot luminos în centrul câmpului receptor (+) sau dacă acesta este absent la periferie (-). Activitatea să rămâne neschimbată, deci acest ganglion nu reacționează la o stimulare vizuală din afara câmpului său receptor.



Utilizând această metodologie, au fost detectate două tipuri de celule: a) *celule on-off*; b) *celule off-on* (figura 2.5). Ambele au câmpuri receptoare circulare și concentrice, dar polaritatea acestor câmpuri este diferită.

În cazul *celulelor on-off*, stimularea luminoasă intensifică rata descărcărilor electrice (frecvența potențialelor de acțiune) dacă lumina cade în centrul câmpului receptor și reduce activitatea celulei dacă spotul luminos se află spre periferie, așa cum ilustrează neuronul vizual prezentat în figura 2.4. Cu cât spotul luminos se deplasează mai mult spre periferie, cu atât efectul său asupra comportamentului ganglionului vizual scade, până când devine nul, adică lasă nemodificată frecvența descărcărilor spontane. Zona în care efectul său se anulează circumscrize câmpul receptor. Deci celulele on-off, având un câmp receptor cu o polaritate pozitivă în centru și negativă spre periferie, se activează pentru *spoturi luminoase*.

Fig. 2.5. Celule on-off (a) și celule off-on (b)

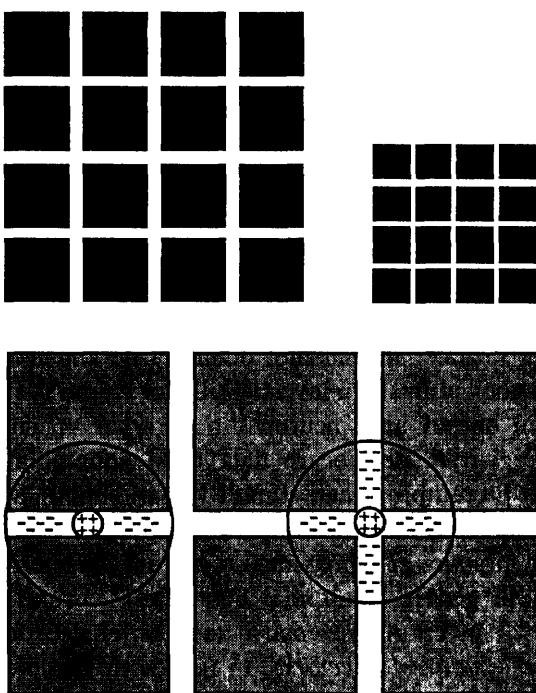


Ori de câte ori apare un spot luminos în zona centrală a câmpului lor receptor, activitatea bioelectrică a acestora se intensifică brusc. Reactivitatea maximă a celulelor on-off se înregistrează în cazul în care fascicul luminos e mărginit de benzi negre sau de absența luminii în zona periferică. În cazul în care câmpul vizual ar fi iluminat uniform, activitatea electrică a neuronilor vizuali ar rămâne nemo-dificată datorită procesului de *inhibiție laterală*.

Celulele off-on au o funcțiune complementară celulelor on-off. Activitatea lor e maximă dacă în zona centrală a câmpului receptor e expus un punct negru, mărginit sau circumscris de fascicule luminoase. Dacă punctul sau pata neagră se descentrează, activitatea ganglionului se reduce, revenind, o dată cu mărirea decentrării, la rata spontană de descărcare. Similar cu cazul celulelor on-off, activitatea celulelor off-on este insensibilă la stimularea uniformă a câmpului receptor datorită inhibiției laterale.

Existența celor două tipuri de celule poate fi probată nu numai prin înregistrări neurofiziologice, ci și prin metode psihofizice, în speță printr-o configurație de careuri negre cunoscută sub numele de grilajul Hermann-Hering (figura 2.6).

Fig. 2.6. Grilajul Hermann-Hering – o metodă de identificare a existenței celulelor on-off (off-on) și a mărimii câmpului lor receptor



Dacă privim cu atenție distribuția pătratelor negre din figura 2.6, vom constata că la intersecția barelor albe orizontale cu cele verticale se formează o pată cenușie. Această pată nu există în stimulul fizic propriu-zis, ci este rezultatul funcționării celulelor on-off. În cazul în care diametrul câmpului receptor al acestor celule este

egal cu lățimea barelor albe, inhibiția laterală este redusă, activitatea celulei crește și bara este surprinsă fără efectul de contrast – pete cenușii. Se poate constata acest lucru dacă privirea se fixează în alt punct decât în zona de intersecție a barelor orizontale cu cele verticale. Un ganglion on-off cu aceeași dimensiune a câmpului receptor fixat pe zona de intersecție va avea o activitate mai scăzută, deși superioară frecvenței spontane de descărcare, datorită luminării uniforme atât a centrului cât și a periferiei câmpului receptor, adică datorită inhibiției laterale. În consecință, avem impresia petelor cenușii de la intersecția barelor albe ce mărginesc careurile negre.

Grilajul Hermann-Hering permite și o estimare a mărimii câmpului receptor. Dacă priviți combinația de careuri din dreapta figurii veți constata că petele gri apar nu numai în zona de intersecție, ci și de-a lungul barelor albe. Acest fenomen nu se mai constată – după cum s-a arătat – în cazul combinației din stânga, în care lățimea barelor este mai mare. Explicația constă în mărimea câmpului receptor pentru celulele on-off, care modulează intensitatea inhibiției laterale. Măringind distanțele dintre careurile negre, se poate estima diametrul câmpului receptor în funcție de dispariția petelor gri. Desigur, există și alți factori care concură la circumscrierea câmpului receptor, dar care nu prezintă interes deosebit în contextul lucrării de față. Detalii de acest gen pot fi găsite în Jung (1973) sau Bonnet (1990). Celulele cu câmp receptor on-off și off-on sunt caracteristice *ganglionilor vizuali* și celulelor nervoase din *corpii geniculați laterali* implicați în procesarea informației vizuale. Dacă prelucrarea stimulilor luminoși s-ar rezuma doar la activitatea celulelor on-off și off-on, din spectacolul lumii am surprinde doar spoturi și puncte. Neuronii din *cortexul vizual* realizează însă procesări mult mai complexe.

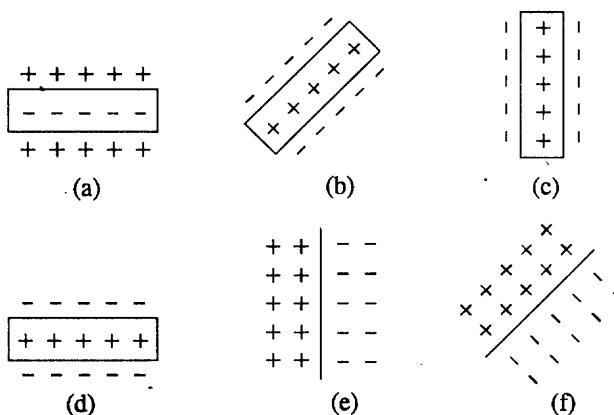
2.1.2. Detectorii de trăsături

La sfârșitul anilor '50, D. Hubel și T. Wiesel inaugurau o serie de cercetări asupra fiziologiei percepției vizuale, încununate, douăzeci de ani mai târziu, cu Premiul Nobel. Principala metodă utilizată în investigațiile lor constă în inserția unui electrod în apropierea sau în corpul unui neuron din cortexul vizual, a cărui activitate bioelectrică era înregistrată de fiecare dată când animalul de experimentare (pisică sau maimuță) îi erau prezentați stimuli vizuali simpli. Stimulii utilizați erau simplificați la maximum (ex.: benzi luminoase sau întunecate, linii albe sau negre, unghiuri etc.), încât, practic, ei reprezentau o singură caracteristică sau trăsătură a unui stimul vizual, în genere, mult mai complex. Neuronii care își modificau activitatea bioelectrică în cazul prezenterii unor astfel de stimuli au fost numiți *detectori de trăsături (features detectors)*. În funcție de complexitatea caracteristicilor fizice la care celulele nervoase reacționau, au fost identificate trei tipuri de celule: a) simple; b) complexe; c) hipercomplexе.

2.1.2.1. Celule simple

Celulele simple detectează contururi, fante luminoase sau linii. De fiecare dată când în câmpul vizual stâng sau drept e prezentată o fantă luminoasă, un contur sau o linie, se constată o intensificare a frecvenței potențialelor de acțiune ale neuronului respectiv. Specializarea acestor celule nervoase este atât de pregnantă încât ele reacționează numai la o anumită orientare și localizare a caracteristicilor respective (contururi, fante, linii). Celulele care detectează linii verticale într-o anumită locație din câmpul vizual – deci care își intensifică rata descărcărilor la apariția unor astfel de stimuli – sunt diferite de neuronii care-și sporesc potențialele de acțiune în prezența unei linii orizontale sau a unei linii verticale aflate în altă locație. Frecvența potențialelor de acțiune este maximă dacă stimulul corespunde exact trăsăturii la care reacționează detectorul respectiv. Cu cât abaterea este mai mare, cu atât detecția este mai dificilă sau este complet anihilată. Câmpul receptor al celulelor simple nu mai este circular, ca în cazul celulelor on-off (off-on), ci elongat (vezi figura 2.7).

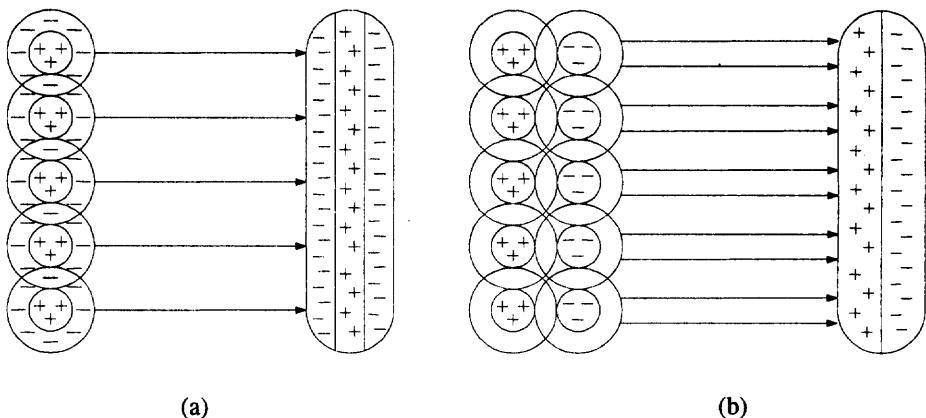
Fig. 2.7. Câmpuri receptoare ale celulelor simple: a, d – pentru contururi sau benzi negre mărginite de fante luminoase; b, c – fante luminoase; e, f – linii. Pentru orientări diferite ale acelaiași stimul se activează neuroni diferenți (Hubel și Wiesel, 1959, Kalat, 1988).



O celulă simplă însumează activitatea mai multor celule on-off și/sau off-on din nuclei geniculați laterali. Se observă aceeași tendință de reducere a patternurilor de activare ale mai multor neuroni la patternul unuia singur, mai sintetic, care rezumă o informație cu valoare adaptativă mai ridicată. Nu se cunoaște cu precizie modul de combinare a celulelor on-off și off-on care să genereze câmpul receptor al celulelor simple. Cert e că nu este suficientă activarea unei singure celule on-off sau off-on pentru a amorsa o celulă simplă. Acestea reacționează doar la combinații sau

dispuneri specifice ale celulelor din nuclei geniculați, de aici și forma elongată a câmpului lor receptor. O posibilă combinare a celulelor on-off și off-on capabile să activeze detectorii de fante și linii verticale este prezentată în figura 2.8.

Fig. 2.8. Combinarea ipotetică de celule on-off și off-on care activează detectorii de fante (a) și linii verticale (b) (Anderson, 1985)



Unele cercetări mai noi asupra celulelor simple, făcute pe pisici, au evidențiat organizarea *somatotopică* a cortexului vizual. Aceasta înseamnă că o anumită regiune din cortexul vizual prelucrează informația dintr-o anumită zonă a câmpului vizual, rămânând insensibilă la stimulii cu altă locație. În interiorul unei astfel de regiuni, se constată o organizare pe bază de similaritate a celulelor simple. Dacă un neuron codează o linie orizontală, celulele din imediata sa apropiere își sporesc frecvența descărcărilor la linii cu o abatere de 20 grade față de orizontală (Hubel, 1988).

2.1.2.2. Celule complexe

În ariile striate și parastriate ale cortexului vizual, Hubel și Wiesel au pus în evidență existența unor celule care prelucrează informația vizuală cu un nivel mai ridicat de generalitate. Tipurile de stimuli-trăsături la care acestea reacționează prin modificarea frecvenței potențialelor bioelectrice sunt aceleași ca și în cazul celulelor simple. Spre deosebire de celulele simple, celulele complexe răspund la acești stimuli *indiferent de locația lor* în câmpul vizual. Rămâne importantă, ca și la celulele simple, *orientarea* stimulilor. În plus, celulele complexe reacționează și la stimuli aflați în mișcare ; pentru orientări sau direcții diferite ale unui stimул se activează celule complexe diferite. De exemplu, o celulă complexă care detectează linii negre va reacționa la prezența acestora aproape oriunde în câmpul vizual, dacă ele se mișcă într-o direcție

anume (de exemplu, de la stânga spre dreapta) și au o anumită orientare (de exemplu, înclinate cu 45° față de orizontală). Se poate conchide, că în cazul celulelor complexe, câmpul receptor este mai amplu decât al celulelor simple.

Există mai multe modalități de a stabili dacă o celulă din cortexul vizual este simplă sau complexă. Într-o din aceste metode se alege un stimул simplu – o lămpă luminoasă, de pildă – și se deplasează în câmpul vizual. Dacă celula respectivă își intensifică rata descărcărilor doar pentru o anumită locație a stimулului, atunci este simplă. În caz contrar, avem de-a face cu o celulă complexă.

2.1.2.3. Celule hipercomplexе

Celulele hipercomplexе sunt numite astfel deoarece complexitatea stimулului pe care îl prelucrează este mai mare decât în cazul celulelor simple sau complexe. Până în prezent, s-a constatat existența a două tipuri de celule hipercomplexе. Primul tip vizează celule funcțional identice cu celulele complexe, cu o singură deosebire: ele reacționează la orice stimул simplu (linii, fante, contururi) cu condiția ca acesta să aibă o anumită *dimensiune*. Stimuli de dimensiuni diferite activează celule hipercomplexе diferite. Cel de-al doilea tip detectează *unghiuri*, deci stimuli mai complecși decât cei menționați până în prezent. Selectivitatea acestor celule hipercomplexе este însă considerabilă, unele răspunzând doar la prezența unor unghiuri drepte, altele la prezența unor unghiuri ascuțite etc.

Cât de complex poate fi stimулul detectat de astfel de celule? E încă greu de dat un răspuns definitiv la această întrebare. Făcând investigații pe maimuțe, unii cercetători – Gross (1973), Bruce, Desimone și Gross (1981) – susțin existența unor neuroni care par să detecteze stimuli mult mai complecși, precum triunghiuri, pătrate, palma sau chiar expresia facială a unei maimuțe. E improbabil însă ca stimuli mult mai complecși să fie detectați de neuroni specifici, cu o locație dată, și numai de către aceștia. Nu cred că avem o celulă hipercomplexă care detectează prezența profesorului de psihologie și alta care ne semnalează prezența iubitei, iar dacă cea dintâi se deteriorează să ne confundăm profesorul cu taxatoarea de bilete. Desfășurate în paradigma modularității proceselor cognitive periferice (Fodor, 1982), acest gen de cercetări au dus la o revigorare a teoriei localizaționiste.

D. Hubel și T. Wiesel sugerează o organizare ierarhică a celulelor, de la cele simple, care primesc semnalele generate de celulele on-off și off-on, la cele complexe, care sintetizează mesajele celulelor simple, până la cele hipercomplexе. Plauzibilă, o astfel de organizare nu trebuie absolutizată, existând posibilitatea funcționării simultane, în paralel, a celulelor de la niveluri diferite.

Rezumând cele menționate până acum, cortexul vizual este sediul unor celule (simple, complexe și hipercomplexе) care detectează stimuli de complexitate tot mai ridicată. Din punct de vedere funcțional, aceste celule au fost numite *detectori de trăsături*. Dincolo de proprietățile lor specifice, neuroni detectori de trăsături au câteva note comune: a) manifestă o reactivitate maximă la un anumit tip de stimул-trăsătură, dar răspund, în măsură mai redusă, și la stimuli similari; b) sunt

fatigabili, sensibilitatea lor scăzând în condițiile expunerii repetitive la același stimul; c) formează structuri de rețea în cadrul cărora funcționează mecanismul inhibiției laterale. Dacă un neuron se activează, semnalând prezența unui anumit stimul-trăsătură, prin inhibiție laterală el reduce activitatea unor neuroni învecinați care detectează caracteristici similare, într-o zonă învecinată a câmpului vizual. Vom reveni asupra detectorilor de trăsături în momentul în care vom analiza procesul de recunoaștere a obiectelor.

2.2. Procesarea primară a informației vizuale

În prima parte a acestui capitol am abordat problematica mecanismelor neurobiologice implicate în procesarea stimulilor vizuali, adică, în terminologia consacrată de D. Marr, nivelul implementațional. În cele ce urmează, ne vom plasa demersul pe un nivel de analiză mai înalt – cel computațional. O teorie computațională a procesării informației vizuale vizează construirea unor modele logico-matematice capabile să producă un anumit output pe baza unor prelucrări – explicitate exhaustiv în model – ale inputului. De exemplu, o astfel de abordare va căuta să stabilească cum, dintr-o mulțime de pixeli sau variații de luminositate, pe retină pot fi extrase contururile, în genere, cum, dintr-o proiecție bidimensională pe retină a mediului, se reconstituie o reprezentare tridimensională. Ce calcule sau procesări pot transforma un input bidimensional într-o reprezentare tridimensională? Subliniem că termenul de calcul trebuie înțeles, în totdeauna când vorbim de analiza computațională a unui proces cognitiv, în accepțiunea sa cea mai generală de prelucrare de simboluri guvernată de reguli. O teorie computațională exprimă logico-matematic *funcția* pe care un anumit sistem o calculează sau, într-un limbaj mai puțin pretentious, calculele care fac posibilă punerea în corespondență a unui input specific cu un output specific (vezi 1.3.2.2).

Prin natura ei, abordarea computațională este mai generală, mai abstractă decât o abordare algoritmică (procedurală) sau implementaționistă. În principiu, există un număr infinit de algoritmi capabili să realizeze calculul unei anumite funcții și infinite harduri sau sisteme fizice capabile să implementeze un algoritm specific. De exemplu, o funcție logică de genul implicației materiale între două propoziții poate fi calculată prin mai mulți algoritmi: prin matricele de adevăr, prin sistemul deciziei naturale tip Gentzen, prin încadrarea ei ca teoremă într-un sistem axiomatic compatibil cu sistemul din *Principia Mathematica* etc. La rândul lor, oricare din acești algoritmi pot fi realizați de sisteme fizice extrem de diferite: creierul uman, câmpuri de siliciu, circuite cu contacte și relee, tuburi hidraulice etc.

Teoriile computaționale ale procesării informației vizuale (cu o sintagmă tradițională dar golită de orice valoare euristică – ale percepției vizuale) sunt marcate de un caracter abstract, formal-matematic, ceea ce îl poate face pe psihologul obișnuit cu conceptele tradiționale să nu le înțeleagă sau să nu le accepte ca teorii psihologice.

Aceasta ar fi însă o atitudine dăunătoare progresului disciplinei noastre. Cu cât o știință este mai avansată, cu atât mai incomprehensibilă devine ea, renunțând la conceptele umbrelă și plătitudinile de odinioară. Trebuie să recunoaștem că multe din conceptele tradiționale sunt simple teoretizări ridicate cu o palmă deasupra simțului comun. De aici impresia că la psihologie se pricpe toată lumea, că oamenii de cu totul altă profesie sunt considerați buni psihologi. Mai mult, în momentul actual al dezvoltării disciplinei, majoritatea conceptelor psihologice tradiționale și-au pierdut valențele euristice, utilizarea lor în continuare putând orienta cercetarea pe piste false. Într-o epocă a construirii de sisteme artificiale inteligente, capabile să rivalizeze cu inteligența naturală (umană), abordarea computațională este indispensabilă. Desigur, unele dintre modelele logico-matematice construite par lipsite de plauzibilitate neuronală. Ele au fost elaborate din rațiuni tehnologice, pentru a servi la construirea de sisteme inteligente, performante. Chiar și în acest caz, studiul lor poate constitui o mină de sugestii valoroase pentru abordările de nivel algoritmic și implementațional, extrem de relevante pentru psihologie. Tendința dominantă în științele cognitive la ora actuală, inclusiv în cazul teoriilor computaționale, este însă de a construi modele formale cât mai compatibile cu datele psiho-fiziologice.

Revenind, după această digresiune cu iz metodologic, semnalăm tendința generală de a împărti procesarea informației vizuale la nivel computațional în două mari stadii: procesare primară și secundară.

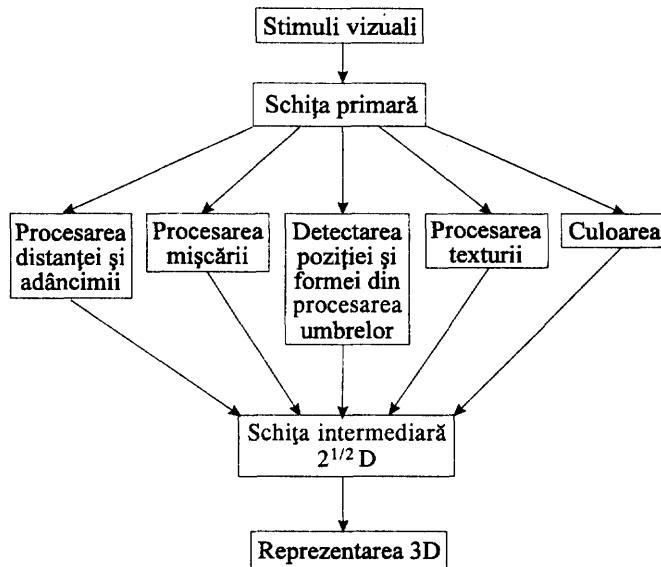
Procesarea primară sau percepția vizuală primară cuprinde prelucrările *pre-attenționale*, cu o durată de aproximativ 200 milisecunde, care au ca rezultat reprezentarea, în sistemul cognitiv, a caracteristicilor *fizice* ale stimулului. Ele realizează segregarea stimулului de mediul său, ne arată unde anume este el, nu ce anume este. Sunt incluse aici mecanismele de detectare a conturilor, a texturii, mișcării, culorii și a dispernării spațiale etc.

Procesarea secundară (percepția vizuală secundară) vizează mecanismele implicate în *recunoașterea* figurilor și a obiectelor. Ele au ca input rezultatele procesărilor primare și ca output – imaginea tridimensională a unui obiect din mediu, identificat, recunoscut. Această dihotomie a prelucrării stimулilor vizuali nu este riguroasă, dar este utilă și este larg răspândită în literatura de specialitate, ceea ce ne-a făcut să o integrăm în economia lucrării de față.

Schema generală a procesării informației vizuale a fost circumscrisă de D. Marr (1982). Intensitatea stimулilor luminoși face obiectul unor prelucrări inițiale care conturează o schiță primară a obiectului conceput. Asupra acestei schițe primare se exercită o mulțime de tratamente sau prelucrări de stabilire a adâncimii în spațiu prin calculul disparității binoculare, de reprezentare a mișcării, texturii, culorii și orientării în spațiu a suprafețelor unui obiect. Toate aceste procesări sunt executate în paralel de mecanisme modulare. Rezultatul lor constă în constituirea unei *repräsentări intermediare* a obiectului din câmpul vizual, notată cu $2^{1/2}$ D tocmai pentru a arăta caracterul ei intermediar între imaginea retiniană bidimensională și obiectul tridimensional. Această imagine intermediară servește ca input pentru alte procesări

al căror produs final este reprezentarea completă, tridimensională a obiectului, notată cu 3 D (figura 2.9). Numai primele două stadii fac obiectul percepției vizuale primare și asupra lor vom insista în cele ce urmează.

Fig. 2.9. Schema generală de procesare a informației vizuale



Toate prelucrările primare posedă câteva caracteristici comune care le individualizează față de procesările secundare sau alte tipuri de prelucrări mentale. Mai întâi, procesările primare sunt organizate *pe moduli*, care funcționează simultan, în paralel. Organizarea modulară implică, așa cum s-a arătat într-unul din capitolele anterioare (1.3), caracterul irepresibil, preatențional și impermeabilitatea cognitivă a acestor procese.

În al doilea rând, toate aceste procese sunt *independente de natura stimулului*, se realizează aceleași prelucrări indiferent dacă obiectul percepției este un scaun sau o față umană. În ambele cazuri, extragerea contururilor din variațiile de intensitate a pixelilor săsiți la retină sau analiza texturii, a compozиiei materialului implică aceleași procese. Diferențierile în funcție de tipul de stimul apar mai târziu, o dată cu recunoașterea obiectelor.

În al treilea rând, buna desfășurare a acestor prelucrări presupune o mulțime de *asumptions* despre realitatea obiectuală. Aceste asumptions sunt, de fapt, regularități (statistice) ale mediului în care trăim. Ele funcționează ca niște „cunoștințe tacite”, sau, în limbaj kantian, ca niște asumptions apriorice despre universul în care trăim. Ele sunt necesare pentru a specifica stimulul vizual supus prelucrării. De exemplu, dacă observăm la orizont contururile unui obiect care, treptat, se amplifică și devin tot mai clare, apoi din nou se reduc, devenind neclare, considerăm că – în prima fază –

un obiect s-a apropiat, iar apoi s-a îndepărtat de noi. Această concluzie este valabilă dacă presupunem *rigiditatea obiectelor*. Într-adevăr, presupoziția rigidității obiectelor este o regularitate statistică a universului în care trăim. Ea ne permite să percepem adâncimea și deplasarea în spațiu. O serie de date experimentale au arătat că subiecții care priveau un set de obiecte, de fapt niște baloane aflate la o anumită distanță, dintre care unele se umflau, conchideau în mod eronat că aceste obiecte se apropiu de punctul din care ei făceau observația. Rezultă că presupoziția rigidității obiectelor reprezintă o importantă constrângere care modulează prelucrarea stimулilor vizuali. Pe retină, imaginea obiectului se mărește sau se micșorează. Doar asumptia rigidității îl face pe subiect să conchidă că e vorba de apropierea/îndepărtarea unui obiect și nu de expandarea/contractia unui obiect fix. Într-un univers pulsatoriu, caracterizat de expandări și contracții ale obiectelor care îl populează, asumptia rigidității s-ar dovedi total neadaptativă. Violarea unor presupoziții tacite duce la apariția iluziilor vizuale.

Nu se știe încă cu certitudine dacă aceste presupoziții, care dezambiguizează stimulul sosit la retină, impunând constrângeri procesărilor primare, sunt înăscute, precablate în sistemul nervos sau sunt dobândite. În orice caz, ele nu sunt rezultatul unor deducții, iar majoritatea investigațiilor întreprinse în acest sens probează existența lor de la o vîrstă foarte timpurie. Asumptia rigidității este deja prezentă la vîrstă de cinci luni, iar percepția adâncimii în spațiu pe baza calculului disparității binoculare e deja operantă la copilul de 2-3 luni (Held, 1987, Yule și Ulman, 1990).

O singură mențiune mai trebuie făcută despre aceste asumptii, și anume că ele sunt *nespecifice*, în sensul că se aplică irepresibil, automat, la orice obiect. Impactul lor asupra procesărilor cognitive precede recunoașterea obiectelor ca obiecte distințe.

2.2.1. Schița primară – extragerea contururilor

Stimulii luminoși sosiți pe retină se pot descompune într-o mulțime de pixeli sau puncte luminoase. Din această mulțime de stimuli vizuali, sistemul cognitiv trebuie să extragă informația cea mai relevantă, cu valoarea adaptativă cea mai ridicată. Una din cele mai importante operații ce trebuie să aibă loc pentru ca organismul să se adapteze constă în diferențierea sau segregarea figurii de fond, a obiectului de mediul (fundalul) său, a obiectelor sau figurilor unele de altele. Această segregare, esențială sub raport adaptativ, se poate realiza prin mai multe mecanisme: stabilirea contururilor, detectarea texturii, a diferențelor de colorit sau de viteză de deplasare etc.

Extragerea contururilor (*edge detection*) din patternurile de luminozitate pe care obiectele le transmit retinei este modulul principal implicat în constituirea schiței primare. Un contur marchează limita unei suprafețe, a unei figuri sau a unui obiect. El conține, într-un format simplu, extrem de multă informație. Desenarea contururilor unui obiect sau a feței unei persoane sunt suficiente pentru a ajunge să le recunoaștem. În general, valoarea informațională și, implicit, adaptativă a contururilor rezultă din două caracteristici ale acestora. Mai întâi, contururile surprind

multe dintre *caracteristicile invariante* ale stimулului (de exemplu, proporțiile dintre diverse segmente sau părți ale unui obiect, dispozitionea lor relativă etc.). Contururile unei fețe umane rămân relativ neschimbate, independente de context sau de trecerea anilor. În al doilea rând, contururile permit o *procesare economică* a informației despre stimул, deoarece *reduc diversitatea detaliilor la esențial*. O caricatură din câteva contururi conține foarte multe informații despre referința sa din realitate (figura 2.10).

Cum se pot extrage contururile din reprezentarea bidimensională a obiectelor de pe retină? Pentru a răspunde la această întrebare s-a pornit de la un fenomen ce apare cu regularitate la marginile unui obiect, și anume *variația semnificativă a intensității stimулilor luminoși*. Dacă priviți în acest moment obiectele din jurul vostru veți constata că în zona de contact cu alte obiecte apare o variație a intensității stimулilor luminoși. O pată murdară pe foaia albă de hârtie apare mult mai neagră în zona ei de contact cu fondul pe care ea apare decât în interiorul său. Pe scurt, variațiile cele mai ample ale luminozității emise de obiectele din mediu au loc, de regulă, la marginea acestor obiecte, astfel încât e plauzibil să considerăm că mecanismul de detectare a contururilor ia ca input tocmai aceste variații de luminozitate, relativ stabile.

Fig. 2.11. Patternul bioelectric al celulelor nervoase la surprinderea conturilor: a) stimul fizic; b) activitatea neuronilor corespunzători.

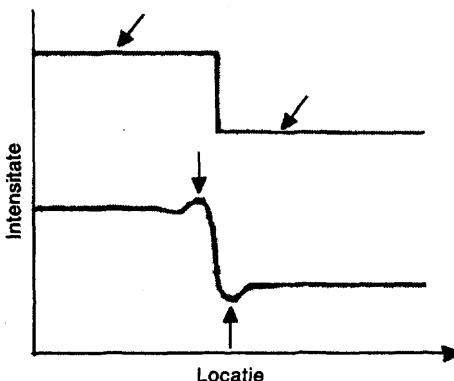


Fig. 2.10. Contururile conțin suficiente informații pentru recunoașterea stimулilor complecși.



Un argument în plus în favoarea unei astfel de interpretări e oferit de rezultatul cercetărilor lui Ratliff (1965) asupra unei specii de crab de mare numită *Limulus*. Aceste crab prezintă pentru un cercetător marele avantaj că sistemul său vizual este format dintr-un număr redus de receptori (omatiidii) interconectați în rețele cu inhibiție laterală, ceea ce facilitează cercetarea activității lor. Ratliff a înregistrat activitatea electrică a celulelor ganglionare în condițiile expunerii receptorilor la o variație semnificativă a intensității stimулilor luminoși reprezentând marginea dintre o fântă luminosă și o bandă neagră, adică un contur. Variația intensității stimулului fizic și a intensității de descărcare a neuronilor sunt prezentate în figura 2.11.

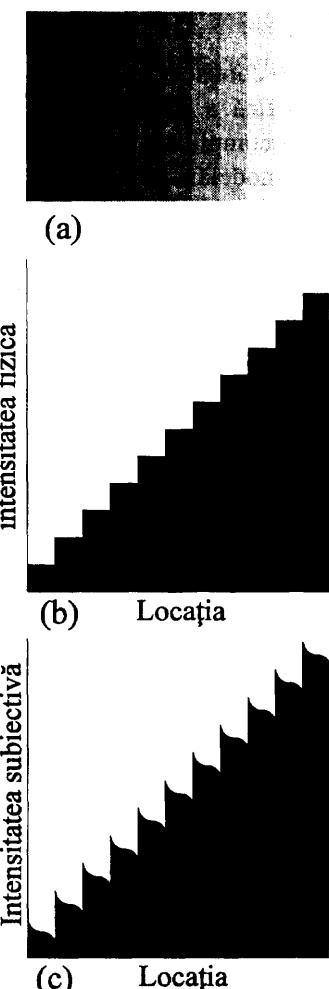
Inspectând cele două grafice din figura 2.11 se observă că cea mai mare variație a descăr cărilor o înregistrează neuronii din zona de variație bruscă a luminozității stimулului fizic, adică din zona de contur. Raportat la rata spontană a descăr cării, celulele din zona luminată manifestă cea mai înaltă rată a descăr cării, iar celulele din zona întunecată imediată – rata cea mai redusă (zone marcate cu săgeți în figura prezentată). Exact în această zonă se află un contur, marginea dintre fantă și banda neagră. Rezultă că sistemul nervos vizual surprinde variația de luminozitate, traducând-o într-o modelare corespunzătoare a frecvenței potențialelor de acțiune.

Mai mult decât atât, sistemul nervos vizual tinde chiar să *exagereze contururile*, să îngroașe variațiile de luminozitate la limita dintre două suprafete sau dintre un obiect și mediul său. Se poate observa că activitatea bioelectrică nu e complet paralelă cu variația intensității stimулilor. Variația frecvenței descăr cărilor e mai mare în zona de contur (figura 2.11). Același fenomen a fost pus în evidență prin expunerea subiectului la un set de benzi de luminozități diferite numite *benzile lui Mach* (vezi figura 2.12).

Benzile sunt ordonate de la stânga spre dreapta în ordinea creșterii luminozității lor (a). Subliniem că intensitatea fiecărei dintre aceste benzi este uniformă, adică nu este mai redusă la margini decât în interiorul lor. Variația intensității lor e reprezentată în (b). Cu toate acestea, impresia subiectivă (c) este contrară, exagerând sau îngroșând contururile. Impresia subiectivă concordă cu înregistrările neurofiziologice ale activității bioelectrice a ganglionilor vizuali (ex.: Ratliff, 1965).

Coroborând datele de neurofiziologie cu cele de psihofizică, conchidem că stabilirea contururilor se bazează pe procesarea diferențelor de luminozitate. Mai mult, variația intensității stimулilor luminoși este *accentuată* la nivel neurofiziologic și subiectiv pentru a permite o mai ușoară segregare a figurii de fond.

Fig. 2.12. Benzile lui Mach



2.2.2. Modele matematice ale extragerii contururilor

O imagine retiniană acromatică este formată dintr-o distribuție temporală și spațială a stimulilor luminoși de intensități diferite. Cercetările neurofiziologice de până acum nu oferă nici o sugestie despre modalitatea concretă de prelucrare a diferențelor de luminositate pentru detectarea contururilor. Modelelor formale care încearcă să expliciteze operațiile de calcul sau prelucrare le sunt astfel impuse puține constrângeri. Ele nu sunt însă lipsite de orice plauzibilitate neuronală, aşa cum se va arăta la momentul potrivit.

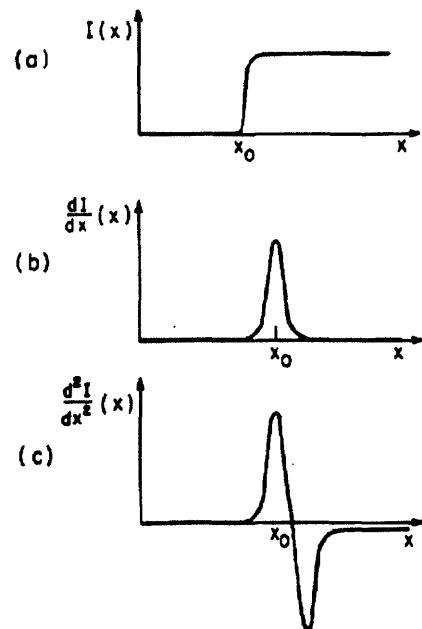
2.2.2.1. Filtrajul

Cel mai cunoscut model matematic al detectării contururilor se bazează pe *filtrarea* matematică a variațiilor de intensitate a luminii. Vom căuta să evităm detaliile tehnice complicate încercând să prezentăm totuși cât mai acurat modul de realizare a unei modelări de acest gen.

După cum se știe, pentru a surprinde diferențele dintre două obiecte (aflate în mișcare), în matematică s-a folosit cu bune rezultate calculul diferențial. Apare astfel ca naturală ideea de a stabili contururile – variațiile coliniare de luminositate – purtând operațiile de calcul diferențial asupra valorilor diferite de intensitate ale stimulilor luminoși. În acest caz, contururile unei figuri sau obiect pot fi stabilite fie în punctele de valoare maximă a diferențialei de ordinul I a intensității stimulilor luminoși, fie în punctele de valoare zero a diferențialei de ordinul II a acelorași intensități (vezi figura 2.13).

Dacă examinăm figura 2.13.c ne dăm seama că ea este similară cu graficul frecvenței potențialelor de acțiune la prezentarea unui contur (figura 2.11). Rata descărcărilor atinge maximum pozitiv în partea luminoasă și maximum negativ în partea întunecoasă; ceea ce înseamnă că conturul propriu-zis este codat la intersecția cu rata spontană a descărcărilor, considerată ca referință zero. În acest fel

Fig. 2.13. Derivatele variației de intensitate: a) variația intensității stimulului fizic în punctul x_0 ; b) stabilirea conturului prin calculul dI ; c) stabilirea conturului prin d^2I ; x = distribuția spațială (apud Yuille și Ulman, 1990).



se poate stabili o corespondență logic-formală între abordarea computațională și înregistrările experimentale.

Din păcate, o astfel de modelare nu ține seama de prezența zgomotelor. Un obiect poate fi iluminat în chip neuniform; la rândul său, el însuși poate emite semnale luminoase de intensitate variabilă într-o anumită arie spațială, tocmai datorită acestei iluminări neuniforme sau a neuniformității materialului din care este format. În acest caz, dacă sistemul cognitiv ar funcționa după modelul matematic prezentat mai sus, el ar stabili contururi la orice mică fluctuație a luminozității. Mai mult, s-ar considera contururi ale obiectului chiar și zonele în care diferențele de luminozitate se datorează iluminării neuniforme, nu existenței reale a unui contur. Or, după cum putem constata oricând, este ușor să detectăm contururile unui obiect sau ale unei figuri chiar dacă apar anomalii de luminozitate menționate.

În figura 2.14 e reprezentată o statuetă din lemn, inegal luminată. Ne este ușor să stabilim contururile figurii fără să confundăm variațiile de luminozitate din interiorul figurii cu marginile ei.

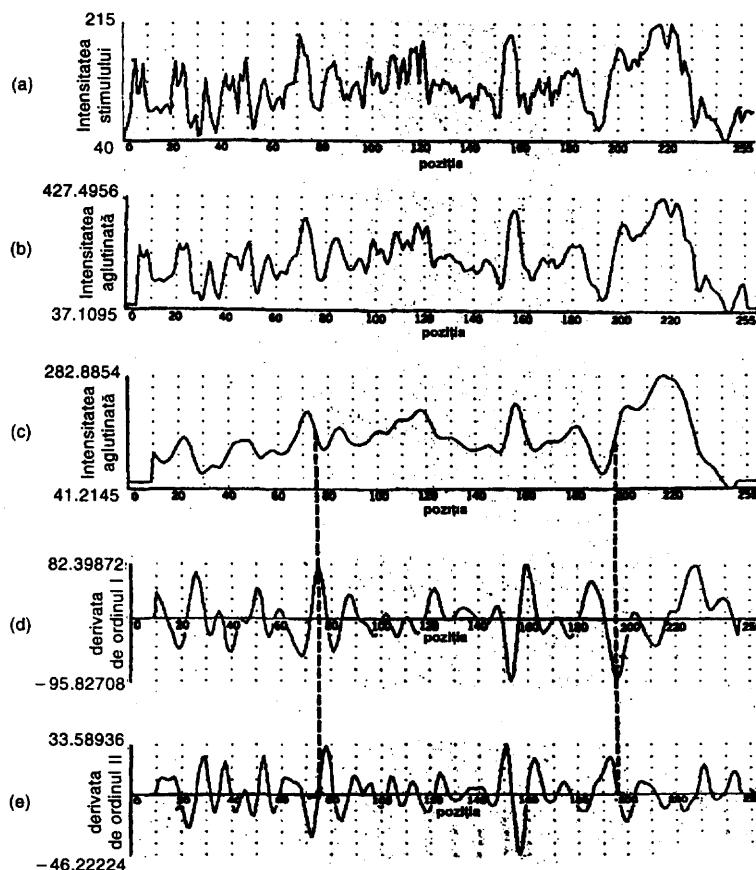
Fig. 2.14. Un obiect inegal luminat



Rapiditatea cu care sistemul vizual discriminează între contururile reale și cele false, datorate unor iluminări inegale, ne face să credem că, pe baza unor mecanisme încă necunoscute, se aglutinează mici variații de luminozitate, luându-se în considerare numai cele suficient de ample. Aglutinarea variațiilor de luminozitate se poate face luând în considerare nu fiecare intensitate a pixelilor, ci media intensităților pe o anumită arie (s). Abia după ce sunt astfel „îndulcite”, valorile variațiilor de intensitate se diferențiază pe baza utilizării calculului diferențial (figura 2.15).

În figura 2.15.a sunt prezentate grafic variațiile de intensitate ale stimулului fizic, datorate inegalei iluminări sau altor factori. Aceste variații sunt agluminate sau îndulcite – figura 2.15.b și 2.15.c. Apoi, asupra valorilor rezultante se aplică calculul diferențial, de ordinul I sau II. Linia verticală arată locul unde apare un contur, adică acolo unde valorile diferențialei de ordinul I sunt cele mai mari (d) sau unde valorile diferențialei de ordinul II sunt egale cu zero (e).

Fig. 2.15. Detectarea conturilor



Rezumând cele spuse, aşadar, se calculează media intensității mai multor pixeli învecinați, iar apoi, având valorile medii ale mai multor vecinătăți, se procedeză la aplicarea calculului diferențial. Aceste operații pot fi cuprinse într-o singură operație matematică cunoscută sub numele de *filtrare*. Vom vorbi, aşadar, de filtrul unei distribuții spațiale a luminozității. Filtrul rezultat are forma unui sombrero. Conturul unei figuri e marcat de punctele în care filtrarea intensității pixelilor are valoare zero (vezi figura 2.16).

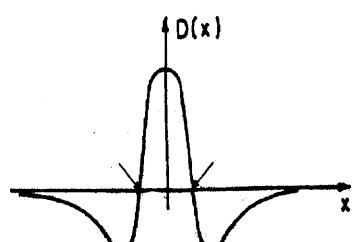
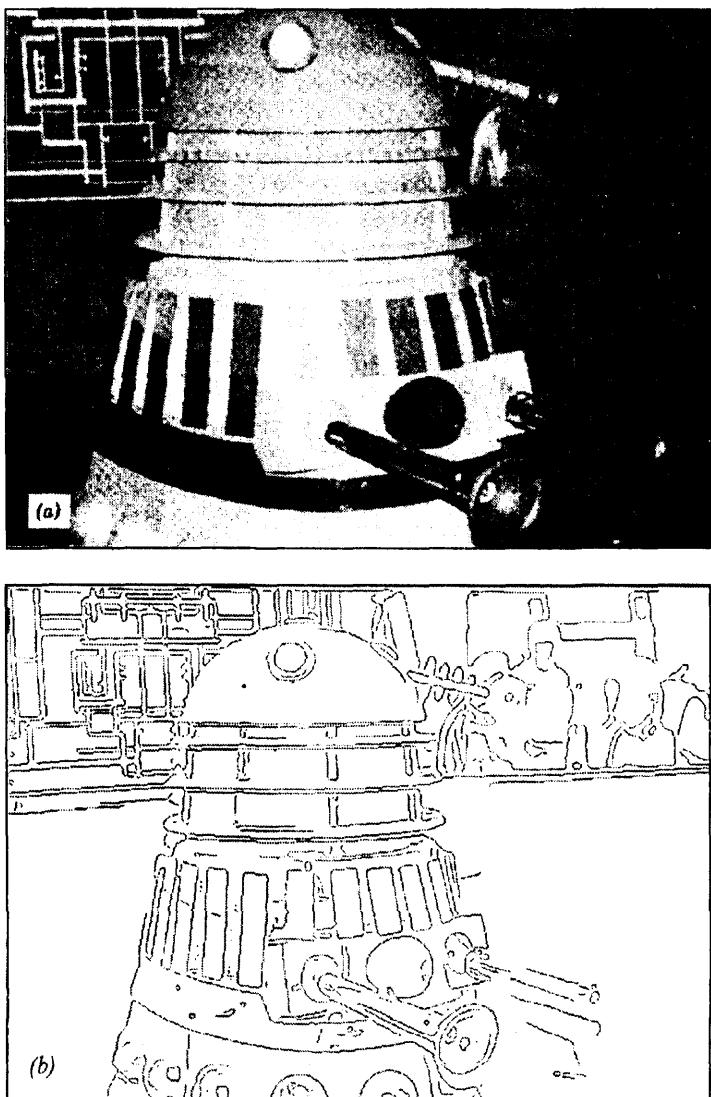


Fig. 2.16. Filtrul $D(x)$ al distribuției spațiale a luminozității (săgețile indică punctele de stabilire a contururilor figurii)

Mai exact, contururile figurii sunt formate din mulțimea punctelor coliniare determinate prin operația matematică de filtrare. Fiind dat un obiect fizic, pe baza filtrajului matematic al valorii intensității pixelilor se pot stabili contururile acestuia. Un astfel de exemplu e prezentat în figura 2.17.

Fig. 2.17. Extracția contururilor prin filtraj: a) obiectul fizic; b) contururile rezultante.



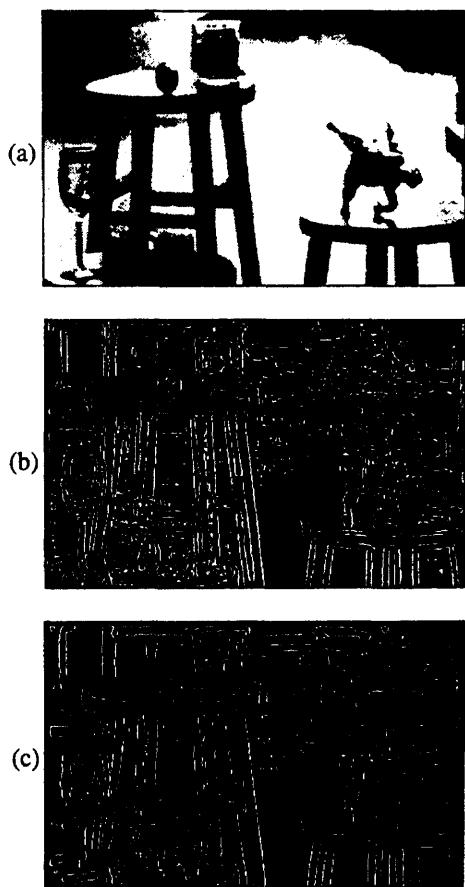
Pe baza filtrării stimulilor vizuali sosiți pe retină se pot stabili contururi mai puține sau mai numeroase ale aceleiași imagini în funcție de mărimea (s) a acestor filtre. Figura 2.18 arată modul de identificare a contururilor unei scene reale (a), pe baza filtrării proiecțiilor sale pe retină în condițiile în care $s=2,0$ (b) și $s=4,0$ (c).

Se observă că numărul de contururi extrase se micșorează odată cu mărirea dimensiunilor filtrului, adică o dată cu mărirea mulțimii de pixeli care sunt aglutinați prin valoarea medie a intensității lor.

Despre același obiect sau imagine fotografică putem avea reprezentări diferite, la scale diferite, în funcție de mărimea filtrului utilizat. Pentru a vedea care sunt caracteristicile invariante, se analizează la scale diferite (= cu filtre diferite) aceeași imagine fotografică. Acele contururi care persistă și în cadrul filtrării valorilor de luminozitate printr-un filtru s ridică se consideră definițorii pentru schema respectivă. Cele care dispar sunt considerate contururi nesemnificative, accidentale. Filtrul optim depinde de scopul pentru care această analiză se execută.

Extragerea contururilor pe baza filtrării valorilor de luminozitate a fost validată sub aspectul consistenței interne, prin implementarea pe calculator, reușind extragerea contururilor imaginilor fotografice. Unele dintre armele inteligente de ultimă oră sunt dotate cu astfel de mecanisme capabile să detecteze contururile țintei. Modelul propus nu este lipsit de plauzibilitate neuronală, cum s-a remarcat anterior. Reamintim însă că modelele computaționale nu sunt dependente de un hard specific. De altfel, datele de anatomie și neurofiziologice oferă puține sugestii despre *funcția* pe care o calculează sistemul nervos vizual, deși pot impune constrângeri modelelor computaționale. Oscilațiile de luminozitate de la marginile unui obiect sau figuri, dar și în interiorul suprafețelor acestora au dus la ideea unui alt tip de modelare matematică. El se bazează pe descompunerea distribuției spațiale a luminozității în componente frecvențiale. Acest lucru e posibil prin utilizarea *analizei Fourier*.

Fig. 2.18. Extragerea contururilor:
 a) imaginea referent;
 b) filtrare la $\sigma=2,00$;
 c) filtrare la $\sigma=4,00$.



2.2.2.2. Analiza Fourier

O teorie computațională alternativă, utilizată în ultima vreme pentru modelarea mecanismului de extragere a contururilor, are la bază analiza de frecvență de tip Fourier. Fără a intra în detaliile tehnice, încercăm o prezentare informală dar sugestivă a acestui gen de analiză.

Joseph de Fourier, matematician francez (1768-1830), a publicat în 1822 cartea sa fundamentală *Théorie analytique de la chaleur*. Ideea de bază a acestei lucrări vizează reprezentarea funcțiilor periodice prin serii de funcții periodice trigonometrice sau *serii Fourier*. Seriile Fourier au astăzi o aplicabilitate largă, ele utilizându-se în cercetarea mișcărilor periodice din acustică, electrodinamică, optică, navigație etc. De exemplu, pentru navigație este foarte importantă prognoza nivelului marelor; fiind vorba de procese periodice, ele conduc la serii Fourier. S-au construit astfel algoritmi de calcul, implementați în computere, care pot prognoza nivelul marelor în principalele porturi ale lumii la un moment dat.

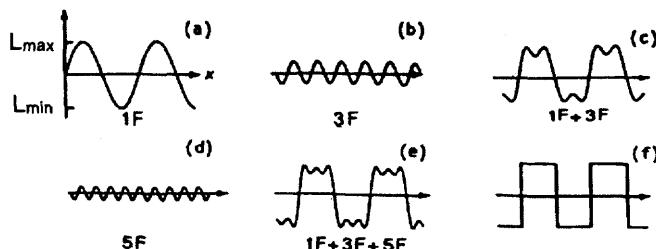
În cazul analizei Fourier a stimulării luminoase, se pornește de la ideea periodicității acestei stimulări. De exemplu, o lumină se poate aprinde sau stinge, durata în care ea este aprinsă fiind (aproximativ) egală cu durata în care ea este stinsă – periodicitate temporală. Există și o periodicitate spațială a intensității luminozității, în distribuția spațială a luminozității zonele de intensitate mai ridicată alternând aproximativ regulat cu zonele de intensitate mai redusă, ca în cazul contururilor, de pildă. Pe scurt, stimularea luminoasă are, spațial și temporal, un caracter (aproximativ) periodic.

Aceste funcții periodice pot fi descompuse în funcții periodice trigonometrice sau serii Fourier. Ca principiu, descompunerea se face inițial într-o funcție sinusoidală de aceeași frecvență ca și stimulul ce trebuie reprezentat. Ulterior, această descompunere se face în funcții de frecvență tot mai mare și amplitudine tot mai mică. Stabilirea acestor frecvențe se face pe baza unor scalari (coeficienți Fourier) care reprezintă un multiplu întreg al descompunerii inițiale sau armoniei fundamentale. Semnalul inițial se obține prin recompunerea sau sinteza armonicelor sale.

Să luăm ca exemplu o stimulare luminoasă periodică în raport cu o axă temporală. De pildă, în ochii noștri se proiectează lumina unei lanterne. Să presupunem că durata în care această lanternă este aprinsă e (aproximativ) egală cu durata în care ea este stinsă. Reprezentarea grafică a acestei stimulări este realizată în figura 2.19.f, momentele de lumină alternând periodic cu cele de întuneric. În figura 2.19.a se observă reprezentarea sinusoidală a acestei funcții, reprezentându-se momentele de maximă (L_{\max}) și minimă (L_{\min}) luminozitate. Întrucât are aceeași frecvență ca și stimulul inițial, această reprezentare sinusoidală se numește *armonică fundamentală* (F). Se pot utiliza apoi reprezentări sinusoidale cu frecvențe mai mari și amplitudine mai mică decât armonica fundamentală; în (b) frecvența e de trei ori mai mare (3F); în (d) – de 5 ori (5F). E ca și cum am încerca să reprezentăm, la o scalară tot mai mică, variațiile periodice de luminozitate; *frecvența punctelor locale*

de maximă și minimă luminozitate ar crește. În principiu, numărul armonicelor este infinit. Principalele dezvoltări ale armonicii fundamentale, împreună cu aceasta din urmă, se pot combina, realizând astfel o reconstrucție tot mai exactă a stimулului inițial. Combinarea din (e) este, aşadar, o reconstituire – prin funcții trigonometrice – mai exactă a stimулului inițial decât combinația prezentată în (c).

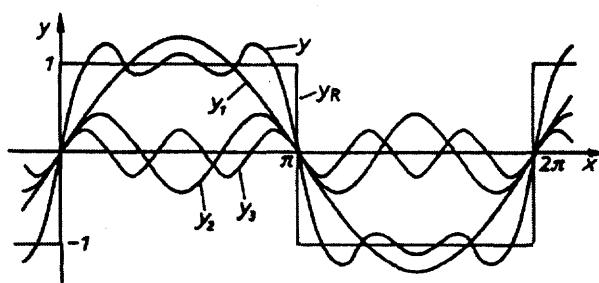
Fig. 2.19. Analiza Fourier a unui stimул periodic temporal



Cu ajutorul aparatului matematic elaborat de Fourier putem, aşadar, descompune un stimул periodic în armonice sale, apoi recombină aceste armonice în vederea reprezentării sale în funcții trigonometrice periodice.

Analiza armonică tip Fourier poate fi utilizată și în cazul unei periodicități spațiale a distribuției luminozității. Conturul unei bare intens luminate poate fi reprezentat printr-o funcție periodică (y) similară celei din figura 2.19.f. Ea poate fi descompusă apoi în armonica sa fundamentală (y_1) și în alte armonice derivate pe baza coeficienților Fourier (y_2, y_3). Din sinteza lor (y) rezultă o reconstrucție a stimулului inițial.

Fig. 2.20. Reprezentarea grafică a analizei și sintezei armonice a unei funcții periodice reprezentând un contur



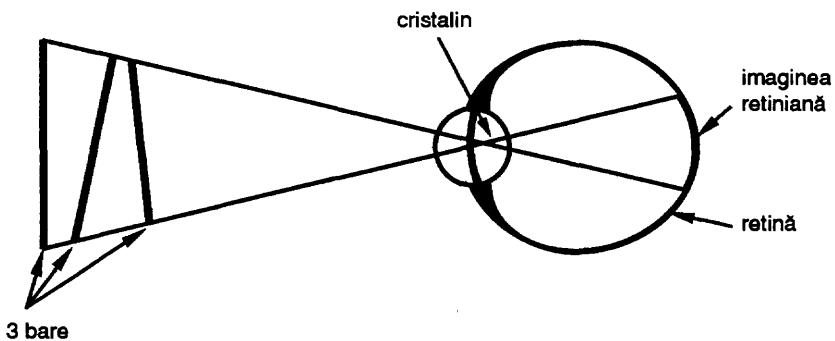
Rezumând cele spuse mai sus, o imagine retiniană, în măsura în care e constituită din distribuții periodice spațiale și/sau temporale ale luminozității, poate fi descrisă prin serii Fourier. N-am fi acordat însă atât de mult spațiu acestei descrierii dacă ea n-ar fi considerată nu numai un formalism matematic interesant, ci și o descriere a

modului de funcționare a sistemului vizual. S-a presupus că sistemul vizual funcționează ca un analizator Fourier, descompunând distribuția spațială a luminii în componente sale frecvențiale sau sinusoidale (Bonet, 1989). Conglomeratele de neuroni care participă la procesarea informației vizuale au diferite sensibilități pentru diferite frecvențe ale stimулului luminos. Sensibilitatea acestor neuroni se reflectă în frecvență diferită de descărcare a potențialelor lor de acțiune. Aceste frecvențe de descărcare realizează practic o descompunere tip Fourier a stimулului. Suprapunerea lor, similară cu sinteza armonicelor în seriile Fourier, ar oferi o reprezentare acuratează a stimулului. Pe scurt, reprezentarea stimулului vizual s-ar face pe baza analizei și a sintezei armonicelor sale. Deși entuziasmul unor cercetători legat de modelarea Fourier a detectării contururilor este impresionant (ex.: Pinker, 1984), rezultatele experimentale sunt insuficiente de concluzive.

2.2.3. Calculul adâncimii prin disparitatea retinală

În mod obișnuit, nu simțim nici o dificultate în perceperea adâncimii sau a distanței față de obiectele din mediu. Reamintim însă că pe retină apar doar imagini bidimensionale. O imagine bidimensională de pe retină poate fi produsă, în principiu, de un număr infinit de obiecte tridimensionale, ceea ce înseamnă că o imagine retiniană e consistentă cu un număr infinit de interpretări în mediul tridimensional. Figura 2.21 ilustrează modul în care trei stimuli diferenți pot produce aceeași imagine pe retină.

Fig. 2.21. Trei bare care produc aceeași imagine pe retină



Unul din mecanismele cele mai importante de detecție a distanțelor și a adâncimii are la bază fenomenul numit *stereopsis*.

Stereopsisul se referă la faptul că cei doi ochi au unghiuri diferențiale de recepție a stimулilor vizuali. Un punct oarecare (A) din câmpul vizual se proiectează pe retină; unghiul pe care îl face proiecția sa pe retina ochiului stâng cu foveea are o mărime diferențială de cea a unghiului similar pentru ochiul drept. Un punct învecinat din câmpul vizual se va proiecta iarăși sub unghiuri diferențiale. Aceste diferențe

unghiulare fac ca distanțele dintre proiecțiile retinale ale celor două puncte la cei doi ochi să fie diferite, apărând o *disparitate retinală* (vezi figura 2.22).

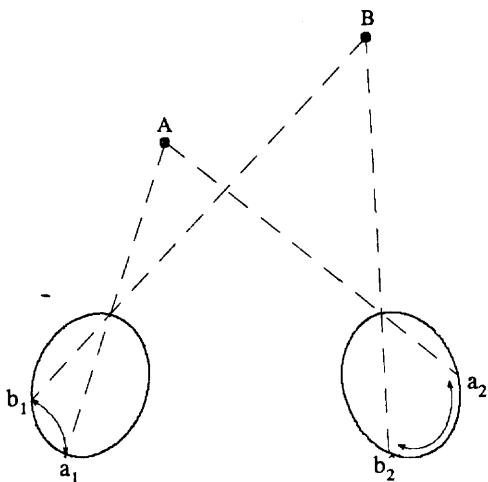


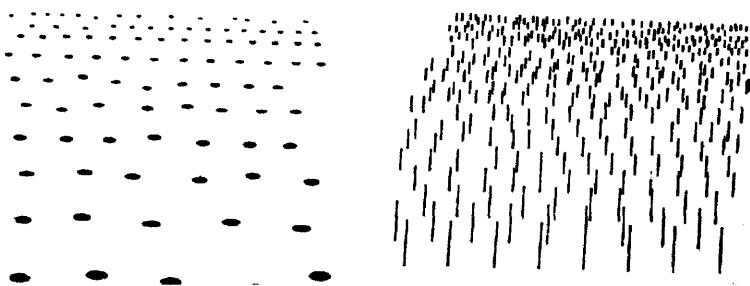
Fig. 2.22. *Disparitatea retinală*

Punctele A și B din câmpul vizual au proiecțiile a_1, a_2 , respectiv b_1, b_2 pe retinele celor doi ochi. Distanța dintre imaginile retinale de la un ochi a_1b_1 este diferită (disparată) de distanța dintre proiecțiile de la celălalt ochi a_2b_2 ; ea variază în funcție de adâncimea în spațiu a punctului fixat.

Plecând de la această disparitate se poate calcula distanța unui obiect (punct) față de observator, deci și adâncimea în spațiu. La baza acestor calcule se află operațiile trigonometrice. Cunoscând o latură a unui triunghi (ex.: a_1b_1 sau a_2b_2) și valoarea celor două unghiuri adiacente, se pot calcula celelalte două laturi, deci adâncimea unui obiect în raport cu altul sau distanța sa față de observator. Au fost puși la punct o serie de algoritmi precisi de realizare a acestor calcule, care permit și unor sisteme vizuale artificiale să percepă adâncimea (vezi Medin, Ross, 1991, Poggio, 1984). Prezentarea lor depășește intențiile lucrării de față (pentru o prezentare completă și acurată vezi, de pildă, Poggio, 1984). În condiții naturale, pe baza acestor calcule se poate percepe chiar o diferență de adâncime de 1 mm între două obiecte aflate la o distanță de aproximativ un metru față de observator; pentru două obiecte aflate la distanță de 10 m, adâncimea minimă ce poate fi percepătă pe baza calculului disparității retinale este de 90 mm. La 1 km, perceperea adâncimii prin considerarea disparității retinale nu mai este posibilă.

Calculul disparității retinale nu este singura modalitate de detectare a distanței și adâncimii în spațiu. Deplasarea obiectelor în spațiu și deplasarea noastră față de ele sunt alte surse de informații asupra adâncimii sau distanței. Simpla deplasare a privirii poate oferi informații similare; mărimea unghiului acestei deplasări e cu atât mai mică cu cât obiectele sunt mai îndepărtate. Într-o serie de lucrări – uneori controversate – James J. Gibson (1950, 1966) a arătat că informațiile pot fi conținute de *gradientul unei texturi*. Variația (gradientul) unei texturi constă în micșorarea sistematică a dimensiunilor elementelor texturii și distanței dintre acestea. Dacă această variație se face de la baza suprafeței pe care e prezentată textura spre vîrf, apare senzația de adâncime în spațiu (perspectivă). În dobândirea acestei informații un rol important îl are asumpția rigidității obiectelor (figura 2.23).

Fig. 2.23. Gradientul texturii aduce informații asupra perspectivei.

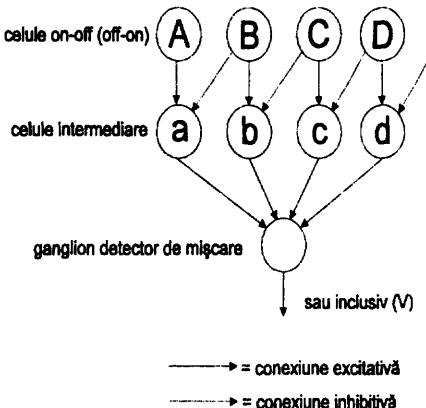


2.2.4. Procesarea mișcării

Alături de extracția contururilor și estimarea adâncimii, percepția deplasării unui obiect joacă un rol esențial pentru supraviețuirea organismelor în medii dinamice, în perpetuă schimbare.

O mulțime de date experimentale sau de observație susțin teza procesării deplasării în spațiu a unui obiect de către un modul independent. Mai mult, se pare că aceste procesări sunt mai rapide decât cele care sunt implicate în recunoașterea formei și/ sau a semnificației sale. De pildă, există o tendință generală a subiectului uman de a-și feri capul din calea obiectelor care se deplasează în spațiu, indiferent dacă ele sunt periculoase sau nu. Această tendință a fost evidențiată din primele săptămâni de viață (Regan și colab., 1986). Celulele nervoase implicate în detectarea mișcării sunt specifice în funcție de direcția acestei mișcări. Același obiect, deplasat în direcții diferite, este procesat de celulele nervoase diferite. Se poate constata acest lucru dacă privim intens, multă vreme, căderea apei într-o cascadă. Dacă, ulterior, ne mutăm privirea asupra peisajului sau obiectelor fixe din preajmă, vom avea senzația că acestea se mișcă, dar „în sus”, în direcția inversă căderii apei. Acest fenomen se explică prin fatigabilitatea celulelor nervoase responsabile cu detectarea mișcării „în jos”. Inhibarea lor datorată suprautilizării anterioare activează celulele complementare care produc senzația de mișcare în sus a obiectelor fixe. Inputul modulului de procesare a deplasării (într-o anumită direcție) este format de schița primară a obiectului din câmpul vizual. Lindsay și Norman (1977) au sugerat chiar o rețea neuronală similară celei din figura 2.24, care este sensibilă la mișcări de la stânga la dreapta în câmpul

Fig. 2.24. Rețea de detectare a mișcării de la stânga la dreapta



vizual. Un anumit stimul vizual simplu se poate afla succesiv în diferite locații *A*, *B*, *C*, *D*. Locația lui este codată de celulele on-off (off-on) care transmit mesajul unor celule intermediare *a*, *b*, *c*, *d*. Când obiectul se află în locația *B*, el excită celula *b* și inhibă (prin inhibiție laterală) celula *a*; când se deplasează în *C*, excită celula *c* și inhibă pe *b* etc. Aceste celule transmit mesaje (= patternuri de descărcări bioelectrice) la ganglionii de detectare a mișcării, care au o rată constantă a descărcărilor. Funcționarea unei astfel de rețele poate fi modelată prin funcția logică cunoscută sub numele de *sau inclusiv* (vel). Aceasta înseamnă că ganglionul de detectare a mișcării transmite impulsul nervos pe care îl primește de la cel puțin o celulă intermediară. Dacă nici una din celulele intermediare nu este activată, neuronul respectiv nu se activează.

Rețeaua nu poate funcționa pentru detectarea unei deplasări de la dreapta spre stânga. De pildă, dacă obiectul ar fi în *C*, ar excita celula intermediară *c*, care însă ar fi inhibată de acțiunea inhibitoare provenită din *D*, care acționează cu decrement temporal. Excitația și inhibiția s-ar anula reciproc și celula care detectează mișcarea nu-ar mai emite potențiale de acțiune.

Modelarea matematică a deplasării în spațiu reclamă cunoștințe de algebră și topologie care depășesc competența unui psiholog, de aceea nu le vom prezenta aici. Cei interesați pot însă consulta cu folos Yuille și Ulmann (1990).

2.2.5. Extragerea formei din prelucrarea umbrelor

Zonele de umbră (penumbră) dezvoltate în jurul unui obiect, mai exact mărimea, forma sau dispunerea acestora constituie elemente importante din prelucrarea căror se pot obține informații despre *forma* și *poziția* obiectului într-un anumit context (vezi figura 2.25). Aceste procesări formează, și ele, un modul independent de celelalte.

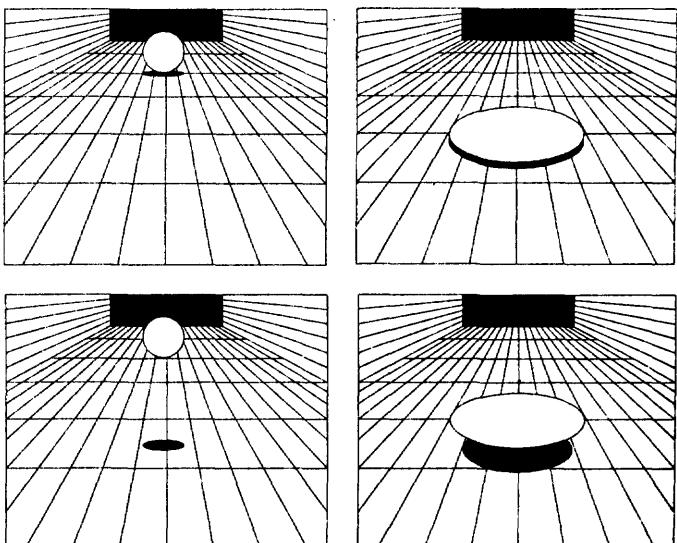


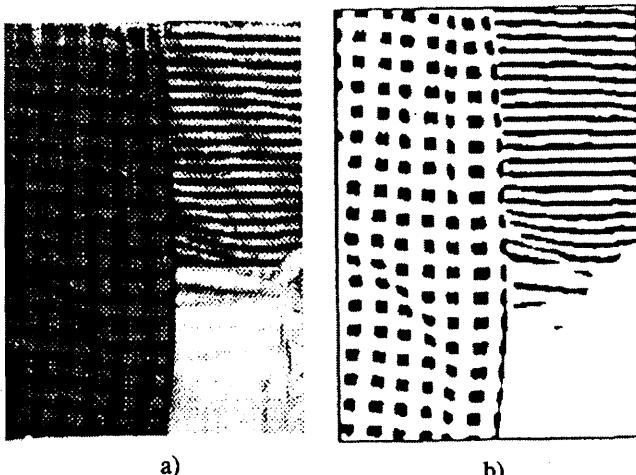
Fig. 2.25. Prelucrarea umbrelor oferă informații importante despre forma și poziția unui obiect (după Cavanagh și Leclerc, 1989).

Până în prezent, după cunoștințele noastre, nu există modelări formal-mateematice explicite ale modului de prelucrare a umbrelor în vederea reconstruirii formei sau poziției obiectului. Probabil cunoștințele tacite ale subiectului joacă un rol important în acest context. Asocierea unei anumite forme, dimensiuni sau poziții a umbrei obiectului cu o anumită formă sau poziționare a acestuia, asociere realizată printr-un sir lung de învățări neintenționate, poate impune constrângeri severe modului de interpretare și procesare a diferențelor de luminozitate dintre zonele de umbră (penumbră) și mediul general al obiectului respectiv.

2.2.6. Procesarea texturii ; textonii

Textura sau compoziția unui material constă dintr-o combinație de elemente sau motive. De pildă, hainele pe care le purtăm au diverse texturi sau combinații de elemente, numite adesea modele sau imprimeuri. Elementele nedecompozabile (primitive) care specifică pentru o textură caracteristicile sale locale au fost numite *textoni* (Jules, 1981). Cercetările efectuate până în prezent asupra textonilor nu sunt încă suficient de conclusive, dar, în mod cert, una din funcțiile lor este de a realiza segregarea figurii de fond sau a obiectului de mediu acolo unde diferențele de luminozitate nu sunt suficiente pentru extragerea contururilor (vezi figura 2.26).

Fig. 2.26. Texturi și textoni. Contururile dintre două piese de îmbrăcăminte – un sacou și un tricou – nu se stabilesc pe baza diferenței de luminozitate, ci a diferenței de țesătură (a) ; în (b) – textonii corespunzători imaginii (a) (după Yuille și Ulmann, 1990).

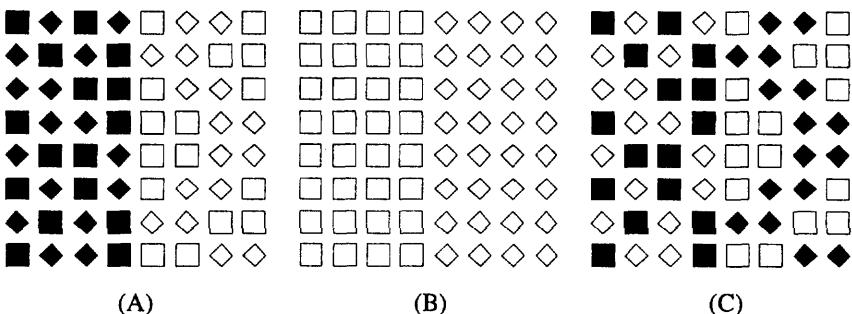


a)

b)

Principalele caracteristici ale textonilor sunt : a) locația ; b) frecvența sau densitatea lor pe o anumită suprafață ; c) lungimea ; d) orientarea. Detectarea lor se poate face fie automat, preatentional, în câteva sutimi de secundă, fie prin antrenarea atenției vizuale. Percepția vizuală primară se referă doar la prima categorie (vezi figura 2.27).

Fig. 2.27. Ilustrarea modului de segregare a unei figuri pe baza textonilor



Privind figura 2.27, în cazurile (A) și (B) se poate segregă automat partea stângă de partea dreaptă a fiecărei din cele două figuri. În (A) diferența constă în faptul că pătratele și romburile din stânga sunt negre (pline), pe când cele din dreapta sunt albe (goale). În (B) diferența se bazează pe tipul de figură: pătrate – în stânga, romburi – în dreapta.

Segregarea se face automat, preatentional în (A) și (B) și cu alocare de resurse atenționale (C) (*apud* J.E. Le Doux și W. Hirst, 1986).

În ambele cazuri, segregarea se face pe baza considerării unei singure caracteristici sau trăsături a texturii. Nu același lucru se poate spune despre figura 2.27.C. Pentru a separa partea stângă de cea dreaptă a figurii respective trebuie să recurgem la *combinarea* a două trăsături: în partea stângă sunt pătrate pline și romburi goale, iar în partea dreaptă sunt pătrate goale și romburi pline.

2.2.7. Detectarea culorii

Detectarea culorii poate constitui o finalitate în sine, dar poate servi, ca și textonii, la segregarea mai rapidă a figurii de fondul său în vederea declanșării unor procese capabile să o identifice și să o categorizeze. Întrucât culoarea e obținută prin mecanisme exclusiv chimice, pe care le presupunem deja cunoscute, analiza acestora nu prezintă interes pentru o teorie computațională a percepției vizuale.

2.2.8. Concluzii

În finalul analizei întreprinse asupra prelucrării primare a stimulilor vizuali, punctăm câteva dintre ideile reliefate anterior, înainte de a trece la analiza prelucrărilor secundare.

Mai întâi, aşa cum s-a putut observa, sistemul vizual procedează la o *reconstrucție* a stimулului prezentat pornind de la proiecția sa pe retină. Percepția obiectelor nu se face instantaneu, nemijlocit, ci prin medierea unor mecanisme de tip modular, care

au ca input proiecția retinală, iar ca output – schița de $2^{1/2}$ D. Cu alte cuvinte, la sfârșitul acestei faze de prelucrare, care durează mai puțin de 200 de milisecunde, din diversitatea mediului în care trăiește, subiectul surprinde contururile, adâncimea, deplasarea, forma și culoarea obiectelor. Pe baza acestor procese se realizează segregarea figurii de fond sau a obiectelor de mediul în care acestea se află, cerință esențială pentru adaptarea organismului la mediu. Rezultatul acestor procesări modulare, deci preatenționale, irepresibile, automate desfășurate în paralel, este schița $2^{1/2}$ D – o reprezentare intermediară a stimulului, care încă nu a fost recunoscut. Schița $2^{1/2}$ D este *centrată pe subiect*, adică depinde de alinierea ochi-stimul. Privit din unghiuri diferite, un obiect își relevă contururi diferite, astfel încât același obiect poate avea mai multe reprezentări, în funcție de poziția subiectului față de el. Aceste imagini nu se realizează în jurul obiectului, încă nu sunt considerate ca fiind proiecții diferite ale aceluiași obiect, de aceea spunem că sunt centrate pe subiect. Este rostul prelucrărilor secundare ca dintr-o schiță intermedieră $2^{1/2}$ D luată ca input să producă, pe baza unor prelucrări variate, schița 3 D, adică recunoașterea obiectului. Noi recunoaștem un frigider ca fiind frigider indiferent de unghiul de vedere pe care îl avem asupra lui. Prelucrările secundare realizează, aşadar, descentralizarea reprezentărilor intermedieră ale obiectului.

Modelele pe care le-am oferit până acum oferă o analiză computațională a percepției vizuale primare. Ele descriu *funcția* dintre input și output specific fiecărui modul. Elaborarea lor a însemnat un important pas înainte în elucidarea mecanismelor prelucrării informației vizuale, cu însemnante consecințe tehnologice și sugestii rodnice pentru neuroștiințe. În locul unei încheieri triumfaliste cred că e preferabilă semnalarea unor probleme majore care se cer rezolvate în viitorul apropiat de cercetarea științifică din domeniu.

Mai întâi, trebuie *apropiate datele din neurofiziologie* (nivelul implementațional) *de teoriile computaționale* (nivelul computațional). Cum anume sistemul nervos realizează procesările depistate de analiza computațională sau, altfel spus, *cum pot fi implementate într-o structură neurobiologică specifică funcțiile matematice descrise de modelele computaționale?* Luând un caz particular ca exemplu, cum calculează sistemul nervos disparitatea binoculară? Până în prezent, rezultatele din neurofiziologia sistemului vizual oferă puține sugestii despre funcțiile pe care le calculează o anumită structură biologică. Construcția unor algoritmi capabili să calculeze funcțiile matematice identificate, dar care să aibă și plauzibilitate neuronală este unul dintre obiectivele majore ale științelor cognitive.

A doua provocare ce stă în fața cercetătorilor percepției vizuale vizează interacțiunea modulilor implicați în prelucrarea primară a stimulului vizual. Investigațiile de până acum au căutat să identifice numărul și funcțiile calculate de acești moduli. Știm însă foarte puțin despre interacțiunea lor, despre modul în care ei conlucreză pentru a produce schița $2^{1/2}$ D.

În fine, o a treia problemă pe care o semnalez se referă la *validitatea ecologică a modelelor computaționale*. Majoritatea cercetărilor asupra procesărilor primare a utilizat stimuli foarte simpli, creații artificial, reduși adesea la o singură caracteristică

fizică. Această metodologie a permis controlul riguros al variabilelor experimentale și exprimarea exactă a rezultatelor. Modelele obținute sunt reflexul pe plan formal-matematic al acestor experimente de laborator. Se pune însă problema dacă nu cumva, în mediul natural, confruntat cu stimuli mult mai complecși, organismul recurge și la alte tipuri de prelucrări, la alte strategii. Este o întrebare la care cercetările ulterioare vor căuta să răspundă.

2.3. Recunoașterea obiectelor – procesarea secundară a informației vizuale

Prelucrările primare ale stimulilor vizuali au ca rezultat constituirea unei schițe intermedieare $2^{1/2}$ D, centrată pe subiect. Pentru a recunoaște obiectul sau figura din spațiul vizual este necesară procesarea în continuare a acestei schițe intermedieare. Procesările secundare au ca input schița $2^{1/2}$ D și ca output – recunoașterea obiectelor și a relațiilor dintre acestea. Operațiile care permit producerea outputului din inputul corespunzător vor fi analizate în continuare.

Nu știm, deocamdată, în ce măsură percepția vizuală secundară *asistă* execuția prelucrărilor primare. Sunt însă evidente *flexibilitatea* și *rapiditatea* deosebită cu care subiectul uman poate recunoaște obiectele sau figurile din câmpul vizual. O serie de măsurători au relevat faptul că un obiect simplu poate fi identificat după o expunere de numai 100 milisecunde, iar după alte 800 milisecunde subiecții pot să-l și numească, dacă posedă reprezentarea sa lexicală în memorie (Biedermann și colab., 1982, Biedermann, 1990). De altfel, vă puteți convinge singuri de aceste lucruri dacă deschideți televizorul sau îl comutați rapid de pe un canal pe altul. În mai puțin de o secundă sunteți capabili să înțelegeți o scenă complexă care apare pe ecran.

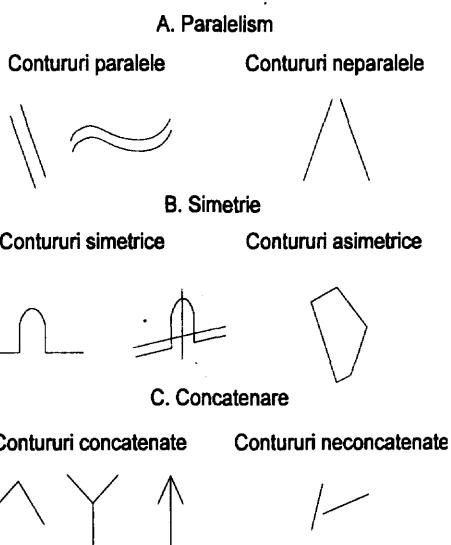
Recunoașterea, într-o definiție de primă aproximare, constă în punerea în corespondență a imaginii perceptive a obiectului cu reprezentarea sa în memorie. Una dintre problemele majore care apar în acest caz este aceea de a explica modul în care o schiță intermediară centrată pe observator poate fi pusă în corespondență cu o reprezentare tridimensională centrată pe obiect prezentă în memorie. Este extrem de plauzibil ca reprezentarea stocată în memorie, indiferent dacă ea este simbolică sau neuromimetică, să reprezinte obiectul indiferent de unghiul sau perspectiva din care el este văzut, adică să fie o reprezentare centrată pe subiect. Altfel, sistemul cognitiv ar trebui să posede pentru fiecare obiect un număr astronomic de reprezentări, ceea ce l-ar face total incapabil să se adapteze la un mediu hipercomplex și schimbător ca al nostru. Dacă reprezentarea mnezică e centrată pe obiect, cum anume este ea activată de o imagine sau schiță centrată pe subiect rezultată din procesările primare pentru a putea realiza recunoașterea acestuia? Dificultatea problemei menționate e sporită de plasarea procesărilor secundare la interfața dintre prelucrările automate, inconștiente, preattentionale, pe de o parte, și cele conștiente, prin alocarea de resurse cognitive speciale. Analiza ascendentă e dublată deja, la acest nivel, de analiza descendentală.

Punerea în corespondență a reprezentării $2^{1/2}$ D cu reprezentarea centrată pe obiect este facilitată de existența unor detalii spațiale constante sau proprietăți neaccidentale, cum le-a numit Lowe (1984), chiar și în cazul acestei schițe intermedie. De exemplu, o linie dreaptă va rămâne o linie dreaptă, după cum o linie curbă va rămâne o linie curbă în condițiile aproape ale oricărei alinieri ochi-obiect (o imagine dreaptă devine punct doar dacă axa privirii noastre se află exact în prelungirea acesteia). Alte proprietăți neaccidentale ale schiței rezultate în urma procesărilor primare se referă la *paralelism* și *simetrie*. Două contururi paralele rămân paralele în majoritatea alinierilor ochi-obiect. Un contur simetric în raport cu o axă rămâne simetric în majoritatea circumstanțelor. Există chiar o propensiune constantă a sistemului cognitiv de a interpreta contururile care se abat de la paralelismul sau simetria stricte ca fiind paralele, respectiv simetrice (vezi figura 2.28).

Ultimul contur din sirul de sus, deși se abate de la paralelism, este socotit adesea ca reprezentând două linii paralele prezentate în perspectivă (pe baza acestei interpretări s-a construit o binecunoscută iluzie optică). În sirul de jos, a doua și a treia figură sunt simetrice, deși se abat de la simetria strictă.

Sensibilitatea sistemului vizual la astfel de proprietăți relativ invariante prezente încă în schița $2^{1/2}$ D, ca și tendința de neglijare a micilor abateri de la ele facilitează considerabil recunoașterea obiectelor.

Fig. 2.28. Proprietăți constante ale schiței $2^{1/2}$ D (apud Biederman, 1990)



2.3.1. Principiile gestaltiste

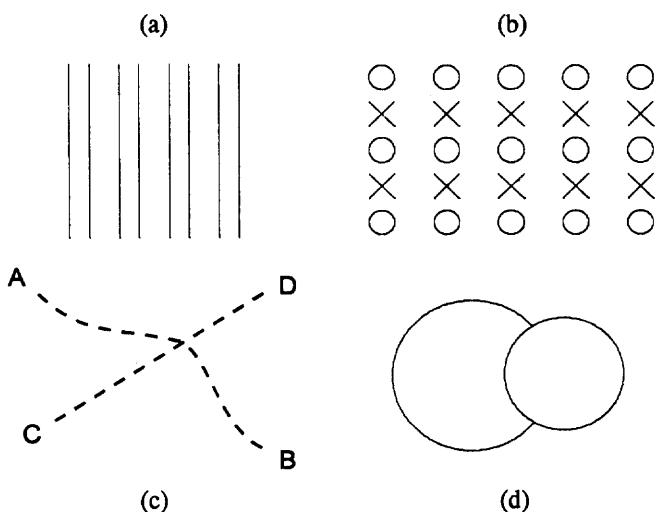
Caracteristicile constante ale schiței rezultate din procesările primare constituie unul dintre factorii capabili să explice mai ales *flexibilitatea* recunoașterii obiectelor. Recunoașterea e flexibilă deoarece obiectele au proprietăți nonaccidentale (rectilinearitatea, simetria, paralelismul, concatenarea), iar sistemul vizual negligează sistematic abaterile de la acestea. *Rapiditatea*, cealaltă trăsătură a procesului de recunoaștere, reclamă prezența unor mecanisme de organizare a stimulilor compleksi în unități mai simple. Adesea contururile sunt vizibile doar parțial, unele sunt similare, altele disimilare, unele se află în proximitate spațială, altele – nu. Diversitatea lor e redusă pe baza unor mecanisme de grupare a elementelor unei figuri.

Întrucât aceste mecanisme au fost pentru prima dată studiate sistematic de către psihologii școlii gestaltiste, ele sunt cunoscute în literatura de specialitate sub numele de *principii gestaltiste*. Nu se cunoaște numărul exact al acestor principii (unii menționează 114 – vezi Bonnet, 1989). Pentru obiectele sau figurile statice, cele mai cunoscute sunt însă următoarele: a) *principiul proximității* – elementele aflate în proximitate spațială sunt grupate într-o singură unitate perceptivă; b) *principiul similarității* – elementele similare sunt grupate în aceeași unitate perceptivă, care e contrapusă altora; c) *principiul bunei-continuări* – la intersecția a două contururi, ele sunt percepute după continuarea cea mai simplă; d) *principiul închiderii* – conturul ocluzat al unei figuri este închis după configurația sa vizibilă.

Versiunea generalizată a acestor principii este cuprinsă într-o formulare succintă, cunoscută sub numele de *legea lui Prägranz*: stimulii vizuali sunt în aşa fel grupați încât să rezulte configurația cea mai simplă. De pildă, pe baza acestei legi percepem în figura 2.29.b siruri de ○ și, respectiv, de ×, nu *coloane* de ○ × ○ × ○ cum ne-ar îndreptăji să o facem principiul proximității spațiale, elementele de pe coloană fiind mai apropiate decât cele de pe linii. Legea lui Prägranz este în acord cu finalitatea principală a sistemului cognitiv (uman): sporirea adaptării la mediu. Cu cât mai economicos este organizată o mulțime de elemente, cu atât mai ușor poate fi procesată informația despre ele, determinând reacții adaptative rapide din partea subiectului.

Fig. 2.29. Organizarea stimulilor vizuali pe baza principiilor gestaltiste

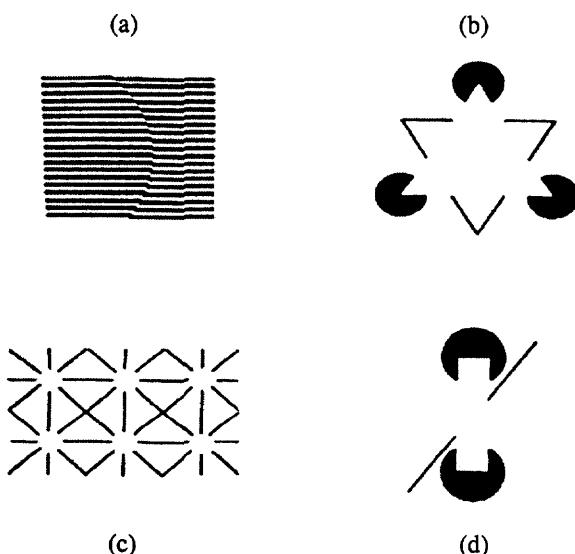
- (a) – cele opt linii paralele sunt grupate două câte două, pe baza proximității spațiale;
- (b) – stimulii sunt grupați pe linii, nu pe coloane, din cauza similarității elementelor de pe o linie;
- (c) – la intersecția liniei punctate care pornește din A cu cea care pornește din C continuarea se face spre B, respectiv D, deși orice altă continuare ar fi posibilă (ex.: AD, CB);
- (d) – se presupune că discul ocluzat se închide unind conturul circular vizibil.



Mecanismele de organizare a elementelor din câmpul vizual după principiile gestaltiste sunt responsabile, cred, și de inducerea contururilor subiective sau virtuale. Acest tip de contururi nu rezultă din procesarea variației de luminozitate, deoarece ea nu este prezentă, ci dintr-o *construcție cognitivă*, pe baza principiilor menționate mai sus. Acest fapt poate fi observat examinând configurațiile din figura 2.30.

Fig. 2.30. Construcția contururilor virtuale pe baza principiilor gestaltiste :

- (a) – grupare pe baza similarității relațiilor topologice dintre cele două categorii de linii ;
- (b) – triunghiul lui Kanizsa (principiul închiderii) ; (c) – figura lui Ehrenstein (principiul închiderii) ; (d) – iluzia lui Poggendorff (principiul închiderii).



Reamintindu-ne de tendința sistemului cognitiv să lanseze *accentuare* a contururilor existente (vezi 2.1), constatăm acum ceva și mai surprinzător, și anume *construcția contururilor* acolo unde ele nu există, dar dacă ar exista, ar permite structurarea economicoasă a câmpului vizual. Nu știm cât de ordonată este realitatea în sine ; e clar însă că sistemul nostru cognitiv îi dă un plus de ordine.

Dacă principiile gestaltiste sunt încălcate, recunoașterea este mult îngreunată. Dacă scriu propoziția :

CiNeArEAuRuLsTaBiLeŞtErEGuLiLe¹,

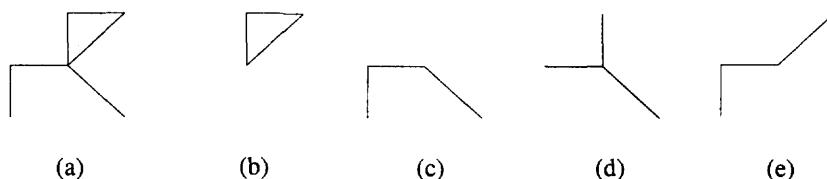
recunoașterea ei este dificilă datorită nerespectării principiului similarității (litere de mărimi diferite fiind organizate în aceeași unitate) și a principiului proximității spațiale (spațiile dintre cuvinte fiind șterse).

1. Cine are aurul stabilește regulile.

Experimental, același lucru a fost dovedit de S.E. Palmer (1977) într-o cercetare consacrată recunoașterii figurilor. Mai întâi, subiecților le erau prezentate configurații de genul celor din figura 2.31.a. Ulterior erau solicitați să menționeze dacă configurații de genul celor din figura 2.31.b-e sunt părți componente ale celei dintâi. Se poate observa că toate fragmentele prezente aparțin primei configurații, dar unele sunt rezultatul segmentării după principii gestaltiste (b) și (c), iar altele rezultă printr-o segmentare ce încalcă aceste principii. Rezultatele experimentului consemnează recunoașterea mult mai rapidă a figurilor segmentate după principiile gestaltiste în raport cu fragmentările aleatorii.

Fig. 2.31. Exemplu de stimuli utilizati de Palmer (1977)

(a) – stimulul original ; (b), (c) – segmentări gestaltiste ; (d), (e) – segmentări aleatorii.



Una dintre tezele cele mai larg vehiculate ale gestaltiștilor este aceea că percepția configurației, a gestaltului se realizează mai rapid decât percepția părților componente. Pentru a ilustra acest lucru, Pomeratz, Sager și Stoever (1977) efectuează un experiment în care solicită subiecților să acționeze asupra unei taste când pe display, alături de alți stimuli nesemnificativi, apar paranteze de forma () sau ((); ei apăsau pe altă tastă când detectau configurații de forma (sau). Se poate observa că, în primul caz, configurațiile erau mai complexe, dar puteau fi organizate după regulile gestaltiste. În al doilea caz erau mai simple – părți ale celor dintâi, dar nu puteau fi astfel organizate. S-a constatat că detectarea se realiza semnificativ mai rapid în cazul primului tip de stimuli. Cercetări similare efectuate de Kinchla și Wolf (1979) au utilizat configurații compozite în care un stimul complex era compus din organizarea unor stimuli cu semnificații total diferite (ex. : se prezenta litera H ale cărei contururi erau formate din serii de litere E).

În mod constant, subiecții care vizionau astfel de figuri recunoșteau mai întâi configurația globală și abia ulterior părțile componente. Dovezi indirecte despre primatul întregului asupra părților au fost aduse de investigațiile asupra atenției selective : cu cât un element este mai intricat într-o configurație gestaltistă, cu atât mai dificilă este discriminarea sa de restul elementelor. Pictori de renume ca G. Arcimboldo sau Salvador Dali au utilizat fenomenul menționat mai sus în compozițiile lor.

Rezultatele acestor experimente nu trebuie să ne inducă în eroare. După părerea noastră, ele nu trebuie interpretate în sensul că prelucrarea efectivă a întregului sau a configurației precede procesarea părților (de exemplu, extragerea contururilor).

Remarcăm, mai întâi, că toate datele invocate mai sus consemnează fie impresiile fenomenale, subiective – ca în cazul tablourilor menționate –, fie rezultatele unor

experimente de recunoaștere. În ambele cazuri, e vorba de primordialitatea fenomenală sau fenomenologică, aşa cum apare ea în experiența subiectivă, conștientizată, nu de primordialitatea în sensul funcționării sistemului cognitiv. După cum s-a arătat, procesele primare sunt modulare, preatentionale, inaccesibile conștiinței subiectului. Subiectul poate *conștientiza* mai rapid procesarea întregului, a gestaltului (orice experiment de recunoaștere bazându-se nu pe reprezentările existente în sistemul cognitiv, ci doar pe cele conștientizate). Abia ulterior, prin analize minuțioase care sunt apanajul specialiștilor, se pot conștientiza și detalia procesările primare ale informației. Așadar, *primordialitatea conștientizării nu înseamnă primordialitatea realizării sau execuției unei prelucrări*. Ceea ce apare ca primordial sau prioritar în experiența subiectivă nu e primul element în ordinea procesărilor reale. Ca și în alte situații, ceea ce ni se pare nu e tocmai ceea ce este. Nu înseamnă însă că vom susține în mod dogmatic o secvențialitate strictă a procesărilor. Prelucrarea informației locale se poate desfășura, de la un moment dat, în paralel cu procesarea informației globale.

Rămâne deschisă problema dacă mecanismele de grupare a stimulilor vizuali, consemnate sub numele de principii gestaltiste, sunt înăscute sau nu. Prezența lor poate fi constată încă din primele luni de viață (Spelke, 1990). Chiar dacă nu sunt integral determinate genetic, cu siguranță există o *predispoziție* (*preparedness*, cum o numește Seligman) a sistemului nervos uman pentru organizarea stimulilor din spațiul vizual. Altfel nu ne putem explica prezența lor atât de timpurie. Principala lor funcție, *de segregare a figurii de fond, a obiectului de mediu prin organizarea elementelor componente ale acestora*, este esențială pentru subiectul uman. Putem spune că ele realizează un gen de *categorizare neintențională* a elementelor din câmpul vizual.

2.3.2. RBC – un model computațional de recunoaștere a obiectelor

Identificarea caracteristicilor nonaccidentale ale obiectelor care sunt prezентate în schița $2^{1/2}$ D și organizarea gestaltistă a stimulilor vizuali nu sunt suficiente pentru a explica procesul de recunoaștere. Care sunt prelucrările ulterioare care se finalizează în recunoaștere? Abordarea computațională a acestei probleme încearcă să ne ofere o soluție interesantă și plauzibilă.

2.3.2.1. Construcția modelului RBC

Una dintre cele mai interesante modelări computaționale ale recunoașterii obiectelor – RBC (*recognition by components*) – a fost realizată de I. Biederman (1987, 1988, 1990). Psihologul american pornește de la tendința cotidiană, naturală a subiectului de a segmenta obiectele complexe în părțile lor componente. Un elefant, de pildă, e considerat ca fiind compus din corp, trompă, cap, picioare și coadă. Un om – din

cap, corp, brațe, picioare etc. Ușurința segmentării obiectelor complexe în părțile lor componente e vizibilă și în desenele sau schițele de desen pe care le facem aproape la orice vârstă.

Părțile în care sunt descompuse obiectele pot fi considerate ca niște *volum primitiv* numite *geoni* (de la *geometrical ions*). Un obiect complex poate fi specificat prin *geonii* componente și *modul de dispunere* a lor. Aceiași geoni aflați în relații diferite reprezintă obiecte diferite. Bazându-se pe o estimare a numărului de obiecte concrete, semnificativ diferite din univers cunoscut nouă până în prezent, Biederman susține că întreaga diversitate obiectuală ar putea fi redusă la 24 de geoni și la combinațiile dintre aceștia. În figura 2.32 sunt prezentate 10 astfel de geoni și câteva din obiectele care pot fi constituite prin compunerea lor.

Segmentarea obiectelor în părțile componente – generând astfel geonii respectivi – se face, de regulă, în zonele de concavitate. Biederman împrumută unul din rezultatele notabile ale geometriei descriptive cunoscut sub numele de *principiul transversalității* (Hoffman și Richards, 1985). Potrivit acestui principiu, întretăierea a două suprafete este aproape întotdeauna marcată de o concavitate. Corespunzător, adepta modelului RBC susțin că fragmentarea obiectelor complexe în părți componente are loc, de regulă, în zonele de concavitate locală (maximă). Segmentarea obiectului în aceste zone oferă maximum de informație asupra structurii și părților sale (vezi figura 2.33).

Fig. 2.32. Geoni și obiecte complexe

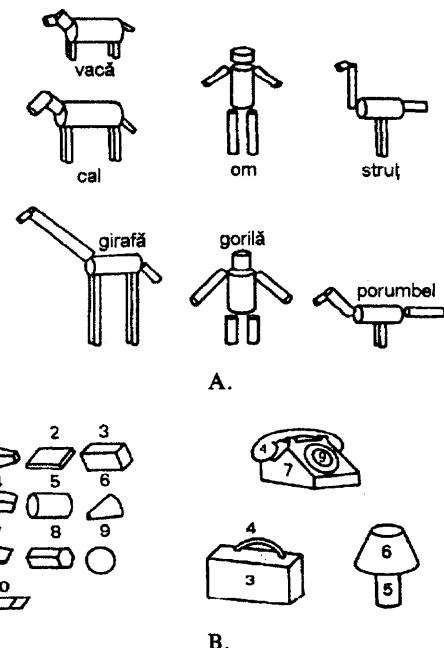
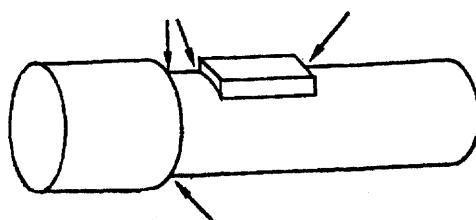


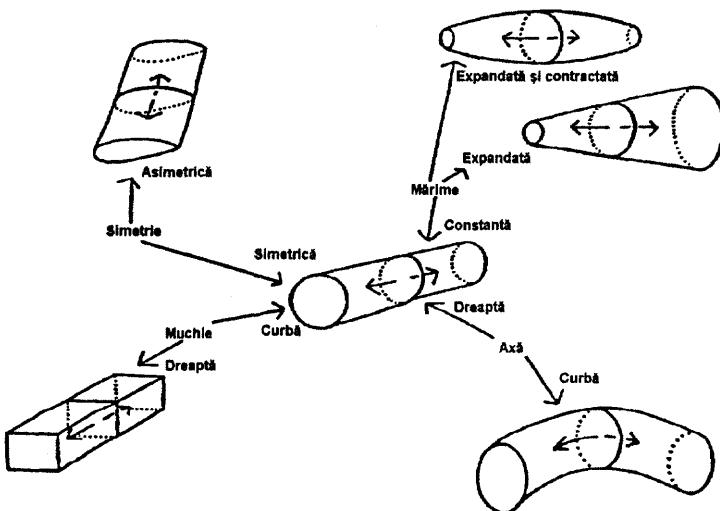
Fig. 2.33. Generarea geonilor prin segmentarea unei lanterne în zonele de concavitate locală (săgețile indică regiunile de realizare a segmentării)



Toți geonii pot fi descriși matematic printr-o teorie a conurilor generalizate, un formalism de reprezentare a volumelor. Un con generalizat este un volum generat prin mișcarea unei secțiuni transversale în jurul unei axe. Orice geon are patru atribute: a) *curbura* sau muchiile sale (drepte sau curbe); b) *mărimea* (constantă, expandată și redusă); c) *simetria* (secțiune simetrică sau nesimetrică); d) *axa* (dreaptă sau curbă). Prin variația acestor atribute și specificarea relațiilor nonaccidentale dintre ele se pot genera și deci, implicit, se pot descrie toți geonii. Un exemplu în acest sens este prezentat în figura 2.34.

Fig. 2.34. Generarea unor geoni prin variația atributelor menționate

Geonii rezultați diferă sub aspectul relațiilor nonaccidentale (apud Biederman, 1990)



Specificarea proprietăților nonaccidentale este esențială în descrierea geonilor. Pentru același geon (ex.: un cilindru, un trunchi de piramidă etc.) rămân constante, invariante la punctul de vedere al subiectului, chiar dacă mărimea secțiunii sale se modifică. De exemplu, paralelismul muchiilor unui paralelipiped și concatenarea lor sub formă de furcă Y rămân neschimbate, indiferent de unghiul din care acesta este văzut. Această invarianță permite geonilor să fie foarte rezistenți la parazitări. În mediul natural existența unor geoni perfecți (ex.: cilindre, paralelipipede, trunchiuri de piramidă) este destul de rară. De pildă, mâinile și degetele noastre sunt similare dar nu identice cu un cilindru, adică un geon cu perimetru secțiunii curbiliniu, generat prin rotirea constantă în jurul unei axe drepte. Reamintindu-ne de tendința sistemului cognitiv de anihilare a abaterilor de la proprietățile nonaccidentale (rectiliniaritate, simetrie, paralelism, concatenare) putem admite că geonii vor fi activați de stimuli naturali similari. În acest caz, specificarea geonilor și a relațiilor topologice dintre aceștia sunt suficiente pentru recunoașterea obiectelor complexe.

Stadiile prelucrărilor informaționale implicate în recunoașterea obiectelor pe baza componentelor sunt rezumate de I. Biederman (1990) în figura 2.35.

Așadar, după extragerea contururilor din imaginea obiectului real², sunt inițiate două module paralele, de detectare a proprietăților nonaccidentale și de segmentare a obiectelor în zonele de concavitate locală. Rezultatul acestor procesări paralele constă în reducerea oricărui obiect complex la un set de geoni aflați în anumite relații topologice. Această reprezentare activează diverse modele ale obiectelor, existente în memorie, *modele reducibile la geoni și combinațiile dintre aceștia*.

Pe baza acestei corespondențe se realizează identificarea obiectului. Biederman susține că e suficientă identificarea a trei geoni dintr-un obiect pentru a putea recunoaște obiectul respectiv (Biederman, 1990). Liniile punctate arată eventuala intervenție a unor procesări descendente.

Implementarea pe calculator a unor variante ale modelului RBC s-a dovedit viabilă și promițătoare. Din punct de vedere psihologic, nu atât performanțele sale tehnologice ne interesează (deși ele sunt esențiale pentru IA), ci validitatea ecologică a acestui model.

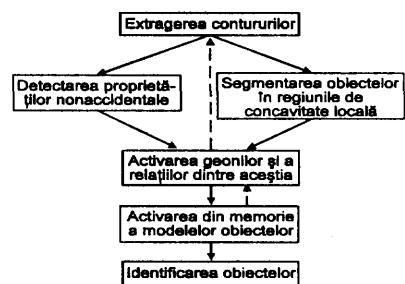
2.3.2.2. Validitatea ecologică a modelului RBC

Modelele computaționale se validează, în primul rând, sub aspectul consistenței lor interne prin implementarea pe calculator. Ele valorifică mai ales caracteristicile fizice ale stimулului, urmărind prelucrarea acestora astfel încât rezultatul calculelor să fie echivalent cu outputul proceselor cognitive reale. Constraințele neurofiziologice sunt în mai mică măsură luate în calcul, majoritatea acestor modele fiind elaborate cu scopul construirii unor sisteme artificiale, care au un alt hardware, astfel încât se tinde să se facă abstracție de datele neurobiologice.

Orice model cognitiv, chiar de la nivelul computațional, generează însă o serie de predicții despre comportamentul subiectului. Aceste predicții pot fi validate prin observații sau experimente în situații cât mai naturale. Măsura în care predicțiile modelului se dovedesc verosimile în mediul natural, real al subiectului constituie *validitatea sa ecologică*.

Una dintre tezele principale ale modelului este că segmentarea imaginii obiectelor concrete și generarea geonilor se fac în zonele de concavitate locală. Pentru a testa această idee se pot construi serii de stimuli ca cei prezentați în figura 2.36.

Fig. 2.35. Stadiile recunoașterii obiectelor pe bază de componente (săgețile continue denotă prelucrări ascendente, cele discontinue – procesări descendente)



2. Pentru extragerea contururilor am prezentat un alt model computațional în 2.2.2.

Prima coloană reprezintă o mulțime de obiecte reale. Celelalte două coloane reprezintă aceleași obiecte, dar cu contururile incomplete. Deosebirea dintre ele este că, în coloana (c), contururile sunt șterse în zonele de concavitate locală, iar în coloana (b), aceeași suprafață este radiată, dar în alte zone. Dacă segmentarea obiectelor se face în zonele de concavitate, atunci recunoașterea obiectelor pe baza schițelor din coloana (c) va fi mult mai dificilă decât dacă se prezintă imaginile din (b). Cititorul poate verifica singur această conjectură inspectând figura 2.36. Ea a fost probată experimental de Biederman (1987): numărul de erori și timpul de reacție sunt mai mari în cazul deteriorării contururilor din zona de concavitate locală decât din orice altă zonă, aria deteriorată fiind constantă.

Un alt argument (indirect) în favoarea RBC este oferit de rezultatele experimentelor asupra recunoașterii obiectelor în condițiile rotirii lor în plan sau în spațiu. Timpul necesar recunoașterii este semnificativ mai mare dacă obiectele se rotesc în plan decât dacă se rotesc în spațiu (Biederman, 1990). Explicația constă în faptul că rotirea în plan afectează în mai mare măsură geonii (în special *relațiile* dintre geoni) decât rotirea în spațiu tridimensional.

RBC oferă o explicație plauzibilă unuia dintre fenomenele ubicue și paradoxale ale recunoașterii. O serie de date experimentale, ca și observațiile oricărui dintre noi pun în evidență faptul că recunoașterea unei scene din realitatea încurătoare nu este mult mai dificilă decât recunoașterea unui obiect complex. Or, o scenă fiind mai complexă, conținând mai multe obiecte, ar trebui să reclame un timp de latență mai îndelungat. Privind figura 2.37, dintr-o singură privire ne dăm seama că sunt reprezentate străzile unui mare oraș (a) și un birou (b).

Fig. 2.37. Recunoașterea scenelor pe baza geonilor

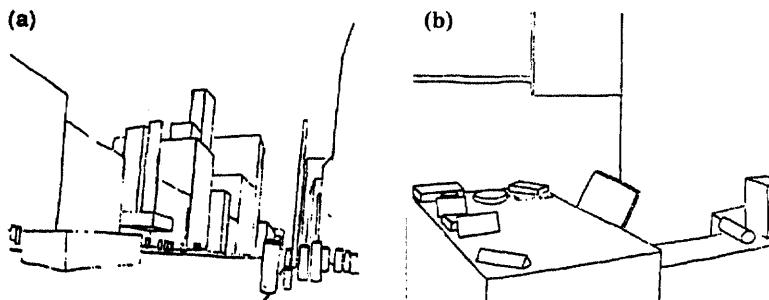


Fig. 2.36. Stimuli fizici (a) și segmentarea lor în zonele de maximă concavitate locală (c) sau în alte zone (b) (apud Biederman, 1987)



O explicație plauzibilă, pe baza RBC, a acestor rezultate contraintuitivе consideră că, deși numărul de elemente dintr-o scenă e considerabil mai mare decât numărul părților unui obiect, numărul de geoni corespunzători rămâne relativ redus. De pildă, în figura 2.37.a, întreaga complexitate a scenei poate fi redusă la două tipuri de geoni: paralelipipedе și cilindre, ceea ce aproape complexitatea scenei de cea a unui singur obiect din mediu (ca exercițiu, încercați să identificați geonii din figura 2.37.b). Pe scurt, prin reducerea scenelor la geoni și relațiile dintre aceștia, complexitatea lor se reduce, astfel încât timpul de recunoaștere nu diferă semnificativ de timpul reclamat pentru cunoașterea unui obiect. Firește, aceasta nu este singura explicație posibilă, dar ea este una dintre cele mai plauzibile. Investigații experimentale ulterioare vor oferi, sperăm, o validare mult mai acurată a acestei ipoteze.

E prematur să procedăm la o evaluare comprehensivă a teoriei RBC. Multe din asumțiile sau tezele sale vor fi testate în următorii ani, atât sub aspectul consistenței interne – prin simularea pe calculator – cât și al validității ecologice. Din păcate, una dintre dificultățile care apar în mod sistematic în științele cognitive constă în faptul că, *cu cât un model este mai complex, mai elaborat, cu atât e mai dificil să stabilești care segment al său este greșit*.

De pildă, în eventualitatea în care teoria RBC nu va fi capabilă să explice un anumit set de date experimentale, nu înseamnă neapărat că întreaga teorie este eronată. E posibil ca global teoria să fie corectă, iar eșecul respectiv să fie rezultatul unei singure componente. Este însă greu de stabilit care anume dintre ele. Alături de această dificultate generală la care trebuie să facă față și modelul RBC, semnalăm câteva probleme specifice care reclamă efortul generației actuale de cercetători.

Una dintre problemele dificil de rezolvat în teoria RBC vizează modul de realizare a punerii în corespondență a imaginii obiectului cu reprezentarea sa din memorie. Cum anume se activează reprezentarea mnezică corespunzătoare imaginii unui obiect pentru a finaliza procesul de recunoaștere? Cum sunt stocate reprezentările în memorie astfel încât analiza geonilor și corelațiilor dintre ei să facă posibilă activarea reprezentării corespunzătoare? Oare în memorie este stocată *imaginăea* obiectului sau descripția lui semantică, iar imaginea este produsă în momentul recunoașterii?

O altă problemă vizează identificarea obiectelor cu același tip de geoni (de exemplu, o locomotivă electrică și un tramvai). În acest caz, se pare că descompunerea în geoni nu este suficientă pentru a recunoaște obiectele respective, deoarece geonii compoziționali sunt aceiași. Procesările descendente joacă un rol important în aceste cazuri. În general vorbind, rămâne de rezolvat problema relației dintre procesările descendente și descompunerea în geoni.

În fine, modelul RBC uită să ia în considerare mecanismele de organizare gestaltistă a stimulilor vizuali. În opinia noastră, ele formează un modul separat, funcționând în paralel cu cele responsabile de detectarea caracteristicilor nonaccidențiale și de segmentare în zonele de concavitate locală maximă (vezi figura 2.36). Activarea geonilor și a relațiilor dintre aceștia este precedată de formarea configurațiilor perceptive de tip gestaltist.

*

În rezumat, procesarea secundară a informației pornește de la schița $2^{1/2}$ D. La acest nivel, sistemul cognitiv cunoaște *contururile* obiectului (depistate fie pe baza variației de luminozitate, fie datorită diferenței de culoare sau textură), cunoaște dacă obiectul se *deplasează* sau nu, *adâncimea* sa în spațiu sau *depărtarea* față de observator. Această reprezentare este centrată pe subiect.

Apoi, în schița $2^{1/2}$ D sunt identificate caracteristicile nonaccidentale, iar contururile prezente sunt organizate pe baza principiilor gestaltiste de mecanisme speciale. Imaginea intermediară e segmentată în zonele de concavitate locală (maximă), generând geonii. Aceștia activează în memorie obiectele formate din geonii respectivi aflați în relații topologice specifice, recunoașterea finalizându-se prin punerea în corespondență a reprezentării stocate în memorie cu imaginea intermediară.

Se poate observa că toate aceste procesări sunt unidirectionale, de jos în sus. Cu alte cuvinte, ele sunt *prelucrări ascendente (bottom-up analysis)*. Recunoașterea obiectelor sau figurilor implică însă și o mulțime de procesări descendente, care vor fi tratate în 2.4.

2.3.3. Alte modelări ale recunoașterii

Alături de modelările de tip RBC, în literatura de specialitate se mai află încă în circulație alte câteva modele, dintre acestea cele mai cunoscute fiind (1) modelul analizei de trăsături (*feature analysis*) și (2) modelul calchierii tiparelor (*template matching*). Deși se află într-un regres de popularitate, simpla lor vehiculare de către psihologi sau specialiști în IA ne obligă să le prezentăm succint în lucrarea de față.

2.3.3.1. Modelul analizei de trăsături fizice

Supozitia fundamentală a acestui model este aceea că recunoașterea obiectelor se bazează pe detectarea unor caracteristici sau trăsături fizice distințe ale acestora. O trăsătură *distincță* este orice caracteristică fizică vizibilă a unui obiect și pe baza căreia acesta poate fi identificat indiferent de circumstanțe. De exemplu, ea rămâne neschimbăță indiferent de distanța dintre subiect și obiectul de recunoscut. Se presupune că orice obiect poate fi definit printr-o mulțime unică de caracteristici fizice.

Există numeroase dovezi experimentale că organismele simple recunosc obiectele din mediu pe baza unei singure trăsături. În 1951, într-un studiu asupra instinctelor, N. Tinbergen menționa rezultatele cercetărilor sale asupra unei specii de peștișori. Masculii acestei specii tind să-și marcheze un anumit teritoriu. Dacă un alt mascul din specia respectivă intră în acest teritoriu, el este atacat. În schimb, reprezentanții altor specii de pești nu suferă nici o agresiune, ceea ce înseamnă că masculii speciei se recunosc între ei. La baza acestei recunoașteri se află o singură trăsătură – o dungă roșie aflată de-a lungul zonei ventrale. Masculii din aceeași specie cărora li

s-au înălțurat prin mijloace chirurgicale dunga respectivă nu mai erau agresați; în schimb, alte specii de pești cărora li se aplica artificial o dungă roșie făceau rapid obiectul agresiunii. În aceeași lucrare, Tinbergen (1951) descrie și alte specii care realizează recunoașterea pe baza unei singure trăsături. Rezultă o concluzie interesantă, și anume că pentru realizarea recunoașterii nu e necesară prelucrarea întregii complexități a informației vizuale, ci doar detectarea unei singure trăsături semnificative. Prelucrarea informației din mediu se face, aşadar, după un principiu pe care l-am putea numi *principiul economiei cognitive*: la un moment dat, sistemul cognitiv nu prelucrează mai multă informație decât atât cât are nevoie.

Numărul detectorilor de trăsături, deci, implicit, al trăsăturilor luate în calcul în vederea recunoașterii, sporește la speciile mai dezvoltate. Lettvin, Maturana, McCulloch și Pitts (1959) procedează la înregistrarea activității bioelectrice din tectumul broaștei în condițiile expunerii la o serie de stimuli vizuali simpli. Cu acest prilej, ei constată prezența a patru tipuri de detectori de trăsături: a) *detectorii de contururi* (= neuroni care își modifică frecvența descărcărilor de fiecare dată când apare un contur); b) *detectori de variații continue ale luminozității* (= lumina în degrade); c) *detectori de forme simple în mișcare*; d) *detectori de puncte negre care se deplasează*, numiți, într-un fel exotic, detectori de ploșnițe. Nu este înregistrată în nici un fel, de pildă, diferența de culoare sau alte proprietăți ale obiectelor. Din întreaga diversitate a lumii sunt surprinse doar acele dimensiuni pentru care organismul dispune de detectorii de trăsături corespunzători.

Luând în considerare cercetările similare întreprinse de D. Hubel și T. Wiesel asupra cortexului vizual la pisici, precum și cele ale lui Gross (1973) asupra maimuțelor, putem face o generalizare plauzibilă și importantă, și anume că *rezentarea realității este sever circumscrișă de numărul și caracteristicile detectorilor de trăsături de care dispune sistemul cognitiv al unui organism*. Vedem doar acele proprietăți sau obiecte pentru care avem un pattern corespunzător al activității neuronale. Lumea vizibilă din afara noastră este un ansamblu de patternuri neuronale dinăuntrul nostru. Dacă unul dintre aceste patternuri este deteriorat, recunoașterea unei anumite configurații este grav afectată. Se cunosc, de pildă, cazuri de subiecți suferind de *agnozie alexică* (= incapacitatea de a recunoaște litere tipărite). În cazul lor recunoașterea obiectelor din realitatea fizică nu este, în nici un fel, perturbată. Ei pot înțelege limbajul vorbit, pot scrie un text după dictare, pot chiar să citească texte scrise cu litere de mâna. Nu pot însă citi caracterele tipărite, ceea ce înseamnă că exact modulul implicat în procesarea acestui tip de caracteristici – parțial sau integral – a fost deteriorat. Date similare sunt obținute și din analiza de caz a pacienților prosopagnostici (= incapacitatea de a recunoaște fețele familiare, inclusiv propriul chip reflectat în oglindă) (vezi Cole și Perez Cruet, 1964).

Cu toată specificitatea lor, detectorii de trăsături au câteva proprietăți generale comune: a) sunt *organizați modular*; b) sunt în cea mai mare măsură *predeterminați genetic*, deși au perioade de imprinting în care pot fi stimulați sau blocați de influența mediului; c) au o *funcționare abstractă*; un detector de ploșnițe, de pildă, nu reacționează la prezența unei anumite ploșnițe, ci ori de câte ori apare o ploșniță în

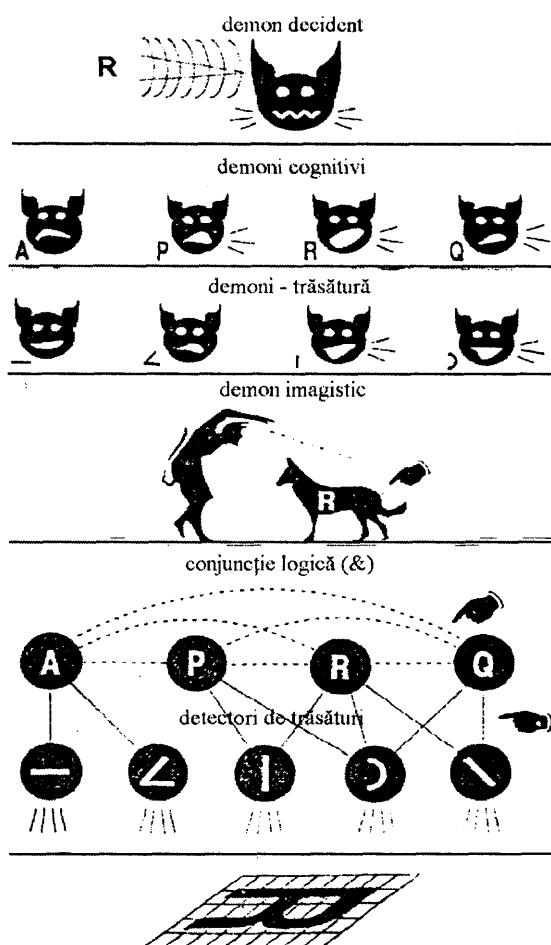
câmpul său receptor. În mod similar, un detector de contururi se activează ori de câte ori apare un contur, indiferent dacă este conturul unei stânci sau al unei frunze etc. *Abstractizarea nu este, aşadar, apanajul procesărilor cognitive superioare, reflexive, ci o caracteristică ubicuă a sistemului cognitiv care poate fi întâlnită de la niveluri elementare de prelucrare a informației.*

Pornind de la aceste date experimentale, s-au elaborat o serie de modele ale recunoașterii bazate pe analiza trăsăturilor obiectelor de recunoscut. Primul din această familie de modele, propus de Selfridge (1959), poartă numele de *Pandemonium*³. Recunoașterea era rezultatul colaborării unei multimi de demoni, organizați ierarhic (figura 2.38.A). La bază se află *demonii imagistici* – care recepționează imaginea unui obiect sau a unei figuri. Această imagine era descompusă în trăsăturile sau caracteristicile sale de către o suita de *demoni de trăsături* (*feature demons*). Fiecare trăsătură era prelucrată de un demon anume. Mesajele lor erau sintetizate în unități comprehensive de către *demonii cognitivi*. Întrucât aceștia propuneau mai multe interpretări posibile, un *demon-decident* stabilea care dintre candidații la recunoaștere este cel mai potrivit pentru a identifica obiectul inițial. Utilizarea demonilor nu este un lucru nou în știință. Nu numai că ei constituie o prezență simpatică, dar sunt invocați de omul de știință aproape întotdeauna când

are loc un proces inexplicabil la un moment dat în cadrele unei paradigmă științifice (vezi demonul lui Maxwell sau modele mai vechi din termodinamică).

Preluând ideea Pandemoniumului, Lindsay și Norman (1977) au construit un nou model, ce punea în locul demonilor microprocesoare, care prelucrau în paralel o

Fig. 2.38. Recunoașterea pe baza analizei de trăsături : A) Pandemonium ; B) microprocesare



3. Pandemonium este numele dat iadului de către poetul John Milton.

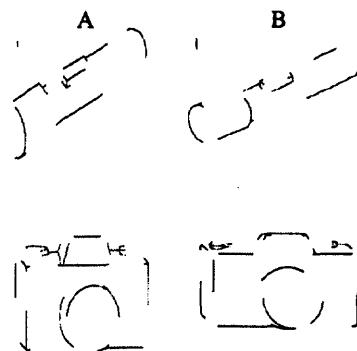
anumită trăsătură a imaginii furnizate de fotosenzori. Rezultatele acestor prelucrări făceau obiectul unor combinații pe baza functorilor logici („și”, „sau”, „non” etc.). Grație relațiilor excitative – pe verticală – și inhibitive – pe orizontală – au putut fi eliminate nivelurile de procesare corespunzătoare demonilor cognitivi și decidenții. Dintre patternurile posibile corespunzătoare obiectului sau figurii externe e selecționat cel care, pe baza relațiilor de excitație și inhibiție laterală, dobândește valoarea de activare cea mai ridicată (figura 2.38.B).

Una dintre obiecțile majore care pot fi aduse modelării obiectelor pe baza analizei trăsăturilor fizice vizează tocmai asumpția de bază: posibilitatea descompunerii obiectelor în trăsături separabile, distincte. Această analiză de trăsături nu ridică probleme deosebite în cazul stimulilor bidimensionali, dar se dovedește adesea insurmontabilă în cazul obiectelor tridimensionale, complexe. De exemplu, este extrem de dificil să extragi trăsăturile unei fețe umane: ele nu sunt independente unele de altele; un nas e lung sau scurt în raport cu mărimea feței; buzele sunt groase sau subțiri raportate la bărbie și baza nasului etc.

Chiar și atunci când această dificultate este depășită, apare problema combinării trăsăturilor. Un obiect se deosebește de oricare altul nu atât prin trăsăturile fizice, ci prin *modul lor de combinare*. Litera T și semnul + pot fi descompuse în aceleași trăsături: o linie verticală și o linie orizontală. Ele devin elemente distincte doar dacă ținem seamă de modul lor de concatenare. Obiectele se recunosc prin luarea în considerare atât a trăsăturilor lor independente (dacă acest lucru e posibil), cât și (mai ales) prin specificarea modului lor de combinare. Cu cât obiectele sunt mai complexe, cu atât unitatea de bază a recunoașterii e combinația de trăsături fizice, nu trăsătura fizică propriu-zisă. Problema e de a identifica aceste combinații elementare pe baza cărora se realizează recunoașterea obiectelor. Or, principiile gestaltiste și RBC oferă tocmai o soluție plauzibilă și elegantă acestei chestiuni. Firește că aceste combinații pot fi descompuse în trăsături fizice – ceea ce admite RBC. Dar *unitatea de bază a recunoașterii este combinația, nu trăsătura*. Pentru a ilustra acest lucru să privim figura 2.39.

În ambele situații (A și B) se pot recunoaște cu ușurință două obiecte: o lanternă și un aparat de fotografiat. Diferențele dintre cele două tipuri de reprezentări (A și B) par minime sau nesemnificative. Și totuși, dacă le examinăm cu atenție constatăm că avem de-a face cu imagini complementare. Aproape orice linie care apare în A este ștearsă în B și invers. Dacă identificarea s-ar face la nivelul trăsăturilor, cele două categorii de obiecte ni s-ar părea total diferite. Ele par similare și recunoaștem pe baza lor același obiect, deoarece atomul recunoașterii e combinația (geonul sau configurația gestaltistă), nu trăsătura.

Fig. 2.39. Recunoașterea – geoni sau trăsături? (apud Biederman, 1990)



Așadar, chiar dacă obiectele simple pot fi identificate pe baza extragerii trăsăturilor fizice, cu cât obiectele devin mai complexe unitatea de bază a recunoașterii devine combinația de trăsături fizice – geonii și/sau configurațiile gestaltiste. Modelul RBC nu exclude analiza de trăsături fizice, ci o include ca un caz particular, ceea ce revine la a spune că este un model mai viabil.

2.3.3.2. Modelul calchierii tiparelor

La nivelul simțului comun se spune adesea că învățarea este o întipărire a unui material dat. Înțilnim în mod frecvent formulări de genul „cuvintele mamei ne-au rămas adânc întipărite în memorie” sau „mi s-a întipărît în minte imaginea iubitei” etc. Dacă memorarea este o întipărire, atunci recunoașterea constă în punerea în corespondență a imaginii vizuale a unui obiect cu întipărirea sau urma sa din memoria noastră. Glosând pe marginea simțului comun, psihologii gestaltiști au susținut, în mod similar, că recunoașterea constă în activarea patternurilor din memorie corespunzătoare stimulilor.

O astfel de modelare a recunoașterii se dovedește însă total nefuncțională. După cum cunoaștem din experiența oricărui dintre noi, ne este ușor să recunoaștem un obiect din poziții diferite. Recunoaștem, de pildă, chipul colegului de bancă atât din față cât și din profil, atât privit de jos cât și privit de sus etc. Dacă recunoașterea ar consta în punerea în corespondență a acestor imagini cu tiparele din memorie, atunci pentru recunoașterea același obiect am avea nevoie de un număr foarte mare de patternuri sau tipare. Practic, numărul de patternuri ar fi cu multe ordine de mărime mai mare decât numărul obiectelor din univers, ceea ce ar depăși rapid toate disponibilitățile neuropsihice de care dispune ființa umană. Modelarea recunoașterii pe baza calchierii patternurilor nu este total lipsită de sens. Scannerul optic folosit de băncile occidentale pentru citirea numărului de cont valorifică tehnologic o astfel de idee. În general vorbind, acest model se dovedește viabil în cazul recunoașterii stimulilor din lumi artificiale (ca în cazul menționat mai sus), cu un număr redus și ultrastandardizat de elemente, dar este nefuncțional în recunoașterea obiectelor din mediul natural. Cu alte cuvinte, validitatea sa ecologică este extrem de redusă.

2.3.4. Procesări descendente în recunoaștere

Până acum, pe parcursul întregului capitol, am abordat numai prelucrările ascendentе implicate în recunoașterea stimulilor vizuali – obiecte sau configurații bidimensionale. Am specificat de la început însă că recunoașterea este locul de întâlnire al procesărilor ascendentе cu cele descendente, al prelucrărilor ghidate de datele fizice ale stimулului (*data driven processing*) cu cele marcate de cunoștințele subiectului (*knowledge driven processing*). *Analiza descendente precipită recunoașterea.* Pe de altă parte, violarea unor constrângeri impuse de cunoștințele noastre (tacite) despre realitate blochează sau încetinește recunoașterea. În acest subcapitol vom

analiza semnificația unor date experimentale asupra analizei descendente, urmând ca în subcapitolul următor să insistăm asupra măsurii în care abordarea neconexiunistă le poate modela.

2.3.4.1. Procesări descendente în cazul recunoașterii stimulilor verbali

O serie de cercetări au probat efectul catalizator al contextului adecvat în recunoașterea stimulilor verbali. Înainte de a citi mai departe acest text, priviți figura 2.40.

Fig. 2.40. Un exemplu de procesare descendentală

/ \AI / \CASĂ!

Fără prea multă dificultate ați redus ambiguitatea mesajului percepând propoziția HAI ACASĂ! Aceeași configurație ambiguă / \ este interpretată în contextul primului cuvânt ca fiind litera H, iar în contextul celui de-al doilea cuvânt ca fiind A. Cunoștințele noastre de limba română și despre semnificația semnului exclamării au inițiat un proces de analiză descendentală care a dus la specificarea configurațiilor. Analiza ascendentă - pe trăsături - ar fi fost insuficientă în acest caz. Cunoștințele noastre lexicale au funcționat ca niște constrângeri ale recunoașterii configurației ambiguie, astfel încât cele două cuvinte, impunând constrângeri diferite, au determinat decodări diferite. Percepția independentă de context, configurația ambiguă ar fi fost lipsită de constrângeri, putând să-o interpretăm în chipuri diferite.

Recunoașterea mai rapidă a unei litere dacă ea este prezentată în contextul unui cuvânt a fost demonstrată experimental în repetate rânduri. G. Reicher (1969) a prezentat la tahistoscop un caracter întă - să zicem „K” - în trei situații diferite: a) în contextul unui cuvânt cu sens (ex.: „WORK”); b) în contextul unei configurații lingvistice fără sens (ex.: „WKOR”); c) independent (ex.: „K”). Pentru fiecare dintre aceste situații subiecții trebuiau să decidă dacă, la tahistoscop, au văzut litera „K” sau litera „D”. S-a constatat că recunoașterea - operaționalizată atât prin numărul de erori, cât și prin timpul de reacție - este cea mai eficace în situația a). Mai exact, numărul de erori înregistrate la discriminarea dintre D și K este cu 10% mai mic dacă literele sunt prezentate în contextul unui cuvânt decât dacă sunt prezentate independent. El a numit acest rezultat efectul superiorității cuvântului, (*superiority word effect*), subliniind că recunoașterea unei litere e mai rapidă dacă ea e încadrată într-un cuvânt cu sens decât dacă ea este prezentată independent sau într-o configurație fără sens.

La prima vedere, suntem în fața unui efect paradoxal, procesarea unei singure litere fiind realizată într-un timp mai îndelungat decât procesarea unei secvențe (cu sens) de patru litere. Rumelhart și Siple (1974) oferă o explicație acestui efect. Ei susțin că pentru a discrimina între „D” și „K” trebuie realizată o analiză pe trăsături completă dacă aceste caractere sunt prezentate independent. În schimb, dacă sunt

prezentate în cadrul unui cuvânt, e suficientă procesarea unei singure trăsături (ex. : de la D sau de la K) pentru a le discrimina, deoarece, prin analiză descendantă, activarea sensului posibil al cuvântului circumscris semnificația ultimei litere, nemaifiind necesară prelucrarea ei completă.

McClelland și Rumelhart (1981) au construit o rețea neuromimetică în stare să producă acest efect, pe care o vom prezenta într-un subcapitol ulterior. Explicația lui Rumelhart și Siple ne atrage atenția asupra caracterului *puternic redundant* al majorității stimulilor complecși. Oricine poate constata acest lucru când, fiind pus să citească un text în care părți din litere erau șterse, a putut face acest lucru fără dificultăți deosebite. Secvența „scxiu x frxză xn cxre xiexarx a txeix liixerx esxe x xar xoaxe fx cixitx” poate fi într-adevăr citită, datorită procesărilor descendente, chiar dacă lipsesc foarte multe caractere. Devine acum evident faptul că, în recunoaștere, prelucrarea ascendentă este dublată de analiza descendantă. Acest lucru nu are loc în cazul procesării primare a informației vizuale, deoarece aceasta este efectuată de moduli impenetrabili cognitiv.

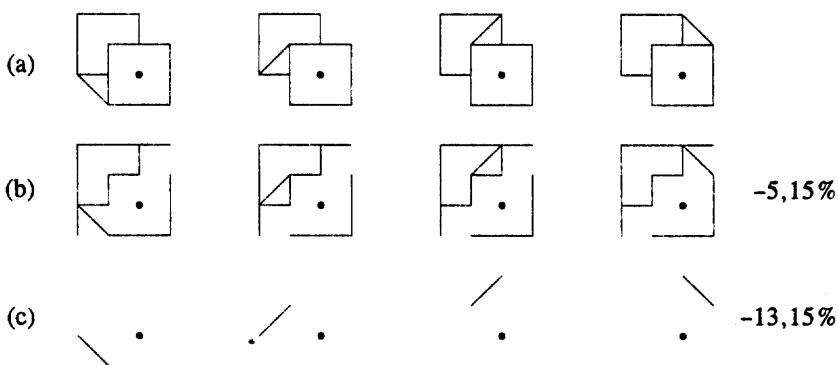
În mod similar, s-a putut pune în evidență superioritatea recunoașterii cuvântului în contextul propoziției față de recunoașterea sa în situația prezentării sale independente. Pollack și Pickett (1964) au înregistrat pe bandă de magnetofon conversațiile dintre diade de subiecți. Ulterior ei au izolat unele cuvinte și le-au prezentat în combinații aleatorii subiecților participanți la aceste conversații. Deși inițial conversația se desfășurase în bune condiții, subiecții înțelegând toate cuvintele, ulterior doar 47% dintre acestea au fost înțelese! Generalizând, dacă într-o conversație înțelegem aproximativ 100% din cuvintele vehiculate, atunci cam jumătate din această înțelegere nu se datorează proprietăților stimulilor lingvistici auditivi, ci cunoștințelor noastre sintactice și semantice care inițiază prelucrări descendente ale informației.

2.3.4.2. Procesări descendente în cazul recunoașterii obiectelor

Obiectele sunt entități tridimensionale care se supun legilor fizicii și interacționează cu mediul. De regulă, ele au o funcție precisă și le corespunde o etichetă verbală (un substantiv). Recunoașterea lor este esențială pentru supraviețuirea organismului. De repetate ori s-a dovedit că o trăsătură sau caracteristică fizică a unui obiect este mai ușor de recunoscut dacă ea este plasată în contextul reprezentării unui obiect decât dacă e prezentată ca element al unui obiect imposibil sau e prezentată independent. Într-o cercetare experimentală citată frecvent, Weistein și Harris (1974) au solicitat subiecților să identifice prezența unor trăsături – segmente de dreaptă orientate oblic, poziționate diferit față de un punct fix. Aceste trăsături erau prezentate în trei ipostaze : (a) ca părți componente ale unui obiect posibil ; (b) incluse în combinații care nu reprezentau obiecte posibile ; (c) independent (vezi figura 2.41).

Rezultatele experimentului confirmă superioritatea performanțelor obținute în situații care fac posibilă declanșarea procesărilor descendente. Prin analogie cu efectul superiorității cuvântului (*word superiority effect*), aceste rezultate au consfințit efectul superiorității obiectului (*object superiority effect*).

Fig. 2.41. Exemple de stimuli prezențați în experimentul Weistein și Harris (1974) Dacă se ia ca referință precizia identificărilor obținute în cazul (a), atunci performanțele scad cu 5,15% pentru ipostaza (b) și cu 13,15% pentru ipostaza (c).



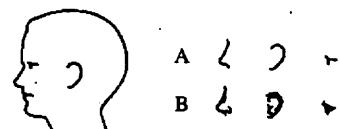
2.3.4.3. Procesări descendente în cazul recunoașterii scenelor și fețelor umane

Cunoștințele de care dispunem, prin inițierea unor procesări descendente, sunt responsabile și de recunoașterea mai rapidă a *elementelor* unor fețe umane în *contextul fețelor* respective decât dacă aceste elemente sunt prezentate independent. Palmer (1975) a prezentat părți ale unei fețe umane asociate cu prezentarea integrală a acesteia din urmă. Recunoașterea lor s-a făcut cu ușurință, într-un timp foarte scurt (figura 2.42.A). Aceleași elemente, prezentate însă independent, aveau nevoie de o reprezentare mult mai detaliată pentru a putea permite recunoașterea lor (figura 2.42.B).

Aceleași caracteristici ale feței (nasul, urechea, buzele) sunt recunoscute cu ușurință în contextul feței umane, dar numai când sunt prezentate independent.

În fine, experiența noastră difuză cu obiectele din mediul în care trăim își pune amprenta asupra modului în care recunoaștem și procesăm scenele sau situațiile statice. În mod obișnuit, obiectele dintr-o scenă nu formează o aglomerare haotică, ci sunt organizate după anumite regularități. Aceste regularități specifică sinteza scenei respective – modul de organizare sau combinare a obiectelor în interiorul scenei. În același timp, scena are o semnificație: ea reprezintă o stradă, un pasaj, o stație de metrou sau un stadion etc. Regularitățile care guvernează semnificațiile scenelor formează *semantica scenei*. Biederman și colab. (1982) susțin că

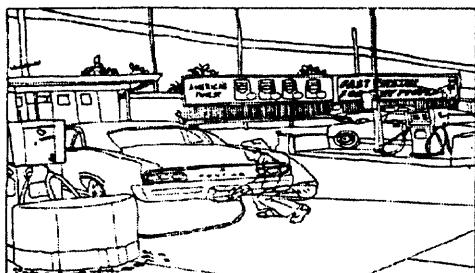
Fig. 2.42. Recunoașterea elementelor unei fețe umane: (A) în context; (B) independent.



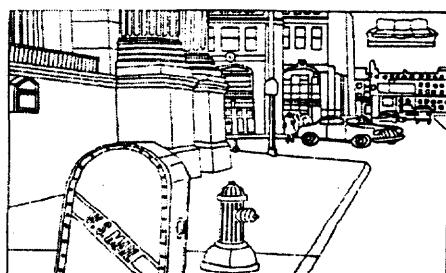
regularitățile sintactice și semantice sunt în număr limitat. Ele sunt dobândite de individ în decursul ontogenezei pe baza unei învățări implicate, neintenționate și acționează ca niște constrângeri în identificarea scenelor. Toate au o formulare probabilistică, fiind generalizări difuze ale experienței cotidiene proprii. Principalele regularități vizează:

- suportul fizic al obiectelor*; de regulă, obiectele din univers au un suport, sunt așezate pe ceva; zborul lor, atunci când există, e o situație vremelnică. Un obiect e recunoscut mai rapid dacă e așezat pe un suport, decât dacă e suspendat.
- interpoziția (ocluzarea reciprocă)*; majoritatea obiectelor sunt opace, astfel încât un obiect ocluzează parțial sau total obiectele situate în spatele său (din punctul de vedere al observatorului). Recunoașterea unui obiect este îngreunată dacă el nu ocluzează obiectele din spatele său.
- probabilitatea ocurenței*; de regulă, obiectele apar cu o probabilitate mai mare într-un anumit context. Recunoaștem mai rapid un obiect dacă e prezentat în contextul său specific decât într-un mediu nespecific.
- poziția obiectelor*; chiar dacă apar într-un context, de regulă obiectele au o anumită poziție, obișnuită. Obiectele prezentate în poziții neuzuale, inedite, sunt mai greu de recunoscut.
- mărimea relativă a obiectelor*; de regulă, orice obiect are o anumită mărime cu care suntem obișnuiți sau familiarizați. Așadar, dacă aceste generalizări difuze ale experienței noastre cotidiene, organizate ca niște „cunoștințe tacite” sunt încălcate, recunoașterea obiectelor este îngreunată. De pildă, avem dificultăți în a recunoaște un fotoliu zburător (încălcarea constrângerii suportului), a unui capac transparent (încălcarea interpoziției). De asemenea, recunoaștem cu dificultate o vacă lângă pian (probabilitatea ocurenței), pe profesorul de psihologie mergând în mâini prin universitate (poziția) sau un șoarece de mărimea unui elefant (mărimea). O ilustrare a acestor regularități e prezentată în figura 2.43.

Fig. 2.43. Stimuli utilizati de Biederman și colab. (1982) pentru a dovedi impactul constrângerilor asupra recunoașterii: a) încălcarea interpoziției; b) încălcarea suportului, mărimii și probabilității de ocurență.



a)



b)

Violarea cunoștințelor tacite nu duce numai la sporirea timpului de reacție necesar pentru recunoașterea scenelor, ci adesea provoacă surpriză și efecte comice. Să ne închipuim, de pildă, un șoarece cât un motan căutând să se ascundă de un motan cât un șoricel, sau că cel mai sever profesor pe care-l cunoaștem a devenit transparent, umblă în mâini prin mijloacele de transport în comun, după care, brusc, se ridică la cer.

2.3.5. Modelarea neoconexionistă a recunoașterii

Recunoașterea patternurilor – figurale sau obiectuale – este domeniul în care modelele neuromimetice au avut cel mai mare succes. De altfel, în acest domeniu s-au făcut dintru început primele încercări de modelare conexionistă, perceptronul lui Rosenblatt încercând tocmai modelarea recunoașterii într-o rețea binivelară. Ulterior, în 1981, McClelland și Rumelhart reușesc primul model de recunoaștere a grafemelor, modelul IAM, utilizând o rețea multinivelară și regula retropropagării erorii. Actualmente, asistăm la o diversificare exponențială a modelărilor neoconexioniste ale recunoașterii. O abordare exhaustivă a problemei fiind peste puterile noastre, ne rezumăm la prezentarea a două exemple de modelare, cu speranța că ele vor constitui un imbold pentru cei interesați. Pentru o abordare mult mai amănunțită, facem trimitere la McClelland și Rumelhart (1988).

2.3.5.1. Recunoașterea în rețele binivelare

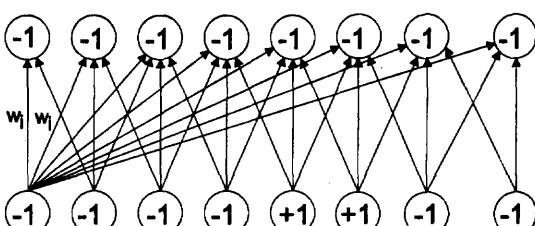
O rețea binivelară, cu unități input și unități output, utilizând regula de învățare delta, poate modela recunoașterea patternurilor vizuale. De exemplu, ea poate fi utilizată pentru asocierea unei etichete lingvistice la un grup de exemplare aparținând aceleiași clase de obiecte. Singura condiție vizează respectarea celor două constrângeri de funcționare a rețelelor binivelare: (a) patternurile de inputuri să fie *liniar independente* (= să nu poată fi derivate unele din altele printr-o combinație liniară); (b) perechile input-output să fie *liniar separabile* (= să existe cel puțin o mulțime de valori ale ponderii conexiunilor pe baza cărora să se poată produce outputul dezirabil din orice input).

Pentru ilustrare, am folosit o rețea binivelară, unidirecțională, cu câte opt unități input și output. Fiecare dintre unitățile de intrare este asociată cu fiecare dintre unitățile de ieșire. Calculul netinputului unei unități output se face după formula:

$$a_u = \text{netimp}_u = \sum w_{ui} \cdot a_i$$

Reprezentarea grafică a acestei rețele e prezentată în figura 2.44.

Fig. 2.44. Rețea binivelară utilizată în recunoașterea patternurilor (inputul și outputul dezirabil pentru cazul A). Din dorința de simplificare, este reprezentată grafic numai o parte a relațiilor dintre cele două tipuri de unități.



O astfel de rețea poate fi calculată pe baza programului *p.a.* (*pattern associator*) prezentat de McClelland și Rumelhart, 1988, cap. 4. Rata învățării este de 0,0125. Să presupunem deci că avem patru cazuri sau inputuri. Un caz este o mulțime a valorilor de activare a unităților input. De pildă, mai întâi rețeaua primește inputul A[-1-1-1-1+1+1-1-1], apoi inputul B[-1-1+1+1+1-1-1] și a.m.d. Celor patru tipuri de input sau cazuri le corespund patru tipuri de outputuri dezirabile.

Tabelul 2.1. Tipuri de input și outputurile corespunzătoare pentru o rețea binivelară

Cazuri	Input	Output
A	-1 -1 -1 -1 -1 +1 +1 -1 -1	-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
B	-1 -1 -1 -1 +1 -1 -1 -1	-1 -1 -1 -1 +1 +1 +1 +1
C	-1 +1 +1 +1 -1 +1 -1 -1	-1 +1 -1 +1 -1 +1 -1 +1
D	+1 +1 +1 +1 +1 +1 +1 -1	+1 +1 +1 +1 +1 +1 +1 +1

Se poate observa că atât inputul, cât și outputul dezirabil au fost reprezentate distribuit pe cele opt unități ale fiecărui nivel. Fiecare unitate poate lua două valori, +1 și -1, adică valoarea de activare este definită pe mulțimea [-1, +1].

Ca să facem mai intuitiv acest exemplu, să ne închipuim că A, B, C și D reprezintă diverse obiecte: A = pălărie; B = mănuși; C = baston; D = lulea. Fiecare dintre aceste obiecte este analizat pe baza a opt proprietăți sau trăsături fizice, vizibile. Fiecare unitate de intrare codează o singură trăsătură. Dacă un obiect posedă trăsătura respectivă, unitatea corespunzătoare va avea valoarea +1; dacă nu o posedă, va avea valoarea -1. Cele patru obiecte fiind diferite, și patternurile lor corespunzătoare, care le reprezintă distribuit pe cele opt unități de intrare, sunt diferite.

Dacă dorim ca rețeaua respectivă să recunoască aceste obiecte, atunci trebuie să stabilim outputuri dezirabile diferite. Să zicem că aceste outputuri sunt cuvintele: pălărie, mănuși, baston, lulea. Deci, această rețea recunoaște obiectul pălărie dacă poate produce numele de pălărie când unitățile input recepționează combinația de trăsături fizice specifice pentru obiectul numit pălărie și a.m.d. Outputurile dezirabile – cele patru cuvinte diferite corespunzătoare celor patru obiecte diferite – pot fi și ele analizate pe trăsături și reprezentate distribuit pe cele opt unități de ieșire.

În faza de învățare, rețeaua primește în bloc cele patru inputuri și outputuri dezirabile. (Dacă s-ar învăța fiecare asociere input-output în parte, în momente diferite, recunoașterea nu ar fi posibilă, deoarece învățarea altei asociații input-output ar deteriora ponderarea conexiunilor care au dus la recunoașterea patternului anterior.) La fiecare prezentare a inputurilor, rețeaua va produce un anumit output. Va compara acest output cu outputul dezirabil și, pe baza regulii delta, va modifica ponderea conexiunilor pentru a micșora diferența. În acest fel se va încheia o iterație sau epocă, o nouă prezentare a inputului, în condițiile reponderării conexiunilor, va

determină un nou output și.a.m.d. Prin aplicări repetitive ale regulii delta se reduce eroarea, adică diferența dintre outputul dezirabil și outputul actual.

În mediul natural, diferențele instanțe ale aceluiași stimul nu sunt absolut identice; apar anumite diferențe unele față de altele și față de un exemplar tipic numit *prototip*. Vom numi inputurile prezentate în tabelul 2.1 *inputuri prototip*. Vom construi o a doua clasă de inputuri, care să varieze cu $\pm 0,5$ față de valorile inițiale (această mărime a variației a fost selectată de noi într-un mod relativ arbitrar). Corespunzător, vom admite abateri de la outputul dezirabil, cu aceeași mărime $\pm 0,5$. Astfel, în locul inputului prototip și al outputului dezirabil, când diferența dintre outputul real și cel dezirabil e mică, se pot introduce inputuri și outputuri dezirabile cu variații de maxim $\pm 0,5$. După 50 de epoci se obține o abatere redusă față de outputul dezirabil, atât la prezentarea inputului prototip, cât și la prezentarea inputurilor neprototipice. Tabelul 2.2 prezintă valorile input și output pentru ambele situații.

Tabelul 2.2. Comportamentul rețelei la a cincizecea epocă:
I – în cazul inputurilor prototip; II – în cazul inputurilor atipice.

Cazuri	niveluri/ unități	1	2	3	4	5	6	7	8	
I	A	Input	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
		Output	-1,12	-0,98	-1,02	-0,92	-1,10	-0,84	-0,94	-1,06
	B	Input	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
		Output	-0,99	-1,06	-0,98	-0,96	0,91	0,94	0,99	0,88
	C	Input	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
		Output	-0,91	0,96	-0,87	1,05	-0,84	1,06	-0,90	0,92
	D	Input	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Output	0,99	0,94	1,05	1,07	0,93	1,03	0,92	1,15
II	A'	Input	-0,76	-0,51	-0,82	-1,11	1,47	0,82	-0,83	-0,90
		Output	-0,81	-0,90	-0,71	-0,83	-0,77	-0,72	-0,62	-0,89
	B'	Input	-1,00	-0,54	1,34	0,63	0,98	-0,59	-1,24	-0,81
		Output	-1,06	-0,81	-1,03	-0,68	0,63	1,00	0,70	0,88
	C'	Input	-1,18	0,62	1,20	0,87	-1,21	1,38	-1,02	1,48
		Output	-1,07	1,11	-1,01	1,22	-1,12	1,10	-1,18	0,92
	D'	Input	1,42	1,44	0,64	1,31	0,72	1,24	1,03	1,19
		Output	1,20	1,28	1,25	1,39	0,81	1,00	0,77	1,15

Se poate observa că outputurile reale după a cincizecea epocă se apropiu foarte mult de outputurile dezirabile, variațiile lor înscriindu-se în limitele prestabilite de $\pm 0,5$. În acest moment putem socoti că faza de învățare a rețelei s-a încheiat. De

regulă, prima fază se consideră fi finalizată fie dacă rețeaua ajunge la un *minim local* – adică eroarea nu se reduce semnificativ o dată cu sporirea epocilor –, fie la decizia experimentatorului, care e satisfăcut de mărimea erorii.

Pentru a verifica eficiența învățării, reducerea erorii până la o valoare minimă nu este suficientă. E necesară testarea ei cu alte inputuri decât cele care au fost folosite în faza de antrenament, dar din aceeași clasă sau categorie. Am construit, aşadar, o clasă de inputuri A, B, C, D rezultate din schimbarea semnului valorii de activare la una sau mai multe unități. Continuând analogia, ar însemna că apar exemplare care nu posedă anumite proprietăți pe care le au inputurile inițiale (sau invers). Patternul de activare al rețelei este prezentat în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Testarea rețelei inițiale

Cazuri	unități/ niveluri	1	2	3	4	5	6	7	8
A"	Input	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
	Output	-0,86	-1,39	-0,85	-1,41	-0,26	-0,78	-0,16	-0,89
B"	Input	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
	Output	-0,98	-1,24	-0,96	-1,22	0,30	0,06	0,39	-0,03
C"	Input	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
	Output	-1,20	-0,38	-1,14	0,49	-0,74	0,87	-0,75	0,68
D"	Input	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Output	0,13	0,75	0,21	0,85	0,38	1,18	0,41	1,15

Se poate observa că marja de eroare se înscrie între $\pm 0,5$, ceea ce înseamnă că rețeaua poate recunoaște exemplare diferite ale aceleiași clase. Într-o singură situație – notată cu cifre îngroșate – valoarea de activare a unității de ieșire, numărul 8, nu are același semn cu valoarea outputului dezirabil.

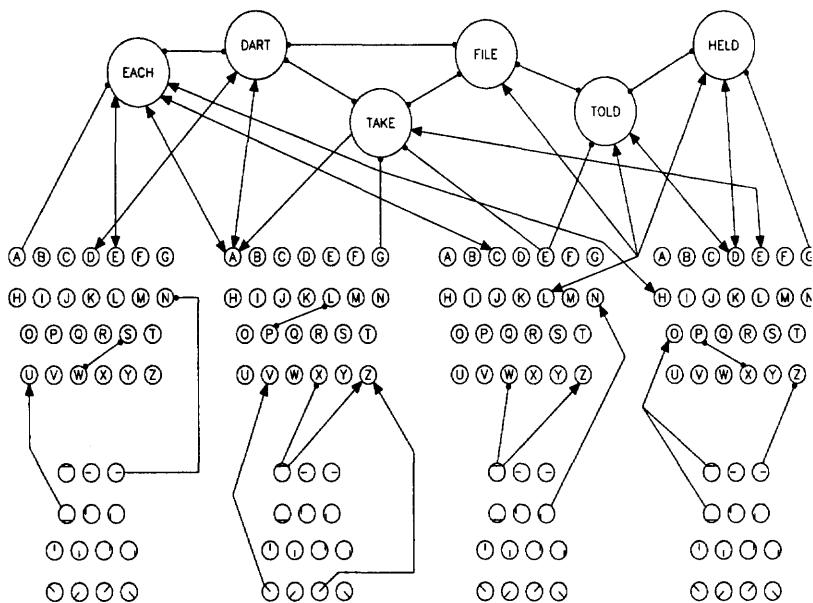
Experimentatorul poate decide să îmbunătățească performanțele rețelei, reîncepând o nouă fază de învățare. De asemenea, se pot introduce modificări în modul de activare a rețelei, pentru a reduce diversitatea valorilor output. De pildă, în locul unei funcții liniare de activare, în care orice modificare a valorii inputului e resimțită de valoarea de activare a outputului, se poate introduce *o funcție de activare cu prag sau sigmoidă* care să permită modificări ale valorii outputului doar dacă mărimea variației valorii de activare depășește un anumit prag. De exemplu, variațiile mai mici de $\pm 0,25$ să nu schimbe valoarea de activare a unităților de ieșire. Îmbunătățirea performanțelor rețelei date se poate face și prin selecționarea unei alte rate a învățării sau modificarea regulii de învățare. Oricum, testul cel mai acid al eficienței modelării neuromimetică a recunoașterii îl constituie comportamentul său în situația de recunoaștere a unor stimuli inediti, neprezentați în faza de învățare.

2.3.5.2. Recunoașterea în rețele multinivelare

Performanțele rețelelor neuromimetice în realizarea recunoașterii cresc în condițiile sporirii numărului de niveluri, în spătă prin introducerea unităților ascunse. O astfel de rețea, cu un nivel de unități ascunse, a fost utilizată de McClelland și Rumelhart (1981) pentru a recunoaște grafemele latine și cuvinte formate din maximum patru litere. Primul nivel al rețelei e format din unități care codează trăsăturile fizice ale literelor în număr de 14. Al doilea nivel (unitățile ascunse) – grafemele (26), iar al treilea nivel – cuvintele (formate din patru litere = 1.179). Între unități de niveluri diferite se stabilesc relații excitative; între unitățile același nivel relațiile sunt inhibitive. Arhitectura generală a modelului e prezentată în figura 2.45.

Fig. 2.45. Arhitectura generală a modelului IAM

Săgețile denotă conexiuni excitative; segmentele mărginite de puncte negre – relații inhibitive. Numai o parte din relații sunt figurate aici.



Rețeaua fiind construită pentru recunoașterea cuvintelor formate din patru caractere, s-au realizat patru grupuri ale unităților input (= trăsături) și ale unităților ascunse (= litere), corespunzător celor patru poziții posibile pe care le poate ocupa un grafem în cadrul unui cuvânt. Fiecare unitate input este conectată excitativ cu fiecare literă care conține trăsătura fizică reprezentată de respectiva unitate și inhibitiv cu toate literelor ce nu conțin această caracteristică. În mod similar, unitățile ascunse sunt conectate excitativ cu toate cuvintele care conțin respectiva literă pe poziția corespunzătoare și inhibitiv cu toate celelalte unități-cuvinte. Conexiunile

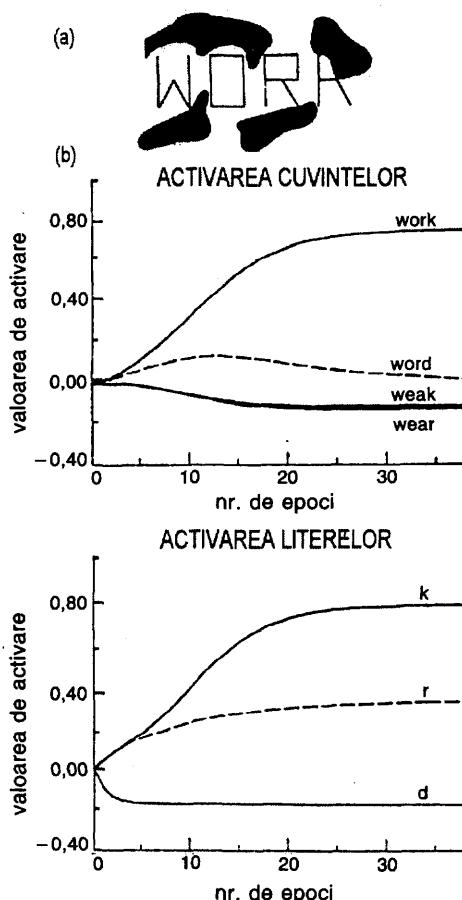
sunt bidirectionale: unitățile-cuvinte sunt excitativ conectate cu toate unitățile litere care intră în compoziția cuvântului respectiv. Simularea recunoașterii unui cuvânt pe baza acestei rețele se poate face utilizând programul ia (*interactive activation*) din McClelland și Rumelhart (1988, cap. 7). Detalierea ei depășește intenția acestei cărți și ar perturba continuitatea discursului și astfel destul de complicat. Am avut intenția doar de a oferi o idee generală despre modul de funcționare a rețelei, prezentarea ei în detaliu făcând obiectul unei culegeri de lucrări practice aflate pe masa noastră de lucru.

Modelul IAM poate simula efectul superiorității cuvântului – unul dintre exemplele clasice de procesare descentrală, menționată anterior.

Să presupunem stimulul vizual prezentat în figura 2.46.a.

Detectorii de trăsături vor activa grafemele W, O, R. Ultimul grafem este incomplet. Activarea secvenței WOR va declanșa un proces de analiză descentrală. Date fiind caracteristicile fizice percepute ale celui de-al patrulea grafem, pe baza cunoștințelor de limbă engleză și despre caracterele latine, se generează o mulțime de ipoteze: (1) h_1 : „al patrulea caracter e K”; (2) h_2 : „al patrulea caracter e R”; (3) h_3 : „al patrulea grafem nu este o literă”; (4) h_4 : „al patrulea grafem e D”. Conjugarea datelor analizei ascendente cu procesările descendente determină, la un moment dat, o activare mai ridicată a cuvântului „WORK” (figura 2.46.b) care se propagă descentral la nivelul literelor, sporind valoarea de activare a literei „K” față de ceilalți candidați: „R” sau „D”. Recunoașterea e realizată mai rapid scufundând grafemul incomplet într-un cuvânt decât dacă ar fi fost prezentat separat. Pe scurt, modelul IAM se validează prin reproducerea unor date experimentale existente.

Fig. 2.46. Procesări descendente simulate de IAM: a) stimul lexical ambiguu, datorită ocluzării ultimului grafem; b) valorile de activare ale candidaților la completarea lexemului.



2.4. Sumar

Informația vizuală este prelucrată în două stadii. În prima fază (= prelucrarea primară), caracteristicile fizice ale stimулului sunt procesate în paralel, de mai multe mecanisme modulare. Din schița primară sunt extrase contururile, textura, deplasarea, poziția, forma, adâncimea și culoarea. Outputul lor este o imagine intermedieră a stimулului, dependentă de punctul de vedere al subiectului (= schiță $2^{1/2}$ D). Caracteristicile nonaccidentale ale schiței intermedie și gruparea după principii gestaltiste a stimулilor inițiază a două etapă a procesărilor vizuale. Ea are ca rezultat recunoașterea obiectului pe baza construirii imaginii sale integrale, 3 D. Diversitatea stimулilor complexi este redusă prin descompunerea lor în geoni. Geonii rezultă din segmentarea (automată) a obiectelor în zonele de maximă concavitate locală. Orice obiect poate fi descris prin geonii compoziți și relațiile lor reciproce. În faza de recunoaștere, analiza ascendentă este dublată de analiza descendentală a stimулului.

Rețelele neuromimeticice pot modela (măcar o parte din) procesările implicate în recunoașterea stimулului. Ele pot asigura interfața dintre modelele computaționale și datele din neurobiologie, fiind compatibile cu ambele categorii de rezultate. Există totuși o mulțime de probleme, semnalate pe parcursul lucrării, de rezolvarea cărora depinde evoluția ulterioară a cercetărilor. Rezultatele teoretico-experimentale din acest domeniu au importante aplicații tehnologice. Pe baza lor s-au construit sisteme inteligente capabile să extragă contururile, să discrimineze stimулii din mediu, să calculeze adâncimea în spațiu etc.

ATENȚIA VIZUALĂ

3.1. Introducere

Omul trăiește într-un mediu hipercomplex, populat cu obiecte și forme de o mare varietate. Adesea, acest mediu evoluează impredictibil, generând situații critice. Dacă subiectul uman nu ia decizii adaptative rapide, poate pierde definitiv șansa unui răspuns adecvat. În fața acestor solicitări, ființa umană – ca și alte viețuitoare infraumană – dispune de un sistem cognitiv cu o capacitate finită, limitată de procesare a informației. După unele calcule, se pare că analizatorii sunt bombardăți cu un volum de informații de peste 100.000 biți/secundă, pe când capacitatea de procesare conștientă a acestei informații se situează în jurul valorilor de 25-100 biți/secundă. Din conjuncția celor două aspecte reale: un mediu hipercomplex și o capacitate limitată de procesare a informației, apare necesitatea ecologică și logică a unor procesări selective ale informațiilor din mediu. Cu alte cuvinte, din mulțimea stimulilor cu care este confruntat, sistemul cognitiv selecționează doar acei stimuli care au o valoare motivațională sau adaptativă semnificativă, supunându-i unor prelucrări ulterioare. Mecanismele psihofiziologice implicate în aceste selecții au fost etichetate cu numele de atenție. Dacă o ființă ar dispune de o capacitate infinită de procesare a informației – cum ar fi Dumnezeu, de pildă –, atunci, chiar în condițiile hipercomplexității mediului, selectivitatea procesării ar fi superfluă. Invers, dacă un sistem cognitiv cu suficiente resurse ar exista într-un mediu artificial, sărac, o microlume populată doar cu câteva obiecte simple, oportunitatea unor mecanisme atenționale ar fi iarăși nejustificată (vezi însă 3.4). De altfel, cel puțin până în prezent, specialiștii în IA concentrați pe construcția de sisteme inteligente care funcționează în microlumi sau medii strict standardizate și care primesc informația gata selectată și codată de către subiectul uman au arătat puțin interes pentru problemele atenției. Ca atare, cele mai importante contribuții la elucidarea acestor probleme au venit din partea psihologiei și a neuroștiințelor.

Pe lângă aceste constrângerile generale, valabile pentru procesarea informației din orice modalitate senzorială, mecanismele atenției vizuale sunt reclamate din alte două cerințe.

Mai întâi, atenția vizuală e necesară pentru orientarea sacadelor oculare. După cum se știe, la nivelul procesărilor periferice, numai zona foveală are capacitatea de a surprinde detaliile fine ale stimulilor vizuali. Zona foveală însă are dimensiuni

reduse, ca atare discriminarea detaliilor fine ale stimulilor vizuali trebuie suplinită prin sacade oculare. Aceste sacade nu sunt însă aleatorii, ci orientate de factori motivaționali. Ne mișcăm privirea în funcție de zonele de interes (Preda, 1988). Așadar, atenția – procesarea selectivă a stimulilor vizuali – determină mișările oculare. Procesarea selectivă este o cauză, nu un efect al mișcărilor oculare. De aici relevanța înregistrării mișcărilor oculare în rezolvarea de probleme. În mod normal, se realizează 3-4 sacade/secundă. Timpul necesar unei sacade este de aproximativ 10 milisecunde. Rezultă că majoritatea timpului este dedicată pentru fixarea anumitor detalii ale stimulului.

Al doilea motiv vizează posibilitatea procesării informațiilor parafoveale prin comutarea atenției în condiții de fixare (imobilitate) a privirii. Acest lucru a fost pus în evidență printr-o serie de experimente efectuate de Sperling (1960), Reeves și Sperling (1986). Într-unul din aceste experimente (Reeves și Sperling, 1986), subiecții erau solicitați să-și fixeze privirea într-un anumit punct de pe display. O serie de litere erau prezentate în stânga acestui punct de fixație, în imediata vecinătate. Frecvența acestor prezentări varia între 4,6-13,4 litere pe secundă. Subiecții erau apoi solicitați ca, fără să-și comute privirea, să ofere relatări despre câțiva itemi (litere sau numere) prezenți, de această dată, în partea dreaptă a punctului de fixație. După aproximativ 200 milisecunde, timp necesar pentru comutarea atenției, adică selecția unor stimuli care erau prelucrați, diferiți de cei dintâi, subiecții puteau relata despre itemii prezenți în partea dreaptă a punctului de fixare a privirii, în condițiile în care aceasta rămânea fixă. Așadar, comutând atenția în condițiile imobilității privirii, putem prelucra și alți stimuli decât cei din zona foveală. Moran și Desimore (1985) au descoperit posibilul substrat fiziologic al acestui fenomen. Anterior, ei puseseră în evidență existența unor detectori de trăsături (2.12) în contextul vizual, aria V4 la maimuță. Apoi, maimuțele din lotul experimental au fost învățate să-și fixeze atenția (= să proceseze selectiv informația doar dintr-un anumit punct, ignorând orice alt stimul din câmpul vizual). De fiecare dată când un anumit stimul (ex. : o bară verticală) apărea în zona de fixare a atenției, se înregistra o intensă descărcare a detectorului de trăsături corespunzătoare. Când însă același stimul apărea în aceeași poziție pe retină, dar atenția maimuței era fixată într-o altă locație, nu se constata nici o activitate bioelectrică în zona detectorului respectiv. Deci neuronul în cauză detecta stimulul doar dacă intra în câmpul atenției sale. Simpla prezență a stimulului într-o regiune retinală nu era suficientă pentru detectarea sa. Cu alte cuvinte, *anumiți* detectori de trăsături se activează doar dacă se recurge la o procesare specială, selectivă a trăsăturii respective. Amorsarea detectorilor de trăsături de către diversi factori motivaționali sau procese de analiză descendentală face posibilă procesarea informației, în absența comutării privirii. Aceste rezultate nu trebuie să ne ducă la concluzia eronată că activitatea tuturor detectorilor de trăsături ar fi determinată de mecanisme atenționale (vezi 2.1.2). Aș cum am arătat, în cea mai mare parte activitatea detectorilor de trăsături este automată, precablată. Doar o mică parte a lor cade sub incidența mecanismelor atenționale. Într-o experiență clasică, Hubel și colab. (1959) au arătat că doar 10%

din neuronii implicați în detectarea sunetelor de către pisică (= detectori de trăsături pentru stimuli auditivi) sunt amorsați de mecanisme atenționale, restul având o funcționare automată. Ei au și fost botezați, de altfel, neuroni de atenție. Deci, există două tipuri de detectori de trăsături: a) preatenționali (2.1.2); b) atenționali. Primii sunt implicați în procesarea primară a informației vizuale și sunt mult mai numeroși decât cei din urmă.

Luate împreună, aceste date arată că prelucrarea selectivă a informației e impusă de caracteristicile mediului și ale sistemului cognitiv, că această prelucrare orientează comportamentele periferice precum sacadele oculare și că selectarea unor stimuli spre a fi supuși unor procesări mai elaborate se poate face fără participarea nemijlocită a mecanismelor implicate în prelucrarea primară a informației vizuale. Selectivitatea prelucrării informației are două sensuri: a) selecția *itemilor* care sunt prelucrați, izolare lor de cei ce nu sunt procesați; b) selectivitatea *procesărilor* – pentru aceeași categorie de itemi, unii dintre ei sunt prelucrați mai intens, alții mai superficial. Deci, când vorbim de atenție ca prelucrare selectivă a informației, ne referim atât la selecția itemilor, cât și la gradul (selectiv) de procesare a acestora. Vom proceda la analiza atenției, pornind de la nivelul implementațional, pentru a vedea care sunt constrângerile impuse de structurile neurobiologice modelelor reprezentational-algoritmice.

3.2. Neurofiziologia atenției

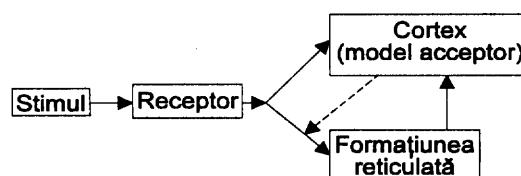
Principala formațiune implicată în realizarea atenției este sistemul reticulat. Formațiunea reticulată pregătește cortexul și căile senzoriale pentru a răspunde adecvat la un stimул. Lezarea accidentală sau experimentală a acestei formațiuni duce la comă profundă. Învers, o serie de cercetări experimentale au arătat că stimularea acestei zone duce la trezire în cazul în care animalul (ex.: pisica) sau subiectul uman ce participă la experiment se află în stare de somn. Stimularea formațiunii reticulare atunci când subiectul se află în stare de veghe duce la apariția reflexului de orientare. Așadar, contribuția formațiunii reticulare la realizarea atenției nu mai poate fi pusă la îndoială. Această formațiune se află în strânse conexiuni cu cortexul. Pe baza sistemului reticulat activator ascendent, formațiunea reticulată activează cortexul, făcându-l disponibil pentru recepționarea și procesarea semnalelor de la analizatori. Formațiunea reticulată din trunchiul cerebral generează o reacție tonică, ce alertează cortexul, în vreme ce proiecțiile talamice ale sistemului reticulat generează o reacție fazică, implicată în concentrarea și comutarea atenției. La rândul său, cortexul, acționând descendant, are o acțiune excitatoare sau inhibitoare asupra formațiunii reticulare.

Stimulii recepționați la nivelul analizatorilor sunt transmiși spre cortex fie direct, prin căile lemniscale, la zonele specifice de proiecție, fie indirect, colateral, prin medierea formațiunii reticulare. În funcție de nivelul de activare indus de sistemul

reticulat, cortexul realizează o procesare selectivă a informației recepționate de la analizatori. Dacă anumite patternuri de activare receptate de cortex sunt dublate de un nivel de activare adecvat indus de formațiunea reticulată, atunci procesarea acestor patternuri este prioritară, selectivă. Unitățile de informație mai activate sunt selecționate și fac obiectul unor procesări ulterioare, mai laborioase. Informațiile subactivate, insuficient susținute de sistemul reticulat activator ascendent, sunt ignorate sau slab procesate. Această subactivare se poate datora fie intensității reduse a stimулului receptionat, fie valorii sale motivaționale reduse, fie unei analize descendente insuficiente. Putem ilustra cele spuse anterior făcând apel la experiența noastră cotidiană. Un stimул de intensitate redusă sau un stimул care nu prezintă interes pentru noi nu intră în câmpul atenției. Tot astfel, dacă în preajma noastră se desfășoară evenimente despre care nu avem nici cele mai vagi cunoștințe sau dacă contextul de apariție e slab structurat, evenimentul respectiv nu ne captează atenția. De pildă, dacă n-am ști nimic despre funcția gramaticală a virgulei, atenția noastră nu s-ar focaliza asupra ei, fiind considerată o simplă pată de culoare sau un parazit tipografic. Or, tocmai datorită funcției sale și/sau a contextului de ocurență, ea poate capta întreaga atenție. Așadar, cortexul poate activa la rândul său formațiunea reticulată care susține insuficient energetic o anumită informație, adică un anumit pattern de activare. O dată activată, formațiunea reticulată susține activitatea cortexului de prelucrare a mesajului recepționat.

Relațiile dintre formațiunea reticulată și cortex au fost modelate deja de Sokolov (1963) pentru a explica reflexul de orientare. Reflexul de orientare este un conglomerat de modificări neurofiziologice și comportamentale care apare când organismul este confruntat cu un stimул nou și semnificativ din punct de vedere motivațional. El constă într-o redirecționare a atenției asupra acestui stimул, a locației sale sau a canalului senzorial care l-a receptat. După 10-15 prezenteri ale stimулului apare efectul de habituare, intensitatea reflexului de orientare scăzând în intensitate. Pe EEG se înregistrează o activitate semnificativă doar în zona de proiecție a stimулului respectiv, care dispără și ea după alte 25-30 de stimuleri. Aceste modificări neurofiziologice l-au făcut pe Sokolov să posteze existența unui model acceptor, concretizat, eventual, sub forma unor patternuri de activare specifice, de care dispune cortexul în vederea identificării stimулului. Stimулul, o dată recepționat, este transmis de receptor direct la cortex în zonele de proiecție sau indirect, prin canale colaterale, spre formațiunea reticulată-cortex (vezi figura 3.1).

Fig. 3.1. Modelul lui Sokolov (1963)



Dacă stimulul corespunde unui model acceptor din cortex, care permite identificarea sa rapidă, (cvasi)automată, cortexul inhibă căile colaterale de la receptor spre formațiunea reticulată (= sistemul de *arousal*), care nu mai induce sporirea nivelului de activare în cortex. Dacă însă cortexul nu dispune de un model adecvat pentru un stimul, mesajele sosite de la receptor activează formațiunea reticulată, care, la rândul său, activează informația sosită deja la cortex, ceea ce permite exercitarea unor procesări mai laborioase. Pe plan comportamental și fenomenologic, aceste fenomene neurofiziologice sunt etichetate ca reflex de orientare. Din propria experiență știm că un eveniment neașteptat ne atrage mai mult atenția decât unul predictibil sau banal. O dată cu trecerea timpului, multe lucruri sau persoane din universul nostru cotidian încetează să ne mai capteze atenția. Toate aceste date de observație pot fi explicate prin modelul lui Sokolov. Deși pare speculativ, acest model explică și prezice o serie de comportamente manifeste și este în concordanță cu date neurofiziologice mai recente. Cercetările din neuroștiințe au arătat că dacă, la un moment dat, într-o succesiune de sunete cu intensitate joasă e inserat un sunet cu intensitate ridicată, potențialele evocate din zona de proiecție se modifică brusc, pe durata a câtorva sutimi de secundă. Nu se constată o astfel de modificare la apariția independentă a stimулului cu intensitatea ridicată respectivă, deci dacă el nu este inclus într-o astfel de succesiune. Așadar, aceste modificări bioelectrice corespund discrepanțelor dintre stimul și modelul acceptor existent, nu prezenței sau absenței stimулului respectiv. Ipoteza unui model acceptor începe să capete validitate neurofiziologică.

Cum explică un astfel de model atenția voluntară, adică centrarea atenției pe un stimul/mesaj, în mod deliberat, fără o modificare prealabilă a caracteristicilor acestuia care să-l pună în incompatibilitate cu un model acceptor? De pildă, cum se explică faptul că în acest moment atenția vă este fixată deliberat, intenționat pe acest text? Deși modelul lui Sokolov a fost elaborat pentru a explica reflexul de orientare, prin extensie, el poate fi invocat și pentru a explica atenția voluntară. Ni se pare plauzibil faptul că, în acest caz, în urma intenției de a prelucra în detaliu un anumit stimul (ex.: acest text), cortexul activează formațiunea reticulată care, la rândul său, prin SRAA (sistemul reticulat activator ascendent), sporește nivelul de activare a cortexului; mesajul recepționat de către cortex este dublat de un nivel de activare mai ridicat. Fiind mai activat decât restul mesajelor receptate în același moment de către cortex, el face obiectul unor procesări preferențiale, segregative. Cu cât un mesaj este mai activat, cu atât mai mult sunt inhibate celelalte mesaje, prin mecanismul inhibiției laterale. Unitățile informaționale activate inhibă automat unitățile învecinate. Astfel se realizează o selecție automată a informației ce urmează a fi procesată detaliat. Dacă suntem consecvenți cu raționamentul nostru, atunci ajungem la concluzia că atenția nu este un proces de selecție a informațiilor. Această selecție se realizează automat. Ca atare, atenția nu e cauza selecției informației, ci este un efect. Este efectul activării unor unități informaționale (în limbaj conexionist, am spune efectul activării unor moduri dintr-o rețea) care inhibă alte unități cognitive. Ceea ce numim atenție este decupajul, pe baza introspecției a celor mai activate

unități cognitive. Să reținem, deocamdată, această concluzie rezultată din datele de neurofiziologie, menționând că, ulterior, vom reveni cu noi precizări.

Formațiunea reticulată, deși are rolul esențial în procesualitatea atenției, nu este singura zonă implicată în acest fenomen. O serie de cercetări mai noi au scos în evidență caracterul distribuit al atenției, faptul că la realizarea ei participă, în momente diferite, zone cerebrale diferite. Utilizând tehnica înregistrării fluxului sangvin local, Roland și Friberg (1985) au relevat participarea unor zone corticale diferite în fază de pregătire și în cea de execuție a unei sarcini atenționale. Utilizând aceeași tehnică, Posner și colaboratorii (1988) au solicitat subiecților să detecteze un anumit stimул pe un display și apoi să-i urmărească mișcarea. S-a constatat că în detecția ţintei este implicat cortexul cingulat anterior, iar în urmărirea ţintei – comutarea atenției –, cortexul cingulat posterior și formațiunea reticulată din creierul mijlociu. Una din implicațiile majore ale acestor cercetări este aceea că atenția, în speță cea spațială, apare ca o funcție distribuită, la realizarea căreia participă mai multe structuri diferite. Cu alte cuvinte, moduli diferenți realizează sarcini diferite a ceea ce, la nivel macroscopic, numim atenție. Analiza componentială a operațiilor implicate în realizarea unei sarcini de atenție se impune de la sine pentru un diagnostic neuropsihologic mai acurat.

O a treia categorie de date care ar putea avea relevanță deosebită pentru elaborarea unui model al atenției are în vedere cercetările de neuropatologie. Este chiar straniu cât de redusă a fost, până acum, ponderea acestor rezultate în modelarea proceselor atenționale. Lezarea unor regiuni cerebrale care participă la realizarea atenției pot determina neglijarea stimulilor dintr-o anumită locație. De pildă, pacienți cu leziunea lobului frontal drept nu-și pot localiza atenția asupra stimulilor din partea stângă a câmpului vizual, iar cei cu lobul parietal stâng lezat nu pot conștientiza elementele din câmpul vizual drept. Acest simptom apare în condițiile menținerii intace a analizatorilor. Ei pot ignora nu numai obiecte sau persoane din spațiul extern, ci și propriile segmente ale corpului (brațe, picioare etc.). Ceea ce ni se pare important e mai ales faptul că această ignorare selectivă a stimulilor din mediu nu afectează integralitatea obiectelor. Sunt ignorate obiectele în întregime, nu fragmente ale acestora (Volpe, LeDoux, Gazzaniga, 1979). Un astfel de pacient ignoră sau nu telefonul aflat în câmpul său vizual stâng (respectiv drept), nu o jumătate de telefon. Faptul că lezarea zonelor cerebrale implicate în atenție duce la ignorarea selectivă a obiectelor în integralitatea lor arată că aceste arii nu sunt implicate în formarea imaginii 3D. Procesările primare și, în mare parte, cele secundare nu sunt controlate atențional. Atenția, mecanismele de procesare segregativă a informației se inițiază după formarea imaginii perceptive (3D) a obiectului.

În fine, cercetările asupra neurochimiei atenției au reușit să pună în evidență rolul activator al catecolaminelor și rolul inhibitor al monoaminoxidei (MAO) (Kulcsar, 1988). Dinamica acestor substanțe este însă incomplet cunoscută. Deși extrem de interesante, aceste cercetări nu prezintă relevanță imediată asupra modelării pe care o avem în vedere.

Dincolo de detaliile anatomo-fiziologice, din investigațiile din neurobiologia atenției vom extrage câteva concluzii relevante pentru modelarea nivelurilor compuțional și reprezentational. (1) Nu atenția selectează itemii sau informația care urmează a fi procesată mai laborios, ci o mulțime de proceze ascendente (ex. : intensitatea stimulului, frecvența sau caracterul său neuzual) și descendente (ex. : valoarea motivațional-adaptativă a unei informații, relevanța ei în raport cu baza de cunoștințe) activează anumite mesaje sau unități cognitive. Prin inhibiție laterală, ele reduc nivelul de activare a mesajelor concurente, intrând în câmpul atenției. Așadar, atenția nu este o cauză a selecției, ci un efect al activării și inhibiției laterale a unor mesaje. Structura neurofiziologică principală implicată în acest proces e sistemul cortico-reticulat. (2) Atenția nu e realizată de o singură unitate centrală de control. Există mai multe structuri neurobiologice care realizează diverse aspecte ale atenției. Așadar, din punct de vedere neurofiziologic, atenția nu e un mecanism unitar, ci o mulțime de proceze distribuite. (3) Prelucrarea primară a informației vizuale și o mare parte din procesările secundare sunt preatenționale. Atenția operează asupra configurațiilor complexe ale imaginii 3D deja constituite (vezi deficitul vizual selectiv).

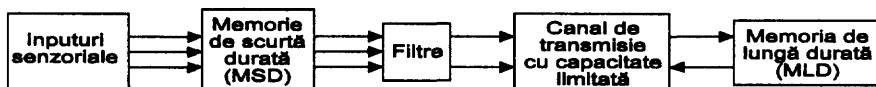
3.3. Modelarea atenției

La nivelul algoritmic și computațional, problematica atenției vizează criteriile pe baza cărora se realizează procesarea selectivă a informației, cum și unde anume în arhitectura sistemului cognitiv se realizează segregarea informației. În funcție de răspunsurile la aceste întrebări, s-au conturat trei tipuri de modele: a) modelul filtrajului „timpuriu”, care consideră că segregarea procesării informației se realizează la nivel senzorial, filtrându-se informațiile stocate în memoria senzorială; b) modelul filtrajului „târziu” – selectivitatea procesării apare abia la nivelul procesărilor superioare, centrale ale informației; c) modelul filtrelor „attenuante” – segregarea apare la mai multe niveluri de procesare a informației. Cu alte cuvinte, mesajul este procesat, prelucrat în mai mică sau mai mare măsură, deci atenuat, în funcție de capacitatea sistemului cognitiv și de cerințele sarcinii.

3.3.1. Modelul filtrajului timpuriu

Prima tentativă de a stabili unde și cum apare selectivitatea atenției s-a concretizat în modelul filtrajului timpuriu, propus de Broadbent (1958). Supus unor critici severe în ultimul deceniu, corectat sau contestat, acest model continuă să ocupe paginile multor manuale tradiționale, de aceea îl vom supune unei succinte analize. D. Broadbent consideră că sistemul cognitiv uman – ca sistem de procesare a informației – poate fi reprezentat schematic conform figurii 3.2.

Fig. 3.2. Modelul filtrajului timpurie (Broandbendt, 1958)



Stimulii sunt recepționați la nivelul analizatorilor. Informațiile extrase din prelucrarea la nivel senzorial a acestor stimuli sunt stocate într-o memorie de scurtă durată sau senzorială (în modelul inițial nu apără distincția efectuată ulterior între memoria senzorială și cea de scurtă durată). Capacitatea acestei memorări era considerată practic nelimitată. Selecția era făcută de mecanismele de filtrare. Informațiile care trec prin aceste filtre sunt transmise prin un canal cu capacitate limitată spre memoria de lungă durată. Filtrele sunt, de fapt, mecanisme care blochează procesarea unor informații, favorizând prelucrarea preferențială a altor informații. Cu cât această procesare este mai elaborată, cu atât stocarea în memoria de lungă durată este mai persistentă. Câteva remarcări merită făcute în legătură cu acest model.

Mai întâi, memoria de scurtă durată este reificată în modelul lui Broandbendt, adică este considerată ca un loc anume în spațiul psihic, ca o funcție a unei structuri anatomo-fiziologice specifice. Această vizionare este tributară influențelor dinspre tehnologia computerelor de la acea dată, unde memoria de scurtă durată avea o locație precisă la nivel de hardware. O mulțime de investigații ulterioare au făcut improbabilă o astfel de ipoteză. Memoria de scurtă durată e, mai degrabă, acea parte din memoria de lungă durată temporar activată. Ea nu este un loc, ci o stare temporară de activare a unităților cognitive (6.2).

În al doilea rând, filtrele postulate de Broandbendt operează la nivel senzorial. Criteriile de selecție a informației relevante/semnificative vizează caracteristicile fizice ale stimулului (de aici denumirea de filtraj timpurie). Majoritatea datelor experimentale care au stat la baza acestui model provin din experimente de ascultare dihotomică (Chery, 1953). Într-un astfel de experiment, subiecților le sunt prezentate concomitent două mesaje auditive diferite, unul la o ureche, altul la celălaltă. Subiecții sunt solicitați să-și focalizeze atenția doar pe mesajul recepționat de una dintre urechi, pe care vor trebui să-l reproducă ulterior cât mai exact posibil. După ascultarea celor două mesaje, subiecții sunt chestionați, contrar instrucțiunilor anterioare, asupra mesajului căruia nu i-au acordat inițial atenție. Se constată că, în mod regulat, subiecții implicați în experiment nu-și reamintesc conținutul sau semnificația acestor mesaje. Această constatare rămâne în vigoare chiar dacă o frază, de pildă, este repetată de 35 de ori (Moray, 1953). În cel mai bun caz, subiecții pot reține eventuala prezență a numelui propriu inserat în mesajul ignorat sau locația sa – adică din ce parte a încăperii se aude mesajul respectiv. Fenomenul a fost comparat adesea cu situația pe care o cunoaștem din experiența cotidiană. De pildă, când, la o petrecere, ascultăm mesajul unui prieten, din mulțimea de mesaje care sunt în mediu recepționăm, chiar neatentii fiind, unul în care e inserat numele nostru. De asemenea, subiecții din grupul experimental au putut să discrimineze

între o secvență de sunete fără sens și o frază cu sens, precum și dacă mesajul a fost rostit de o voce de femeie sau una de bărbat.

Întrucât experiențele de ascultare dihotomică arătau că din mesajul ignorat (pe care nu se focaliza atenția) nu se rețin decât caracteristicile fizice, s-a tras concluzia că segregarea procesării informației survine de timpuriu, încă înainte de procesarea semnificației semantice a stimulului. Informația selectată este supusă unor procesări (semantice) ulterioare și intră în memoria de lungă durată, putând fi reamintită ulterior. Informația neselecționată, procesată doar la nivelul caracteristicilor fizice (ex.: intensitatea sau locația stimulului), e uitată rapid. Dacă două mesaje diferite rostite de aceeași persoană sunt prezentate la aceeași ureche, e foarte greu să se discrimineze între ele. Dacă însă ele sunt de intensități sau frecvențe diferite ori dacă sunt rostite de persoane diferite, aflate în locații diferite, focalizarea atenției asupra unuia din aceste mesaje este mult ușurată. În concluzie, după Broandbendt, selecția informației se face, la nivelul procesărilor primare ale informației, pe baza unor caracteristici fizice ale stimulului: intensitatea, frecvența, locația sau modalitatea senzorială.

Spre finele deceniului săptămână, o serie de date experimentale au început să contrazică eventualitatea unor filtre timpurii. Norman (1969) întrerupe experimentul de ascultare dihotomică pe la jumătatea timpului de ascultare, cerând subiecților să relateze ceea ce au reținut din mesajul ignorat. În mod surprinzător, se constată că o parte importantă a mesajului ignorat poate fi reamintită fără dificultate. Într-un alt experiment, intelligent conceput, Mc Kay (1973) prezintă la urechea pe care era centrată atenția subiectului un mesaj ambiguu. Concomitent, la cealaltă ureche sunt prezențați diverși itemi care puteau determina modul în care este interpretat mesajul ambiguu respectiv. Rezultatele obținute au pus în evidență faptul că interpretarea mesajului ambiguu este în funcție de mesajul concomitant prelucrat automat (= fără mobilizarea atenției). De pildă, interpretarea unui mesaj ambiguu ca „George se apropie de bancă” este în funcție de mesajul recepționat de cealaltă ureche, „școală” sau „cec”¹. Mesajele recepționate inconștient determină interpretarea conștientă pe care o dăm unor mesaje ambigu. Mesajele subconștiente se resimt în semnificația pe care o acordăm unor mesaje conștiente ambigu, recepționate concomitent.

În fine, un alt experiment care merită menționat în acest context a fost efectuat de câțiva proaspeți absolvenți de la Oxford, Gray și Wedderburn (1960). Într-un experiment de ascultare dihotomică, ei au prezentat subiecților un mesaj cu sens la urechea asupra căreia trebuiau să-și concentreze atenția, care era imediat urmat de un mesaj fără sens la aceeași ureche. În același moment însă, la urechea ignorată era prezentat un mesaj cu sens, care continua mesajul de la prima ureche. În ciuda instrucțiunilor date subiecților de a-și focaliza atenția exclusiv asupra unei singure urechi, subiecții relatează ulterior mesaje hibride, rezultate din combinarea mesajelor cu sens de la ambele urechi. De pildă, dacă la urechea pe care se centrează atenția

1. Mc Kay (1973) utilizează alte mesaje ambigu, a căror traducere ar fi fost inadecvată pentru a ilustra ideea de bază a experimentului.

subiectul recepționează: „Soarele strălucește pe cer” + „mesaj fără sens”, iar la urechea cealaltă se înregistrează un „mesaj fără sens” + „într-o zi senină de vară”, ulterior, subiecții pretind că au recepționat la urechea dominantă, adică cea la care și-au focalizat atenția, mesajul: „Soarele strălucește pe cer într-o zi senină de vară”.

Luate împreună, toate aceste date experimentale duc la concluzia că mesajele la care nu suntem atenți pot fi procesate cel puțin parțial și sub aspect semantic, fiind apoi stocate în memoria de lungă durată. Altfel spus, există o prelucrare semantică inconștientă a informației. Această convingere e întărită de rezultatele experimentale obținute de Wright și colab. (1975). În prima parte a experimentului, de fiecare dată când subiecților li se prezenta un anumit cuvânt, acesta era asociat cu un soc electric de intensitate redusă. Ulterior, acest cuvânt era inserat într-un mesaj (mesaj non-dominant) pe care subiecții trebuiau să-l ignore, atenția lor fiind focalizată pe un alt stimul. Deși nu puteau conștientiza prezența cuvântului respectiv în mesajul non-dominant, de fiecare dată când acesta apărea, se constata o modificare semnificativă a reacției galvanice a pielii – umezirea palmei indicând un răspuns emoțional.

Dacă se pot prelucra la nivel semantic și mesajele care au fost ignorate, care au ieșit din sfera atenției noastre, atunci înseamnă că mecanismele atenției selective (filtrele) operează într-o etapă mai târzie a procesării informației. Segregarea procesării apare după ce s-au prelucrat (parțial) caracteristicile semantice ale stimулului.

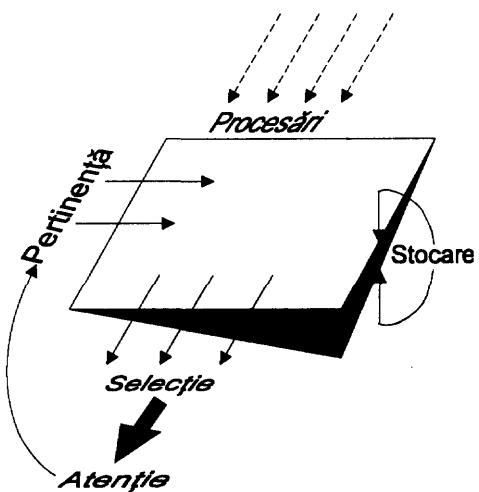
Pornind de la aceste rezultate, D.A. Norman (1968) a propus un model al filtrajului târziu.

3.3.2. Modelul filtrajului târziu

Modelul filtrajului târziu este prezentat în figura 3.3.

Conform acestui model, procesarea stimulilor la nivel senzorial (procesarea primară a informației) se realizează în mod automat. Stimulii din mediu inițiază detectorii de trăsături, care funcționează, în marea lor majoritate, fără implicarea atenției. Recunoașterea obiectelor presupune, însă, punerea în corespondență a trăsăturilor detectate cu modelele stocate în memoria de lungă durată. Temporar, unele dintre aceste modele sunt activate; partea activată a memoriei de lungă durată formează memoria de scurtă durată. Această activare temporară este menținută selectiv datorită unor mecanisme

Fig. 3.3. Filtrajul târziu (Norman, 1968)

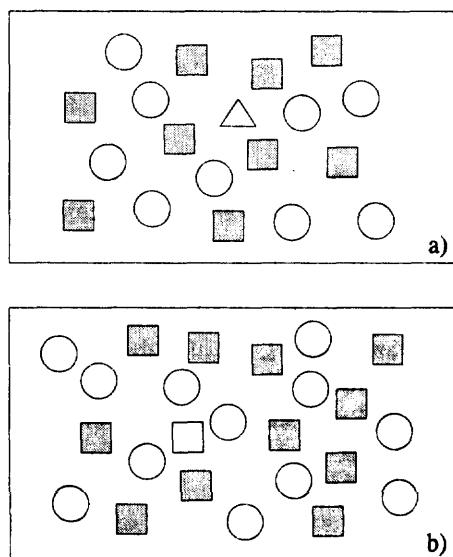


de pertinență care stabilesc ce informații sunt relevante, pertinente sub aspect motivațional sau pentru rezolvarea unei probleme și, ca atare, reclamă alocarea atenției. Selectivitatea intervine după inițierea procesărilor semantice. Procesarea caracteristicilor fizice ale stimulilor se face nesegregatōnist. Toate mesajele sunt prelucrate nediscriminativ, în aceeași măsură, până la nivelul prelucrării unor caracteristici semantice. În acest moment, mesajele cu valoare motivațională sau relevante pentru sarcină, pertinente, fac obiectul unor procesări mai laborioase, iar celelalte sunt ignorate. Atât mesajele dublate de efort atențional, cât și cele recepționate pe canale alternative, subconștient, sunt parțial procesate semantic. Ulterior, mecanismele de pertinență selecționează informația semnificativă sub raport motivațional și îi asigură o stocare pe o durată de timp mai îndelungată. Așa se explică de ce reținem, de pildă, numele nostru propriu rostit într-o conversație la care nu suntem atenți.

Deși este mai comprehensiv decât modelul lui Broadbent, capabil să explice datele experimentale care puneau sub semnul întrebării filtrajul timpuriu, modelul filtrajului târziu nu poate explica câteva fenomene binecunoscute. De pildă, dacă filtrarea ar fi numai la nivel semantic, atunci n-ar trebui să întâmpinăm nici o dificultate în a discrimina net două mesaje diferite prezентate la aceeași ureche, cu aceeași intensitate, frecvență sau locație. Or, așa cum s-a arătat, această discriminare este extrem de dificilă.

Concomitent, rezultatele experimentale obținute de A. Treisman (1969, 1988) au atrăs atenția asupra inflexibilității modelului filtrajului târziu. Mai întâi, cercetătoarea americană a scos în evidență faptul că detectarea unor trăsături fizice simple este un proces preatențional, automat. Experimental, pe un display erau prezентate, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă, o serie de figuri. Sarcina subiecților era de a menționa – prin apăsarea unei taste – dacă un anumit stimul (stimul țintă) a fost prezent sau nu în aceste imagini. Alături de stimulul țintă era prezentată concomitent o serie de alți stimuli, numiți distractori, a căror menire era de a îngreuna discriminarea. Experimentul are două modalități. În prima modalitate subiecții trebuiau să identifice prezența unei figuri care se deosebea de distractori printr-o singură trăsătură. De exemplu, trebuiau să menționeze dacă în configurația prezentată pe display se află un triunghi. Un exemplu de astfel de configurație e prezentat în figura 3.4.a.

Fig. 3.4. Configurații utilizate de A. Treisman (1988)



În a doua variantă a experimentului, subiecții trebuiau să identifice prezența unui stimул întă pentru a cărui diferențiere din mulțimea distractorilor era necesară luarea în calcul a două trăsături, în conjuncție logică. De exemplu, discriminarea pătratului alb din configurația 3.4.b. reclamă luarea în considerare a două caracteristici: forma (= pătrat) și culoarea (= alb).

Se constată că, o dată cu înmulțirea numărului distractorilor, timpul de reacție rămâne constant doar în cazul în care identificarea se poate face prin procesarea unei singure trăsături (figura 3.4.a). Dimpotrivă, atunci când identificarea reclamă procesarea conjugată a două trăsături, timpul de reacție crește liniar odată cu creșterea numărului de distractori. Cu alte cuvinte, procesarea unei trăsături este preatentională, automată, iar procesarea unei conjuncții de trăsături reclamă alocarea de resurse cognitive speciale, deci este un proces atențional, neautomat. Extragerea trăsăturilor individuale care necesită mecanisme cognitive speciale se realizează în paralel, însă conjuncția sau combinarea lor este un proces serial.

Nu trebuie să tragem concluzia că prelucrarea oricărei trăsături fizice este preatentională. După cum am văzut, există dovezi neurobiologice care arată că anumiți detectori de trăsături se activează doar dacă suntem atenți la stimulul care conține caracteristica respectivă (3.1). Numărul detectorilor atenționali este însă redus. În marea majoritate a cazurilor, extragerea unei trăsături este rezultatul prelucrărilor preatentionale.

În contextul de față, experimentul invocat are însă și o altă semnificație, și anume că procesarea segregaționistă a informației e prezentă încă de la nivelul combinării caracteristicilor fizice ale stimulului, ceea ce contravine filtrajului tardiv.

3.3.3. Modelul filtrelor atenuante

Dacă procedăm la o analiză epistemică a celor două modele ale filtrajului – timpuriu sau tardiv –, constatăm că fiecare dintre ele poate explica doar o parte din datele experimentale obținute. Încercând să navigheze între aceste modele extreme, A. Treisman a propus un model hibrid – modelul filtrelor atenuante. Ideea de bază a modelului este că filtrul nu funcționează în manieră discontinuă (după principiul totul sau nimic), ci mai degrabă atenuază semnalele recepționate, procedând la selecții succesive, la diverse niveluri de procesare a informației. Stimulii la care subiectul nu este atent sunt prelucrați în mai mică sau mai mare măsură, în funcție de gradul de solicitare a capacitatei de procesare a sistemului cognitiv. Dacă prelucrarea stimulului la care subiectul este atent nu îi ridică dificultăți deosebite, celelalte mesaje, din afara câmpului atenției, pot beneficia de procesări mai labo-rioase, chiar până la nivelul semantic. Așa se explică de ce, după un anumit antrenament cu sarcinile de ascultare dihotomică, subiecții pot relata tot mai multe lucruri despre mesajul non-dominant (= la care nu erau atenți).

Dimpotrivă, dacă mesajul dominant solicită o mare parte din resursele cognitive ale subiectului, procesarea mesajului non-dominant este mult redusă.

Modelul filtrelor atenuante propus de A. Treisman concordă cu majoritatea datelor experimentale obținute până în prezent. Înregistrarea potențialelor evocate a pus în evidență faptul că răspunsul bioelectric al creierului este mai redus, mai atenuat, în cazul procesării mesajului non-dominant comparativ cu procesarea mesajelor dominante. Comprehensiunea și cvasi-completitudinea modelului filtrelor atenuante s-au obținut cu prețul dezintegrării noțiunii de filtru. Filtrul devine, în acest caz, atât de general, atât de multidimensional, încât devine greu de operationalizat. Practic, întreg sistemul cognitiv devine un mecanism de filtrare a informației. Noțiunea de filtru este aproape coextensivă cu cea de mecanism cognitiv. Această situație i-a făcut pe unii cercetători să se detașeze critic defiltrele atenuante (ex.: Allport, 1990, Martindale, 1991).

3.3.4. O abordare neoconexionistă

Sub impactul neoconexionismului și al datelor din neuroștiințe, tot mai mulți sunt cei care susțin modelarea atenției pornind de la ideea alocării de resurse cognitive. Sistemul cognitiv dispune, în orice moment, de un volum limitat de reprezentări sau mecanisme de procesare. Ca atare, el trebuie să-și elaboreze o anumită politică de gestionare a resurselor, favorizând procesarea celor informații care au valoare adaptativă și motivatională. Selectivitatea procesărilor nu este, aşadar, rezultatul unor filtrări, ci al modului de gestiune a resurselor cognitive. La prima vedere, se pare că nimic nu s-a schimbat în afară de terminologie. Mutarea este, însă, de fond, după cum vom vedea în continuare.

Realizarea oricărei sarcini reclamă, după cum se știe, utilizarea unor resurse de calcul. De pildă, înmulțirea a două numere, să zicem 562×376 nu poate fi efectuată mintal concomitent cu lectura atentă a unui text științific. Cu cât o sarcină este mai complexă sau coeficientul său de noutate este mai ridicat, cu atât mai substantive sunt resursele computaționale pe care le necesită. Timpul de reacție crește, de exemplu, într-o sarcină de discriminare a unor figuri atât după culoare, cât și după formă, în comparație cu sarcina de a realiza discriminarea doar după una dintre aceste caracteristici (3.3.2). Așadar, resursele calculatorii și reprezentările de care dispune orice sistem cognitiv sunt alocate discriminatoriu, pentru realizarea unor sarcini în defavoarea altora. Selectionarea unor informații nu este rezultatul unor filtre, ci al alocării prioritare a resurselor cognitive pentru procesarea unui anumit flux de informație. Mecanismele atenționale de filtrare nu sunt cauza procesării segregatoriste, ci sunt efectul alocării preferențiale a resurselor cognitive.

Gestiunea resurselor cognitive se află în strânsă legătură cu nivelul general de activare psihofiziologică sau *arousal*. După cum s-a arătat (3.2), dacă cortexul nu este activat suficient – vezi cazul întreruperii legăturilor cu formațiunea reticulată, de pildă –, subiectul intră în comă profundă. Dacă cortexul este activat, informațiile care sosesc la zonele de proiecție pot fi procesate adecvat. Capacitatea formațiunii reticulare de a activa cortexul, ca și disponibilitățile corticale de activare sunt însă

limitate, ceea ce determină o procesare segregaționistă a informațiilor. Dacă stimulul extern are o intensitate ridicată (ex.: un zgomot puternic, o lumină), el ne captează atenția. Mai exact spus, patternul de activare corespunzător acestui input ajunge la zona de proiecție, activând-o și permijând realizarea unor procesări mai laborioase. Dacă stimulul corespunde unui model mental acceptor, activarea e de scurtă durată, deoarece cortexul inhibă potențarea activării prin căile colaterale și formațiunea reticulată. Dacă însă stimulul este necunoscut sau dacă el corespunde unei motivații intense, formațiunea reticulată ridică nivelul de activare și procesarea ulterioară a stimulului. Fiecare poate găsi în experiența personală ilustrări ale acestor fenomene.

Se poate considera că unitățile cognitive activate formează conștiința noastră. Dacă activarea lor depășește un anumit prag, atunci ele fac obiectul atenției noastre. Suntem conștienți de existența mai multor itemi decât numărul celor asupra căror ne putem concentra atenția. Să presupunem că stăm întinși pe plajă, privind absență înspre mare. Avem conștiință vagă a persoanelor care sunt împrejurul nostru, a valurilor mării, în general, a unei mulțimi destul de mari de stimuli. Dacă însă, la un moment dat, își face apariția un fotograf, iar noi dorim să ne fotografiem, brusc, se reduce spectrul de stimuli la care am putea reacționa. Nu ne mai interesează ceea ce se întâmplă în jurul nostru, nu mai știm dacă cineva s-a ridicat de pe șezlongul de alături sau nu etc. Dacă suntem noi însine pasionați de aparatele de fotografiat, caracteristicile fotografului (față, hainele în care este îmbrăcat etc.) se aglutinează, atenția noastră fiind focalizată pe un singur punct – aparatul ce atârnă de gâtul fotografului. Din mulțimea inițială de stimuli, cei mai activați au dus la inhibiția celor nerelevanți, neinteresați. Generalizând, un stimul sau o unitate cognitivă activată inhibă lateral celelalte unități concurente. Cele mai activate unități cognitive circumscrisu câmpul atenției.

Remarcile anterioare sugerează o posibilă abordare de inspirație neuronală a mecanismelor cognitive ale atenției. Putem considera că fiecare stimul pe care îl recepționează un subiect la un moment dat este codat de un neuromim sau unitate cognitivă. Aceste unități formează o rețea neuromimetică. Dacă una dintre unități devine mai activată – fie datorită intensității stimulilor, fie datorită unei activări datorate relevanței sale pentru realizarea unei sarcini sau satisfacerea unei nevoi –, se modifică valoarea de activare a celorlalte unități ale rețelei. Dacă postulăm că interacțiunea dintre unități se bazează pe un mecanism similar inhibiției laterale, cu cât valoarea de activare a unei unități este mai ridicată, cu atât mai inhibate sunt restul unităților. La fel ca și în cortex, unitățile cognitive mai activate sunt mai intens procesate. Deci nu avem nevoie de postularea unor mecanisme atenționale specifice, care să determine selectivitatea procesărilor sau alegerea discriminativă a stimulilor ce trebuie procesați. Ambele tipuri de selectivitate pot fi explicate doar prin cerința realizării unui comportament coerent și eficace pe baza unui sistem cognitiv cu o organizare neuromimetică a cunoștințelor. Cadrul conceptual schițat mai sus generează predicții testabile care ar putea conduce la validarea lui. Una dintre predicții se referă la fenomenul de interferență (= deteriorarea unei performanțe datorită competiției sale cu o altă performanță care reclamă aceleasi

mecanisme de procesare). Inhibiția laterală e cu atât mai puternică cu cât două noduri se află într-o mai mare proximitate. Două sarcini similare, care implică procesări și reprezentări similare sau învecinate interferează mai puternic decât două sarcini total diferite.

Rezultatul interferenței constă în scăderea performanțelor în realizarea ambelor sarcini. De pildă, putem să recepționăm și să procesăm concomitent, fără dificultate, stimuli vizuali și auditivi. Nu avem nici o dificultate să privim la imaginile de la televizor și, în același timp, să ascultăm o emisiune informativă la radio. Sistemul cognitiv poate procesa concomitent două sau mai multe tipuri de reprezentări, cu condiția ca ele să implice procesări cât mai diferite. Este mult mai greu să ne focalizăm atenția dacă trebuie să recepționăm concomitent două mesaje verbale, chiar dacă tratează despre subiecte diferite. Dificultatea concentrării atenției pe unul dintre mesaje crește și mai mult dacă aceste mesaje conțin informații diferite despre același subiect. Mesajele interferează atât de puternic, încât e greu să selectăm numai un anumit flux de informație. Această interferență e rezultatul inhibițiilor laterale reciproce dintre unitățile cognitive (reprezentări și procesări). Aspectul subiectiv al inhibiției laterale este confuzia, ezitarea și interferența.

Un experiment efectuat de Hirst (1986) susține această explicație posibilă a unor fenomene de interferență. Într-o primă fază a experimentului, W. Hirst a cerut subiecților să acționeze o tastă dacă pe display va apărea un nume de plantă și o altă tastă dacă apărea un nume de animal. În a doua fază, pe display erau prezentate numai nume de plante, dar din două specii diferite. Subiecții trebuiau să decidă asupra apartenenței plantelor la una dintre cele două specii apăsând, ca și anterior, pe taste diferite. În ambele faze se măsura timpul de reacție al subiecților. Se constată că în a doua situație, timpul de reacție este semnificativ mai ridicat decât în prima situație. Martindale (1991) interpretează acest rezultat ca efect al inhibiției laterale: nodurile care codează informația în primul caz sunt mai îndepărtate, nu se bruiiază reciproc prin inhibiție laterală; nodurile care codează nume de plante din specii diferite sunt mai apropiate, inhibiția reciprocă este mai mare, interferența mai ridicată, deci performanța mai scăzută. Se poate oferi, totuși, o explicație alternativă pentru rezultatele acestui experiment. Putem presupune că procesarea reclamată pentru a stabili apartenența unui exemplar la două clase diferite (plantă sau animal) e mai puțin laborioasă decât procesarea necesară pentru a stabili apartenența unor exemplare la două clase similare. Diferențele de adâncime a procesării au determinat diferențele de tipuri de reacție. Chiar în cazul acceptării acestei interpretări, explicarea interferenței prin inhibiția laterală dintre nodurile activate ale unei rețele neuromimetice rămâne o alternativă tentantă.

Analiza fenomenului de interferență în realizarea unor performanțe cognitive sau motrice a determinat nuanțări ale teoriei atenției văzute ca rezultat al politiciei de alocare a resurselor. Cel puțin trei factori par a fi implicați în apariția interferențelor: (1) gradul de similitudine a stimulilor și/sau procesărilor și/sau tipului de răspuns reclamat de sarcină. În toate situațiile, cu cât similitudinea este mai ridicată, cu atât e mai mare probabilitatea de apariție a interferenței; (2) nivelul de automatizare a

realizării sarcinii : cu cât sunt mai automatizate procedurile implicate în realizarea unei sarcini, cu atât mai impermeabile sunt ele la influențele generate de alte fluxuri informaționale ; (3) nivelul de dificultate a sarcinii : cu cât o sarcină e mai dificilă, cu atât mai frecvente pot fi interferențele.

Acste rezultate experimentale asupra fenomenelor de interferență au dus la ipoteza existenței unor resurse cognitive diferențiale pentru diverse tipuri de procesări sau informații. Altfel spus, în loc să se considere că resursele cognitive sunt compacte și gestiunea lor se face centralizat, s-a avansat ideea că aceste resurse sunt specifice fiecărei modalități senzoriale sau tip de informație. Gestionarea resurselor se face în mod independent pentru fiecare dintre aceste situații. Așa se poate explica, de pildă, de ce interferența dintre procesările implicate în realizarea unor sarcini vizuale și cele reclamate de sarcinile auditive e redusă, pe când în interiorul aceleiași modalități senzoriale interferența e ridicată. De exemplu, nu resimțim nici o dificultate în a privi imaginile de la televizor ascultând, în același timp, sonorul. E însă dificil să fim atenți la mesajele auditive concomitente provenite de la radio și aparatul TV.

Dovezile experimentale disponibile până în prezent nu dau câștig de cauză definitiv nici gestionării centrale a resurselor, nici gestionării lor locale. Unii cercetători consideră că, întocmai ca și teoriile multifactoriale, ipoteza gestionării locale a resurselor cognitive nu este falsificată (Allport, 1990). În plus, există dovezi despre existența unor interferențe „stranii” între procesări total diferite – cel puțin cum apar la nivelul actual de analiză. De exemplu, s-a constatat în mod repetat că performanțele la o sarcină de aritmetică (ex. : adunarea sau înmulțirea unor numere) scad semnificativ cu cât strângem mai tare un obiect în mână ! Rămâne în seama unor cercetări ulterioare lămurirea acestor chestiuni care pot avea implicații importante asupra modelării atenției.

3.4. Atenția și coerența comportamentului

Procesarea *selectivă* a informației nu este determinată numai de resursele cognitive finite de care dispune sistemul cognitiv uman (sau infrauman). Selectivitatea prelucrării informației este justificată și de *necesitatea asigurării coerenței comportamentului*. Pentru ca un comportament sau acțiune (= comportament ghidat de un scop) să fie eficace, să-și atingă ținta cu minimum de efort, organismul trebuie să ignore, pe cât posibil, fluxurile informaționale colaterale. Ca atare, el va evita procesarea unor stimuli care, deși n-ar depăși capacitatele sale reprezentatoriale sau de calcul, ar putea interfera cu procesările reclamate de realizarea unei anumite acțiuni sau să arăte dovedi irelevanți în raport cu sarcina. În acest caz, selectivitatea e indușă nu atât de caracterul insuficient al resurselor cognitive, ci de cerința realizării unui comportament coerent, eficace – esențial pentru propria noastră supraviețuire. Așa cum am mai arătat, înțelegem selectivitatea în două sensuri : a) ca selecție a

stimulilor sau informațiilor ce urmează a fi procesate ; b) ca procesare selectivă, în diverse grade și modalități, a informațiilor deja selecționate. Realizarea unui comportament coherent, a unui control coherent reclamă, din partea sistemului cognitiv, ambele tipuri de selectivitate.

Să luăm un exemplu. Într-un meci de tenis fiecare partener trebuie să lovească mingea în aşa fel încât să puncteze cu minimum de efort. Pentru lovirea eficace a mingii, fiecare jucător trebuie să proceseze o mulțime de informații : să estimeze viteza și traectoria mingii, poziția în teren a adversarului, calitatea zguriei pe care va sări mingea, distanța până la fileu etc. În câmpul său vizual sunt prezenți, în același timp, mulți alți stimuli : culoarea fileului, o parte a tribunei cu spectatori, copiii de mingi etc. Mai mult, el poate fi preocupat de o serie de întrebări : Ce se va întâmpla dacă va pierde ghemul ? De ce a greșit ultimul serviciu ? etc. Așadar, o serie de stimuli, interni și externi, se află la dispoziția sistemului său cognitiv, în concurență, pentru a fi procesați. Chiar dacă resursele cognitive i-ar permite procesarea concomitentă a tuturor stimulilor menționați, cea mai mare parte a lor s-ar dovedi nerelevanți în raport cu sarcina, iar riscul interferenței și parazitariei reciproce a fluxurilor informaționale ar crește semnificativ, deteriorând performanța. Un bun jucător va ignora – deliberat sau nu – o serie de surse de informație nerelevante sau cu relevanță scăzută pentru sarcina sa de a lovi mingea, chiar dacă resursele sale cognitive i-ar permite procesarea lor concomitent. În plus, stimulii luați în calcul vor fi prelucrați selectiv, unii mai mult, alii mai puțin : atât cât e necesar pentru o lovitură eficace. Așadar, pentru a-și atinge scopul, fiecare jucător va proceda la o selecție a surselor de informație și la o prelucrare selectivă a stimulilor. Procesarea segregationistă a informației se va datora, în bună măsură, necesității de a efectua o acțiune eficientă, *cheltuind minimum de resurse pentru maximum de rezultate*. Deci, selectivitatea este determinată în mare măsură de necesitatea unor acțiuni adaptative, eficace (Allport, 1990). Procesarea segregationistă a informației nu este neapărat un semn al incapacității noastre de a face față unui mediu hipercomplex, ci și o strategie adaptativă, dobândită de organism pentru a-și asigura coerența și controlul comportamentului.

3.5. Inconștientul cognitiv

3.5.1. „Bombardamentul” subliminal

În 1958, *Life* – o revistă americană de popularizare a științei – relata despre cazul a 4500 de subiecți care, în timpul vizionării unor filme la cinema, au fost bombardăți cu două mesaje subliminale (mesaje cu un timp de expunere sub nivelul pragului senzorial) : „Drink Coke” și „Eat Popcorn” („Beți Coca-Cola” și „Mâncăți floricele de porumb”). În urma acestor expunerii, se relatează că ar fi crescut consumul de

Coca-Cola al subiecților din lotul respectiv cu 18%, iar cel de floricele de porumb – cu 50%. Condițiile și modul de realizare a experimentului erau vag precizate, dar articolul respectiv a declanșat o emulație deosebită în rândul psihologilor, de la cercetătorii interesati în procesarea inconștientă a informației, până la psihoterapeuți – care vizau aplicații importante în remiterea unor simptome, și comercianți – posedați de fantasma unor căștiguri fabuloase realizate prin mesaje publicitare subliminale. Chiar publicul mai larg a început să-și pună problema dacă nu cumva comportamentul oamenilor ar putea fi manipulat în bine, dar mai ales în rău, prin expunerea permanentă la mesaje de acest gen. Ca orice fenomen straniu, „bombardamentul” subliminal a fost repede învăluit într-o haină mistică, bântuită de temeri nejustificate și explicații aberante. S-au scris multe cărți, cu trecere la public, despre posibilitatea înrobirii și robotizării oamenilor prin expunere repetată la mesaje subliminale. Biserică a declanșat o virulentă campanie împotriva înregistrărilor de muzică rock, acuzată că ar conține mesaje subliminale satanice care îndeamnă tineretul la violență, sex și consum de droguri. Confruntate cu o isterie colectivă ce risca să ia amploare, în anii '60, unele state americane au votat chiar legi ce permiteau verificarea casetelor sau benzilor de muzică rock înainte ca ele să fie vândute, pentru a putea depista din timp eventualele mesaje subliminale. Alertat, chiar Senatul SUA ordonă cercetarea atentă a fenomenului de o echipă abilitată de psihologi.

3.5.2. Cercetări non-psihanalitice asupra inconștientului

Cealaltă parte a isteriei s-a consumat în laboratoarele de cercetare ale omului de știință. Ea este mai puțin spectaculoasă, temperată de deontologia tacită a comunității științifice care evită enunțurile categorice, căutând întemeierea logică și experimentală înainte de a prezenta publicului diverse ipoteze plauzibile.

Criticând o întreagă tradiție behavioristă, J. Brunner publică în anii '50 (vezi Brunner și colab., 1956) o serie de cercetări asupra percepției, menite să scoată în evidență rolul factorilor cognitivi în realizarea percepției: setul, expectanțele subiecților, etichetajul lingvistic etc. El a inaugurat astfel o orientare în psihologia percepției numită *new look*. În anii '70, H. Erdely, într-un studiu clasic, *Another look to the „new look”*, utilizând unele achiziții ale psihologiei cognitive, argumenta necesitatea abordării procesărilor inconștiente ale informației, adică inconștientul cognitiv. Aparatajul conceptual al psihanalizei freudiene urma să fie supus testului acid al binomului cognitivist experiment-modelare. De atunci, cercetările asupra inconștientului cognitiv s-au diversificat, stimulate de multiplele lor aplicații posibile în psihoterapie sau psihologia reclamei. Deși fac apel la terminologia psihanalitică, cercetătorii implicați în investigarea acestui fenomen (ex.: Greenwald, 1992, Reber, 1967) se reclamă drept continuatori ai lui Pierre Janet, promotorul imaginii unui inconștient nepulsional (nefreudian), manifest în stările de disociere a conștiinței (vezi, de pildă, P. Janet, 1915). După cum sublinia Kihlstrom și colab. (1992), „Există o diferență majoră între «inconștientul» psihanalitilor și «inconștientul»

psihologilor experimentalisti. Pentru cei dintâi inconștientul e cald și umed, primitiv și irațional, plin de temeri și pulsioni. Pentru cei din urmă, inconștientul este ancorat în realitate, rațional și simpatic. Cu alte cuvinte, cercetările actuale asupra inconștientului ar fi fost posibile și fără abordarea psihodinamică” (p. 360).

3.5.3. Procesări semantice inconștiente. Consecințe comportamentale

Procesarea inconștientă a caracteristicilor *fizice* ale stimулului, efectuată de modulii cognitivi implicați în procesarea primară și secundară a stimулilor, este un fapt ce nu mai poate fi pus la îndoială. Extragerea contururilor, detectarea mișcării, a suprafețelor, a texturii, gruparea elementelor după principiile gestaltiste, segregarea figurii de fond etc. sunt numai câteva dintre prelucrările inconștiente analizate deja în lucrarea de față (2.1-2.3). Există însă două mari chestiuni controversate în abordarea inconștientului cognitiv: a) dacă există o prelucrare semantică subconștientă sau inconștientă a stimулilor subliminali; b) dacă procesările subconștiente au consecințe comportamentale vizibile. Experimentele de ascultare dihotomică au pus în evidență procesarea subconștientă a unor stimuli pentru care nu se alocau resurse cognitive speciale: numele proprii, sexul posesorului vocii ocluzate, locația, intensitatea și alte câteva caracteristici ale stimулului. Toți acești stimuli erau supraliminali, aveau o durată de expunere sau prezentare care depășea pragul senzorial pentru modalitatea senzorială respectivă. Care este situația stimулilor subliminali?

Înainte de a oferi un răspuns la această întrebare, trebuie făcută distincția între pragul senzorial obiectiv și pragul senzorial subiectiv. *Pragul senzorial obiectiv* este valoarea minimă pe care trebuie să o aibă un stimul pentru a putea fi recepționat de organism. Subiectul nu este însă conștient de prezența lui, nu poate să spună dacă stimulul a fost sau nu prezent, deși el induce modificări de natură bioelectrică. *Pragul senzorial subiectiv* este limita de la care subiectul poate conștientiza prezența stimулului, deși nu poate oferi verbal nici o altă informație despre natura sau semnificația acestuia. Dacă echivalăm conștiența cu capacitatea de a discrimina între două stări alternative ale stimулului, prezență *versus* absență, atunci studiile de până acum care au recurs la pragul obiectiv nu oferă dovezi nici pro nici contra existenței unei percepții inconștiente. Dacă însă utilizăm pragul subiectiv, atunci există date experimentale concluante care probează existența percepțiilor inconștiente.

Într-unul din experimentele sale, P. Wakins (1973, apud Vokey, 1985) expune un lot de subiecți la mesajul subliminal (vizual): „Drink Coke”. La sfârșitul acestei expuneri, subiecții erau solicitați să-și autoevalueze pe o scală nivelul lor de însetare, precum și preferința lor pentru Coca-Cola dintr-o listă întreagă de băuturi. Față de lotul de control, senzația de sete era de aproape două ori mai mare. Subiecții din lotul experimental nu manifestau însă nici o propensiune semnificativă spre Coca-Cola comparativ cu alte băuturi.

Utilizând o altă paradigmă experimentală, R. Fowler (1981, *apud* Vokey, 1985) prezintă mai întâi subiecților un mesaj subliminal format dintr-un singur cuvânt (ex.: LODGE – adăpost). Ulterior, pe display erau expuse alte două mesaje: HOTEL și BOOK. Subiecții erau solicitați să menționeze care dintre aceste două cuvinte e similar – ca semnificație – cu mesajul subliminal prezentat anterior. Aproximativ 95-97% dintre membrii lotului experimental au dat răspunsul corect (în exemplul de mai sus, au optat pentru cuvântul HOTEL), ceea ce denotă prezența unei procesări semantice (partiale) a mesajului subliminal. Ingeniozitatea experimentului constă în modalitatea indirectă de identificare a procesării semantice a mesajului subliminal pe baza impactului pe care această procesare îl poate avea asupra interpretării unui mesaj supraliminal. Analiza semantică a mesajului subliminal poate exista chiar dacă ea nu poate fi conștientizată. În acest caz, cea mai bună modalitate de a o pune în evidență este o cale indirectă, prin impactul pe care îl are asupra interpretării unui mesaj supraliminal.

Pe baza acestor date experimentale² se poate conchide că mesajele subliminale sunt procesate inclusiv semantic; această procesare semantică este însă incompletă, ea vizând mai degrabă categoria semantică din care face parte stimulul, nu stimulul propriu-zis. După cum s-a relatat, participanții la primul experiment s-au dovedit a fi mai însetăți, dar nu în mod special de Coca-Cola, iar subiecții celui de-al doilea experiment n-au procesat semnificația exactă a mesajului subliminal, dar au realizat familia semantică din care face parte.

Datele expuse anterior vizează mesajele subliminale vizuale. În ce privește mesajele subliminale auditive, rezultatele sunt mai puțin concluzante. Vokey (1985) înregistrează pe o bandă de magnetofon mesajul subliminal: *Jesus loves me, this I know!* (Isus mă iubește, eu știu asta!).

După ascultarea benzii în care era inserat mesajul respectiv, subiecții au fost întăriți că li s-au administrat mesaje subliminale și li s-a cerut să le încadreze într-o din următoarele categorii semantice: mesaj creștin – mesaj satanic – mesaj porno – mesaj publicitar. Repartiția înregistrării subliminale pe cele patru categorii a avut un caracter cvasi-aleatoriu, respectiv un procentaj de 19,5-21% pentru fiecare categorie (restul subiecților nepronunțându-se pentru nici una dintre grupările propuse). S-ar părea că procesarea semantică a mesajului auditiv subliminal nu atinge nici măcar nivelul categoriei corespunzătoare. Subliniem însă că cercetările întreprinse până în prezent sunt prea puține pentru a putea trage concluzii valide.

Tinând seama de rezultatele investigațiilor asupra procesărilor semantice subconștiente ale mesajelor subliminale (auditive și vizuale), putem schița răspunsul la două întrebare pe care am ridicat-o anterior, anume dacă pe baza acestor mesaje poate fi controlat comportamentul uman. Putem fi oare manipulați prin expunerea sistematică la mesaje subliminale proiectate de agențiile publicitare sau diversi factori politici? Răspunsul e negativ. Întrucât prelucrările semantice ale mesajelor subliminale vizează familia semantică de care aparține mesajul respectiv, nu

2. Datele prezentate aici au mai degrabă un caracter ilustrativ. Multe alte detalii și rezultate experimentale similare pot fi aflate în Merikle (1992).

semnificația sa individuală, ele pot favoriza, cel mult, o clasă de comportamente, dar nu pot induce un comportament specific. O procesare semantică generică nu poate induce decât un comportament generic, nu un comportament particular. În plus, în condițiile stimulării cu mesaje subliminale, concomitent, subiectul uman receptează și prelucrează multe alte mesaje, supraliminale, cu impact considerabil mai mare asupra comportamentului uman. S-a dovedit în repetate rânduri că, de pildă, expectanțele subiectului care antrenează o serie de procesări descendente pot anula impactul mesajului subliminal (Vokey, 1985). E adevărat că-l pot și favoriza. Subiecții care sunt convinși că o bandă magnetică conține mesaje subliminale le detectează mai rapid decât cei care nu au această convingere. Dar acest fenomen e ubicuu, el este prezent în cazul procesării oricărui stimул supraliminar. Pe scurt, nivelul actual al cercetărilor ne îndrichtuiește să conchidem că posibilitatea manipulării comportamentului uman prin mesaje subliminale este extrem de improbabilă, dacă nu exclusă. O asemenea concluzie nu alimentează nevoia de misticism a publicului larg, de aceea își face loc cu greu în spațiul publicist al revistelor de popularitate. Vokey (1982) relatează cât de refractare au fost unele reviste americane de acest gen la publicarea cercetărilor lor asupra înregistrărilor subliminale pe benzi magnetice.

3.5.4. Aplicații, implicații

Din mulțimea aplicațiilor posibile ale stimulării subliminale vom prezenta, cu titlu de exemple, doar două aplicații : una în psihologia reclamei, iar cealaltă în psihoterapie.

În reclamă, stimularea subliminală a fost utilizată direct, nemijlocit sau indirect, prin asociere cu un alt stimул. Un exemplu de stimulare subliminală directă constă în expunerea repetată a unei noi mărci de produs pentru care se dorește o vânzare cât mai bună. După cum am văzut, procesarea semantică a unui astfel de stimул va fi parțială, generică și, în consecință, comportamentul particular vizat nu poate fi indus, chiar dacă sunt favorizate o clasă de comportamente similare. Subiecții nu vor cumpăra neapărat Coca-Cola, dar se vor simți mai însetați.

În utilizarea indirectă se scontează pe faptul că asocierea unui mesaj subliminal cu un mesaj supraliminal congruent mărește impactul acestuia din urmă. De pildă, prezentarea imaginii unui produs (stimул supraliminal) este dublată de expunerea subliminală concomitentă a cuvântului SEX sau a unei imagini pornografice. Se scontează pe faptul că aceste din urmă mesaje ridică nivelul de *arousal* și, prin asociere, favorizează procesarea stimulului supraliminal concurrent. Deși s-au relatat succese în utilizarea pe teren a unei astfel de tehnici, testarea de rigoare, prin controlul strict al variabilelor, aduce o serioasă doză de scepticism. S. Vokey (1985) prezintă subiecților dintr-un grup experimental o serie de diapozyitive. Dintre acestea, unele erau dublate cu imagini sexuale expuse subliminal. După terminarea expunerii, subiecții sunt solicitați să efectueze două sarcini : a) *de recunoaștere* – dintr-o mulțime mult mai mare de imagini, subiecții trebuiau să recunoască pe cele care fuseseră prezentate anterior ; b) *de reamintire* – subiecții trebuiau să-și reamintească cât mai

multe dintre imaginile respective. Nici recunoașterea, nici reamintirea diapozitivelor asociate cu imagini pornografice nu au depășit media performanțelor înregistrate pentru celelalte diapositive. Aceleași rezultate au fost obținute și în cazul repetării sarcinilor după 48 de ore, constatăndu-se doar un declin previzibil al performanțelor la ambele sarcini. Există unele sugestii potrivit cărora stimulii subliminali au nevoie de o perioadă de incubație înainte ca efectul lor să se facă simțit. Deocamdată această chestiune rămâne deschisă, rezolvarea ei reclamând noi investigații experimentale.

Aplicația psihoterapeutică a „bombardamentului” subliminal se întemeiază pe un puternic angajament psihanalitic. Dacă simptomatologia neurotică este, în mare parte, determinată de dinamica subconștientului, atunci modificarea acestei dinamici prin injecții cu mesaje subliminale corespunzătoare ar putea duce la ameliorarea sau remiterea simptomatologiei. Cele mai consecvente eforturi în acest sens au fost făcute în tratamentul bulimiei nervoase. Bulimia, o tulburare psihogenă de apetit caracterizată printr-un consum alimentar excesiv, compulsiv, urmată de vomisme autoinduse, debutează, de regulă, în adolescență. Incidența ei cea mai ridicată este întâlnită mai ales la persoanele de gen feminin. Terapeuții de formăție psihanalitică pun această tulburare pe seama relațiilor frustrante dintre fiică și mamă în perioada copilăriei. Fiind marcate de insuficientă afecțiune (reală sau imaginată) pe care i-o dovedește mama, fetele cu fixație orală recurg la supraalimentare compulsivă urmată de vomisme autoprovocate, ca o expresie a ambivalenței lor afective. Refacerea sincretismului originar mamă-fiică preexistent declanșării reacțiilor frustrante ar duce, în viziunea psihanalitică, la remiterea sau ameliorarea considerabilă a simptomatologiei. S-a încercat să se facă acest lucru prin expunerea pacienților la mesajul subliminal: *Mother and I are one!* (Eu și mama suntem una!) Fox (1987) consemnează îmbunătățirea semnificativă a situației pacienților bulimici supuși la 10 expuneri repetitive ale acestui mesaj subliminal, de 4 ori pe săptămână. Pentru alte referiri la utilizarea terapeutică a mesajelor subliminale, vezi Ionescu (1991).

Cercetările asupra subconștientului cognitiv, tot mai intense în ultima vreme, au implicații asupra multor chestiuni încă nesoluționate. Una dintre implicații vizează învățarea limbilor străine. Din dorința de a-și vinde produsele, firmele producătoare de casete audio-video pentru învățarea limbilor străine au lansat ideea că, prin ascultare prelungită, repetată a casetelor respective se poate învăța subconștient (chiar în somn) o limbă străină. Or, din nefericire, rezultatele cercetărilor de până acum nu ne dau mari speranțe. Pentru învățarea unei limbi este esențială învățarea regulilor sale gramaticale. Datele experimentale probează însă că, în mod subconștient, pot fi dobândite cel mult covariante sau reguli parțiale (4.4.3).

Analiza subconștientului cognitiv pune apoi într-o perspectivă cu totul nouă problematica mecanismelor de apărare ale eului. Inițiată de S. Freud în lucrarea *Psihoneurozele de apărare* (1894), studierea mecanismelor defensive – care protejează eul de pulsunile incompatibile cu principiul realității – a devenit un topos clasic de cercetare al psihanaliștilor prin lucrarea Annei Freud, *Mecanismele de apărare ale eului* (1927). Multe din aceste mecanisme, dar îndeosebi negarea defensivă, represia, descrierea și proiecția pot fi concepute din perspectiva prelucrării inconștiente a

informației despre un stimul traumatizant intern sau extern. Fără a intra în detalii³, menționăm doar că, din această perspectivă, mecanismele de apărare nu sunt instituite de un eu puternic și autonom, ci sunt funcții sau utilizări defensive ale unor mecanisme cognitive inconștiente, neutre în ele însele (Miclea, 1991).

În general vorbind, abordarea subconștientului cognitiv determină decorticarea fenomenelor subconștiente de mitologia și limbajul metaforizant al psihanalizei. O nouă imagine despre subconștient, validată experimental, este pe cale să se constituie.

3.6. Sumar

Selecția stimulilor ce urmează a fi procesați și caracterul selectiv, diferențiat al prelucrărilor la care sunt supuși rezidă în volumul limitat al resurselor de calcul de care dispune sistemul cognitiv silit să se adapteze unui mediu hipercomplex. În cazul stimulilor vizuali, atenția este implicată și în orientarea sacadelor oculare, precum și în procesarea informației parafoveale. Datele din neurofiziologie arată că : a) atenția nu este un mecanism unitar, ci se distribuie pe mai mulți moduli cognitivi ; b) cu excepția detectorilor atenționali, selectivitatea atenției se manifestă după constituirea reprezentării 3D ; c) atenția este rezultatul activării unor cunoștințe și mecanisme cognitive, iar această activare e determinată fie de caracteristicile stimулului („atenție involuntară”), fie de către baza de cunoștințe și motivația subiectului („atenție voluntară”), fie de necesitatea asigurării coereneței comportamentului.

Pentru a explica selectivitatea atenției s-au avansat diverse teorii ale filtrelor timpurii, târzii sau atenuante. Teoria filtrelor atenuante concordă cu majoritatea datelor experimentale, dar această concordanță este obținută cu prețul diluării noțiunii de filtru care nu mai poate fi operaționalizată. Ca atare, selectivitatea a început să fie concepută ca rezultat al unei „politici” de gestiune a resurselor cognitive. Aceste resurse sunt, de fapt, determinate de nivelul de activare. Dacă coroborăm datele neurofiziologice, care leagă atenția de rolul activator al formațiunii reticulare, cu cele fiziole despre fenomenul de interferență, rezultă că atenția *nu* este o facultate autonomă, pe care să o putem controla sau manipula. Ea este un alt nume pentru cele mai activate unități cognitive care, prin inhibiție laterală, reduc valoarea de activare a unităților complementare. Așadar, „comutarea”, „focalizarea” sau „concentrarea” atenției înseamnă, de fapt, activarea succesivă a unor unități cognitive sau sporirea activării lor.

În ultimii ani, asistăm la o resurcere a interesului pentru procesele inconștiente dar, de această dată, dintr-o perspectivă cognitivă. Ele au aplicații interesante în tehniciile psihoterapeutice și de publicitate. Pentru obținerea unei imagini mai complete asupra atenției și funcționării sale trebuie avute în vedere problemele analizate în 6.3 și 10.3.

3. Vezi M. Miclea, *Stres și apărare psihică*, P.U.C., Cluj-Napoca, 1997.

CATEGORIZAREA

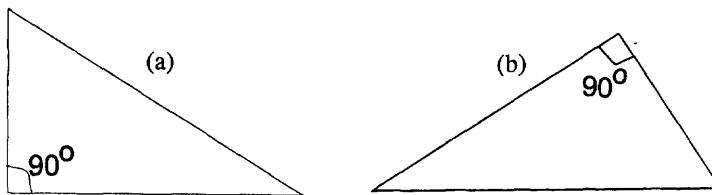
4.1. Introducere

Trăind într-un mediu hipercomplex, omul ar putea fi repede copleșit de numărul și marea diversitate a stimulilor sau situațiilor pe care le întâlnește. Pentru a face față cu succes acestei stări de fapt, subiectul uman recurge la categorizarea obiectelor, reducând astfel diversitatea mediului la categoria ușor de procesat. Categorizarea sau clasificarea vizează instituirea de clase care includ un grup de obiecte/stimuli. Despre aceste elemente se spune că sunt membri ai (sau aparțin) categoriei respective. Pe baza acestor clasificări accedem la informațiile relevante, disponibile în sistemul cognitiv despre categoria respectivă și putem face predicții. De pildă, încadrarea unui individ într-o anumită categorie de psihodiagnostic, să zicem intelect de limită, ne facilitează accesul la o mulțime de cunoștințe aferente disponibile în memorie despre respectiva categorie de diagnostic și ne ajută să prezicem comportamentul într-o serie de situații. În cazul acesta, ne reamintim dificultățile de adaptare specifice unui atare individ, eventualele tulburări socio-afective, putem prezice reușita sa școlară etc. Categorizarea unui grup de demonstranți ca fiind paciști sau extremiti ne activează un set de cunoștințe despre ideologia sau lozincile lor, chiar dacă acestea nu sunt încă manifeste, și ne permite predicția comportamentului lor în condițiile intervenției poliției. Similar, în cazul clasificării unor obiecte din mediul natural (ex.: „plante”, „fructe” etc.), se activează cunoștințele reprezentative corespunzătoare pe baza cărora putem prezice evoluția ulterioară a obiectului în cauză.

Literatura consacrată categorizării abundă în confuzii riscante. Uneori se pune semnul de egalitate între categorie și concept. Mai mult, unii autori susțin că orice concept are un referent real a cărui proiecție mentală este. Ambele poziții sunt eronate. Există concepte care nu au o categorie corespunzătoare în realitatea obiectivă, de exemplu, conceptele de „număr irațional”, „inorog”. Mai mult, adesea, omul impune o clasificare, *o instituie mai degrabă decât o descoperă* în realitate. De exemplu, „mulțimea numerelor naturale divizibile cu 3” sau „automobile cu mai mult de 10.000 km la bord” sunt categorii instituite de subiectul uman, pe baza scopurilor sau intențiilor sale, nu pe baza detectării unor proprietăți fizice care individualizează membrii categoriilor respective de orice alt membru al unei categorii complementare. Animați de diferite scopuri, putem forma categorii din obiecte care au foarte puține caracteristici în comun. Dacă vrem să mergem într-o excursie la

munte, atunci vom forma categoria de obiecte necesare pentru o drumeție în munți, în care includem cortul, ceaunul, bocancii, rucsacul, chibriturile, leucoplastul etc., adică o mulțime de obiecte care, altfel, sunt disparate, nu seamănă nici prin forma fizică, nici prin funcțiile lor specifice. Pentru a evita o dezbatere analitică cu tentă scolastică pe această temă, vom considera conceptul ca fiind una dintre reprezentările mentale posibile ale unei categorii. Pentru aceeași categorie de obiecte – triunghiurile dreptunghice, de pildă – putem avea cel puțin două tipuri de reprezentări: un concept și un prototip al categoriei respective. *Conceptul* de triunghi dreptunghic constă în definiția binecunoscută: o figură geometrică cu trei laturi și un unghi drept. Prototipul sau exemplarul tipic al clasei respective este un triunghi de forma celui din figura 4.1.a.

Fig. 4.1. Exemple de triunghiuri dreptunghice: (a) tipic (prototip); (b) atipic.



În figura 4.1.b. este prezentat tot un triunghi dreptunghic, dar cu unghiul drept sus. O dovedă a utilizării reprezentării prototipice a unei clase de obiecte e evidentă în rezolvarea de probleme de geometrie: subiecții observă și rezolvă mult mai rapid problemele în care unghiurile drepte sunt în poziție tipică, decât în poziție atipică (C. Predescu, I. Radu, 1990). Asupra prezentării conceptuale sau prototipice se va reveni în 4.4.1.

4.2. Funcțiile categorizării

Categorizarea îndeplinește numeroase funcții cu valoare adaptativă. Dintre toate acestea, trei par a fi cele mai importante: a) *gruparea obiectelor similare în aceeași categorie*; b) *codarea experienței*; c) *generarea de inferențe*.

4.2.1. Similaritatea

Obiectele similare sunt, de regulă, grupate în aceeași categorie. Această similaritate poate fi fizică sau funcțională. De pildă, diverse tipuri de mere sunt grupate sub una și aceeași categorie, deoarece ele au caracteristici fizice sau perceptive asemănătoare: mărimea, greutatea, culoarea sâmburilor, lungimea cozii etc. Elementele clasei „tacâmuri” nu sunt atât de asemănătoare sub aspect fizic, cât mai ales

funcțional : îndeplinește funcții similare – de a ne ajuta la servirea mesei. Ponderea pe care cele două tipuri de proprietăți – fizice sau funcționale – o au în realizarea categorizării obiectelor este variabilă. În condițiile în care subiectul uman nu este presat de rezolvarea rapidă a unei probleme sau de realizarea unor scopuri precise, categorizarea pe baza similarității fizice are întâietate asupra categorizării funcționale. De pildă, când mergem în excursie, admirăm „copacii”, „florile”, „păsările”, grupând, aşadar, obiectele din mediu pe baza caracteristicilor lor perceptive comune. Dacă comportamentul uman are o intenționalitate precisă și imediată, dacă se vizează satisfacerea unor nevoi, rezolvarea unor probleme, caracteristicile funcționale, similaritatea funcțională devine principalul criteriu de categorizare. Reluând exemplul anterior, dacă în excursie ne propunem să stabilim numărul de berze sau de iepuri dintr-o anumită zonă ori identificarea unei anumite plante medicinale, operăm cu alte tipuri de categorii decât cele menționate anterior. Mediul este același, dar categoriile pe care noi le stabilim sunt diferite. Mai mult, caracteristicile funcționale pot genera categorii diferite în interiorul aceleiași categorii bazate pe similaritate fizică. De pildă, în urmă cu câteva minute, am împărțit în două pachetul de hârtie de scris de pe biroul meu. Caracteristicile fizice sunt identice ; o bucată de coală din oricare pachet are aceeași dimensiune, culoare, greutate, compoziție chimică, rugozitate etc. Am format însă două categorii deoarece intenționez ca o parte din aceste hârtii să le utilizez pentru manuscrisul acestei cărți, alta – pentru editarea la imprimantă a unor texte de metodologie psihologică. Cele două teancuri nu sunt decât consecința comportamentală a stabilirii unor categorii diferite pe baza unor similarități funcționale. Pe scurt, este rezultatul unei ponderări dinamice a similitudinilor fizice/funcționale ale obiectelor categorizate. În contexte diferite, unul dintre cele două tipuri de similitudini dobândește preeminență în realizarea categorizării.

În orice context însă, categorizarea tinde spre *maximizarea similarităților intra-categoriale* (= dintre elementele aceleiași categorii) și *minimizarea similarității inter-categoriale* (= dintre membrii unor categorii diferite). Satisfacerea completă a acestei constrângeri ar împiedica însă realizarea celorlalte funcții ale categorizării, menționate anterior, căci la rigoare orice categorie ar avea un singur membru. În consecință, luând în considerare și caracteristicile funcționale, am avea mai multe categorii decât obiecte/stimuli din mediu, ceea ce ar spori presiunea mediului asupra sistemului cognitiv în loc să o reducă. Realizarea celorlalte funcții ale categorizării impune alte constrângeri. Doar *satisfacerea lor reciprocă* asigură eficiența categorizării.

4.2.2. Codarea experienței. Nivelul de bază al categorizării

Categorizând obiectele din mediu, subiectul uman și le reprezintă într-un format simplu, ușor de procesat, stocat sau reactualizat atunci când situația o cere. În locul unei mulțimi de obiecte, sistemul cognitiv operează cu o singură categorie corespunzătoare. Aceste categorii înlesnesc percepția, memorarea, reamintirea, într-un cuvânt, sporesc eficiența sistemului cognitiv. Astfel, recunoaștem o clasă de obiecte

cu anumite caracteristici fizico-funcționale ca fiind un tip de automobil, le reținem în și le reactualizăm din memorie prin categoria respectivă, facem judecăți și raționamente asupra lor pe baza acestei categorii etc. Recunoașterea rapidă – în câteva sutimi de milisecunde – a obiectelor se datorează activării categoriale sau patternurilor de activare corespunzătoare.

Orice categorie este inclusă într-o rețea complexă, ierarhizată de categorii, cu categorii subordonate sau supraordonate. Să presupunem că ne aflăm într-un loc aglomerat, cu ochii închiși. Îi deschidem și, brusc, recunoaștem o mulțime de femei și bărbați. Stimulii vizuali respectivi pot fi categorizați la fel de corect ca fiind „oameni”, „bipezi”, „ființe”, „entități materiale” – dacă i-am include în categorii supraordonate. Ei pot fi incluși însă și în categorii subordonate: ruși sau români, femei tinere sau bărbați tineri, elevi sau eleve de la o anumită școală, dintr-o anumită clasă, cu un nume propriu etc. Din mulțimea de categorii, sub- și supraordonate corespunzătoare unui stimул, tindem să activăm numai categoriile cu un anumit nivel de generalitate, pentru a realiza recunoașterea sau memorarea. Căruia fapt datorăm acest fenomen? De ce utilizăm preferențial categoriile de la un anumit nivel din rețeaua categorială? De ce o stare de lucruri care poate fi descrisă la mai multe niveluri de abstractizare e descrisă utilizând categorizarea de un anumit nivel?

Vom numi, alături de E. Rosch (1976, 1980)¹, acest nivel preferențial nivelul categoriilor de bază. În funcție de acest nivel se stabilesc categoriile supra- sau sub-ordonate. Principala calitate a acestor categorii constă în faptul că ele conțin maximum de informație într-un minim de format. O serie de cercetători (Rosch, 1973, Richard, 1990, Smith, 1990 etc.) au relevat câteva din caracteristicile specifice ale categoriilor de bază:

- 1. Categoriile de bază sunt reprezentate printr-un singur cuvânt în limbajul natural.* Așa cum s-a arătat anterior, se pot institui diferite categorizări ale mediului, pe baza unor caracteristici diverse. De pildă, putem forma „categoria obiectelor fizice a căror greutate corespunde unui număr fără soț” sau „categoria studenților la psihologie al căror număr la pantof este 42” etc. Pentru aceste categorii trebuie să recurgem la un sir laborios de cuvinte din limbajul natural. Or, categoriilor de bază le corespunde în limbajul natural, în toate cazurile, căte un singur cuvânt (substantiv). Reciproca nu este valabilă. Putem avea substantive simple și pentru desemnarea unor categorii supra- sau sub-ordonate. De exemplu, substantivul „obiect” corespunde unei categorii supraordonate; numele propriu – unei categorii subordonate.
- 2. Cuvintele corespunzătoare categoriilor de bază au cea mai mare frecvență în limbajul vorbit* (Richard, 1990). De pildă, utilizăm mult mai frecvent cuvintele „scaun” sau „masă” decât cuvântul „mobilă”². Utilizăm mai frecvent termenii

1. E. Rosch utilizează această terminologie numai pentru categoriile naturale. Prin extensie, o vom utiliza pentru toate categoriile, bazate pe similarități fizice sau funcționale.

2. Aceste date, rezultat al unor investigații laborioase, sunt certificate pentru limbile franceză și engleză (Richard, 1990, Rosch, 1973). Pentru limba română lipsesc, deocamdată, astfel de informații, dar obținerea unor rezultate identice pare extrem de plauzibilă.

„măr” sau „pară” decât termenii „fruct” (supraordonat) sau „(măr) ionatan”, „(pară) mălăiașă” – categorii subordonate.

3. *Ontogenetic, categoriile de bază și expresiile lingvistice corespunzătoare sunt dobândite mai devreme în comparație cu categoriile sub- sau supra-ordonate.* Cuvintele și categoriile de masă și scaun sunt învățate mai rapid de către copil decât categoria supraordonată de mobilă sau cea subordonată de masă de bucătărie. Una dintre dimensiunile dezvoltării intelectuale constă tocmai în dobândirea categoriilor sub- sau supra-ordonate nivelului de bază.
4. *Categoriile de bază pot fi definite ostensiv*³. Pentru a-l face pe copil să înțeleagă ce este „scaunul” sau „masa” putem recurge la indicarea lor directă: „Uite masa!”, „Uite scaunul!”. Nu putem indica direct: „Uite mobila!”. Pentru unele categorii subordonate se pot realiza definiții ostensive. Definirea ostensivă nu este, aşadar, proprietate exclusivă a categoriilor de bază.
5. *Categoriile de bază sunt cele mai abstracte categorii care pot fi asociate cu o formă fizică specifică* (Smith, 1990). De pildă, categoria de „măr” o putem asocia cu o formă concretă, însă categoria supraordonată de „fruct” – nu! La fel, nu putem asocia forme concrete categoriilor de „animal” sau „pasăre”, dar avem referenții concreți în cazul categoriilor subordonate de „câine” sau „rândunică”. Pentru categoriile bazate pe similaritate funcțională, această proprietate nu se realizează.

Trebuie subliniat faptul că unele din caracteristicile menționate nu se aplică numai la categoriile din nivelul de bază, ci se pot aplica și categoriilor supra- sau sub-ordonate. Nu luate izolat, ci în totalitatea lor, în conjuncția lor logică, ele circumscriu cu suficientă exactitate categoriile de bază. Vom conchide, aşadar, că „decupajele” din mediul înconjurător pe care le realizăm se fac, de cele mai multe ori, după „matrița” categoriilor de bază. Fără îndoială că realitatea ne impune anumite constrângeri în categorizare. De pildă, contururile unui obiect ne constrâng să-l delimităm de contextul sau fondul pe care el apare; nu vom categoriza o figură și fondul ei ca făcând parte din aceeași categorie. Realitatea însăși are un minim de ordonare care favorizează anumite categorizări în defavoarea altora, îndeosebi în cazul în care clasificarea se face pe baza unor similarități fizice. Cercul se poate delimita net de patrat sau triunghi, de pildă. Dincolo de aceste constrângeri, însă, omul – ca ființă intențională – instituie propriile categorii, în funcție de scopurile sale, de sarcinile pe care trebuie să le rezolve ș.a.m.d. Să conchidem că, din mulțimea de categorizări posibile ale realității în care trăiește, omul preferă categoriile de la un anumit nivel – nivelul de bază. Se pare că subiectul uman învață aceste categorii prin socializare și, în special, prin dobândirea limbajului natural. Sursa categoriilor este grupul social (I. Radu – discuție personală).

O scurtă mențiune se impune în continuare. Asocierea repetată a unui stimул complex cu o anumită categorie determină activarea mai rapidă a categoriei respective într-o sarcină de recunoaștere a stimulului, chiar dacă categoria în cauză nu face

3. Definiția ostensivă se realizează prin indicarea directă a obiectului ce urmează a fi definit.

parte din nivelul de bază. De pildă, deschizând televizorul recunoaștem în imaginea de pe ecran pe Ion Iliescu, nu un „bărbat” sau un „român”. Acest lucru e posibil datorită asocierii repetitive a unui stimул complex cu un nume propriu. Așadar, categoria de bază nu se activează în mod automat. Nivelul de bază al categorizării se utilizează în majoritatea cazurilor, dar el poate fi obținut de ponderarea specifică a asociatiilor dintre un stimул și fiecare din categoriile corespunzătoare acestuia. Contextul, un rest de activare mai ridicat, procesele de analiză descentrală sunt numai câțiva dintre factorii implicați în modularea acestor asociatii. Probabil stările afective și cele motivaționale joacă și ele un rol, deloc neglijabil. În definitiv, sunt atâtia bărbați care, când deschid ochii dimineață, recunosc în persoana aflată alături de ei, nevasta, nu femeia !

4.2.3. Generarea de inferențe

Așa cum s-a relevat la începutul acestui capitol, categorizarea constituie baza de inferențe asupra indivizilor cuprinși într-o clasă de obiecte. Cuprindând un obiect într-o clasă, cunoștințele despre clasa respectivă devin relevante și pentru obiectul în cauză. Fără categorizare n-ar fi posibil ratiونamentul. Proprietățile clasei sunt inferate și asupra individului categorizat, chiar dacă acestea nu sunt vizibile la prima vedere. Să luăm, de pildă, silogismul binecunoscut :

„Toți oamenii sunt muritori.
Socrate este om.
Deci Socrate este muritor”.

Silogismul este posibil datorită categorizării unui individ (Socrate) ca membru al clasei oamenilor. Pe baza acestei categorizări, o proprietate a tuturor membrilor acestei clase – cea de a fi muritor – se distribuie și individului Socrate, iar această inferență se realizează în mod necesar, chiar dacă Socrate ar fi Tânăr și sănătos și nimic din înfățișarea lui fizică nu ne-ar îndemna să susținem că va muri. O serie de cercetări experimentale efectuate de Gelman și Markman (1986) au evidențiat funcția generativă a categorizării nu numai în cazul ratiонamentului silogistic (deductiv), ci și al celui inductiv. Ei prezintau subiecților trei fotografii cu diverse obiecte. A treia fotografie reprezenta un obiect care se asemăna cu al doilea obiect dar făcea parte din categoria celui dintâi. De pildă, subiecților le erau prezentate poze ce reprezentau câte un flamingo, un liliac și o mierlă. Aceasta din urmă semăna mai mult cu liliacul decât cu flamingo, dar făcea parte din clasa păsări. Apoi, subiecții primeau diverse informații vizând detalii anatomici interne despre fiecare dintre primele două exemplare. Li se cerea să arate care dintre aceste detalii sunt mai plauzibile pentru al treilea exemplar. În aproape 90% din cazuri subiecții răspundeau pe baza inferenței unei proprietăți de la un membru la celălalt al unei clase sau categorii. Repetat la copiii de 4 ani, experimentul respectiv a pus în evidență același comportament în 70% din cazuri. Așadar, de la o vîrstă destul de fragedă copilul realizează că membrii

aceleiași categorii împărtășesc caracteristici comune, chiar dacă acestea nu sunt vizibile. Generând raționamente deductive și inductive, categorizarea permite predicția comportamentului unui individ sau a evoluției fenomenului la care ea se aplică.

Nu toate categorile au aceeași forță generativă. Categoriile naturale (= cele corespunzătoare obiectelor din natură și accesibile organelor de simț) generează mai multe inferențe decât artefactele (= obiectele construite de om) (Smith, 1990). De asemenea, categoriile de bază și cele subordonate fac posibile mai multe inferențe decât cele supraordonate (Rosch, 1976).

4.3. Modelarea similarității

Deoarece similaritatea – fizică sau funcțională – joacă un rol major în realizarea categorizării, orice categorizare vizând minimizarea disimilarității intraclasiale și maximizarea disimilarității interclasiale, s-a pus problema modului de modelare și măsurare a ei. Cum anume se realizează categorizarea pe baza similarității? Fiind dată o mulțime de similarități între stimuli (= input), cum sunt ele procesate pentru ca să rezulte anumite categorii și nu altele (= output). Cum pot fi modelate relațiile de similaritate dintre exemplarele unei categorii și dintre aceste exemplare și categoria însăși, luând ca bază ideea similarității? Răspunsul la aceste întrebări implică elaborarea unei teorii computaționale a categorizării bazate pe calculul similarității sau disimilarității. Dacă această teorie va avea și validitate ecologică, atunci ea va permite reproducerea și/sau predicția comportamentului uman. Până în prezent, există două variante ale unei teorii computaționale asupra categorizării: modelarea geometrică și modelarea ansamblistă.

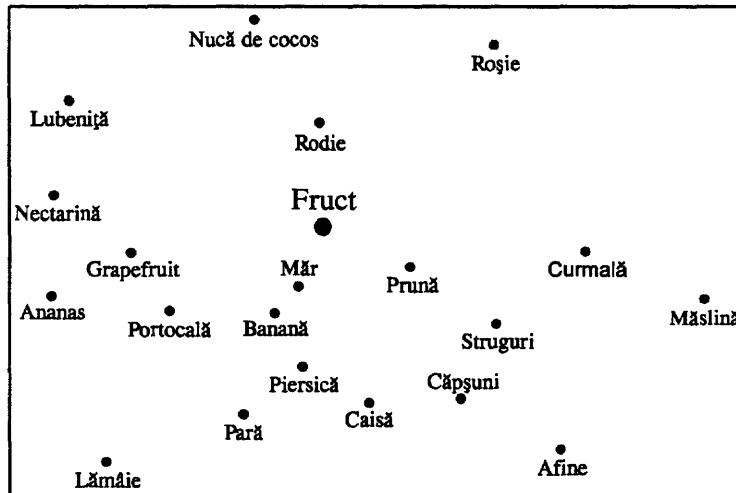
4.3.1. Modelarea computațional-geometrică

Modelarea geometrică a relațiilor dintre membrii unei categorii și dintre aceștia și categoria însăși pornește de la ideea exprimării spațiale a disimilarității. Categoriile și membrii lor sunt reprezentate geometric sub forma unor puncte într-un spațiu bidimensional. Cu cât disimilaritatea dintre acești itemi este mai mare, cu atât mai distanța dintre unul de altul. Așadar, disimilaritatea (similaritatea) psihologică se reprezintă spațial și se măsoară geometric. Un exemplu de reprezentare geometrică a categoriilor este prezentat în figura 4.2 (apud Smith, 1990).

Procedura modelării geometricice a relațiilor de similaritate inter- și intracategorială a fost elaborată de Shepard (1962). Într-o primă etapă, un grup de subiecți este solicitat să noteze pe o scală de similaritate gradul de asemănare dintre un item și fiecare dintre celelalte exemplare, inclusiv categoria supra-ordonată. De exemplu, se cere evaluarea pe o scală a similarității dintre elementele perechilor posibile „măr-banană”, „măr-măslină” etc. Pentru obiectele reprezentate în figura 4.2 rezultă

210 perechi distințe. În a doua etapă, datele obținute în urma acestei evaluări sunt introduse într-un program de calculator special elaborat, care le distribuie într-un spațiu (bidimensional) ținând seamă de satisfacerea optimală a tuturor gradelor de similaritate sau disimilaritate.

Fig. 4.2. Reprezentarea în spațiu bidimensional a relațiilor de disimilaritate dintre 20 de exemple de fructe și categoria „fruct” (Tversky și Hutchinson, 1986)



Această distribuție trebuie să satisfacă trei axiome. Axiomele respective sunt, de fapt, niște idealizări pe baza cărora se simplifică reprezentarea spațială a itemelor, îndepărându-se pericolul unei explozii computaționale. În același timp, ele funcționează ca niște asumții sau constrângerile tacite care guvernează procesările implicate în stabilirea categoriei. Altfel spus, gruparea în categorii se face în aşa fel încât să fie satisfăcute constrângerile formalizate în axiome. Cele trei axiome sunt următoarele :

- (1) *Axioma minimalității*

$$d(a,b) \geq d(a,a) = d(b,b) = 0$$

- (2) *Axioma simetriei*

$$d(a,b) = d(b,a)$$

- (3) *Axioma inegalității în triunghi*

$$d(a,b) + d(b,c) \geq d(a,c)$$

unde a , b , c desemnează oricare trei itemi diferenți, iar d este o funcție de disimilaritate.

Axioma (1) spune că cea mai mică distanță dintre doi itemi, reprezentabilă în spațiu, este distanța dintre un item și el însuși. Cu alte cuvinte, aceasta înseamnă că orice element al unei categorii, indiferent de ipostaze, seamănă mult mai mult cu el însuși decât cu un membru al altrei categorii, oricără de asemănător ar fi acesta cu cel

dintâi. Deci, există o disimilaritate minimă, aşadar, o distanță minimă echivalentă cu zero, a unui item față de el însuși. De pildă, oricât de mult ar semăna la culoare, formă etc. o pară cu un măr, distanța dintre acești doi itemi nu poate fi mai mică decât distanța sau disimilaritatea dintre două mere, oricât de neasemănătoare ar fi ele. O pară va apartine altei categorii, chiar dacă ea seamănă cu un măr etalon mai mult decât un alt măr cu o formă neobișnuită, atipică.

Axioma (2) exprimă ideea că distanța sau disimilaritatea dintre doi itemi este simetrică: diferența sau disimilaritatea lui a față de b este identică cu disimilaritatea lui b față de a . Comparând pe a cu b , atunci numărul de trăsături ale lui a , care sunt similare cu caracteristicile lui b , este egal cu numărul de trăsături ale lui b , similare cu ale lui a .

Axioma (3) indică faptul că cea mai mică distanță (disimilaritate) se află între doi itemi aflați pe o linie dreaptă în spațiul bidimensional. Altfel spus, două lucruri seamănă mai mult între ele decât ambele cu al treilea.

Să exemplificăm acum cele spuse prin referire la figura 4.2. Oricare item al unei categorii e reprezentat printr-un punct, reprezentând distanța sau disimilaritatea minimă reprezentabilă în spațiu (1). Distanța dintre o „lămâie” și un „fruct” este constantă și simetrică, echivalentă cu distanța dintre un „fruct” și o „lămâie” (2). În fine, distanța (disimilaritatea) dintre „lămâie” și „măslină” e mai mică decât distanța dintre „lămâie” și „portocală”, plus distanța dintre „portocală” și „măslină”. Altfel spus, gradul de similaritate dintre „lămâie” și „măslină” este mai mare (sau cel mult egal) cu gradele de similaritate însumate ale fiecăreia față de „portocală” (3). Reluând cele spuse într-un limbaj mai puțin tehnic, cele trei axiome susțin că operațiile care duc la stabilirea de categorii pe baza similarității se bazează pe următoarele reguli sau constrângerile: (a) – în orice situație, elementele aceleiași categorii au mai multe caracteristici similare sau comune între ele decât cu elementele altor categorii (axioma 1); (b) – numărul de caracteristici ale lui a , similare cu caracteristicile lui b , pe care le putem evoca din memorie este egal cu numărul de caracteristici similare ale lui b cu a , stocate în memorie (axioma 2); (c) – gradul de similaritate dintre două categorii este mai mare (sau cel puțin egal) cu gradul de similaritate al ambelor față de o a treia categorie; două categorii au mai multe caracteristici comune decât ambele cu a treia (axioma 3). Modelul computațional geometric susține, aşadar, că dacă sistemul cognitiv primește ca input o mulțime de stimuli între care sunt diverse grade de similaritate, categoriile pe care el le va institui sunt rezultatul unor procesări ale gradelor de similaritate după regulile menționate mai sus. Gradele de similaritate – sau, mai precis, inversul ei, disimilaritatea – sunt exprimate prin distanțe într-un spațiu bidimensional.

Modelarea geometrică a relațiilor de similaritate inter- și intracategoriale nu este o simplă transcriere într-un alt limbaj a unei realități cunoscute, ci o abordare la nivel computațional a acestor relații, care permit realizarea categorizării prin mijloace mecanice, de către sistemele artificiale inteligente. În același timp, modelul în cauză caută să evidențieze constrângerile sau regulile care stau la baza categorizării efectuate de subiectul uman. O abordare computațională a categorizării nu are

numai relevanță tehnologică. Ea poate genera predicții asupra procesării cognitive a itemilor categorizați. De pildă, reprezentarea geometrică a similarității dintre diverse tipuri de culori a putut prezice cu exactitate gradul în care un lot de subiecți supuși unui test de memorie a culorilor urma să le confundă în probe de reproducere sau recunoaștere (Shepard, 1974). Culorile cu disimilaritatea cea mai mică erau cele mai frecvent confundate în testul de reamintire ulterior. Modelul computațional-geometric a generat deocamdată predicții valide în cazul categorizării itemilor perceptivi: culori, forme, intensitatea sunetelor etc.

El s-a dovedit mai puțin viabil în reprezentarea relațiilor de similaritate dintre categoriile abstrakte. Mai mult decât atât, A. Tversky (1974) a supus atenției o serie de situații care contrazic axiomele aflate la baza modelului geometric. Așadar, el a pretins că prelucrarea similarității în vederea stabilirii categoriilor nu se face pe baza regulilor exprimate de axiomele modelului geometric. Cu privire la *axioma minimalității*, el consideră că membrii categoriilor familiare sau pe care le cunoaștem mai bine sunt mai similari între ei decât membrii categoriilor nefamiliale sau mai puțin cunoscute. De pildă, considerăm mult mai asemănătoare două mere decât două nuci de cocos. Cu cât știm mai multe despre elementele unei categorii, cu atât mai ușor ne reamintim caracteristici comune, deci gradul de similaritate crește. Cu cât știm mai puține lucruri, cu atât numărul de caracteristici comune este mai redus, deci gradul de similaritate – mai redus.

În privința *axiomei simetriei*, Tversky observă că adesea relațiile de similaritate între doi itemi nu sunt simetrice. Similaritatea unui item mai puțin cunoscut cu un item binecunoscut (familiar) este mai mare decât similaritatea itemului cunoscut cu cel nefamiliar. Dacă ni se cere să listăm toate caracteristicile unui item nefamiliar *a* care îl face asemănător cu un item familiar *b*, iar apoi ni se cere să listăm toate caracteristicile lui *b* care îl aseamănă cu *a*, vom constata că cele două liste nu sunt egale. Prima listă este mai redusă decât cea de a doua. De exemplu, considerăm că mărul seamănă mai mult cu o nucă de cocos, decât nuca de cocos cu mărul. Din punct de vedere logic, pot suna straniu astfel de afirmații; nu însă și din punct de vedere psihologic. Cunoaștem mai multe dintre proprietățile unui exemplar familiar decât proprietățile exemplarului nefamiliar. În consecință, putem să activăm în memorie mai multe proprietăți ale exemplarului bine cunoscut care să fie similare cu ale exemplarului nefamiliar. Dacă judecăm similaritatea „nucii de cocos” cu cea a „mărului”, putem activa numeroase proprietăți ale mărului care să fie similare cu proprietățile nucii de cocos. Reciproca nu e valabilă: pentru itemul nefamiliar putem activa mai puține caracteristici pe care să le punem în corespondență cu proprietățile itemului familiar. Așadar, dacă evaluăm similaritatea „mărului” cu „nuca de cocos”, putem să evocăm mai puține caracteristici ale nucii de cocos care sunt similare cu proprietățile mărului, deoarece știm mai puține lucruri despre nuca de cocos, decât despre măr.

Deosebirile de nivel de activare a doi itemi stocați în memorie – unul familiar (bine cunoscut), altul nefamiliar (puțin cunoscut) – și numărul diferit de proprietăți ale acestora pe care le putem evoca determină asimetria relațiilor de similaritate.

Ceea ce pare absurd logic este, aşadar, valid din punct de vedere psihologic. Relația de similaritate nu este simetrică. Exemplarul cunoscut e considerat mai asemănător cu exemplarul necunoscut decât invers. Această asimetrie nu este inherentă obiectelor respective, ci e determinată de cunoștințele inegale pe care le avem despre ele.

În fine, axioma inegalității generează predicții care au fost infirmate. Conform axiomei, asemănarea dintre un tractor și un automobil și a unui automobil cu o combină de recoltat grâului trebuie să fie mai mică decât asemănarea dintre un tractor și o combină. Ceea ce nu se adeverește (Miclea, cercetare în curs de desfășurare).

Am specificat anterior că aceste axiome sunt idealizări. În consecință, aceste contraexemple nu înseamnă abandonarea completă a modelului geometric, ci limitarea lui. Modelul s-a dovedit viabil pentru reprezentarea itemilor perceptivi. S-ar putea să facă dovada unor aplicații interesante în studiul relațiilor interculturale. Oricum, investigarea limitelor și valențelor sale este abia la început. O amenințare mai serioasă la adresa modelului geometric survine chiar din înseși caracteristicile acestei reprezentări. Reprezentarea adecvată a relațiilor de similaritate dintre mai mulți itemi reclamă înmulțirea dimensiunilor spațiale. Cu cât numărul de itemi este mai mare, cu atât mai multe dimensiuni spațiale sunt necesare pentru reprezentarea adecvată a relațiilor dintre aceștia. Pentru cei 20 de itemi din figura 4.2 ar fi necesar un spațiu cu nouă dimensiuni. Spațiul bidimensional poate exprima corect relația de vecinătate imediată (= itemul cel mai similar) doar pentru cinci dintre itemi. Pe scurt, înmulțirea itemilor aflați în relații de similaritate reclamă înmulțirea dimensiunilor spațiale în care ei să fie corect reprezentați, astfel încât reprezentarea unui item să satisfacă în mod concomitant toate constrângările impuse de toți ceilalți itemi. Proiecția geometrică a modelului computational implică, aşadar, dificultăți greu de surmontat.

4.3.2 Modelarea computațional-ansamblistă

Modelul ansamblist sau al trăsăturilor, cum se mai numește în literatura de specialitate, a fost elaborat de A. Tversky (1974). El pornește de la ideea reprezentării unei categorii printr-o mulțime de caracteristici ale membrilor săi. Similaritatea dintre două categorii crește în funcție de numărul de caracteristici comune și scade în funcție de numărul de caracteristici specifice. Fiind date oricare două categorii i și j , reprezentate fiecare printr-o mulțime de caracteristici I și J , similaritatea dintre cei doi itemi se stabilește pe baza ecuației :

$$(4) \text{ Sim}(I, J) = af(I \cap J) - bf(I - J) - cf(J - I)$$

unde f este o funcție care stabilește ponderea fiecărei caracteristici din cele două mulțimi I și J , iar a , b , c , sunt parametrii care indică importanța pe care o au cele trei mulțimi de trăsături comune, trăsături specifice lui I și trăsături specifice lui J . Dacă trăsăturile comune ($I \cap J$) sunt mai importante decât cele specifice lui I , exprimate prin $(I - J)$ sau cele specifice lui J , exprimate în formulă prin $(J - I)$, atunci $a > b \cup c$. Importanța lor poate fi identică, caz în care $a = b = c$. Așadar, suporterii

acestui model susțin că operația de categorizare presupune descompunerea itemului într-o mulțime de trăsături. Aceste trăsături comune cu ale altor itemi sau strict specifice sunt ponderate. Categorizarea rezultată este în funcție de ponderea proprietăților specifice și comune ale itemilor categorizați.

Din punct de vedere științific, un model este mai viabil decât concurențele sale dacă explică ceea ce acestea au explicat deja și ceva în plus. Vom ilustra modul în care modelul ansamblist poate reproduce rezultatele reliefate de modelul geometric, dar, în plus, e compatibil și cu contraexemplile furnizate de Tversky. Preluăm un exemplu de la Smith și colab. (1988). Unui grup de 30 de subiecți i s-a cerut să listeze caracteristicile a 15 tipuri de fructe, precum și ale categoriei fruct. Pentru exemplificare, am reținut numai caracteristicile cu frecvența cea mai ridicată ale primelor opt tipuri, plus categoria însăși de fruct. Pentru simplitate, valoarea funcției $f = 1$, adică nici o trăsătură nu e socotită mai importantă decât celelalte, deci $a = b = c$. Valorile parametrilor a, b, c rămân nespecificate pentru a ușura calculele (ele vor fi specificate într-unul din exemplele ulterioare). Datele din tabelul 4.1 ilustrează faptul că similaritatea dintre elementele unei categorii este mai mare decât similaritatea cu elementele oricărei alte categorii complementare. În plus, se poate observa că similaritatea dintre exemplarele categoriilor cunoscute este mai mare decât similaritatea dintre exemplarele categoriilor mai puțin cunoscute, despre care avem mai puține cunoștințe.

Tabelul 4.1. Calculul similarității minime

Măr (M)	Măr (M)	Rodie (R)	Rodie (R)
roșu	roșu	roșie	roșie
rotund	rotund	rotundă	rotundă
tare	tare		
dulce	dulce		
crește în pom	crește în pom		

$\text{Sim}(M,M) = a(5) - b(0) - c(0); \text{ Sim}(R,R) = a(2) - b(0) - c(0)$

Subiecții cunosc mai multe caracteristici ale exemplarelor din categoria măr, deoarece aceasta este o categorie familiară. Ca atare, similaritatea dintre oricare două exemplare ale categoriei este ridicată. Dimpotrivă, „rodia” fiind un fruct nefamiliar, numărul de caracteristici evocate de subiecți este mai redus. Pe baza calculului similarității minime, conform (4), „mărul” este mai similar cu el însuși – mai ușor de recunoscut în contexte diferite – decât „rodia”. Cu alte cuvinte, ne este mult mai ușor să recunoaștem obiectele din categoria „măr”, decât elementele din categoria „rodie”. Chiar dacă stimulul supus categorizării nu-și relevă toate proprietățile, dacă face parte dintr-o categorie familiară, lui îi rămân încă suficiente caracteristici manifeste, pe baza căroră îl putem categoriza. Ceea ce nu e cazul pentru categoriile nefamiliale. Pe baze strict computaționale se poate reproduce, aşadar, un efect experimental invocat de Tversky (1974).

Tabelul 4.2 vizează simetria, arătând că modelul ansamblist e compatibil cu simetria unora dintre relațiile de similaritate, neexcluzând însă simetria lor.

Tabelul 4.2. Calculul similarității – simetria

Rodie (R)	Măr (M)	Măr (M)	Rodie (R)
roșie	roșu	roșu	roșie
rotundă	rotund	rotund	rotundă
	tare	tare	
	dulce	dulce	
	crește în pom	crește în pom	
$\text{Sim}(R,M) = a(2) - b(0) - c(3); \text{ Sim}(M,R) = a(2) - b(3) - c(0)$			

Condiție : $b \geq c$.

Similaritatea de semn negativ este disimilaritate. Un item nefamiliar (ex : rodia) seamănă mai mult cu un item familiar (ex : mărul). Acest lucru se realizează deoarece pentru itemul familiar se pot evoca din memorie mai multe proprietăți decât pentru itemul mai puțin cunoscut. Dacă proprietățile specifice ale mărului (neîmpărtășite de rodie) sunt socotite mai importante decât proprietățile specifice ale rodiei, deci $b > c$, atunci rodia seamănă mai mult cu mărul decât mărul cu rodia. Așadar, dacă $b > c$, atunci $\text{Sim}(M,R)$ are semn negativ, adică este disimilaritate, și este mai mare decât disimilaritatea sau similaritatea negativă când se calculează $\text{Sim}(R,M)$. Ceea ce revine la a spune că disimilaritatea mărului față de rodie e mai mare decât disimilaritatea rodiei față de măr.

Tabelul 4.3 arată că modelul ansamblist satisfacă atât axioma inegalității în triunghi, cât și unele cazuri particulare în care aceasta este încălcată. Dacă trăsăturilor comune li se afectează o importanță mai mare decât trăsăturilor specifice ($a > b$ și $a > c$), atunci lămâia este similară cu portocală și portocala e similară cu caisa, dar lămâia nu e similară cu caisa. Prinț-o reponderare a parametrilor a , b și c este satisfăcută și axioma inegalității.

Tabelul 4.3. Calculul similarității – inegalitatea

Lămâia (L)	Portocală (P)	Portocală (P)	Caisa (C)	Lămâia (L)	Caisa (C)
galbenă	portocalie	portocalie	roșie	galbenă	roșie
ovală	rotundă	rotundă	rotundă	ovală	rotundă
acră	dulce	dulce	dulce	acră	dulce
crește	crește	crește	crește	crește	crește
în copac	în copac	în copac	în copac	în copac	în copac
conține	conține	conține		conține	
acid citric	acid citric	acid citric		acid citric	
tropicală	tropicală	tropicală		tropicală	
$\text{Sim}(L,P)=a(3)-b(3)-c(3);$					
$\text{Sim}(P,C)=a(3)-b(3)-c(1);$					
$\text{Sim}(L,C)=a(1)-b(5)-c(3).$					

În fine, tabelul 4.4 ilustrează faptul că o categorie poate fi în vecinătatea imediată a mai multora dintre membrii săi.

Tabelul 4.4. Categorie ca vecinătate imediată pentru elementele sale

Măr (M)	Prună (P)	Măr (M)	Fruct (F)
roșu	roșie	roșu	roșu
rotund	rotundă	rotund	rotund
tare	moale	tare	tare
dulce	dulce	dulce	dulce
crește în pom	crește în pom	crește în pom	
$\text{Sim}(M,P) = a(4) - b(1) - c(1); \text{ Sim}(M,F) = a(4) - b(1) - c(0)$			

Tabelul ilustrează faptul că „pruna” este foarte similară cu „mărul”, dar categoria de fruct este și mai similară cu categoria de măr. Acest lucru e posibil deoarece categoria de fruct este mai abstractă decât cea de măr, deci are mai puține lucruri specifice decât o categorie de același nivel de generalitate (prună).

În rezumat, modelul ansamblist postulează faptul că prelucrarea similarității în vederea categorizării se poate reduce la o singură regulă, cea exprimată de axioma (4). Așadar, dacă avem ca input o mulțime de obiecte pe care trebuie să le categorizăm, trăsăturile lor specifice și cele comune, ponderate într-un anumit fel, pe baza regulii exprimate prin axioma (4), duc în cele din urmă la stabilirea categoriilor corespunzătoare.

Modelul ansamblist (varianta prezentată de noi după Tversky 1974, care se mai numește și modelul contrastului – *contrast model*) întâmpină o serie de probleme. Astfel, i se reproșează că nu oferă o procedură explicită, standardizată de stabilire a caracteristicilor unei categorii. De regulă, se utilizează un lot de subiecți care sunt solicitați să listeze proprietățile unor categorii și/sau ale membrilor acestora, reținându-se apoi trăsăturile cel mai frecvent menționate. Fără a intra în detaliu, să admitem că o astfel de procedură este lucrativă, dar suficient de grosieră și imprecisă.

În al doilea rând, modelul ansamblist nu oferă o teorie explicită a funcției *f*. Este de presupus ca una și aceeași caracteristică prezintă la două exemplare ale unei categorii să aibă ponderări diferite. De pildă, dezadaptarea școlară este o caracteristică prezintă atât pentru categoria intelect de limită, cât și pentru delincvență juvenilă, dar în primul caz este o caracteristică esențială, în al doilea – una de importanță mai redusă, ca atare, ponderea lor în calculul similarității ar trebui să fie diferită. Modul cum trebuie asignată această funcție, deci teoria funcției *f*, nu e specificat de model.

Fiind construit pentru nivelul computațional al categorizării, modelul ansamblist nu oferă nici o sugestie asupra modului cum e realizat acest calcul la nivel algoritmico-reprezentational: secvențial sau în paralel, și dacă se realizează secvențial – în ce ordine? Pe scurt, nivelul procedural sau algoritmic este absent în modelul ansamblist. În plus, el presupune aditivitatea caracteristicilor luate în calculul similarității, fără a argumenta această supozиie.

Am menționat aceste dificultăți cu care se confruntă modelul ansamblist, deoarece de rezolvarea lor depinde perfecționarea modelului sau abandonarea lui. Oricum, acest model s-a dovedit mai cuprinzător decât modelul geometric, deoarece nu pornește de la idealizările conținute în axiomele celui din urmă. Aceste axiome descriu un caz particular în calculul similarității. Revine actualei generații de psihologi cognitiviști sarcina dezvoltării acestor modele.

4.4. Reprezentarea mentală a categoriilor

O categorie – o clasă de obiecte reale sau imaginare instituită pe baza similarității fizice sau funcționale – capătă o anumită etichetă lingvistică în limbajul natural – un termen sau o perifrază. Această „carcasă lingvistică” – cum ar spune R. Carnap – nu este identică cu reprezentarea cognitivă sau mintală a unei categorii. Putem dobândi, de exemplu, încă din al treilea an de viață cifrele (= expresiile lingvistice ale numerelor), dar abia mai târziu înțelegem categoria de număr natural. Reprezentarea mentală (cognitivă) și lexemele care desemnează o categorie sunt lucruri diferite. În mod tradițional s-a considerat că proiecția mentală a unei categorii este conceptul său. Așa cum am arătat și la începutul acestui capitol, adesea s-a făcut confuzie între categorii și concepte. Logica tradițională, și o bună parte din logica simbolică actuală, se fundamentează pe reprezentarea conceptuală a categoriilor. Cercetările experimentale din ultimele decenii au probat existența unei alte reprezentări mintale a categoriei – prototipul. Atât prototipul, cât și conceptul sunt reprezentări simbolice, înscriindu-se în modelul clasic-simbolic. În fine, din perspectiva modelărilor conexioniste, ambele nu sunt decât emergențe ale unor structuri subsimbolice. O categorie e reprezentată, aşadar, printr-un pattern specific al valorilor de activare într-o rețea neuromimetică. Vor fi analizate pe rând aceste tipuri de reprezentări.

4.4.1. Conceptul

Conceptul unei categorii se exprimă printr-o definiție ce cuprinde toate caracteristicile necesare și suficiente ale clasei respective. Pe baza acestor caracteristici se poate stabili fără echivoc apartenența sau neapartenența unui item la clasa respectivă. De exemplu, clasa triunghiurilor este reprezentată mental prin conceptul de triunghi: o figură geometrică închisă cu trei laturi și trei unghiuri a căror sumă este de 180 grade. Orice figură geometrică ce satisfac aceste caracteristici, în mod necesar și suficient, va fi considerată membru al categoriei triunghi. Similar stau lucrurile cu alte figuri geometrice: pătrat, cerc, trunchi de piramidă etc., dar și cu categorii din realitatea cotidiană. De pildă, unchi este orice bărbat care e fratele unuia dintre părinți; o mare parte din categoriile juridice (ex.: moștenitor, tutore, procură, infracțiune etc.) sunt reprezentate mental prin conceptul corespunzător. Cu alte

cuvinte, operarea cu aceste categorii e mediată de operarea asupra conceptelor corespunzătoare. Instituirea categoriei este determinată de corectitudinea conceptului aferent dobândit de către subiect. Dacă subiectul are o definiție eronată a conceptului de tutore, categoria de elemente care satisfac proprietățile tutorelor nu este cea corectă. O definiție incorectă sau incompletă – conceptul fiind forma contrasă a unei definiții – implică o clasificare nevalidă, un decupaj incorect al mediului în care trăim. Operarea asupra conceptelor mediază înțelegerea categoriilor corespondente.

Dacă stabilirea trăsăturilor necesare și suficiente pentru definirea unei categorii ar fi o treabă ușoară, probabil că povestea noastră s-ar opri aici. Din păcate, această sarcină e extrem de dificilă, în marea majoritate a cazurilor. Chiar în domeniul lor de expertiză oamenii nu pot oferi definiții incontestabile ale conceptelor cu care operează zilnic. Cu cât este mai complexă o categorie, cu atât mai dezarmantă este mulțimea definițiilor care i se dau. Ca exercițiu, încercați să definiți un obiect banal cum este o masă. Încercați apoi să aflați dacă prietenul dumneavoastră extrage aceleasi trăsături necesare și suficiente. Dezacordul va fi flagrant. Pe de altă parte, ușurința cu care operăm cu aceste categorii ne sugerează că reprezentarea lor mintală este de altă natură decât conceptuală, căci altfel, dacă am opera cu concepțele corespunzătoare, concepțele fiind greu de apropiat, procesarea informației despre categorii ar fi extrem de dificilă.

Una dintre consecințele imediate ale reprezentării conceptuale vizează echipotentialitatea elementelor unei categorii. Orice membru poate să reprezinte la fel de bine categoria din care face parte. Orice exemplar al unei categorii trebuie să reprezinte la fel de bine categoria respectivă ca oricare altul. Or, cercetările experimentale au pus în evidență *efectul prototipicalității* : unele elemente sunt considerate mai tipice pentru o categorie decât altele ; unii membri ai categoriei respective sunt mai reprezentativi pentru categoria respectivă decât alții. Mărul sau para sunt considerate exemplare mai reprezentative pentru clasa fructe decât avocado sau rodia. Bucuria sau tristețea sunt emoții mai tipice decât extazul. Un blond înalt, cu ochi albaștri este mai tipic pentru categoria cetățean suedeze decât un mulțaru, cu păr creț. Prezența efectului prototipicalității a fost confirmată, până în prezent, de peste 50 de studii, utilizând diverse tipuri de categorii și manipulări experimentale. Incompatibilitatea reprezentărilor conceptuale cu ubicuitatea efectului prototipicalității – întâlnită de la categoriile naturale la emoții și percepția socială – este încă un argument al insuficienței reprezentării categoriilor prin concepte. Conceptul nu este, aşadar, singurul mod de reprezentare cognitivă/mentală a categoriilor (vezi Radu, Miclea, 1991).

4.4.2. Prototipul

Într-o serie de studii publicate începând cu deceniul opt, E. Rosch (1976, 1980) a acreditat ideea reprezentării mentale a categoriilor pe bază de prototip. Ulterior, cercetările de acest gen s-au extins, termenul de prototip primind două accepțiuni ușor diferite (vezi Medin, 1989, pentru o pertinentă analiză). Într-o primă accepțiune,

prototipul se referă la unul sau mai multe exemplare reale, care apar cu cea mai mare frecvență când se cere exemplificarea unei categorii sau care au cea mai mare valoare de prototypicalitate. Pentru identificarea acestor exemplare prototipice sunt utilizate, de regulă, trei proceduri.

Prima dintre aceste proceduri constă în construirea unei scale în şapte trepte pe care un lot de subiecți trebuie să evalueze măsura în care fiecare dintre exemplarele listate ale unei categorii este socotit reprezentativ pentru categoria respectivă (1 – nereprezentativ, 7 – deosebit de reprezentativ). Ulterior, se ordonează aceste exemplare în funcție de media valorilor obținute pe scala respectivă, ordonându-se pe ranguri sau grade de prototypicalitate. Tabelul 4.5 consemnează rezultatele unei astfel de cercetări asupra prototypicalității categoriilor „fructe” și „păsări”.

Tabelul 4.5. Gradul de prototypicalitate pentru 15 exemplare din categoriile „fructe și păsări” (după Malt și Smith, 1984)

Rang	Fructe	Evaluare	Păsări	Evaluare
1	măr	6,25	barză	6,89
2	piersică	5,81	sturz	6,42
3	pară	5,25	pescaruș	6,26
4	strugure	5,13	rândunică	6,16
5	căpșună	5,00	șoim	5,74
6	lămâie	4,86	cojofană	5,47
7	afină	4,56	graur	5,16
8	pepene	4,06	bufniță	5,00
9	stafide	3,75	vultur	4,84
10	smochină	3,38	pietroșel	4,47
11	nucă de cocos	3,06	găină	3,95
12	rodie	2,50	flamingo	3,37
13	avocado	2,38	albatros	3,32
14	dovlecel	2,31	pinguin	2,63
15	măslină	2,25	liliac	1,53

Așa cum se poate observa din tabel, mărul, piersica și para sunt fructe mult mai tipice decât avocado, dovlecelul și măslina. Similar, barza este cel mai semnificativ exemplar al clasei păsări, liliacul – cel mai puțin reprezentativ sau atipic.

O a doua procedură pentru stabilirea prototipurilor sau exemplarelor tipice, se bazează pe măsurarea timpului de reacție. Unui lot de subiecți li se prezintă câte un exemplar al unei categorii și li se cere să răspundă, cât pot de repede, dacă acesta aparține sau nu categoriei respective. Se pornește de la supozitia că timpul de reacție va fi mai scurt pentru a răspunde corect în cazul exemplarelor tipice decât în cazul exemplarelor atipice, deoarece exemplarele tipice sunt mai ușor de evocat. De pildă, apartenența exemplarelor barză și rândunică la categoria păsări e decisă cu aproximativ 150-200 milisecunde mai rapid decât pentru flamingo, respectiv liliac.

A treia procedură constă în a solicita unui eșantion semnificativ de subiecți să listeze în timp de 90 de secunde cât mai multe exemple ale unei anumite categorii. Se stabilește frecvența menționării fiecărui exemplar, tipicalitatea fiind în funcție de frecvența aferentă în intervalul de timp menționat.

Toate cele trei proceduri au ca rezultat stabilirea unei scale de tipicalitate sau prototipicalitate ale elementelor unei categorii. Acei membri ai categoriei cu tipicalitatea cea mai ridicată sunt socotiți prototipuri ai categoriilor respective. Se consideră că reprezentarea mentală a categoriei se face prin aceste exemplare-tip sau prototipuri. Când operăm mental asupra categoriei fructe, de pildă, avem în vedere, de fapt, câteva dintre exemplarele acesteia (mărul, para, piersica), nu conceptul de fruct, cu trăsăturile sale necesare și suficiente pe care îl definim cu atâtă dificultate. Așadar, reprezentarea mintală a categoriei se face prin câteva exemplare-tip sau prototipuri ale categoriei respective. *Stabilirea apartenenței unui item la o categorie se realizează prin compararea acestuia cu prototipurile categoriei, nu prin stabilirea măsurii în care el satisfac caracteristicile necesare și suficiente ale clasei respective.* Dacă gradul de similaritate dintre un element și prototipul categoriei respective este ridicat, apartenența elementului respectiv la categoria în cauză va fi decisă într-un timp scurt. De exemplu, apartenența pescărușului la categoria păsări este stabilită mai rapid decât apartenența pinguinului la aceeași clasă, deoarece similaritatea cu prototipul (barza) este diferită. Cu cât similaritatea este mai redusă, cu atât apartenența este mai greu de stabilit. Prototipurile au aceeași funcție ca și caracteristicile necesare și suficiente: de maximizare a similarității intracategoriale și minimizare a similarității intercategoriale. Categorizarea, sau stabilirea apartenenței la o clasă, pe baze conceptuale are cel puțin două consecințe: a) *omogenizarea clasei* – fiecare exemplar al unei categorii fiind la fel de reprezentativ pentru categoria ca oricare altul; și b) *circumscrierea exactă a categoriei* – pentru orice item putându-se stabili univoc dacă aparține sau nu clasei respective. Categorizarea pe bază de prototipuri are consecințe diferite: clasa nemaifiind omogenă, exemplarele categoriei diferind în funcție de gradul lor de prototipicalitate, iar granițele categoriei fiind vag circumscrise. Pe scurt, reprezentarea mentală a categoriei sub formă de prototipuri poate explica efectul prototipicalității și de prezența mulțimilor vagi (= pentru care nu se poate specifica cu certitudine dacă un item aparține sau nu mulțimii respective)⁴.

În a două concepție, prototipul nu vizează un *exemplar real* al categoriei, ci un *exemplar ideal*, un portret-robot care însumează caracteristicile mai multor membri ai categoriei. Se presupune că din contactul cu diverse exemplare ale unei categorii, subiectul uman abstrage tendința medie sau prototipul categoriei respective. Apartenența unui item la o categorie se face prin măsurarea similarității sale cu acest exemplar ideal sau portret robot, rezultat din aglutinarea mai multor exemplare individuale. O mulțime de investigații (Nosofsky, 1987, Oden, 1987 etc.) au relevat că diagnosticul multor tulburări somatice sau psihice se realizează prin raportarea

4. Mulțimile vagi sau nuanțate, cum le numește Gr. Moisil, fac obiectul unor investigații intense în matematica contemporană.

unei simptomatologii la prototipul tulburării respective. Chiar *Diagnosis and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IIIR)* favorizează o astfel de optică. Diagnosticul de depresie, de pildă, se face prin raportarea simptomatologiei unei persoane la portretul-robot al depresiei. Un pacient e considerat depresiv dacă are o dispoziție disforică și dacă are – pentru cel puțin două săptămâni – măcar cinci din cele nouă simptome ale depresiei. Datele obținute din analiza modului în care se realizează diagnosticul arată că diagnosticul nu se face prin căutarea fiecărui dintre aceste simptome la o persoană, ci prin raportare la portretul-robot obținut pe baza experienței anterioare.

Cele două accepțiuni ale termenului de prototip nu sunt chiar atât de diferite cât pretind fanii lor. Credem că, mai degrabă, ele indică *grade diferite de abstractizare*. Într-o ierarhie a abstractizării unei categorii, la vîrf s-ar afla conceptul, la bază – exemplarul real tipic, iar într-o poziție intermediară – exemplarul ideal sau „portretul-robot”. Esențială rămâne, totuși, diferența dintre prototip și concept.

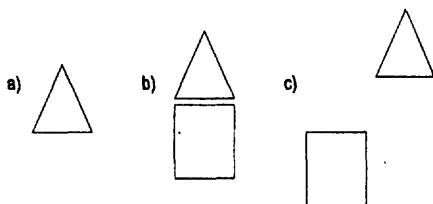
Cele două tipuri de reprezentări mentale ale categoriilor, deși diferite, nu sunt mutual exclusive. O persoană poate opera atât cu conceptul unei categorii, cât și cu prototipul acesteia. Dobândirea conceptului nu exclude utilizarea prototipului. Reamintind definiția triunghiului prezentată anterior, autorul vă invită să încercați să desenați un triunghi, înainte de a citi mai departe acest text. E probabil că ați desenat un triunghi isoscel sau echilateral, ca cel din figura 4.3.a. E puțin probabil să fi desenat un triunghi oarecare.

Cunoașteți, cu siguranță, relația deasupra sau dedesubt. Încercați să desenați un triunghi deasupra unui pătrat. Este iarăși foarte probabil să fi desenat triunghiul în prelungirea axei ordonate ca în figura 4.3.b., iar nu ca în figura 4.3.c.

Aceeași utilizare a prototipurilor se poate vedea și în cazul altor categorii ale căror concepte le cunoaștem. Efectul prototipicalității e prezent nu numai în cazul categoriilor de obiecte, ci și în cazul categoriilor de acțiuni. De pildă, solicitați unei persoane din preajma dumneavoastră să unească două puncte printr-o linie. Veți constata, în majoritatea cazurilor, că această acțiune se realizează prin unirea punctelor cu un segment de dreaptă, deși se cerea doar unirea printr-o linie (nu neapărat dreaptă și nu neapărat un segment). Utilizarea prototipurilor în locul conceptelor e responsabilă, în mare măsură, de ceea ce psihologii gestalțiști numeau „fixitatea funcțională” (Predescu, Radu, 1990).

Reprezentarea prototipică a categoriilor își pune amprenta asupra rezolvării de probleme și a raționamentului. Având adesea valențe euristice considerabile și fiind mai ușor de evocat din memorie decât conceptul, prototipul ghidează procesul rezolutiv. Exemplele pe care profesorul le oferă elevilor ca o ilustrare a unui anumit

Fig. 4.3. Prototipicalitate și concept

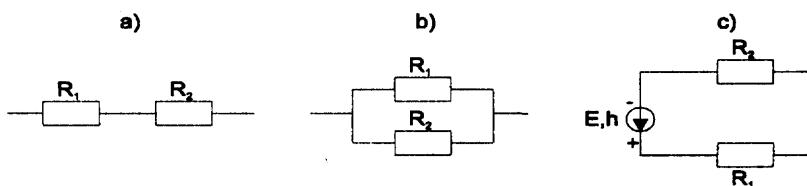


tip de problemă, a unei anumite ecuații sau o categorie de fenomene sunt utilizate în rezolvări ulterioare mult mai frecvent decât este utilizat conceptul corespunzător categoriei respective. Utilizarea prototipurilor în rezolvarea de probleme poate ușura considerabil procesul rezolutiv, dar, în același timp, îl poate bloca sau orienta pe căi greșite.

De pildă, atunci când definesc noțiunile de legare în serie și legare în paralel, profesorii de fizică oferă și exemple concrete. În majoritatea cazurilor, aceste exemple sunt similare celor prezentate în figura 4.4. a,b,c.

Fig. 4.4. Exemplificarea legării în serie și a legării în paralel :

a, b – exemple tipice pentru legarea în serie, respectiv în paralel ; c – exemplu atipic.



În rezolvarea exercițiilor ulterioare, elevii nu vor avea dificultăți dacă acestea permit operarea cu exemplele prototip. Ei au însă dificultăți în recunoașterea sau construcția unei legări atipice a rezistențelor (figura 4.4.c). Dacă, în rezolvarea de probleme, subiecții ar opera cu noțiunile corespunzătoare categoriilor și nu cu prototipurile acestora, atunci lor le-ar fi la fel de facil să rezolve situații tipice ca și pe cele atipice. Or, acest lucru nu are loc. Numărul de erori și durata rezolvării este semnificativ mai mare în cazul problemelor a căror rezolvare reclamă utilizarea unor proceduri sau configurații neprototipice. (Pentru alte exemple în acest sens, vezi Predescu, Radu, 1990.) Prototipul se substitue adesea conceptului și monitorizează procesul rezolutiv. Abia atunci când rezolvarea prin recursul la prototipuri nu reușește, subiectul se repliază asupra conceptului corespunzător categoriei, care poate produce o decentrare salutară, reorientând căutarea soluției.

Reprezentarea prototipică a unei categorii nu exclude reprezentarea sa conceptuală. Unele categorii sunt reprezentate prin conceptul lor (ex. : categoriile juridice, categoriile abstrakte), altele prin prototipul corespunzător (ex. : categoriile naturale). În fine, multe categorii au o dublă reprezentare, prototipică și conceptuală, utilizarea uneia dintre ele fiind determinată de constrângerile contextului, accesibilitatea lor din memorie etc. Dezvoltarea intelectuală, mai precis a aparatului conceptual, nu poate fi echivalentă mecanic cu trecerea de la prototip la concept. Deși prototipurile sunt preeminente în copilărie, ele continuă să aibă o prezență continuă și în sistemul cognitiv al adultului.

4.4.3. Prototipicalitate și similaritate

Efectul prototipicalității poate fi reprobus de modelul computațional-ansamblist, ceea ce este un argument în plus în favoarea validității sale ecologice. Pentru a ilustra această posibilitate a modelului ansamblist, Malt și Smith (1984) au solicitat 30 de subiecți să listeze, timp de 90 secunde, caracteristicile pentru fiecare dintre cele 15 exemple de păsări pe care le-au oferit, precum și pentru categoria de pasare. Tabelul 4.6 reține numai 9 astfel de exemple și 6 dintre trăsături. Dacă o caracteristică a fost listată de cel puțin doi subiecți, pentru un tip de pasare, s-a marcat în dreptul ei semnul +. Semnul – arată că, pentru un tip de pasare, trăsătura respectivă a fost menționată de un singur subiect (sau de nimeni). Ponderea sau importanța unei caracteristici (= valoarea funcției f) este aceeași în toate situațiile, echivalentă cu 1, ceea ce înseamnă că, pentru un exemplu de pasare, ponderea trăsăturilor este echivalentă cu suma caracteristicilor menționate. Parametrii a , b și c au primit valori diferite: $a = 1$; $b = 1/2$; $c = 1/4$, considerându-se că trăsăturile comune (a) sunt mai importante decât cele specifice și că, dintre cele specifice, cele aparținând categoriei pasare sunt mai importante decât cele aparținând unui exemplar al categoriei ($b > c$).

Tabelul 4.6. Efectul prototipicalității calculat în modelul ansamblist

Trăsături	Prigorie	Sturz	Rândunică	Graur	Vultur	Pietroșel	Găină	Flamingo	Pinguin	Pasare
zboară	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
cântă	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
are ouă	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
mică	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
are cuib în copaci	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
mănâncă insecte	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+
Similaritatea cu categoria	6-0- -0=6	6-0- -0=6	6-0-0=6	5-0,5- -0=4,5	2-2- -0=0	5-0,5= =4,5	1-2,5- -0=-1,5	0-3- -0=-3	1-2,5- -0=-1,5	

Pe baza modelului ansamblist, putem genera următoarea ipoteză: cu cât gradul de similaritate dintre un exemplar și categoria corespunzătoare este mai mare, cu atât prototipicalitatea acestuia este mai ridicată. Prototipicalitatea este, aşadar, în funcție de similaritatea dintre un exemplar și o categorie. Vom utiliza axioma (4).

Se poate observa că exemplarele cu gradul de prototipicalitate cel mai ridicat sunt și cele cu similaritatea cea mai ridicată față de categorie.

4.4.4. Reprezentarea conexionistă

Spre deosebire de alte aspecte ale sistemului cognitiv, în cazul categorizării, abordarea clasic-simbolică (= reprezentarea conceptuală sau prototipică a unei categorii) și abordarea conexionistă (= reprezentarea categoriei printr-o rețea de

neuromimi) nu sunt ireconciliabile. Diferențele dintre ele sunt mai degrabă de nuanță sau de stil de abordare propriu unui anumit cercetător decât de fond. Această asemănare se datorează asumptiei fundamentale comune, și anume că o categorizare rezidă din calculele efectuate asupra caracteristicilor stimulilor supuși categorizării. Aceștia sunt descompuși în trăsături similare sau specifice. În funcție de ponderea acestor caracteristici se stabilește apartenența la o categorie. Modelele conexioniste ale recunoașterii, prezентate în 2.3.5, pot funcționa la fel de bine ca modele ale categorizării. Inputul unei rețele care categorizează este format dintr-o mulțime de caracteristici ale obiectelor care trebuie categorizate. Nivelul de abstractizare a caracteristicilor care sunt codate de o rețea poate fi variabil. Pot fi proprietăți fizice simple (ex.: o linie orizontală este o caracteristică a literei „E”, sau proprietăți complexe, mai abstracte (ex.: „are aripi” – pentru clasa păsări). În una și aceeași rețea nu se pot reprezenta caracteristici de niveluri diferite de abstractizare, ceea ce constituie o serioasă limitare a reprezentării conexioniste a categorizării. De pildă, rețelele care categorizează literele mari de tipar nu pot fi antrenate ca, în același timp, să discrimineze între exemplarele clasei „păsări” și ale clasei „mobile”. Nivelul de abstractizare a caracteristicilor care constituie inputul unei rețele neuromimetice este stabilit de exploratorul rețelei. El decide dacă valorile de activare ale unităților input corespund unor proprietăți fizice complexe (abstracte) sau unor proprietăți simple. Una și aceeași rețea nu poate opera cu caracteristici aparținând unor niveluri de complexitate sau abstractizare diferite.

Outputul rețelei e constituit din una sau mai multe valori de activare care reprezintă numele categoriei respective. Reamintim încă o dată că rețelele neuronale sunt semantic-opace, adică ele nu au o semantică proprie. Semantica lor este instituită de exploratorul rețelei; el decide ce anume reprezintă sau semnifică o valoare a outputului ori un pattern al conexiunilor dintre unități. Ca atare, o rețea conexionistă poate să reprezinte o categorie pentru care avem un prototip sau concept, dimpreună cu eticheta lingvistică corespunzătoare, dar poate să reprezinte și categorii pentru care nu avem etichete lingvistice în limbajul natural și nici un prototip sau concept bine precizat. Ea se va comporta diferit cu exemplarele unor categorii diferite, aceasta înseamnă că ea categorizează stimulii. E nesemnificativ dacă stimulii respectivi sau categoriile corespunzătoare pot fi reprezentate simbolic.

Rezumând, obiectele sunt descompuse în caracteristicile lor – reprezentate prin valori de activare ale unităților input –, iar categorizarea (= unitățile output) este rezultatul ponderării dinamice a acestor caracteristici, ponderare realizată prin modularea tăriei conexiunilor dintre unități. Mai mulți stimuli pot avea același set de caracteristici, dar ei aparțin unor categorii diferite, deoarece ponderea acordată acestor caracteristici este diferită. De pildă, atât oamenii cât și peștii au proprietatea de a înnota. Aceasta este însă o trăsătură esențială a peștilor, nu și a oamenilor. Prin urmare, ponderea ei va fi diferită pentru cele două categorii. În modelele conexioniste acest lucru se realizează prin ponderări diferite ale conexiunilor dintre unitatea input care reprezintă această caracteristică și categoria (unitatea) output „pești”, respectiv „oameni”.

Modelele conexioniste pot reproduce multe dintre rezultatele experimentale invocate de modelele clasic-simbolice. De exemplu, pot reproduce efectul prototipicălății, rapiditatea categorizării în funcție de gradul de similaritate al exemplarului cu categoria etc. Aceste predicții comune celor două categorii de modele l-au făcut pe Barsalou (1990) să susțină că ele sunt nediscriminabile experimental în multe situații. Într-o evaluare globală succintă putem spune că modelele conexioniste nu promit mai mult decât paradigma clasic-simbolică. Dimpotrivă, modelările actuale nu pot explica rapiditatea și flexibilitatea cu care subiectul uman instituie categorii. O rețea conexionistă are nevoie de sute, chiar mii de epoci până să ajungă la o performanță acceptabilă, comparabilă cu cea umană, dar chiar și atunci poate opera numai cu caracteristici de la un anumit grad de abstractizare. Cât privește flexibilitatea categorizării, aceasta apare clar în instituirea categoriilor funcționale. Animat de scopuri diferite, omul poate include în categorii diferite aceeași stimuli, într-un interval de timp extrem de scurt. În acest caz, se realizează, de fapt, o reponderare a caracteristicilor stimuli pe baza intențiilor subiectului sau a cerințelor impuse de sarcina ce trebuie realizată. Pe scurt, asistăm la reponderarea conexiunilor pe baza analizei descendente. Or, procesarea dependentă a informației, generată de baza mai largă de cunoștințe a subiectului, e dificil de modelat în paradigma neoconexionistă.

4.5. Analiza descendentală și categorizarea

Indiferent de modul de reprezentare a categoriei în sistemul cognitiv, sub formă de concept, prototip sau rețea neuronală, apartenența unui item la o clasă se realizează, conform modelelor anterioare, pe baza calculului similarității caracteristicilor acestora; considerarea similarității ca bază a categorizării se întemeiază pe următoarele asumpții tacite: a) similaritatea dintre doi itemi crește în funcție de numărul de caracteristici comune și descrește în funcție de numărul de caracteristici diferențiale; b) se consideră că aceste caracteristici sunt independente și aditive; c) caracteristicile luate în calcul se află la același nivel de abstractizare; d) similaritatea este suficientă pentru a descrie categorizarea.

Similaritatea singură nu ne poate ajuta să aflăm de ce folosim categoriile pe care le folosim și nu altele. Oricare două lucruri pot avea infinite proprietăți similare sau disimilare. Un tractor și o libelulă pot avea o infinitate de similitudini: ambele fac zgromot, ambele pot ocupa infinite locații spațiale, ambele sunt supuse legilor fizicii, ambele au o anumită culoare, ambele se pot deteriora sub influența ploii, zăpezii, vântului etc. În principiu, lista acestor proprietăți comune ar putea fi continuată la infinit. Să luăm două molecule de apă. La prima vedere ele par absolut identice. După o clipă de gândire, putem deja începe să listăm o mulțime de caracteristici specifice, neasemănătoare: ambele se află în locații diferite, la un moment dat ambele pot interacționa cu substanțe complet diferite (numărul acestor substanțe e

astronomic), ambele pot fi utilizate în scopuri diferite (aceste utilizări, dacă le-am lăua în considerare, ar fi extrem de numeroase) etc. Pe scurt, oricare două elemente pot fi, în mod arbitrar, similare sau disimilare sub infinite aspecte – deci categorizate în aceeași clasă sau în clase diferite.

O categorizare aleatorie poate fi împiedicată dacă se ponderează caracteristicile elementelor supuse categorizării : unele trăsături devin mai importante decât altele. Abia ponderând trăsăturile respective vom putea stabili dacă două obiecte – care pot fi, în principiu, similare sau disimilare sub infinite aspecte – aparțin sau nu aceleiași categorii. În limbaj tehnic, aceasta revine la a specifica funcția f de ponderare a trăsăturilor comparate dintre două elemente. Oricare două obiecte pot fi grupate în aceeași categorie sau în categorii diferite, în funcție de ponderea diferită pe care o acordăm unuia și aceluiași set de trăsături luate în calcul. O masă și un scaun pot fi cuprinse în categoria „mobilă” dacă se acordă importanța cea mai mare proprietății lor comune de a mobila o anumită încăpere. Ele fac parte din categorii diferite : clasa „masă” și clasa „scaun” dacă, din ansamblul proprietăților pe care le au (inclusiv cea menționată anterior), importanța cea mai mare este acordată dimensiunii fizice (o masă este mai mare decât un scaun) și funcționalității lor în luarea micului dejun (o persoană se aşază pe scaun și pune pâinea pe masă). Așadar, prin ponderări și reponderări succesive ale setului de trăsături, oricare două obiecte pot aparține aceleiași categorii sau unor categorii total diferite.

Dacă clasificarea sau categorizarea presupune ponderarea caracteristicilor obiectelor, atunci calculul similarității nu e suficient pentru stabilirea apartenenței unui element la o categorie. Mai exact, *similaritatea este o rezultantă a teoriilor noastre, nu punctul de început al categorizării*. Mai mult, se induce o stratificare a trăsăturilor luate în calcul : unele devin importante sau esențiale, altele mai puțin importante, altele fiind lipsite de importanță. Această stratificare este una dinamică, variind în funcție de context, intenționalitate sau cunoștințele teoretice de care dispune subiectul. Categorizarea (pe baza similarității) devine, așadar, o variabilă dependentă ; ponderările diferite ale uneia și aceleiași mulțimi de caracteristici sunt rezultante ale unor procese de analiză descendantă, generate de teoriile implicate de care dispune subiectul. Clasificarea este mai degrabă rezultatul unui proces de inferență decât al unei judecăți de similaritate. Să presupunem că la un curs, unul dintre studenți se dezbracă, se urcă pe bancă și începe să cânte. Vom considera fie că are o tulburare psihică, fie că este beat. Dar aceste categorizări sunt rezultatul unor teorii implicate pe care le avem despre bolnavii psihiici, sau despre efectele consumului de alcool, care duc la comportamente dezadaptative. Nu am recurs la o judecată directă asupra nivelului de similaritate, căci comportamentul descris mai sus seamănă foarte puțin cu cel specific unui bolnav psihic sau unui bețiv sau conceptelor lor corespunzătoare. Pe scurt, categorizarea a fost rezultanta unor procesări descendente inițiate de concepțiile pe care le avem despre efectele consumului de alcool sau ale tulburărilor psihice.

Teoriile implicate pe care le posedă subiectul uman explică și variația prototipului în funcție de context. Inițial, când E. Rosch a propus teoria prototipurilor, acestea erau considerate ca reprezentări invariante ale categoriilor. O categorie era reprezentată

mental prin unul și același prototip, indiferent de context. Cercetările ulterioare au infirmat acest fapt: în contexte diferite, una și aceeași categorie poate avea prototipuri diferite (Roth și Shoben, 1983). De pildă, categoria „unelte de lucru” are o anumită reprezentare prototipică atunci când e vorba de intelectuali și un alt prototip când vorbim de muncitorii din minele de cărbune. Limitându-ne doar la încă un exemplu, să ne închipuim că în ziarul local citim următoarele propoziții:

- (1) „Străbătând munții, temerarii excursioniști și-au luat cu ei și câteva instrumente muzicale”.
- (2) „Filarmonica din orașul nostru a comandat unei firme japoneze noi instrumente muzicale”.

În ambele propoziții apare categoria „instrumente muzicale”. Înainte de a parurge textul ulterior, invităm cititorul să dea exemple de instrumente muzicale care îi vin în minte în urma lecturii propozițiilor (1), apoi (2). Ele sunt prototipurile prin care categoria în cauză e reprezentată în cele două contexte.

Este extrem de probabil ca exemplele evocate să fie diferite în cele două contexte. Chitară, muzicuță, acordeonul sunt exemple tipice în contextul primei propoziții. Orga electronică, sintetizatorul sau o vioară cu performanțe remarcabile formează prototipul reprezentării categoriei „instrumente muzicale” în contextul creat de a doua propoziție. Așadar, prototipurile sunt penetrabile cognitiv, variabile în funcție de context. În contexte diferite, una și aceeași categorie poate avea reprezentări prototipice diferite.

Dependența de context a reprezentărilor prototipice este determinată de cunoștințele pe care un anumit context ni le activează. De pildă, știm că o excursie în munți solicită rezistență fizică a drumeților, astfel încât ei vor lua cu ei instrumente muzicale ușoare, care nu presupun alimentare electrică, sunt ușor de mânuuit, nu cer o aptitudine muzicală peste medie etc. Pe de altă parte, cunoaștem că firmele japoneze excelează în aparatură electronică de înaltă fidelitate, că achiziționarea unor instrumente muzicale de la o astfel de companie necesită plata în valută forte, care nu este la îndemâna filarmonicii, deoarece alocațiile de la bugetul statului pentru cultură sunt reduse. Ca atare, dacă o filarmonică face o astfel de comandă, e foarte plauzibil ca ea să comande instrumente muzicale care nu pot fi produse de industria națională, adică instrumente muzicale electronice de înaltă fidelitate etc. Toate aceste cunoștințe, activate de context, printr-o serie de inferențe, generează prototipuri diferite pentru aceeași categorie. Prototipul este, așadar, doar „vârful aisbergului”, o rezultantă temporară, contextuală a analizei descendente monitorizate de baza de cunoștințe. Încălcarea acestui gen de constrângeri duce la efecte comice. Să ne închipuim, de pildă, un grup de excursioniști împovărați de greutatea rucsacurilor, spetindu-se să tragă după ei un sintetizator electronic pe care îl vor dărui cabanierului. Sau Filarmonica din Cluj achiziționând, pe bani grei, un set de muzicuțe japoneze!

4.6. Învățare implicită și categorizare

Așa cum s-a arătat mai înainte, categoriile pe care noi le utilizăm sunt rezultatul teoriilor de care dispunem la un moment dat. Utilizăm anumite categorii și nu altele, pentru că avem o anumită bază de cunoștințe, anumite intenții, iar nu altele. Teoriile, naive sau științifice, de care dispune subiectul pot fi dobândite fie printr-o învățare conștientă, intenționată, fie printr-o învățare inconștientă, neintenționată sau implicită. În cele ce urmează ne vom pune problema măsurii în care cunoștințele implicate ale subiectului influențează operațiile sale de categorizare. Cele mai concluzioane cercetări în acest sens au fost efectuate de A.S. Reber (1989), Reber și colab. (1990) și vizează învățarea implicită a unei gramatici artificiale. O gramatică artificială constă într-o mulțime de reguli de combinare a unor simboluri (de regulă litere), combinațiile rezultante nefiind utilizate în mod natural, în comunicarea curentă. De exemplu, sirul ABMCDMEFMGHM... este rezultatul combinării caracterelor latine după o regulă stabilită artificial: după oricare două litere ale alfabetului se intercalează litera „M”. Putem construi combinații mai complicate prin folosirea unor gramatici mai complexe. De pildă, sirul ABMCDNEFO a rezultat prin intercalarea literelor M, N sau O după fiecare secvență ordonată de două litere din alfabet.

Experimentul-tip efectuat de Art Reber se arată astfel. Unui lot de subiecți i se prezentau combinații generate pe baza unei gramatici artificiale, cu un timp de expunere variind de la câteva secunde până la 1 minut. Lotul respectiv era împărțit în două grupuri. Grupul 1 (g_1) avea sarcina de a detecta regulile gramaticale pe baza cărora au fost generate combinațiile prezentate. Grupul 2 (g_2) prima sarcina de a memoră, pur și simplu, combinațiile respective. Abia ulterior subiecților din g_2 li se comunica faptul că secvențele de simboluri vizionate anterior au fost generate pe baza unei gramatici. În a doua fază a experimentului, ambelor grupuri le erau prezentate noi combinații, și li se cerea să le clasifice în două categorii: combinații gramaticale (= generate pe baza regulilor intricate în secvențele anterioare) și combinații negramaticale (= generate aleatoriu).

Rezultatul, surprinzător, a dovedit că performanțele de categorizare – operaționalizate prin numărul de răspunsuri corecte – sunt mai mari pentru g_2 decât pentru g_1 ! Mai mult decât atât, când subiecții din g_2 au fost puși să explică pe baza căror principii au realizat clasificarea, protocolul relatărilor lor a fost extrem de lacunar, ceea ce evidențiază caracterul implicit al învățării gramaticii respective. Pe scurt, acest gen de experimente a pus în evidență faptul că există o învățare implicită (inconștientă sau neintenționată), iar cunoștințele rezultante își pun amprenta asupra categorizării. Probabil, mecanismul similar stă la baza învățării gramaticii limbajului natural. Despre cunoștințele implicate și modul lor de manifestare, vezi 6.7.

4.7. Sumar

Categorizarea desemnează totalitatea prelucrărilor pe baza cărora, pornind de la diversitatea lumii externe, subiectul instituie categorii sau clase de obiecte. Principalele funcții ale categorizării sunt: a) gruparea obiectelor pe baza similarității; b) codarea experienței; c) generarea de inferențe. Categorizarea tinde să maximizeze similaritatea intracategorială și să minimizeze similaritatea intercategorială. Ea are un nivel preferat de codare a realității – nivelul categoriilor de bază. Similaritatea dintre membrii aceleiași categorii poate fi funcțională sau fizică. Modelele computaționale ale categorizării caută să stabilească constrângerile sau regulile de prelucrare pe baza cărora inputul (= caracteristicile similare și disimilare ale obiectelor) este transformat în output (= categoriile de care dispunem). Aceste constrângerile sunt exprimate sub forma unor axiome. Modelul geometric se bazează pe trei axiome: a) axioma similarității; b) axioma simetriei; c) axioma „inegalității în triunghi”. Similaritatea este reprezentată spațial și măsurată geometric. Modelul și-a dovedit viabilitatea în categorizarea stimulilor perceptivi dar este incomplet, lăsând neexplicate o mulțime de date experimentale. Modelul ansamblist este mai comprehensiv. El reduce constrângerile subiacente procesului de categorizare la una singură, poate integra contraexemplile la modelul geometric și poate reproduce efectul prototipicalității.

Oricare două elemente pot avea infinite proprietăți similare sau nesimilare. Ponderarea lor este realizată de teoriile naive sau științifice de care dispune subiectul. Avem anumite categorii deoarece dispunem de o anumită bază de cunoștințe și suntem animați de anumite intenții. Categorizarea pe baza similarității este, aşadar, numai „vârful aisbergului”. Principalele reprezentări cognitive ale categoriilor – conceptul, rețeaua neuromimetică și prototipurile – sunt ele însese integrate în structuri cognitive mai complexe: rețelele semantice, rețelele propoziționale etc. (vezi 7.2-7.3).

IMAGISTICA MINTALĂ

5.1. Clasificare, terminologie

Imaginile sunt o prezență ubicuă a vieții noastre psihice¹. E suficient să deschidem ochii și să avem imaginea fascinantă a lumii din jurul nostru ; rezultatul percepției vizuale este o imagine. În același timp putem avea, în minte, imaginea unei explozii atomice pe care am percepțuit-o anterior, prin medierea televizorului. Mai mult decât atât, putem construi imagini pornind de la o relatare verbală. De pildă, ascultând la radio comentariul unui meci de fotbal, ne închipuim, cu destulă ușurință, ceea ce se întâmplă pe teren, generând un film al întâmplărilor pe baza mesajelor verbale. În fine, visurile noastre sunt, cel puțin la nivel manifest, o suita de imagini, înainte de a fi orice altceva.

Noțiunea de „*imagine mintală*” vizează doar o parte din fenomenele prezентate mai sus. Ea nu se referă la imaginea perceptivă și nici la *icon*-ul păstrat în memoria senzorială vreme de câteva sutimi de secundă. Imaginea mintală vizează doar acele producții imagistice cu care operează sistemul cognitiv în absența acțiunii unor stimuli vizuali asupra organelor de simț. În această categorie intră reveriile, imaginile onirice sau cele formate pornind de la mesaje verbale. La baza imaginilor mentale se află, în primul rând, un proces de analiză descendantă. Adică, imaginile nu sunt entități particulare, autonome, stocate ca atare în memoria de lungă durată, ci sunt produse în momentul în care o anumită sarcină solicită prezența lor.

Circumscrierea mai limitativă a sferei noțiunii de imagine mintală nu reduce deloc importanța studierii producțiilor imagistice. Se citează adesea implicarea imagisticiei în creația științifică de mare valoare. Kekule, de pildă, mărturisește că a descoperit structura ciclică a bénzenului după ce, în urma unor îndelungi investigații teoretice eșuate, a visat un șarpe care își înghițea propria-i coadă. A. Einstein relata că momentele sale de maximă creativitate erau legate de prezența fulgorantă a unor imagini pe care abia ulterior se străduia să le decodifice și să le așeze în formă

1. În psihologia tradițională, multe dintre fenomenele abordate în acest capitol erau tratate ca „reprezentări”. Întrucât, pe tot parcursul lucrării, termenul de reprezentare a fost folosit în alt sens, ca proiecție în sistemul cognitiv a realității externe, am optat pentru abandonarea totală a sensului tradițional. În fine, studiile asupra imagisticiei mentale (*mental imagery*) nu aduc o simplă modificare de limbaj, ci o analiză mult mai pertinentă decât cele cuprinse în lucrările tradiționale asupra reprezentării.

logico-matematică. Un alt mare fizician, M. Faraday, compensa insuficienta stăpâire a aparatului matematic prin uimitoarea sa capacitate de a-și imagina noi experimente sau fenomene fizice (Kosslyn, 1990). Nu trebuie să ne închipuim cumva că operarea asupra imaginilor e specifică numai creației științifice de vîrf. O serie de raționamente cotidiene se realizează pe baza reprezentării imagistice a informației din premise. De pildă, dacă ne sunt date premisele : (1) „Ion este mai mare ca George”, (2) „Mircea este mai mic decât George” și ni se cere să conchidem cine este cel mai mare, ajungem la soluție imaginându-ne alăturarea spațială a celor trei persoane (9.2.4.3).

Vom conchide, aşadar, că *imaginea mintală este o reprezentare cognitivă care conține informații despre forma și configurația spațială (poziția relativă) a unei mulțimi de obiecte, în absența acțiunii stimulilor vizuali asupra receptorilor specifici.*

5.2. Caracteristicile imaginilor mintale

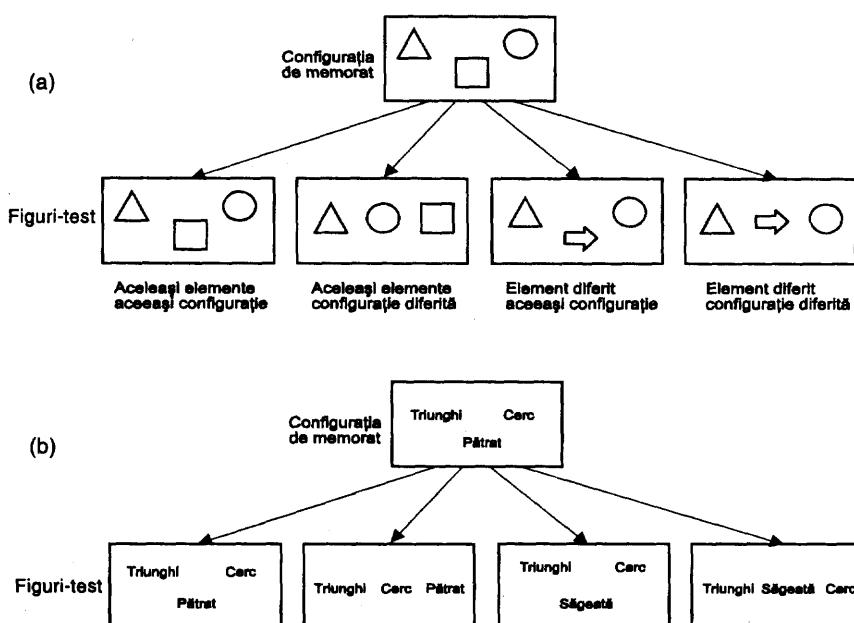
5.2.1. Reprezentarea relațiilor topologice

Principala caracteristică a imaginii mintale, relevată și în definiția proximală prezentată mai sus, vizează capacitatea sa de a reprezenta relațiile topologice dintre elemente. Într-un experiment de recunoaștere a configurațiilor, Santa (1977) utilizează două tipuri de reprezentări ale uneia și aceleiași configurații : o reprezentare imagistică (figura 5.1.a) și o reprezentare lingvistică (figura 5.1.b). Mai întâi, subiecții sunt solicitați să inspecteze o configurație de trei elemente – triunghi, cerc, pătrat. După memorarea acestei configurații, subiecților respectivi le erau prezentate o serie de figuri-test, sarcina lor fiind de a răspunde, cât mai rapid posibil, dacă aceste figuri sunt alcătuite din aceleiași elemente ca și figura inițială.

După cum se poate observa în figura 5.1.a, există mai multe variante ale figurilor-test, unele fiind formate din elemente identice, altele din elemente diferite. Pentru a rezolva sarcina în cauză, subiecții trebuie să compare figurile-test cu imaginea mintală, din memorie, a configurației inițiale. Dacă imaginea mintală reprezintă relațiile topologice sau spațiale dintre obiecte, atunci subiecțul va răspunde mai rapid în cazul primei figuri-test decât în cazul celei de-a doua. În ambele situații răspunsul e pozitiv, dar timpul de latență va fi diferit dacă imaginea mintală codează relațiile topologice, căci în prima figură-test se conservă și relațiile topologice, iar în a doua se conservă numai elementele figurii.

Această ipoteză a fost confirmată de datele experimentale înregistrate. Rezultatele devin și mai relevante dacă le comparăm cu datele obținute din inspectarea aceleiași figuri, reprezentată în cod lingvistic (figura 5.1.b). Se observă că figurile geometrice au fost înlocuite cu numele lor, dispuse în aceleiași configurații ca și în figura 5.1.a.

Fig. 5.1. Materialul experimental utilizat de Santa (1977): a) cod imagistic; b) cod verbal. Recunoașterea cea mai rapidă are loc în condițiile conservării relațiilor topologice pentru figuri-test imagistice și în cazul ordonării seriale pentru figuri-test lingvistice. Aceasta înseamnă că imaginile mintale sunt o reprezentare topologică a unei situații, iar cuvintele – o reprezentare.



Dacă reprezentarea relațiilor topologice constituie o caracteristică specifică a reprezentărilor imagistice, atunci conservarea configurației inițiale în condițiile utilizării codului verbal nu va reduce timpul de reacție. Reprezentarea lingvistică favorizează prezentarea serială a stimулilor. Ca atare, o prezentare liniară a stimулilor din configurația de memorat va fi recunoscută mai ușor decât o prezentare care conservă distribuția topologică inițială. Datele experimentale au validat această ipoteză. Timpul de reacție la a două figură-test din 5.1.b este mai scurt decât timpul necesar recunoașterii pentru prima figură-test din 5.1.b. Coroborând cele două variante ale prezentării stimулilor – una spațială, imagistică, cealaltă serială, lingvistică – devine evidentă proprietatea imaginilor mintale de a reprezenta relațiile spațiale. Dacă figurile-test utilizate în experiment conțin alte elemente decât cele prezente în configurația inițială, deci răspunsul corect e negativ, se obține același tip de rezultate: timpul de reacție e mai scurt în cazul reprezentărilor imagistice dacă se conservă configurația inițială. Dimpotrivă, în cazul utilizării codului verbal, timpul de reacție e mai scurt dacă prezentarea e serială, decât dacă e izomorfă configurației inițiale. Conchidem că reprezentarea relațiilor topologice este una din proprietățile de bază ale imaginilor mintale.

5.2.2. Absența sintaxei

Absența sintaxei este o altă caracteristică a imaginilor mintale. Spre deosebire de reprezentările lingvistico-semanticice, care se pot combina numai pe baza unor reguli sintactice bine stabilite de gramatica unui limbaj sau de cerința consistenței logice, imaginile mintale se pot combina oricum. Imagineați-vă un pătrat și un cerc. Ele pot fi combinate neîngrădit, în orice chip: un pătrat conține un cerc, un cerc circumscris un pătrat; pătratul poate fi așezat deasupra cercului, cercul – deasupra pătratului; ele se pot suprapune sau intersecta în variate moduri etc. Nu există reguli care să limiteze combinarea imaginilor mintale. În cazul unor enunțuri verbale, această libertate a combinării nu e posibilă. Există reguli gramaticale precise, în orice limbaj natural, care stau la baza producerii unor enunțuri corecte. Nu e corect, de pildă, să spunem: recompensați, silitori, studenții sunt. (Enunțul corect este: Studenții silitori sunt recompensați.) În mod similar, conținuturile semanticе se combină pe baza unor reguli logice. Sunt incorecte combinațiile care duc la enunțuri contradictorii. Nu putem spune, de pildă, această propoziție adevărată este falsă. În cazul combinării imaginilor mintale nu există nici o regulă care să delimitizeze combinațiile corecte de cele incorecte.

Absența sintaxei este evidentă în imaginile onirice – un tip special de imagini mintale. Oricine poate visa făpturi rezultate din combinații ciudate de animale și oameni; imaginile ce populează mitologia din toate timpurile (centauri, pegași, sirene etc.) sunt obiectivări ale închipuirilor noastre. Adesea relațiile spațiale dintre elementele unei imagini onirice complexe încalcă legitățile fizice: putem să ne închipuim un oraș întreg zburând, un purice mai mare decât un elefant etc.

Independența imaginilor mintale de o sintaxă bine stabilită poate fi principalul motiv al utilizării imagisticiei în reverie, în visul nocturn, ca și în situațiile de maximă creativitate. După cum se știe, producțiile noastre onirice sunt dominate de prezența imaginilor. Visul însuși seamănă cu un film. Dialogurile sunt rare și, adesea, nesemnificative. Dacă preluăm ideea lui Freud că „visul este calea regală spre inconștient”, pare evidentă „preferința” inconștientului de a se exprima într-un cod nesupus constrângerilor rigide ale unei sintaxe riguroase cum e cea care guvernează limbajul natural sau inferența logică. Altfel spus, dacă inconștientul, adesea cenzurat, tinde să se exprime printr-o reprezentare conștientă, e de presupus că această reprezentare va fi una în care o eventuală supra-cenzură indușă de o anumită sintaxă este eludată. De aceea visul, ca și reveria, e format în primul rând din combinații imagistice și doar în mică măsură din propoziții. Producțiile lingvistice se supun unor reguli gramaticale stricte care limitează considerabil numărul de combinații posibile dintre lexeme (cuvinte sau propoziții). Închipuirile noastre sunt atât de bogate și fascinante deoarece ele nu sunt guvernate de sintaxa rigidă a gramaticii limbajelor naturale sau de regulile logicii, și nici de constrângerile realității fizice.

Prezența masivă a imagisticiei în momentele de maximă creativitate, semnalată de nenumărate ori în literatura consacrată creativității, ar putea fi explicată tot

prin absența sintaxei combinărilor imagistice. Fiind adesea rezultatul unui travaliu inconștient, o idee originală se exprimă mai ușor într-o reprezentare lipsită de constrângerii severe, cum e cea imagistică. Abia după apariția ei, mecanismele logice intră în funcțiune, supunând-o principiului consistenței logice și confruntării cu realitatea. Pentru a ilustra modul în care imaginile generate în procesul de creație sunt ordonate într-o sintaxă logico-lingvistică riguroasă de mecanisme logice, prezentăm un exemplu preluat după J. Hadamard (1975).

Se pune problema de a demonstra teorema (T_1): sirul numerelor prime este infinit. Aceasta se poate reduce la a demonstra că există un număr prim mai mare decât 11 după care, prin raționament recursiv se demonstrează (T_1). În raportul de introspecție se consemnează o mulțime de procese imagistice care apoi sunt transformate într-un limbaj logico-matematic.

Procesele imagistice :

1. Văd o masă confuză de semne.
2. N fiind un număr destul de mare, îmi imaginez un punct mai îndepărtat de această masă confuză.
3. Văd al doilea punct alături de primul.
4. Văd un punct undeva între masa confuză și primul punct.

Fazele demonstrației logico-matematice :

1. Consider toate numerele prime de la 2 la 11 (adică 2, 3, 5, 7, 11).
 2. Formez produsul lor (N).
- $$N = 2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11$$
3. Adun la acest produs o unitate ($N + 1$).
 4. Acest număr, dacă nu este prim, trebuie să admită un divizor prim care este numărul căutat.

Paralelismul dintre discursivitatea reprezentării logico-lingvistice și imagistica mintală nu este perfect. Uneori imaginile sunt convertite în expresii logico-matematice, alteori sunt induse de programul inferențelor logice, ambele tipuri de procesări susținându-se reciproc. Ceea ce am vrut să scoatem în evidență a fost implicarea masivă a imagisticiei în procesul de creație. În opinia noastră aceasta este determinată de una dintre caracteristicile esențiale ale imagisticiei mintale: independența de sintaxă a producțiilor imagistice – care facilitează obținerea produsului creativ.

5.2.3. Neutralitatea față de valoarea de adevăr

A treia proprietate notabilă a imaginilor mintale constă în faptul că, spre deosebire de reprezentările lingvistico-semantice, ele nu au valoare de adevăr. După cum se știe, valoarea de adevăr este un atribut exclusiv al judecărilor. Numai o judecată în care se afirmă ceva despre altceva poate fi adevărată sau falsă. O imagine nu afirmă și nu neagă nimic, deci ea nu poate avea valoare de adevăr. Imaginea pe care o

putem avea acum despre centrul orașului în care locuim nu e nici adevărată, nici falsă; adevărate sau false sunt numai judecările care ar rezulta din analiza imaginii. Deci, dacă procesăm imaginea și obținem judecăți despre tipul obiectelor din imagine (ex.: forma, culoarea, dispunerea lor relativă etc.), putem spune despre aceste judecăți că sunt adevărate sau false.

Dacă imaginile nu au valoare de adevăr, atunci ele nu sunt cunoștințe. Cunoștințele (declarative) de care dispune un sistem intelligent se constituie într-un set de propoziții cărora li se asignează o valoare de adevăr. Simpla posesie a unei imagini mintale nu înseamnă cunoștințe încă. Cunoștințele sunt rezultatul analizei imaginilor mintale. În același timp însă, baza noastră de cunoștințe produce imagini, aşa cum se va vedea imediat.

5.3. Există o memorie imagistică?

Una dintre discuțiile aprinse din psihologia cognitivă și din științele cognitive în general s-a desfășurat în jurul codurilor imagistice. Informația este sau nu stocată în memoria sub formă de imagini? La nivelul simțului comun răspunsul rapid este, evident, unul pozitiv. La o cercetare mai amănunțită lucrurile se dovedesc a nu fi ceea ce par. Încercând să răspundă la această întrebare, cognitivistii s-au împărțit în două tabere: susținătorii imagisticiei (S. Kosslyn, Pomeratz etc.) și adversarii (Z. Pylysyn, J.R. Anderson, G.H. Bower etc.).

Cei dintâi susțin că imaginea mentală nu este numai un produs epifenomenal, prezent în raportul introspectiv, ci este o modalitate autentică de stocare a informației în memoria de lungă durată. Sistemul cognitiv stochează imagini și le procesează pe baza unor mecanisme specifice. Adversarii reprezentărilor imagistice nu neagă existența acestora în memoria de lucru, dar le conferă un rol epifenomenal, considerându-le rezultate introspective temporare, produse prin analiza descendentală din baza noastră de cunoștințe. Altfel spus, memorarea noastră nu conține imagini. Acestea sunt produse temporar, în funcție de necesitățile sarcinii, de baza noastră de cunoștințe. Memoria de lungă durată este populată exclusiv de conținuturi semantice. Fiind reductibile la reprezentările semantice, imaginile mentale nu fac nici obiectul unor mecanisme mnerezice speciale. Pe scurt, fără să nege existența lor, adversarii imaginilor mintale neagă caracterul lor explicativ și fotografic. În ambele tabere se constată diverse nuanțări ale opțiunilor de bază, mergând până la postularea unui cod dual (Paivio, 1971) sau la admiterea imaginilor mintale ca un cod concurrent codului semantic (Anderson, 1985). Recurgând la date experimentale și argumente logice, vom căuta să clarificăm pe cât posibil această problemă.

5.3.1. Analiza descendantă și imagistica mintală

Analogul cel mai apropiat al imaginii mintale este imaginea vizuală. Ambele tipuri de imagini reprezintă forma unor obiecte și relațiile spațiale dintre acestea. În afară de acest punct comun, imaginile mintale diferă considerabil de imaginile fotografice. Să ne reamintim, deocamdată, doar faptul că imaginile mintale sunt produse în absența acțiunii stimulilor asupra receptorilor vizuali. Putem chiar avea imagini mintale despre obiecte sau scene pe care nu le-am văzut sau nu le vom putea vedea vreodată (de pildă, imaginile onirice sau imaginile construite pe baza lecturii unui text istoric din antichitate etc.). Fie că succede unei imagini perceptive, fie că e produsă pe baza lecturii unui text, o imagine mentală este, în mai mare sau mai mică măsură, rezultatul unor procese de analiză descendantă. Înainte de a analiza pe larg această afirmație, priviți figura 5.2.

Fig. 5.2. Imagistica mintală și analiza descendantă



Ridicați apoi privirea și baleiați vizual obiectele din jur. Fără a mai reveni la imaginea inspectată anterior, încercați să v-o reamintiți. Caracterul (aparent) aleatoriu al petelor de culoare face reamintirea lor deosebit de dificilă. Așadar, o imagine pe care nu o putem categoriza, sau nu-i putem desprinde semnificația, este convertită într-o imagine mintală ulterioară în chip foarte lacunar. Mai mult, *în memorie rămân doar acele elemente din imaginea inspectată care pot fi categorizate*. Dacă, în acest moment, încercați să vă reamintiți ceea ce ați văzut, veți evoca pete albe și negre, grupate mai mult sau mai puțin aleatoriu, adică acele elemente din figura 5.2 pentru care am putut activa categoriile corespunzătoare.

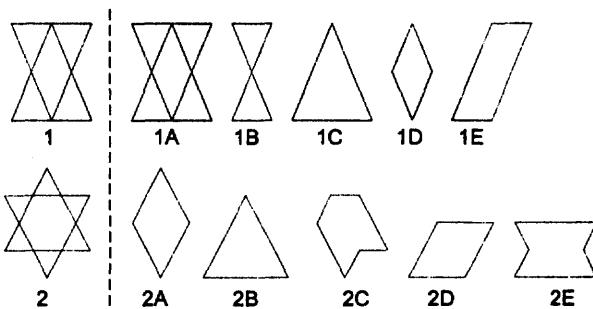
Figura 5.2 reprezintă, de fapt, un câine dalmățian adulmecând o urmă. Priviți din nou această figură, apoi comutați privirea pe un alt obiect din mediu și încercați să vă reamintiți ceea ce ați observat. De această dată acuratețea reamintirii va fi mult mai mare. Imaginea mintală rezultată este nu numai mai acurată decât anterior, ci ne poate rămâne multă vreme în memorie. „Plusul” de acuratețe și de durabilitate a imaginii mintale a fost determinat de oferta de cunoștințe conținută în sintagma „figura 5.2 reprezintă, de fapt, un câine dalmățian adulmecând o urmă”. Aceste cunoștințe au inițiat un proces de analiză descendentală care a structurat „petele de culoare”. Puncte care anterior nu însemnau nimic au început să fie categorizate ca fiind „urechile”, „botul”, „picioarele” câinelui etc. Nu ne interesează aici participarea analizei descendente la recunoașterea scenelor, chestiune abordată în 2.3.4, ci impactul acesteia asupra constituuirii imaginilor mintale. Imaginile mintale presupun implicarea analizei descendente în analiza stimulilor vizuali, ca atare ele nu se pot constitui în absența acestora. Imaginile mintale depind de baza de cunoștințe care inițiază analiza descendentală. Din referentul inițial, în imaginea mintală se pot regăsi doar acele componente pentru care s-a putut găsi corespondent categorial, care au permis o analiză descendentală în general. Așadar, imaginea mintală (sau ceea ce se numește în limbaj tradițional „repräsentare”) nu se interpune între imaginea perceptivă și concept, nu este un „preconcept”. Ea succede analizei descendente a stimulilor vizuali și depinde de baza de cunoștințe a sistemului cognitiv. O astfel de idee nu poate fi temeinic susținută invocând doar o demonstrație în clasă, ca cea prezentată anterior. Ea se intemeiază însă pe o serie de cercetări experimentale (Reed și Johnson, 1975, Reed și Johnson, 1977). Unul dintre experimentele celor doi cercetători americanii este prezentat mai jos.

În figura 5.3 sunt prezentate o parte din materialele utilizate de cei doi experimenteri.

În partea stângă a figurii sunt prezentate două configurații complexe (1 și 2). Partea dreaptă conține o mulțime de figuri care intră în compunerea configurațiilor complexe. Experimentul are două variante. În prima variantă, subiecții inspectează figurile din dreapta 1(2) A-E, după

care pe un display este prezentată configurația complexă timp de 10 secunde. Sarcina subiecților este de a menționa dacă figurile inspectate sunt părți ale configurațiilor complexe. În a doua variantă, subiecții inspectează mai întâi configurația complexă „țintă”, după care le sunt prezentate pe același display figurile din dreapta 1(2) A-E. În termen de maximum 10 secunde, pentru fiecare din aceste figuri,

Fig. 5.3. Material experimental utilizat de Reed și Johnson (1975)



subiecții trebuie să decidă dacă ea este parte componentă a configurației complexe. Pe scurt, în prima variantă, sarcina constă în compararea părților configurației complexe cu imaginea fizică sau perceptivă a acesteia, iar în a doua variantă, sarcina constă în compararea părților cu imaginea mintală a acestei configurații.

Proporția răspunsurilor corecte a fost de 86% pentru prima variantă a testului și de 52% - în a doua variantă. Diferența semnificativă rezultată se explică prin diferența dintre imaginea fizică și cea mintală. O imagine fizică (ex.: un desen, o fotografie etc.) poate fi reanalizată și descompusă în părți componente, altele decât cele inițiale, pe când imaginea mintală poate fi descompusă exclusiv sau preponderent după componentele procesate anterior. Să privim, de pildă, configurația 2. Toate figurile 2A-2E sunt părți componente ale configurației 2. Dacă comparăm aceste părți cu imaginea fizică a configurației putem să dăm răspunsul corect, reanalizând figura, descompunând-o în funcție de contururile presupusei părți componente. O putem descompune după contururile 2B sau 2C sau 2E etc. Dacă comparăm părțile cu *imaginea mintală* a configurației 2, atunci această descompunere după oricare contur nu mai este posibilă sau nu mai este la fel de facilă. Dacă ați codat inițial, în momentul percepției, configurația 2 ca fiind formată din două triunghiuri mari suprapuse, vă va fi relativ ușor să răspundeți dacă 2B este parte a configurației 2 și mult mai dificil, dacă nu imposibil, să răspundeți (corect) că 2C este parte a configurației 2. În general, este mai ușor să recunoaștem figurile 2A și 2B ca părți ale figurii 2, decât 2C-2E, deoarece inițial, stimulul fizic a fost procesat după categoriile de „triunghi” sau „romb”, nu după categoriile corespunzătoare figurii 2C-2E pentru care e dificil chiar de găsit un nume. Pe scurt, experimentul menționat arată că o imagine fizică poate fi descompusă la fel de bine în oricare din părțile ei componente. În consecință, recunoașterea părților sale componente, chiar dacă acestea sunt neuzuale, se face cu un procentaj redus de eroare. Părțile figurii sunt echivalente; nici una nu e preferată alteia. Dimpotrivă, o imagine mintală e descompusă preferențial în funcție de decupajul realizat de categoriile utilizate inițial la percepția și recunoașterea scenei corespunzătoare. În consecință, unele părți ale imaginii mintale (= cele care au fost procesate semantic anterior) sunt recunoscute mai ușor decât alte părți, care n-au fost inițial identificate. Rezultă că imaginea mintală este mediată de procesări semantice, a căror rezultantă este. Pot fi recunoscute, într-o imagine mintală, doar acele elemente care inițial au fost procesate semantic (conștient sau inconștient).

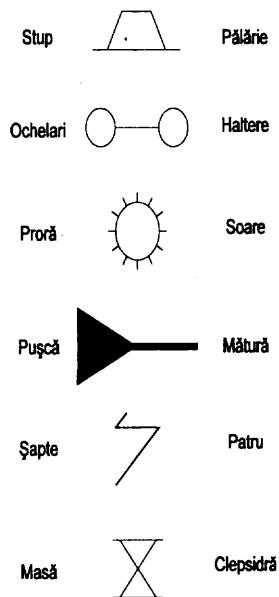
Pe baza acestor date experimentale se poate conchide că reprezentările imagistice nu pot fi un cod specific, autonom, independent de procesările semantice. Dimpotrivă, imaginile mintale presupun procesări descendente, dependente de baza de cunoștințe. Procesările semantice și analiza descendenta prezente în formarea imaginii perceptive se regăsesc într-o formă și mai pregnantă în cazul imaginilor mintale. O imagine mintală este grevată nu numai de procesările semantice implicate în formarea imaginii perceptive corespunzătoare, ci și de procesări postperceptive, rezultate din interacțiunea în memorie a diverselor conținuturi cognitive sau a interferențelor cu alii stimuli.

Un experiment clasic realizat de Carmichael, Hagan și Walter (1932) ilustrează această din urmă idee. Unui lot de subiecți i-au fost prezentate o serie de figuri de genul celor din figura 5.4.

O parte a subiecților din lotul respectiv vizionau figurile împreună cu cuvintele din stânga lor. Cealaltă parte, vizionau aceleași figuri, asociate însă cu cuvintele din dreapta. Ulterior, s-a cerut celor două grupe de subiecți să deseneze din memorie figurile inspectate anterior. S-a constatat o distorsiune semnificativă a figurii initiale în sensul categoriei asociate. Deși sarcina era de a desena cât mai exact figurile respective, acestea sufereau modificări semnificative, dacă anterior fuseseră categorizate utilizându-se lista de categorii din stânga față de situația în care erau asociate cu categoriile din dreapta. De pildă, pentru grupul la care al șaselea item trecea drept masă, se constata, în reproducerile ulterioare, prezența unor elemente noi (ex.: un șurub la intersecția liniilor diagonale, o imagine în perspectivă a tăbliei etc.), care apropiau figura initială de prototipul categoriei cu care a fost asociată. Dimpotrivă, celălalt grup de subiecți, care vedea în aceeași figură o clepsidră, la reproducere introducea alt gen de elemente (ex.: fire de nisip, rotunjirea contururilor etc.).

Reproducerile din memorie ale unor figuri sau scene relevă dependența imaginilor mintale de categorii și procesări semantice specifice acestora. Într-o mai mare sau mai mică măsură, o imagine mintală este marcată de întreaga rețea semantică aferentă unei categorii, utilizată pentru clasificarea figurii sau scenei corespunzătoare imaginii mintale în cauză. Procesările semantice ale stimулului în momentul percepției, interacțiunea cu alte cunoștințe deținute de sistemul cognitiv introduc ponderări specifice ale caracteristicilor spațiale și relațiilor topologice dintre elementele unei situații: (1) *elementele categorizate și procesate mai intens sunt mai bine reprezentate în imaginea mintală decât cele necategorizate sau slab procesate*; (2) *imaginile mintale pot conține elemente absente din imaginea fizică, de referință, dar construite datorită congruenței lor cu categoria sub care a fost cuprinsă referința*; (3) *elemente incongruente cu schema cognitivă sau categoria implicate în recunoașterea stimулului pot fi omise din imaginea mintală*. Toate aceste fenomene au fost prezente în experimentele expuse anterior. Se poate conchide că, în imaginea mintală, izotropia elementelor (părților) imaginii fizice este înlocuită cu organizarea lor ierarhică neizotropă în funcție de procesările semantice și analiza descententală subiacente. Elementele mai intens procesate sunt mai bine reprezentate în imaginea mintală. Caracterul ierarhizat al imaginilor mintale, de pildă, preeminența unor părți ale figurii față de altele, așa cum reiese din experimentul lui Reed și Johnson,

Fig. 5.4. Materiale utilizate de Carmichael și colab. (1932)



este produsul secundar al prelucrărilor semantice diferențiale ale elementelor ce intră în componența stimulului. Imaginile fizice (ex. : fotografia, pictura realistă) sunt izotrope : ele pot fi descompuse la fel de bine în oricare din părțile componente. Toate elementele sunt la fel de importante, nu pot fi ierarhizate în ordinea importanței sau reprezentativității lor. Ierarhizarea – preeminența unor elemente față de altele, a unor părți față de altele – este indusă în imaginea mintală de mulțimea procesărilor la care este supusă scena sau situația stimul. Revenind la configurațiile prezentate de Reed și Johnson (1975) și Reed (1974), menționăm că recunoașterea unor părți ale configurației „țintă” este mai facilă decât recunoașterea altora. De pildă, când se cere să se decidă dacă 1B și 1D sunt părți ale configurației țintă, procentajul de răspunsuri corecte este de 65%. În schimb, dacă aceeași solicitare e asociată cu figura 1E, răspunsurile corecte ating doar valoarea de 10% ! Pe scurt, într-o imagine fizică (ex. : o fotografie, un desen) părțile sunt izotrope : o descompunere în părți este echivalentă cu oricare alta. Într-o imagine mintală părțile sunt nonizotrope : anumite decompoziții sunt mai reprezentative, mai ușor de recunoscut decât altele. *Nonizotropia imaginilor mintale este introdusă de procesările semantice (descendente) implicate în producerea lor.* Aceasta e una din mariile dificultăți întâmpinate în construcția sistemelor artificiale care să utilizeze imagini spațiale. Nu există, aşadar, un cod pur imagistic. A contrapune reprezentările imagistice celor propoziționale (semantice) este un nonsens, cătă vreme analiza descendentală e profund intricată în imagistica mintală. Ele sunt reprezentări diferite, dar nu opuse. În consecință, nu există un sistem mnezic autonom consacrat exclusiv stocării și reactualizării imaginilor mintale. *Nu există o memorie pur imagistică, mecanisme mnezice specifice operării asupra informațiilor spațiale analoge sau imaginilor mintale.*

5.3.2. Imaginea mintală – analog abstract – și imaginea vizuală

Așa cum am arătat în 5.3.1, imaginea mintală conține acele elemente din imaginea fizică ce au fost procesate abstract (categorizate, supuse analizei descendente etc.). Dacă este așa, atunci cât de multe similitudini mai există între imaginea vizuală perceptivă și imaginea mintală ? Dacă imaginea mintală este rezultatul „filtrării” imaginii reale prin filtrul constituit de baza de cunoștințe, cât de abstractă este ea ? O persoană care nu a avut niciodată imagini perceptive vizuale – un nevăzător congenital – poate avea imagini mintale ?

N.H. Kerr (1983) a realizat un experiment asupra imaginilor mintale, comparând performanțele unui lot de subiecți văzători cu un lot de orbi congenitali.

Pe o suprafață plană erau prezentate șapte figuri geometrice, așezate la diverse distanțe unele de altele. Figurile respective erau scoase în relief astfel încât nevăzătorii puteau să le pipăie, obținând informații despre pozițiile lor relative prin mijloace tactil-kinestezice. Ulterior, subiecții primeau numele uneia dintre figurile geometrice pe care trebuiau să și-o imagineze. Apoi, li se cerea să-și închipuiu un punct care se deplasează cu viteză constantă, până la o altă figură de pe suprafața plană. Sarcina

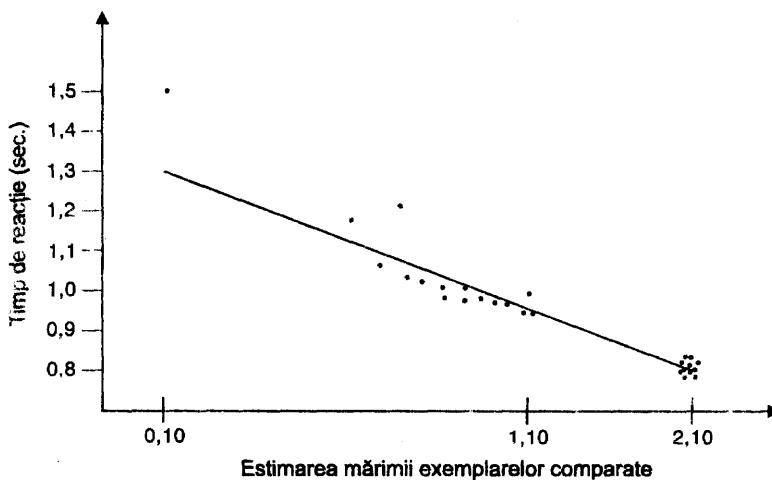
subiecților era de a acționa un buton în momentul în care punctul respectiv a atins figura menționată. Se măsura timpul scurs din momentul menționării primei figură și până în momentul acționării tastei respective.

S-a constatat că timpul de reacție crește o dată cu mărimea distanțelor dintre figurile geometrice, atât în cazul văzătorilor, cât și în cazul nevăzătorilor congenitali. Deci, subiecții experimentali aveau nevoie de mai puțin timp să-și închipui deplasarea între două figuri apropiate A și B, decât să-și închipui deplasarea din A la o figură C, mai îndepărtată decât B. Așadar, performanțele nevăzătorilor și ale văzătorilor în sarcina de scanare a imaginilor mintale sunt similare. Aceasta înseamnă că imaginile mintale nu sunt legate de o anumită modalitate senzorială, în spătă, nu sunt legate de imaginile vizuale. Ceea ce este esențial în formarea imaginilor mintale și operarea asupra lor este reprezentarea relațiilor spațiale dintre elementele unei scene sau configurații. Nu importă dacă informațiile despre poziția relativă a obiectelor se bazează pe percepția vizuală – ca în cazul văzătorilor – sau pe percepția tactil-kinestezică – la nevăzătorii congenitali. Pentru constituirea unei imagini mintale sunt necesare și suficiente informațiile despre relațiile spațiale; datele perceptiv-vizuale ale stimулului (ex.: culoarea, luminozitatea) nu sunt neapărat necesare. Acesta este motivul pentru care noțiunile de „imagină mintală” și „reprezentare spațială” sunt considerate adesea ca fiind echivalente (ex.: Anderson, 1985). Imaginile mintale sunt reprezentări spațiale sau topologice și sunt mai abstrakte decât imaginile vizuale, nefiind legate de o singură modalitate senzorială.

Caracterul abstract al imaginilor mintale reiese și din utilizarea lor în reprezentarea și operarea asupra unor attribute nonperceptive. De pildă, inteligența nu este un atribut perceptiv, ci este o calitate abstractă pe care o poate poseda un sistem natural sau artificial. Banks și Flora (1977) au solicitat unui grup de subiecți să evaluate inteligența unor animale pe o scală în zece trepte (1 – neintelligent, 10 – foarte intelligent). Făcând media notelor obținute de fiecare exemplu prezentat, a rezultat următoarea ordonare: maimuță (9,20), câine (7,36), pisică (6,57), cal (5,57), vită (3,58), oaie (3,42), pui de găină (3,36) și pește (1,68). Unui alt grup de subiecți, diferit de primul, i-au fost prezentate perechi din aceste animale și li s-a cerut să menționeze care dintre ele este mai intelligent. S-a constatat că timpul de reacție creștea cu cât erau mai mici diferențele dintre exemplarele prezentate. De exemplu, timpul de răspuns era mai scurt dacă subiecții trebuiau să decidă între maimuță și pește decât între câine și pisică.

Același efect se obține dacă subiecții sunt puși să compare attribute fizice ale obiectului (ex.: mărimea). Moyer (1973) a măsurat durata timpului de răspuns la întrebări care vizau compararea *mărimii* a două animale (ex.: Cine este mai mare – un șoarece sau un elefant? Cine este mai mare – un lup sau un leu? etc.). Răspunsul la aceste întrebări presupunea compararea imaginilor mintale a două exemplare. S-a constatat că mărimea timpului de răspuns variază în funcție de similaritatea mărimilor comparate: la diferențe mari de mărime, timpul de reacție era scurt; la diferențe mici, latența răspunsului era mare. Reprezentat grafic, acest rezultat arăta o relație liniară între diferența dintre mărimea celor două animale și timpul de reacție (figura 5.5).

Fig. 5.5. Rezultatele obținute de Moyer (1973). Estimarea mărimii exemplarelor comparate s-a făcut pe o scală logaritmică.



Comparând rezultatele celor două studii, Banks și Flora (1977), Moyer (1973), se observă un paralelism izbitor: cu cât diferențele sunt mai mici, cu atât este mai mare latența răspunsului, indiferent dacă e vorba de calități abstracte (non-vizuale) sau calități concrete (vizibile). Aceasta susține teza lui Paivio (1971), conform căreia procesele imagistice și imagistica mintală sunt implicate în compararea proprietăților abstracte. Așadar, imaginile mintale sunt utilizate atât în calculul diferenței dintre proprietăți fizice, cât și în calculul diferenței dintre proprietăți abstracte, deci ele nu sunt legate de senzațiile vizuale, nu au un caracter vizual. Ele constituie un analog abstract al imaginii fizice.

O serie de cercetări întreprinse îndeosebi în ultimii ani au evidențiat totuși existența unor strânse legături între imaginile perceptive (vizuale) și cele mintale. Din multimea de probe experimentale, două ni se par mai semnificative: interferența modalitate-specifică și datele neuropsihice asupra deficitului vizual selectiv (Kosslyn, 1990, Finke și Shepard, 1986).

Se cunoaște de multă vreme faptul că interferența dintre sarcini care aparțin aceleiași modalități senzoriale este mai mare decât interferența sarcinilor din modalități senzoriale diferite. Măsura interferenței se poate determina pe baza mărimii deteriorării performanței. Sarcinile a căror rezolvare reclamă aceleiași procese psihice interferează mai mult decât cele care solicită procese psihice diferite. De pildă, o sarcină vizuală interferează foarte puternic cu o altă sarcină vizuală, dar interferează slab cu o sarcină auditivă. Nu avem nici o dificultate în a fi atenți atât la imaginea de pe ecranul televizorului, cât și la dialogurile dintre personaje. Ne este mult mai greu să înțelegem două mesaje vizuale sau auditive receptate concomitent (3.3.4). Pornind de la aceste date bine stabilite, s-a făcut următoarea ipoteză: dacă efectuarea unor procesări imagistice interferează cu o sarcină vizuală mai puternic

decât cu o sarcină dintr-o altă modalitate senzorială, atunci mecanismele implicate în imagistica mintală sunt similare celor implicate în imaginea perceptivă vizuală.

Verificarea acestei ipoteze a fost făcută printr-un experiment efectuat de Segal și Fuesela (1970). Mai întâi, ei au cerut subiecților să-și imagineze un stimul vizual (ex.: un arbore), un stimul auditiv (ex.: să-și imagineze sunetul aparatului telefonic) sau să nu-și imagineze nimic. Concomitent, ei au prezentat subiecților trei tipuri de stimuli: stimuli vizuali (ex.: o mică săgeată albastră), stimuli auditivi (ex.: un sunet de armonică) sau nu au prezentat nici un alt semnal. Sarcina subiecților era de a relata dacă stimulul prezentat a fost vizual, auditiv sau nu a fost prezent. Principalele rezultate obținute sunt următoarele: (1) detecția oricărui semnal se face mult mai bine dacă subiectul nu-și imaginează nimic (cu alte cuvinte, o parte din procesele implicate în detectarea oricărui semnal interferează cu procesele imagistice); (2) cele două tipuri de imagini interferează selectiv cu semnalele ce urmează a fi detectate. Adică, imaginea vizuală interferează mai puternic cu stimulul vizual decât cu stimulul auditiv; invers în cazul imaginii auditive. Rezultă că, întrucât imaginile interferează cu semnalele corespunzătoare, cel puțin o parte din mecanismele implicate în imaginile vizuale sunt implicate și în realizarea imaginilor mintale.

Anumite date din neuropsihologie susțin, de asemenea, ideea că măcar o parte din procesările imagistice sunt realizate de aceleași mecanisme care sunt implicate în formarea imaginii perceptive (vizuale). Se cunoaște că pacienții cu leziuni în zona lobului parietal drept suferă de un deficit vizual selectiv. De pildă, ei nu pot percepse obiectele din câmpul vizual stâng (emisfera dreaptă produce imaginile perceptive pentru obiectele din câmpul vizual stâng, și invers). Într-un studiu asupra imaginilor mintale ale acestei categorii de pacienți, Bisach și Luzzatti (1978) le-au solicitat pacienților să-și imagineze o scenă (ex.: o piață a unui oraș), cu care pacienții erau familiarizați înainte de lezarea lobului parietal drept. Ei trebuiau să-și închipuie că se află într-o anumită locație, în scena imaginată și să relateze toate obiectele pe care le pot inspecta din scena respectivă (ex.: toate clădirile din piață care se pot vedea dintr-o anumită poziție). În mod surprinzător, ei nu menționau decât obiectele din câmpul vizual drept, ignorând total obiectele care ar fi fost prezente în câmpul vizual stâng. Subiecții au fost apoi rugați să-și imagineze că sunt în partea opusă a pieței respective și să relateze obiectele pe care le observă. De această dată, ei au ignorat total obiectele menționate anterior, relatând numai despre cele nemenționate în prima fază a experimentului. Așadar, comportamentul lor în scanarea imaginilor mintale este similar cu cel implicat în percepția vizuală. *Vom conchide că cel puțin unele procesări imagistice sunt realizate de aceleași mecanisme care sunt implicate în percepția vizuală.*

Cum pot fi puse în acord cele două categorii de date experimentale, unele care susțin caracterul abstract al imaginilor mintale, ca și cum acestea ar fi niște realități independente de percepția vizuală, și altele care evidențiază mecanismele comune implicate în producerea imaginii mintale și a perceptului corespunzător? O soluție posibilă ar fi aceea că în imaginea mintală sunt prezente atât caracteristici spațiale, cât și vizuale. Utilizarea predominantă a unora dintre ele e determinată de specificul

sarcinii. S-ar putea însă ca interferența selectivă și deficitul selectiv în scanarea imaginii să fie datorate caracteristicilor spațiale, topologice care apar atât în imaginea mintală, cât și în cea perceptivă. E nevoie de un experiment bine gândit care să pună în evidență dacă apare o interferență semnificativă între o probă de scanare a unei imagini mintale și o probă de detectare a unor caracteristici vizuale non-spațiale, că, de exemplu, culoarea sau luminozitatea.

5.3.3. Memoria de lucru, memoria de lungă durată și imaginile mintale

Din analiza întreprinsă până acum asupra memoriei imaginilor mintale, a reieșit că : (1) imagistica mintală este saturată în procesări descendențe, ca atare nu există un cod imagistic și mecanisme mnezice strict specifice pentru imaginile mintale (5.3.1) ; (2) imaginea mintală reprezintă relațiile topologice dintre elemente a căror dobândire este independentă de percepția vizuală (vezi cazul nevăzătorilor congenitali) ; mecanismele implicate în scanarea imaginilor mintale sunt, cel puțin parțial, implicate și în producerea perceptului vizual (5.3.2). Următoarea problemă se referă la durata imaginilor în memorie : cât de mult timp putem păstra o imagine mintală stocată în sistemul nostru cognitiv ? Înainte de a propune un răspuns, să trecem în revistă principalele cercetări experimentale pe această temă.

Cu mai bine de 20 de ani în urmă, R.N. Shepard (1967) a prezentat unui lot de subiecți 612 imagini colorate cu un timp de expunere de 6 secunde fiecare. Ulterior, a procedat la un test de recunoaștere a acestora imediat după terminarea expunerii, la un interval de 3 zile și de 120 zile de la momentul expunerii. Subiecților li se prezentau câte două imagini, sarcina lor fiind de a spune care din ele au făcut parte din lotul de imagini prezentat anterior. Procentajul răspunsurilor corecte a fost de 97% imediat după expunere, 92% – după trei zile și 58% – după 120 de zile.

Câțiva ani mai târziu, L. Standing (1973), lucrând în aceeași paradigmă experimentală, a expus 10.000 de imagini cu o rată de 5 secunde/imaginie și a solicitat recunoașterea lor după 48 de ore. El a constatat că subiecții oferă răspunsurile corecte în proporție de 83% din cazuri, în ciuda unei prezentări atât de succinte.

Cele două studii prezentate anterior se bazează pe cercetări de laborator, cu stimuli aleși și expuși de către experimentator. Pentru a da o mai mare validitate ecologică acestor rezultate, Bahrick și Wittlinger (1975) au încercat să vadă memoria pe care oamenii o au despre figurile propriilor colegi de clasă. Ei au utilizat un lot de 392 de subiecți, având vârstă cuprinsă între 17-74 de ani. Sarcina acestora era de a alege una dintre cele cinci poze prezentate, care reprezenta chipul unui actual sau fost coleg de clasă. În mod surprinzător, procentajul răspunsurilor corecte a fost de 90%, chiar și în cazul subiecților care au absolvit colegiul cu 35 de ani în urmă. Grupul care absolvide în urmă cu 48 de ani oferea și el o medie a răspunsurilor corecte de 71% ! Memoria imagistică a oamenilor este, aşadar, prodigioasă, chiar în cazul unor expunerii de scurtă durată sau după scurgerea unui interval de timp

considerabil. Pentru explicarea acestui fenomen, Paivio (1971) a presupus *ipoteza codului dual*, conform căreia prodigiozitatea memoriei imagistice se datorează asocierii sale cu un cod verbal. Aceluiași stimul codat imagistic îi este asociat un nume; numele respectiv este o cale de acces care facilitează considerabil reamintirea imagistică a stimулului. De aceea imaginile sunt reamintite mai ușor decât cuvintele, în cazul cărora codarea informației se face într-un singur cod.

Tinând seama de procesările descendente intricate în producțiile imagistice, acuratețea păstrării imaginilor în memoria de lungă durată poate fi mai degrabă explicată prin participarea a trei coduri: a) imagistic; b) lingvistic; c) semantic. O imagine este codată în funcție de categorizările (și de alte prelucrări semantice) efectuate asupra elementelor sale și a relațiilor dintre acestea. De aceea, imaginile lipsite de sens sau despre referentul cărora avem puține cunoștințe sunt reținute mai greu în memorie decât imaginile a căror semnificație este cunoscută. La fel, imaginile pentru care avem o etichetă lingvistică (ex: un cuvânt) sunt reținute mai bine decât imaginile inedite, desemnând un obiect sau o scenă pentru care nu avem etichetă lingvistică. În fine, e de presupus ca memoria imaginilor pentru care avem cuvinte dar a căror semnificație nu o posedăm să fie mai slabă decât dacă imaginile respective sunt asociate cu lexeme cunoscute. Pe scurt, *imaginile sunt stocate atât de acurat în memoria de lungă durată, deoarece în constituirea lor sunt implicate prelucrări semantice și li se asociază etichete lingvistice*. Dacă unul dintre cele două coduri: semantic sau lingvistic este înălțat sau diminuat, memoria imagistică se deteriorează, prodigiozitatea ei scade. Parafrazându-l pe Paivio, am putea boteza cele spuse cu numele de ipoteza codului triadic. Formatul în care este prezentă imaginea mintală este mai abstract decât imaginea perceptivă vizuală (5.2, 5.3.1, 5.3.2). În acest fel s-ar putea explica îmbunătățirea performanțelor mnezice prin utilizarea unor mnemo-tehnici imagistice cum e, de pildă, metoda localizării în spațiu (metoda loci).

Ce se întâmplă cu imaginea mintală când este în memoria de lucru (= acea parte a memoriei activată în vederea rezolvării unei probleme, vezi 6.2.6)? Înainte de a afla răspunsul la această întrebare, încercați să vă închipuiți una dintre piețele mari ale orașului. Închipuiți-vă un punct care se deplasează de la un obiect la altul în imaginea respectivă. Urmărand deplasarea acestui punct, încercați să realizați ce se întâmplă cu restul imaginii. Veți constata că, în momentul în care vă imaginați anumite părți ale scenei, altele dispar din imaginea respectivă. Pentru a le reactuala, trebuie să renunțăm la păstrarea în memorie a altor elemente ale imaginii. Experimental, s-a dovedit faptul că în memoria de lucru nu pot fi reținute decât maxim cinci elemente ale unei imagini complexe, ceea ce ne duce cu gândul la capacitatea memoriei de scurtă durată (vezi 6.2.1, pentru detalii) (Anderson, 1983). Menținerea în memorie a unor părți ale imaginii se face cu prețul pierderii altora. În general, durata păstrării în memoria de lucru a integralității imaginii pare a fi în funcție de rapiditatea deteriorării și refacerii segmentelor acesteia (Kosslyn, 1990).

5.3.4. Câteva concluzii

Reluând întrebarea cu care a debutat acest subcapitol (5.3), anume dacă există o memorie imagistică, suntem în măsură să conchidem următoarele :

- (1) În imaginea mintală sunt prezente acele elemente care au făcut obiectul analizei descendente (categorizare, alte procesări semantice). Ca atare, nu există imagini mintale pure, independente de orice prelucrare semantică, nici un mecanism mnezic special pentru stocarea și reactualizarea imaginilor mintale.
- (2) Imaginele mintale reprezintă relațiile spațiale dintre elementele unei scene, ele putând fi obținute prin alte mijloace decât percepția vizuală (ex. : tactil-kinestezic, auditiv etc.). Cel puțin o parte din mecanismele implicate în percepția vizuală sunt subiacente și producțiilor imagistice. Ele sunt însă mai abstracte decât percepțele vizuale.
- (3) Investigațiile experimentale au pus în evidență existența unei memorii imagistice de lungă durată, de o prodigiozitate deosebită. Acest fapt se poate explica prin ipoteza codului triadic. În memoria de lucru pot fi reținute maximum 5 elemente ale scenei, durata menținerii lor depinzând de rapiditatea proceselor implicate în deteriorarea și reconstrucția imaginii mintale.

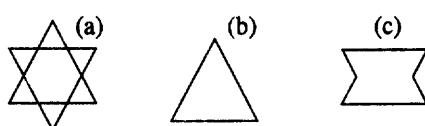
5.4. Procesarea imaginilor mintale

Prezența imaginilor mintale, a căror existență este incontestabilă, cel puțin în memoria de lucru, face posibilă o mulțime de procesări specifice. Cele mai interesante operații ce poartă asupra reprezentărilor imagistice sunt : generarea, transformarea și scanarea (inspectarea).

5.4.1. Generarea reprezentărilor imagistice

Imaginiile mintale sunt generate de baza de cunoștințe de care dispune subiectul uman. Aceste cunoștințe activează categoriile care sunt implicate în recunoașterea obiectelor și care, ulterior, monitorizează construcția reprezentărilor imagistice complexe. Să ne reamintim experimentul lui Reed și Johnson (1975). Una dintre configurațiile complexe pe care el le-a folosit a fost steaua lui David (figura 5.6.a) care putea fi descompusă în părți ușor de recunoscut (figura 5.6.b) sau dificil de recunoscut (figura 5.6.c).

Fig. 5.6. Stimuli utilizati de Reed și Johnson (1975). Unele părți sunt mai ușor de recunoscut în figura perceptivă decât altele.



Părțile mai ușor de recunoscut sunt cele cărora le corespund categoriile cele mai activate din baza noastră de cunoștințe. De pildă, în steaua lui David recunoaștem mai rapid două triunghiuri suprapuse într-un anumit fel, decât un poligon pentru care nu avem o denumire precisă, deci nu face parte nici din nivelul categoriilor de bază. Închipuiți-vă acum un punct prin deplasarea căruia se poate construi figura complexă din 5.6.a. Cum se mișcă acest punct, după care contururi? Dacă v-ați imaginat reconstrucția mintală a figurii respective, ați observat că ea este generată prin deplasarea punctului respectiv după contururile părților mai bine recunoscute. Adică, punctul s-a mișcat după contururile celor două triunghiuri și nu după contururile poligonului din 5.6.c. Aceasta înseamnă că generarea imaginii mintale a fost monitorizată de categoriile activeate în recunoașterea imaginii fizice. Pe scurt, subiectul poate genera o figură complexă din părțile sale componente. Aceste părți sunt non-izotrope (5.2.1, 5.3.1). Generarea figurii se face după categoriile activeate la recunoașterea anterioară a imaginii fizice. Cum am arătat anterior (5.3.4), construcția respectivei imagini este limitată și ca număr de elemente (maximum cinci), și ca durată (în funcție de rapiditatea refacerii permanente a elementelor care se sterg). Incapacitatea de a genera reprezentări imagistice complexe din părțile lor componente are valoare diagnostică. Ea denotă o leziune a emisferei (posteroare) stângi, responsabilă cu combinarea părților care intră în compunerea imaginii respective (Farah, 1984).

5.4.2. Transformarea imaginilor

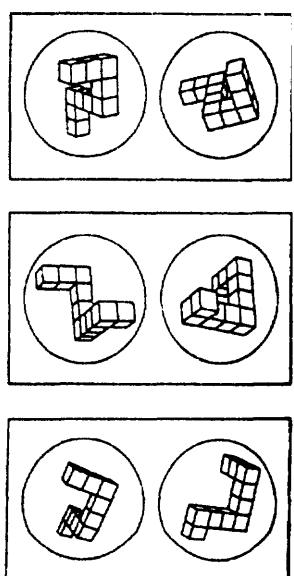
O dată generate, reprezentările mintale pot fi supuse unei serii întregi de transformări. Cele mai intens studiate sunt: rotirea, expandarea/constricția și „împăturirea” (*paper folding*).

5.4.2.1. Rotirea

Imaginile mintale pot fi rotite în plan sau spațiu tridimensional. Pentru a studia modul în care se efectuează aceste rotații, Roger Shepard și colaboratorii săi au prezentat subiecților experimentali perechi de reprezentări bidimensionale ale unor obiecte tridimensionale (vezi figura 5.7) – Shepard și Metzler (1971).

Sarcina subiecților era de a menționa dacă obiectele reprezentate sunt sau nu identice, exceptând orientarea lor spațială. Pentru a realiza această sarcină, ei trebuiau să efectueze o rotire mintală a uneia dintre imagini, apoi să menționeze dacă e

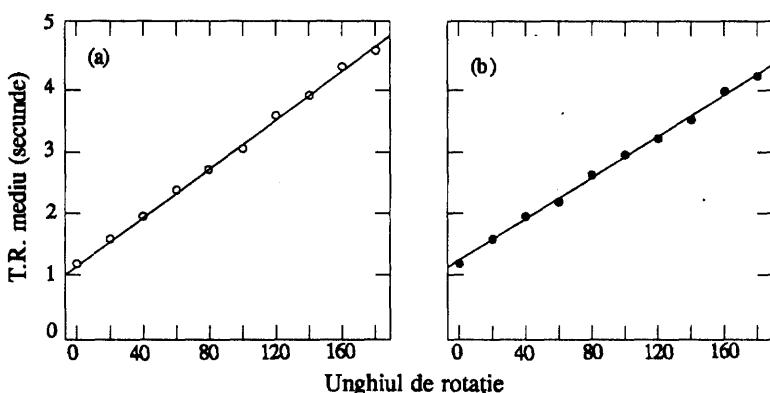
Fig. 5.7. Stimuli utilizati de Shepard și Metzler (1971):
a) figuri identice, rotite cu 80° în plan; b) figuri identice, rotite cu 80 grade în spațiu;
c) figuri diferite.



vorba de figuri identice sau de figuri diferite. În figura 5.7, în cazurile (a) și (b) avem de-a face cu obiecte identice rotite cu 80 grade în plan, respectiv în spațiu și cu două obiecte diferite în (c).

Se constată că timpul de reacție crește liniar în funcție de disparitatea unghiulară. Cu cât este nevoie de o rotire mai amplă pentru a vedea dacă cele două imagini „se suprapun”, cu atât mai îndelungat este timpul de reacție (figura 5.8). Nu există diferențe notabile între rotirea în plan și rotirea în adâncime.

Fig. 5.8. Media timpilor de reacție în funcție de disparitatea unghiulară :
(a) rotirea în plan ; (b) rotirea în adâncime.



Din analiza acestor rezultate se poate conchide că rotirea reprezentărilor imagistice ale unor obiecte tridimensionale este analogă cu rotirea efectivă a acestora în realitatea fizică. Cu cât disparitatea unghiulară este mai mare, cu atât crește durata rotirii. Şi totuși, imaginile mintale nu sunt obiecte fizice și nu sunt rotite în spațiul fizic. Ele s-ar putea comporta altfel decât referenții lor reali. Cum se explică această analogie?

E posibil să avem de-a face cu o nouă dovedă a penetrării transformărilor imagistice în baza noastră de cunoștințe. Rotirea mintală este monitorizată de cunoștințele impli-cite (tacite), pe care le avem despre rotirea fizică. Știm că rotirea fizică are o durată cu atât mai mare, cu cât ea este mai amplă. Această cunoștință (tacită) controlează modul de efectuare a rotirii mintale, impunând aceeași dependență liniară a timpului de reacție de mărimea disparității unghiulare.

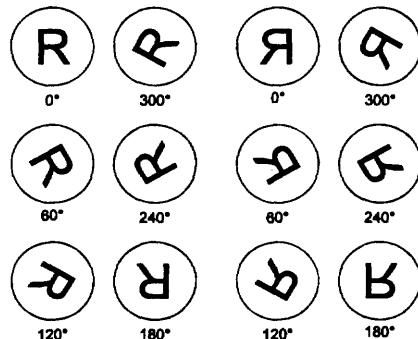


Fig. 5.9. Stimuli utilizati de Cooper și Shepard (1973). Cele două coloane din stânga reprezintă un R rotit în grade diferite față de poziția inițială. Coloanele din dreapta reprezintă reflexul în oglindă al lui R, rotit cu același număr de grade.

Rotirea imaginilor mintale a fost studiată utilizând și stimuli bidimensionali, ca în cazul literelor (Cooper și Shepard, 1973). Într-un astfel de studiu, subiecților le erau prezentate o mulțime de orientări ale literei R și ale imaginii sale în oglindă (figura 5.9). Sarcina consta în a decide dacă stimulii prezentați reprezintă într-adevăr un R sau reflexul acestuia în oglindă.

Ca și în experimentul anterior, realizarea unei rotații mintale este absolut necesară pentru realizarea sarcinii. Rezultatele obținute sunt exprimate grafic în figura 5.10.

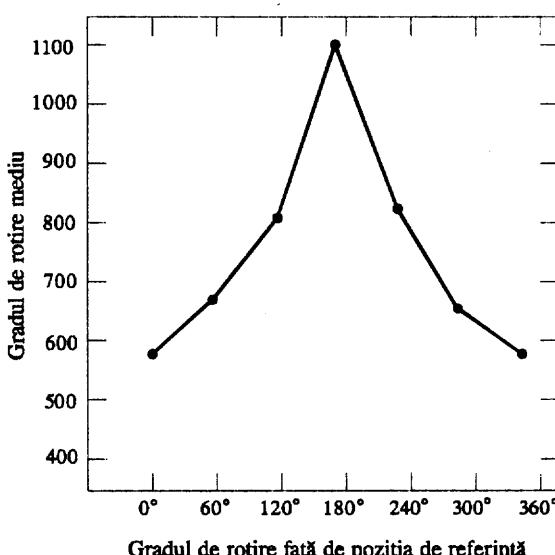
După cum se poate observa, timpul de reacție atinge valoarea maximă în cazul unei rotiri de 180 grade față de poziția de referință. Este ca și cum subiecții ar roti în sensul acelor de ceasornic litera respectivă pentru a o identifica, dacă disparitatea unghiului e până la 180 grade și în sens invers, dacă disparitatea este mai mică. Deci, în cazul rotirii mintale, ca și în cazul rotirii fizice, subiecții tind să aleagă rotația cea mai economicoasă, cea mai scurtă.

Comparând cele două experimente, notăm că durata rotirii în cazul stimulului bidimensional e mai scurtă decât cea a rotirii, cu același număr de grade, pentru stimulii tridimensionali. Rata medie de rotație este de 300 grade/secundă în al doilea experiment și de 50 grade/secundă în primul. Deși există încă controverse privitor la această diferență, se pare că ea se datorează complexității mai ridicate a stimulilor utilizați de Shepard și Metzler (1971).

5.4.2.2. Expandarea și conștricția

Reprezentările imagistice pe care le avem despre un obiect pot fi mărite (= expandate) sau micșorate, variind continuu sau analogic mărimea imaginii noastre mintale. Înainte de a parcurge textul, încercați să vă închipuiți un obiect (ex.: o cană de cafea) în mărimea lui obișnuită, uzuală, apoi imaginați-vă cum el crește, devenind tot mai mare, tot mai mare. Una dintre constatăriile la îndemâna oricui face această expandare este că timpul necesar pentru a realiza o expandare mai amplă este mai îndelungat decât timpul reclamat de mărirea la o scară mai mică a imaginii initiale din memorie. Cu alte cuvinte, ne este mai dificil să expandăm o imagine mintală, cu cât se îndepărtează de mărimea ei uzuală, cunoscută din experiența cotidiană. În

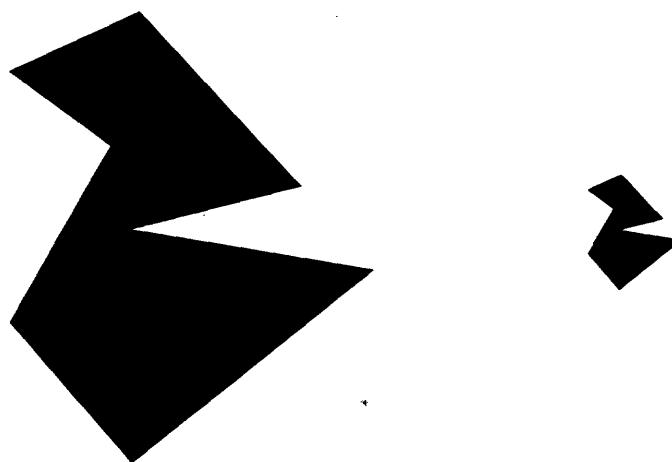
Fig. 5.10. Rotirea mintală a stimulilor bidimensionali (după Cooper și Shepard, 1973)



plus, variația mărimii imaginii se face continuu, analogic, nu digital, discontinuu. Ceea ce am menționat anterior despre expandare este valabil și pentru conștricție sau micșorarea mărimii imaginii mintale. Conștricția și expandarea sunt operații inverse una celeilalte.

Deoarece datele proprii de introspecție pot fi adesea îngălătoare, pentru a susține aceleași idei vom invoca una dintre cercetările experimentale întreprinse pe această temă. Budsen și Larsen (1975) au expus subiecților serii de stimuli de genul celor prezentați în figura 5.11.

Fig. 5.11. Exemplu de stimuli utilizati de Budsen și Larsen (1975). Timpul de reacție crește o dată cu mărimea diferenței dintre cele două imagini.



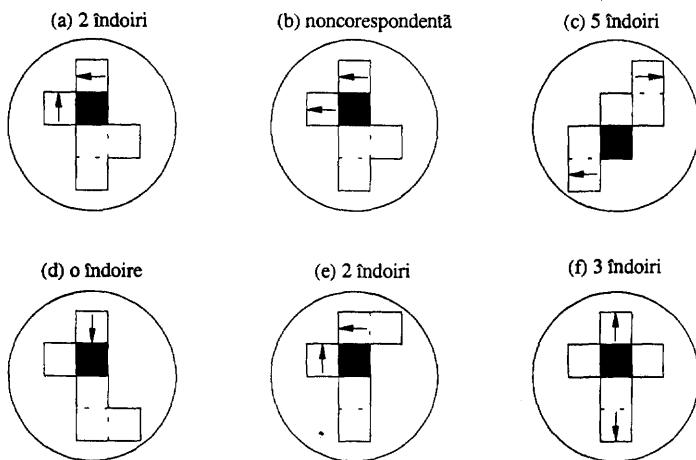
După cum se poate observa, este vorba de aceeași imagine, prezentată însă la scale diferite de mărire. Manipularea experimentală a constat în creșterea (micșorarea) diferenței de mărire dintre două figuri. Sarcina subiecților era de a stabili dacă două figuri sunt sau nu identice în condițiile în care diferența de mărire era modificată. Pentru realizarea sarcinii ei trebuiau, aşadar, să recurgă la expandarea/conștricția uneia dintre imagini.

S-a constatat că mărimea latenței răspunsului crește continuu, o dată cu creșterea disparității de mărire dintre două imagini altfel identice. Ca și în cazul executării fizice a expandării/conștricției unei figuri, executarea mintală, asupra reprezentărilor imagistice, a acelorași operații este corelată cu diferența de scală. Creșterea gradului de dificultate al acestor operații o dată cu îndepărțarea de mărimea inițială sau ușuală (reliefată prin creșterea timpului de reacție) este o consecință a constrângerilor pe care cunoștințele noastre le impun transformărilor imagistice. Cu cât expandarea/conștricția unei imagini se află în mai mare dezacord cu cunoștințele pe care le avem despre mărimea „obișnuită” a unui obiect, cu atât mai dificil de executat sunt operațiile de expandare/conștricție. Cunoștințele disponibile „circumscriu” expandarea/conștricția.

5.4.2.3. Împăturirea (paper folding)

Îndoirea sau împăturirea este o operație (sau o secvență de operații) ce poartă asupra unor imagini bidimensionale din care trebuie construită imaginea unui obiect tridimensional. Cercetarea experimentală a acestei transformări imagistice a fost inițiată de Shepard și Feng (1972). Ei au expus subiecților stimuli de genul celor prezenți în figura 5.12. (apud Shepard & Cooper, 1982).

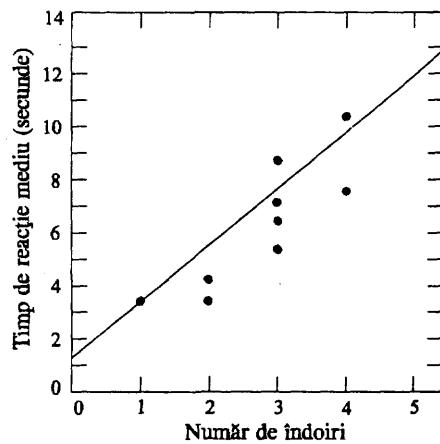
Fig. 5.12. Stimuli utilizati de Shepard și Feng (1972). Subiecții trebuiau să răspundă dacă vârfurile săgeților se întâlnesc în condițiile formării unui cub prin îndoirea hârtiei.



După cum se poate observa, este vorba de niște diagrame bidimensionale formate din șase pătrate, din a căror împăturire în liniile punctate ar rezulta un cub. Două dintre aceste pătrate sunt marcate cu câte o săgeată. Sarcina subiecților era de a menționa dacă, după formarea cubului, vâfurile celor două săgeți se întâlnesc. Pentru a oferi răspunsul dorit trebuia procedat la o îndoire sau împăturire mintală a părților diagramelor bidimensionale, analoagă realizării ei fizice, cu o bucată de hârtie. Rezultatele obținute sunt prezentate grafic în figura 5.13.

Cu cât numărul de îndoiri efectuate asupra reprezentărilor imagistice este mai mare, cu atât crește durata timpului de reacție. Punctele marcate în figura 5.13

Fig. 5.13. Relația dintre numărul de îndoiri și timpul de reacție pentru răspunsurile corecte. Punctele aproximează o relație liniară.



aproximează o funcție liniară între numărul de transformări și timpul de reacție. Analogia cu transformările fizice este evidentă.

Sarcina de împăturire sau îndoire mintală se poate complica, prin utilizarea unor configurații mult mai complexe. Ea poate fi standardizată, etalonată și inserată într-o baterie de probe cognitive care să ofere o evaluare mult mai acurată a performanțelor intelectuale (Roznowski, 1993, Szamosközy și Miclea, sub tipar).

În finalul acestei succinte analize a transformărilor imagistice, încercăm o repliere în planul remarcilor mai generale. Mai întâi, merită subliniată *penetrabilitatea cognitivă* a operațiilor imagistice. Cunoștințele (implicite) despre transformările fizice din mediul în care trăim ne monitorizează transformările imagistice. Deși imaginile mintale nu sunt obiecte fizice, noi ducem cu noi, inconștient, cunoștințele despre mediul nostru fizic, astfel încât transformările imagistice sunt analoage transformărilor asupra obiectelor fizice corespunzătoare. Într-un alt mediu ecologic, cu alte cunoștințe, operarea asupra imaginilor ar fi, probabil, diferită.

Transformările imagistice ne duc cu gândul la grupul de transformări identificat de J. Piaget în funcționarea mintală – grupul de cuaternalitate (grupul INRC). După cum se știe, în opinia lui Piaget și a școlii de la Geneva, operațiile intelectuale formează o structură operatorie de grup, caracterizată prin proprietățile : identitate (I), negație (N), reciprocă (R) și corelativă (C). Identificarea acestui grup a fost crucială pentru psihologia și epistemologia genetică. Luând structura operatorie INRC ca stație finală a dezvoltării intelectuale, psihologul genevez a putut stabili apoi stadiile acestei dezvoltări. *Aceste stadii nu sunt decât aproximări succesive ale structurii operatoriei INRC.* În acest fel, J. Piaget a realizat o integrare binoculară a funcționării cognitive, privind cu un ochi la punctul final al dezvoltării inteligenței (grupul INRC) și cu altul la comportamentul copilului în rezolvarea diferențelor sarcini care modelau operațiile grupului respectiv. Toată „creeda piagetiană” derivă de aici.

Analizând mai atent demersul piagetian, vom constata că grupul de cuaternalitate are în vedere numai operațiile logico-matematice. De altfel, J. Piaget însuși mărturisește în notele sale autobiografice că ideea utilizării grupului de cuaternalitate în analiza structurilor operatoriei i-a venit după lectura iluminantă a cărții lui Couturat : *L'algebre de la logique*. Procesările cognitive nu sunt însă reductibile la operații cu conținuturi semantice sau cu variabile matematice. Calculul logico-matematic nu este singurul tip de calcul la care recurge mintea umană. Chiar în acest capitol am luat în discuție o serie de calcule ce poartă asupra imaginilor mintale. Se supun ele grupului de cuaternalitate ? Dacă nu, ce structură operatorie le-ar putea îngloba pe toate, simplu și elegant ca și grupul INRC ? Dacă s-ar descoperi o astfel de structură operatorie, procedând similar cu Piaget, s-ar putea stabili stadiile de dezvoltare imagistică, precum și o serie întreagă de diferențe interindividuale. Am fi în măsură să realizăm o evaluare diferențială și un diagnostic diferențial al funcționării intelectuale mult mai acurat decât am făcut-o până acum. Lansăm această provocare generației actuale de cercetători.

5.4.3. Scănarea imaginilor mintale

În afară de generare și transformare, o reprezentare imagistică poate fi scanată sau inspectată. Experimentul-prototip referitor la această problematică a fost efectuat de Kosslyn și colab. (1978). Ei au prezentat subiecților o hartă a unei insule imaginare, pe care erau marcate: o plajă, o colibă, o fântână, un mic lac, un arbore, niște ierburi și un grup de stânci (figura 5.14).

Subiecții din lotul experimental au fost solicitați să memoreze harta respectivă, gradul de memorare fiind evaluat după acuratețea cu care ei o puteau desena ulterior. Când s-a constatat memorarea integrală a acestei hărți imaginare, experimentatorul numea cu voce tare un reper de pe hartă, pe care subiecții trebuiau să și-l imagineze. După 5 secunde era numit un alt obiectiv. Sarcina subiecților era aceea de a scana, de a parcurge harta mintală de la un obiectiv la altul. Complexitatea scanării era operaționalizată prin mărimea timpului de reacție. În momentul în care subiecții ajungeau la reperul întâi, acționau o tastă. Cele șapte repere erau astfel amplasate, încât distanța dintre oricare pereche să difere de toate celelalte.

Figura 5.15 reprezintă grafic rezultatele obținute.

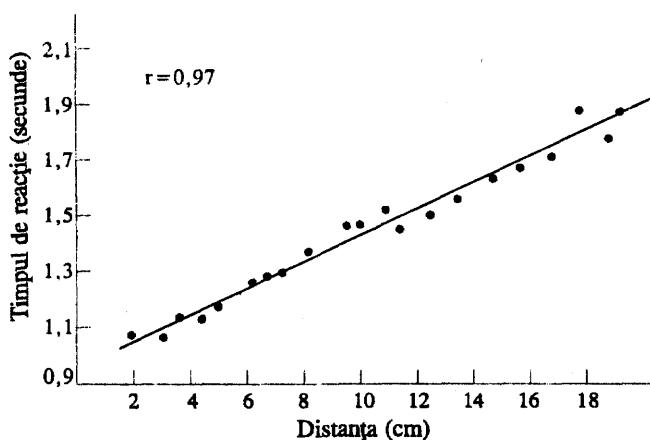


Fig. 5.15. Scanarea hărții mintale; relația dintre timpul de reacție și distanța dintre două locații.



Fig. 5.14. Harta imaginară utilizată de Kosslyn și colab. (1978). Subiecții memorață această hartă, apoi erau solicitați să o inspecteze de la un anumit punct la altul.

Se constată că timpul de reacție este o funcție liniară ($r = .97$) de distanța dintre oricare două locații. Așadar, durata și complexitatea scanării hărților mintale crește o dată cu mărirea distanței dintre obiective. Încă o prelucrare imagistică se dovedește a fi analoagă acțiunii corespunzătoare în mediul fizic. Aceasta nu înseamnă că noi avem în minte un spațiu analog celui fizic, ci *cunoștințele* pe care le avem despre mediul fizic monitorizează inspecția hărților mintale.

O ultimă mențiune se mai impune, legată de procesările imagistice în general. Trebuie să ne ferim să credem că avem o capacitate unică de prelucrare a imaginilor. Se pot invoca două genuri de contraargumente la o astfel de convingere. Mai întâi, dacă am avea o capacitate imagistică unică, un fel de factor g implicat în toate prelucrările reprezentărilor imagistice, atunci performanțele la sarcini care implică prelucrări imagistice diferite ar trebui să se coreleze puternic. Această ipoteză a fost infirmată. Kosslyn și colab. (1984) au măsurat performanțele subiecților la diverse sarcini, unele implicând scanarea imaginii, altele rotirea, generarea etc. Coeficienții de corelație găsiți între performanțele la aceste sarcini au fost nesemnificativi sau abia în măsură să infirme ipoteza nulă. O persoană poate avea performanțe ridicate la sarcinile care implică anumite procesări imagistice și performanțe scăzute dacă sunt puse în joc alte prelucrări ale imaginilor mintale. Așadar, cineva nu e „bun” sau „slab” în operarea cu imagini mintale; e bun în anumite sarcini și slab în altele. Tipul de prelucrări reclamate de rezolvarea sarcinii joacă rolul determinant în acest caz.

Datele obținute de investigațiile neuropsihologice converg în susținerea aceleiași idei. Operații imagistice diferite sunt realizate de structuri neuroanatomice diferite. De pildă, generarea unei imagini din părțile ei componente (5.4.1) e realizată – în primul rând – de emisfera cerebrală stângă, în vreme ce rotirea și scanarea imaginii reclamă participarea masivă a proceselor din emisfera dreaptă și doar ca adjuvant a celor din emisfera stângă. Nu există, așadar, un centru neurofiziologic al tuturor prelucrărilor imagistice. Coroborând acum cele două categorii de date, rezultă că diferențele operației imagistice sunt realizate de mecanisme diferite, având localizări neurofiziologice variate.

5.5. Aplicații: hărțile psihologice

Pentru a ne orienta într-un anumit teritoriu, pentru a stabili locația noastră în raport cu un anumit punct, drumurile de acces și obstacolele pe care le-am putea întâmpina, avem nevoie de o hartă a mediului ecologic în cauză. Să presupunem, de pildă, că ajungem într-un oraș necunoscut, în care urmează să petrecem câteva zile. Orașul are străzi, diverse edificii publice, bulevarde, parcuri, locuri de agrement, hoteluri, restaurante etc. Dacă dorim ca să se desfășoare în bune condiții comportamentul nostru în acel oraș, să fim eficienți în rezolvarea problemelor care ne-au adus acolo și să profităm cât mai mult de ceea ce el ne oferă, avem nevoie de o hartă a aceluia oraș. Dacă avem șansa să obținem o hartă cartografică, problema e în mare

măsură rezolvată. Dacă nu, vom fi siliți să ne fixăm câteva puncte de reper, să întrebăm mereu despre locul unde se află un anumit obiectiv și cum putem ajunge la el, să străbatem în lung și-n lat străzile orașului respectiv etc. În ambele situații vom ajunge, în cele din urmă, să avem o reprezentare mintală a teritoriului respectiv. În ea vor figura marginile (vagi) unei zone, puncte de reper și poziția lor relativă, căi de acces, obstacole etc. Această reprezentare este o veritabilă hartă mintală sau *hartă psihologică* a teritoriului respectiv.

Ea se deosebește sub mai multe aspecte de hărțile elaborate de cartografi. O hartă psihologică se dobândește într-un proces destul de lent, incomplet și plin de confuzii. Scala de reprezentare a teritoriului nu e aceeași pentru toate părțile sale: unele sunt mai bine reprezentate, au o proiecție cognitivă mai amplă, în detaliu, altele sunt reprezentate doar sumar, având o pondere mai redusă, pline de „pete albe” etc. Mai mult decât atât, *saturația psihologică* a diverselor zone este inegală. Subiectul are diverse atitudini și stări emotionale față de anumite părți ale teritoriului. Există zone pe care le socotește mai periculoase decât altele, zone plăcute și neplăcute, vesele sau deprimante etc.

Toți acești factori psihici se răsfrâng asupra construcției hărții mintale. În general, utilizând scale de evaluare a unor factori psihici, putem să stabilim măsura în care diverse arii ale teritoriului se coreleză cu o anumită intensitate a acestor factori. De pildă, luând pe rând zonele unui oraș și factorul „siguranță/nesiguranță”, putem stabili pentru fiecare din aceste zone gradul de securitate personală (siguranță) pe care îl induc locuitorilor orașului respectiv. O astfel de procedură seamănă destul de bine cu întocmirea hărților de către meteorologi, în care, fiind dată harta unui anumit teritoriu, se marchează pentru fiecare zonă gradul de nebulozitate, felul precipitațiilor, temperatura, intensitatea și direcția vântului etc.

Evident, modul de construcție a hărților psihologice depinde de cunoștințele care au stat la baza producerii lor. Pentru a ne construi harta mintală a cartierului în care trăim, ne este suficientă experiența noastră cotidiană; dar dacă dorim să avem o reprezentare cognitivă a țării sau a lumii, trebuie consultate atlasele și cărțile de geografie.

Rezumând, *hărțile psihologice sunt proiecții cognitive la scale inegale ale zonelor unui anumit teritoriu, neuniform saturate psihologic, dobândite prin investigarea proprie a mediului sau prin consultarea bazei de cunoștințe despre teritoriul respectiv*.

Impactul hărților psihologice asupra comportamentului este ușor de constatat. Reluând exemplul cu noul soisit într-un oraș necunoscut, modul în care el se orientează, locul de agrement unde își petrece timpul liber, restaurantul pe care îl frecventează, căile de acces pe care el le alege pentru a ajunge în diverse puncte ale orașului se află în strânsă dependență de harta sa psihologică. Chiar pentru locuitorii același oraș, navigația lor prin mediu, locurile preferate de plimbare, zonele unde sunt dispuși să-și lase copiii la o petrecere de sămbătă seara, de la care se vor întoarce târziu etc. sunt determinate de hărțile mintale pe care ei le posedă.

Influența hărților psihologice asupra comportamentului, precum și rezultatele notabile obținute de psihologii cognitiviști în investigarea imagisticii mintale au

captat atenția mai multor cercetători (Lynch, 1960, Milgram, 1970, Milgram și colab., 1972 etc.).

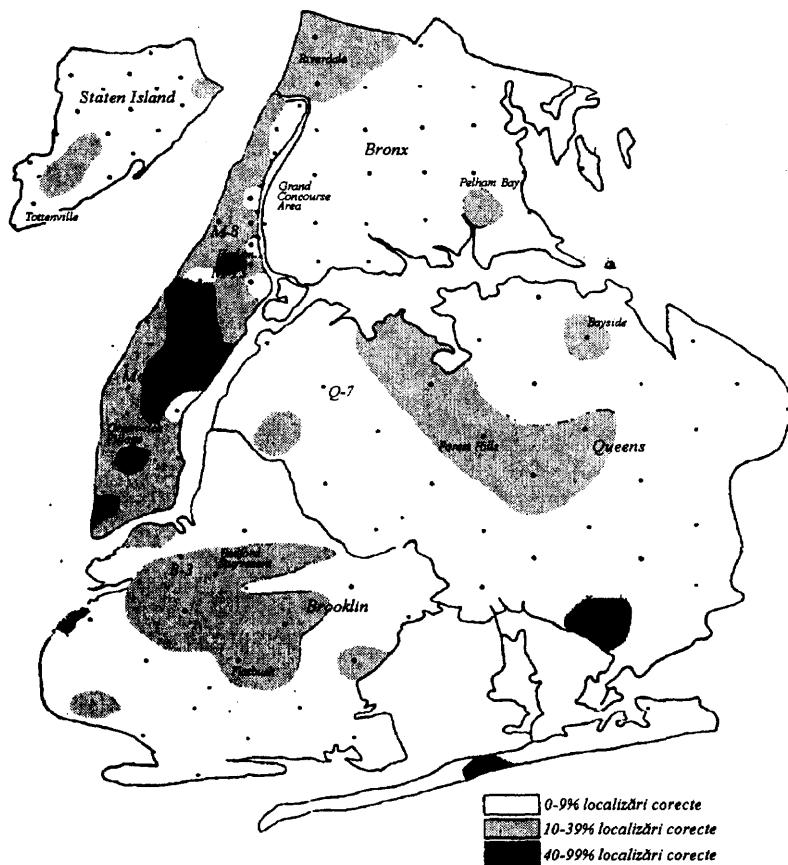
Investigațiile asupra hărților psihologice se confruntă cu o problemă metodologică destul de dificilă: cum să obiectivăm harta mintală a unui subiect? Prin ce mijloace ar putea fi ea accesată? Pentru a rezolva această problemă, se recurge la câteva metode. Una dintre ele constă în a solicita subiecții să deseneze, cât mai complet posibil, harta unui anumit teritoriu. De pildă, le putem cere să deseneze harta unui oraș (a Clujului, să spunem), marcând toate edificiile reprezentative și străzile pe care și le reamintesc, formele de relief etc. Subiecții pe care se face investigația trebuie să-și aibă rezidență în diferite părți ale orașului. Este de așteptat ca harta mintală a zonei în care locuiește cineva să fie mai bine dezvoltată decât reprezentarea cognitivă a altor zone. Se combină apoi hărțile desenate de subiecți, luând în calcul, în primul rând, acele repere care apar cu frecvența cea mai mare. Ne interesează dacă o anumită zonă (sau obiectiv) a fost localizată pe hartă și dacă relațiile spațiale dintre „punctele” marcate pe hartă sunt corecte sau nu (eventual, în ce fel au fost distorsionate). În funcție de frecvența locațiilor corecte și a numărului de obiective corect menționate, se vor putea distinge zone bine reprezentate în harta psihologică și zone slab reprezentate (cu diverse grade intermediare). Aceste zone pot fi marcate cu culori diferite pe harta-tip rezultată.

Nu e neapărat nevoie de suprapunerea hărților mintale individuale într-o „hartă-tip”. Putem recurge la analiza de caz, pentru a explica modul de reprezentare a teritoriului și navigația în interiorul acestuia a unui singur subiect. Dacă însă dorim aglutanarea hărților psihologice individuale într-o hartă-tip pentru a putea extrage câteva concluzii mai generale, este bine să limităm de la început idiosincrasiiile personale în construcția hărților prin specificarea precisă a instrucțiunilor. De pildă, vom cere subiecților să deseneze numai străzile pe care le cunosc și să menționeze numele lor, ignorând orice alt reper. Dacă dorim în schimb să vedem cum este reprezentată mintal rețeaua agro-alimentară a orașului, vom solicita subiecților să marcheze pe o hartă cu străzile urbei toate unitățile agro-alimentare pe care ei le cunosc. Vom putea stabili cu destul de multă rigoare care sunt unitățile cele mai bine reprezentate și unde vor merge să-și facă aprovizionarea etc.

O altă metodă, utilizată de Milgram și colab. (1972), constă în prezentarea unor fotografii cu instantanee din diverse zone ale orașului. Sarcina subiecților era de a menționa dacă, pe baza acestor fotografii, recunosc sau nu zona din care au fost luate. Ne putem ușor da seama că rezultatele pe care le vom obține depind de modul în care am făcut eșantionarea subiecților și a fotografiilor pe care le prezentăm. Subiecții trebuie să aparțină tuturor zonelor de locuit, într-o distribuție geografică conformă cu datele de recensământ. Pentru asigurarea eșantionării instantaneelor fotografice prezentate se poate împărți orașul sau teritoriul respectiv în linii imaginare care să marcheze „longitudinea” și „latitudinea” la distanțe egale unele de altele. Fotografiile se iau din fiecare dintre punctele de intersecție a longitudinilor cu latitudinile anterior stabilite.

De pildă, S. Milgram și colab. (1972), intenționând să studieze harta psihologică a New York-ului, au recurs la un lot de 200 de subiecți, reprezentativ distribuiți geografic, prezentându-le fotografii din punctele de intersecție a „longitudinilor” și „latitudinilor” plasate la distanțe de 1000 m. Rezultatul investigației lor a fost harta psihologică a New York-ului, prezentată în figura 5.16.

Fig. 5.16. Harta psihologică a New York-ului



În general vorbind, acuratețea recunoașterii s-a dovedit a fi în funcție de doi factori: *centralitatea* (C) zonei – adică locul pe care o zonă îl ocupă în fluxul cotidian al mișcărilor populației și *specificitatea* ei arhitecturală sau socială (S) – adică măsura în care o zonă are propria ei „culoare locală”. Pe scurt, $R = f(C \times S)$. Aceasta înseamnă că, în harta psihologică a New York-ului, punctele focale, zonele „umblate” de multă lume și cele cu o „culoare locală” proprie sunt cele mai bine reprezentate. O zonă anostă, slab reprezentată cognitiv, poate dobândi o reprezentare cognitivă mult mai amplă dacă acolo se amplasează un obiectiv de mare interes social și/sau dacă i se creează o culoare locală proprie, prin amplasarea unor

monumente sau decorațiuni speciale, menținerea unei arhitecturi specifice sau a unui stil unic al vieții de pe stradă. În repetate rânduri s-a constatat că oamenii se simt mai în siguranță și mai satisfăcuți de viață dacă au o bună hartă psihologică a teritoriului în care trăiesc (îndeosebi a zonei lor de rezidență).

Stabilirea hărților psihologice este importantă atât pentru urbanistică și marketing, cât și pentru psihoprofilaxia socială.

5.6. Sumar

Imaginile mintale reprezintă forma și configurația spațială a unui ansamblu de obiecte, în absența acțiunii stimulilor asupra receptorilor. Ele se pot constitui și pe baza unor informații non-vizuale, dar o parte din mecanismele implicate în producerea imaginilor mintale sunt responsabile și de formarea imaginii senzoriale. Imaginile mintale reflectă relațiile topologice dintre elemente, nu au sintaxă și sunt neutre în raport cu valorile de adevăr. Aceste caracteristici le conferă calitatea de a participa masiv la procesele onirice și creative. Componentele imaginii sunt neizotrope. Neizotropia părților se datorează gradului diferit de procesare semantică. Cu cât mai intens e procesat un element al unei configurații, cu atât mai bine este el reprezentat în imaginea mintală. Nu există mecanisme mnezice specifice numai reprezentărilor imagistice. Prodigiozitatea memoriei imagistice poate fi explicată prin ipoteza codului triadic.

Principalele procesări ale imaginilor mintale sunt: generarea, transformarea (rotirea, expandarea, împăturirea) și scanarea. Toate procesările sunt penetrate de cunoștințele noastre (tacite) despre mediul fizic în care trăim. Rezultatele experimentale asupra imagisticii mintale pot avea aplicații utile în psihodiagnostic sau analiza hărților psihologice.

Capitolul 6

SISTEMELE MNEZICE

6.1. Memoria senzorială

Noțiunea de memorie senzorială denotă persistența reprezentării senzoriale a stimulului timp de câteva sutimi de secundă, după ce acesta a încetat să acioneze asupra receptorilor. De pildă, o senzație vizuală sau auditivă persistă în memoria noastră câteva sutimi de secundă, chiar și după închiderea acțiunii stimulului corespondător. Acest tip de memorie este specific fiecărei modalități senzoriale. Avem, aşadar, o *memorie vizuală sau iconică*, o *memorie auditivă sau ecoică*, o *memorie tactilă* etc. Retenția senzorială a stimulului este automată – nu reclamă efort din partea subiectului – și preatentională – adică procesele implicate în memoria senzorială preced inițierea celor implicate în atenție. Cele mai intens studiate tipuri de memorie senzorială sunt cele pentru stimuli vizuali și stimuli auditivi.

6.1.1. Memoria iconică

Să presupunem că prezentăm subiecților la tahistoscop, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă, o configurație de litere ca în figura 6.1.

Fig. 6.1. Grupuri de litere prezentate simultan, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă (apud Treisman, 1969)

A	R	D	C
B	S	Z	K
V	F	L	P

Dacă, după expunerea acestor litere, subiecților din lotul experimental li se cere să le reproducă, ei vor oferi, în medie, 3-4 răspunsuri corecte, indiferent de numărul de litere de pe display. Vor pretinde însă că au reținut mai multe litere, dar, în timpul reproducерii primelor litere, le-au uitat pe celelalte. Pentru a preveni această situație, Sperling (1960) a prezentat subiecților o configurație de litere similară celei din figura 6.1. Fiecare serie de litere era expusă pe o durată de 50 milisecunde, apoi

erau administrate subiecților diverse categorii de sunete. Dacă sunetul avea o intensitate ridicată, subiecții trebuiau să reproducă itemii din sirul superior. Dacă era de intensitate medie – itemii din rândul mijlociu, iar dacă era de intensitate scăzută – literele din sirul de jos. Menționăm că subiecții nu erau avizați care dintre aceste sunete urma să le fie prezentat, astfel încât nu-și puteau „orienta atenția” asupra unei anume serii de stimuli. Rezultatele au fost net superioare față de cele obținute prin metoda anterioară, subiecții reținând 3-4 itemi pentru fiecare serie, adică, în principiu, toți itemii. Performanțele mai scăzute ale unor subiecți au fost puse pe seama inabilității lor de a lucra conform instrucțiunilor (Anderson, 1985). Aceste performanțe erau obținute doar dacă stimulul sonor care declanșa reproducerea survineea la un interval de până la aproximativ 100 milisecunde după terminarea expunerii grafemelor respective. În condițiile în care sunetul era amânat, după 150-200 milisecunde apărea o deteriorare semnificativă a performanțelor, subiecții reproducând doar 1-2 itemi dintr-o serie. Aceasta înseamnă că durata de retenție a stimulilor vizuali, deci a memoriei iconice, este de aproximativ 100 milisecunde. Ea se realizează preatentional, automat și are, în principiu, o capacitate nelimitată.

Care e funcția memoriei iconice? Se pare că persistența reprezentării senzoriale după închiderea stimулării e necesară pentru a putea extrage trăsăturile fizice ale stimulului (ex.: contururi, culoare, intensitate etc.). Un stimul de scurtă durată este prelungit în memorie pentru a-i putea extrage caracteristicile fizice semnificative care vor constitui inputuri pentru unele procesări ulterioare. S-ar putea chiar presupune că durata memoriei iconice, senzoriale – în general – corespunde răstimpului necesar pentru activarea detectorilor de trăsături.

Pentru stimulii cu o durată mai lungă de expunere, ca în cazul stimulilor vizuali cotideni, nu mai este necesară persistența stimulilor, detectorii de trăsături având suficient timp pentru a extrage trăsăturile. Altfel, am vedea imagini suprapuse a doi stimuli succesivi (Haber, 1983). Memoria iconică prelungește stimulii doar atunci când clipim sau în cazul sacadelor oculare (30 milisecunde).

6.1.2. Memoria ecoică

Persistența sunetelor în registrul senzorial auditiv nu a căpătat încă o determinare atât de exactă. Durata memoriei ecoice a fost estimată, pe o plajă de valori, între 200 milisecunde – 2 secunde. Într-un experiment invocat adesea în literatura de specialitate, Plomp (1964) prezintă succesiv două sunete de intensitate medie. Dacă intervalul dintre cele două sunete creștea până la 200 milisecunde, subiecții relatau că au auzit un singur sunet. Aceasta înseamnă că un stimul auditiv poate fi prelungit până la aproximativ 200 milisecunde, pentru a face fuziune cu un sunet ulterior. Peste această valoare subiectul surprinde două sunete distincte. Măsurările pragurilor senzoriale diferențiale – o metodă psihologică bine cunoscută – se dovedesc relevante, aşadar, și pentru măsurarea duratei memoriei senzoriale (auditiv). Ca și în cazul memoriei iconice, suntem tentați să credem că intervalul de 200 milisecunde

e reclamat de detectorii de trăsături pentru a extrage trăsăturile fizice ale stimулilor acustici. O astfel de ipoteză s-ar putea valida coroborând datele psihofizice cu cele referitoare la frecvența și durata potențialului de activare pentru detectorii de trăsături. Într-un alt experiment, Crowder și Morton (1969) au utilizat o metodă similară celei folosite de Treisman (1960), înlocuind însă stimulii vizuali cu stimuli auditivi. Aceștia erau urmați de un fascicol luminos de intensitate ridicată, medie sau scăzută. Sarcina subiecților era de a reproduce cât mai multe dintre sunetele auzite anterior dintr-o serie, în funcție de intensitatea stimулului luminos. Cei doi cercetători, utilizând mai multe loturi de subiecți, măresc mereu intervalul dintre stimulii auditivi prezentați concomitent și stimulul vizual ulterior. Se constată o deteriorare lentă a performanțelor mnezice pentru un răstimp de aproximativ 2 secunde, urmată de o scădere bruscă, substanțială după acest interval. De aici se conchide că durata maximă a memoriei ecoice este de aproximativ 2 secunde. Cercetări ulterioare au redus acest interval, fără a oferi o valoare cât de cât constantă (Martindale, 1991). Rămâne cert faptul că durata memoriei ecoice nu depășește 1,5-2 secunde și că memoria ecoică are o durată mai mare decât cea iconică. Persistența mai îndelungată a stimулilor auditivi față de cei vizuali este explicată, adesea, prin anatomia analizatorului auditiv care permite o recepționare mai lentă a stimулului corespunzător (Allport, 1990).

Investigațiile întreprinse asupra celorlalte tipuri de memorie senzorială (olfactivă, tactil-kinestezică etc.) sunt insuficiente pentru a permite extragerea unor concluzii valide. Pe baza datelor asupra memoriilor ecoice și iconice, sunt plauzibile încă două remarcări cu caracter mai general. Întâi, că memoria senzorială vizează reținerea informației precategoriale. Această remarcă derivă logic din faptul că procesul de categorizare, de stabilire a apartenenței unui stimul la o clasă este un proces atențional, reclamând atenția subiectului. Or, retenția stimулului, câteva sutimi de secundă după încetarea acțiunii lui asupra receptorului, nu reclamă atenția, nu este însotită de senzația subiectivă de efort, specifică proceselor atenționale. În plus, detectorii de trăsături care se activează în acest răstimp extrag, după cum s-a menționat, doar caracteristicile fizice simple ale stimулului, fără să-l categorizeze. Ca atare, avem motiv să conchidem asupra caracterului precategorial al informației din registrul memoriei senzoriale. Nu vom reține, de pildă, semantica unui cuvânt ci liniile, unghиurile, contururile din care sunt formate literele care îi intră în componență (stimulul vizual) sau intensitățile diferite ale sunetelor, în cazul în care cuvântul respectiv este recepționat auditiv. Să notăm însă că subiecții au realizat performanțe superioare la sarcina de tip Sperling doar atunci când grafemele au fost asemănătoare cu literele latine, nu și în cazul unor grafeme dintr-o scriere necunoscută (Butler, 1974).

În al doilea rând, memoriile senzoriale au o locație anatomo-fiziologică specifică. Cercetările lui Penfield (1955) au relevat că stimularea electrică a unor zone cerebrale specifice determină apariția unor senzații aparținând unor modalități senzoriale specifice. Aceeași senzație reapărea dacă era stimulată aceeași zonă, la intervale de timp diferite.

Rezumând, să reținem în memoria noastră de lungă durată (*sic!*) că: (1) memoria senzorială constă în prelungirea persistenței stimулului după încetarea acțiunii sale asupra receptorului, pentru a permite activarea detectorilor de trăsături; (2) memoria senzorială e specifică unui anumit tip de senzații, aşadar, avem mai multe memorii senzoriale; (3) aceste memorii au o locație anatomică precisă, chiar dacă insuficient studiată și (4) informația reținută e precategorială, iar retenția ei se face automat, preatentional.

6.2. Memoria de scurtă durată sau memoria de lucru

Pe la sfârșitul anilor '50, au început să apară în literatura de specialitate tot mai multe teoretizări ale diferenței dintre memoria imediată sau de scurtă durată și memoria de lungă durată. Modelul care s-a impus ulterior și a făcut o lungă carieră în psihologia cognitivă va apărea în 1968, într-un studiu elaborat de R.C. Atkinson și R.M. Shiffrin: *Human Memory: A Proposed System and Its Control Processes*. Potrivit acestui model, informația stocată în memoria senzorială (MS) e transmisă ulterior memoriei de scurtă durată (MSD) care are o capacitate limitată, atât ca durată, cât și ca volum. Din MSD, o parte a informației este transferată în memoria de lungă durată (MLD). Reprezentarea schematică a modelului propus de Atkinson și Shiffrin e prezentată în figura 6.2.

Fig. 6.2. Reprezentarea schematică a modelului memoriei (Atkinson și Shiffrin, 1968)



Se contura, astfel, ideea existenței unei diferențe structurale între MSD și MLD: MSD și MLD sunt două sisteme autonome, distincte, chiar dacă se află în interacțiune. În favoarea diferenței structurale dintre cele două sisteme ale memoriei au fost invocate o serie de date experimentale vizând capacitatea, durata, timpul de codare a informației, actualizarea și baza neurofiziologică. Ele sunt prezentate succint în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1. Principalele diferențe dintre MSD și MLD

ASPECTE DIFERENȚIALE	TIPURI DE MEMORIE	
	MSD	MLD
1. Capacitatea	limitată (7 ± 2)	nelimitată
2. Durata	limitată (2-20 sec.)	nelimitată (întreaga viață)
3. Tipul de codare a informației	verbală sau imagistică	semantică
4. Actualizarea	serială	paralelă
5. Baza neurofiziologică	hipocampus	aiile parieto-occipitale stângi

Longevitatea modelului a fost susținută nu numai de datele experimentale, ci și de compatibilitatea lui cu experiența subiectivă. În fiecare moment uităm o mare parte din ceea ce am auzit sau văzut anterior. O parte infimă din această informație intră în memoria noastră de lungă durată și o putem recunoaște sau ne-o putem reaminti după intervale mari de timp, de la câteva ore, la ani întregi. Gândiți-vă doar cât vă mai reamintiți din informația prezentată în primul capitol din acest volum? Cu siguranță, cea mai mare parte a informației a fost uitată. La fel ni se întâmplă când căutăm în cartea de telefon numele unei persoane. Dacă nu-l repetăm de câteva ori, sau dacă nu-l scriem pe o bucată de hârtie, după câteva minute – uneori secunde – trebuie să reluăm căutarea noastră. Prin repetiție, o informație intră din MSD în MLD (*repetitio mater studiorum est*).

O examinare mai atentă a datelor experimentale, care urmează imediat, ne face să susținem, în pofida unei tradiții îndelungate, că între MSD și MLD nu există diferențe structurale. Mai precis, *diferențele dintre MSD și MLD sunt diferențele dintre două stări ale același sistem, nu diferențele dintre două sisteme diferite*. Memoria de scurtă durată, care este coextensivă cu memoria de lucru, reprezintă cunoștințele activate din memoria de lungă durată¹. Pe scurt, memoria de scurtă durată sau de lucru este partea activată a memoriei de lungă durată. Diferențele dintre MSD și MLD sunt, aşadar, de stare sau de nivel de activare a cunoștințelor. Ele nu sunt două sisteme mnezice autonome. Din multimea totală a cunoștințelor de care dispune subiectul uman (MLD), acele cunoștințe care sunt temporar mai activate vor fi numite memorie de scurtă durată sau, preferabil – memorie de lucru. Să procedăm acum, pas cu pas, la analiza probelor experimentale și teoretice care ne motivează opțiunea teoretică prezentată mai sus. Abia după examinarea lor vom reveni asupra tezei noastre.

6.2.1. Capacitatea memoriei de scurtă durată

Una dintre metodele cele mai frecvent utilizate pentru estimarea capacitații MSD constă în prezentarea succesivă a unei serii de itemi (ex.: cifre, imagini, litere). Expunerea itemilor respectivi este întreruptă la un moment dat, iar subiecții sunt solicitați să-și reamintească în ordine inversă prezentării – de la cel mai recent, la cel mai îndepărtat item – cât mai mulți itemi posibili. Procedura se poate repeta de mai multe ori și/sau cu mai multe tipuri de materiale. Se constată, în mod regulat, că subiecții nu întâmpină probleme deosebite în reamintirea ultimilor 3-5 itemi (primii – în ordinea solicitării de reproducere). Performanțele lor de reamintire ating, în medie, 7 itemi, foarte puțini reușind să-și reamintească 8-9 itemi. Realizând o serie de experiențe de acest gen, G.A. Miller (1956) le consemnează într-un articol clasic: *The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information* (*Numărul magic săpte plus sau minus doi: câteva limitări*

1. Idei similare au fost susținute de Cowan (1988) și Barsalou (1992).

ale capacității noastre de procesare a informației). Așa cum sugerează și titlul, numărul de itemi pe care îl putem reactualiza la câteva secunde după prezentarea unui „material” variază în jurul valorii de 7 ± 2 . În jargonul psihologic, aceasta înseamnă că volumul sau capacitatea memoriei de scurtă durată este de 7 ± 2 itemi.

Contrapuse memoriei de lungă durată, cu volumul imens, practic nelimitat de stocare a cunoștințelor, aceste date experimentale au creat impresia că avem de-a face cu două sisteme diferite ale memoriei, cu două memorii structural deosebite una de celalătă. Investigații ulterioare au arătat că estimările lui Miller erau prea optimiste, MSD reținând doar 2-3 din itemii prezenți imediat anterior (vezi Richard, 1990). Ceea ce ne interesează acum e doar faptul că aceste cercetări au consolidat, totuși, ideea existenței a două blocuri separate ale memoriei.

Indubabil, informația care poate fi reactualizată la un moment dat este limitată. Vom explica, într-un paragraf ulterior, de unde apare această variație în măsurarea volumului MSD, de la 2-3 la 9 itemi. Această limitare nu implică însă, aşa cum s-a crezut, existența a două tipuri diferite de memorie. Supunem atenției două categorii de rezultate experimentale care ne duc la cu totul altă concluzie.

Mai întâi, s-a confirmat în numeroase rânduri, atât prin analize de caz, cât și prin experimente strict controlate, că volumul de informație din MSD se poate mări considerabil dacă subiectul uman grupează informația în unități cu sens, mai generale. Aceste unități au fost numite, chiar de către G.A. Miller, *chunks*, termen care nu are o traducere adecvată în limba română, dar nici în alte limbi de circulație, ca franceza sau germana, ceea ce a făcut ca el să fie preluat ca un termen *pass-partout*, în forma originală². *Un chunk este cea mai înaltă modalitate de organizare a informației de care dispune un subiect la un moment dat.* Așadar, volumul informației pe care o putem reține pe termen scurt crește considerabil dacă reușim să integrăm această informație în unități de semnificație. Citiți seria de cifre prezentată mai jos :

0 6 4 1 1 6 1 0 1 1 1 5.

Închideți ochii și încercați să le reproduceți în ordinea citirii lor. E foarte probabil să aveți dificultăți serioase în reamintirea tuturor cifrelor. În definitiv, sunt douăsprezece cifre, ceea ce depășește chiar și estimările „optimiste” ale lui G.A. Miller ! Şi totuși, eu pot reproduce fără dificultate această secvență numerică, dar nu pentru că am o MSD prodigioasă, ci pentru că segmentez secvența respectivă în câteva unități semnificative – din punctul meu de vedere : 064 – prefixul telefonic pentru Cluj-Napoca, 116101 – numărul telefonic al Universității și 115 – extensia de la Catedra de Psihologie. Am redus, astfel, informația la patru chunksuri, ceea ce corespunde întru totul estimărilor volumului MSD.

Încercați o segmentare similară pentru sirul de litere :

C I A F B I U S A K G B U R S S.

-
2. Luând în considerare preluarea sa ca atare și în alte limbi, propun adoptiunea lui și pentru limba română. De altfel, aceeași soartă au avut și alți termeni legați de știință și tehnologia de vîrf (ex. : quark, fractal, bit, software, hardware etc.). O altă posibilitate ar fi utilizarea termenului de *semem*.

În loc să memorați fiecare literă în parte, probabil le-ați grupat deja, în cinci unități de sens : CIA/ FBI/ USA/ KGB/ URSS, rezultând astfel cinci grupuri semantice sau chunksuri. La un nivel superior de organizare a informației, putem construi doar trei unități de semnificație : „servicii secrete”, „USA”, „URSS”. Cu cât dispunem de mai multe cunoștințe și efectuăm mai multe procesări asupra informației de intrare, cu atât mai integrative sunt unităile de semnificație pe care le obținem. În faza de reactualizare sau reamintire, informația inițială poate fi reconstruită pe baza unui complex proces inferențial din unităile de semnificație stocate.

La prima vedere s-ar părea că doar am reformulat problema, fără să o rezolvăm. Capacitatea limitată a MSD se referă acum la chunksuri, nu la itemi. În realitate însă, apar câteva aspecte noi, destul de importante. Întâi, că limita capacitații memoriei nu e dată de cantitatea de informație, ci de numărul de unități de semnificație (chunks), ceea ce e cu totul altceva. Aceste grupuri de semnificație pot conține mai multă sau mai puțină informație, în funcție de gradul de procesare al cărui rezultat sunt. Altfel spus, volumul informației din MSD este variabil, iar această variație e dată de sememele construite. Numărul acestora în MLD este însă limitat.

În al doilea rând, și mult mai important, segmentarea informației de intrare și formarea chunksurilor este rezultatul procesărilor descendente amorsate de cunoștințele din memoria de lungă durată a subiectului. Deci, informațiile nu au intrat inițial în MSD, după care, o parte din ele au fost transferate în MLD ci, din memoria senzorială, au fost puse în corespondență direct cu cunoștințele din MLD. Acest lucru a făcut posibilă categorizarea stimулilor și organizarea lor pe unități integrative. Prezența masivă a bazei de cunoștințe ale subiectului în organizarea informației din MSD arată că aceasta nu precede MLD și nu poate fi independentă de ea. Cunoștințele din MLD sunt inerente constituuirii elementelor cu care operăm în MSD.

A doua linie de argumentare pe care o vom dezvolta aici caută să arate că MSD nu numai că nu este independentă de MLD, ci este partea activată a acesteia. Investigațiile asupra MSD au evidențiat, în numeroase rânduri, că volumul acesteia pentru aceeași categorie de stimuli este extrem de variabil (vezi Wickens și colab., 1963, Wickens, 1972, Barsalou, 1992). Metodologia generală a acestor cercetări este simplă, dar riguroasă. Se prezintă subiecților serii succesive dintr-o anumită categorie de stimuli. În finalul prezentării fiecărei serii, se cere subiecților să reproducă cât mai mulți dintre stimuli anterior prezentați. Toți cercetătorii menționează mai sus constată că, inițial, performanțele subiecților sunt ridicate, după care rata reproducerilor se deteriorează în mod semnificativ. Or, dacă MSD ar fi un sistem autonom, cu o capacitate constantă, performanțele ar trebui să rămână constante. Stimuli din secvențele anterior prezentate fie au intrat în MLD, fie au fost uitați, ca atare, n-ar avea cum să influențeze performanța MSD. Dacă, după prezentarea acestor secvențe de stimuli din aceeași categorie, subiecților din lotul experimental li se expune o nouă secvență, dar cu stimuli dintr-o altă categorie, rata reproducerii crește brusc, în mod semnificativ. Adică volumul MSD, după ce s-a contractat, a intrat brusc în expansiune !

Să luăm un exemplu. Unui lot de subiecți i se va prezenta succesiv o serie de nume proprii : Ana, Dan, Marina, Ion, Achim, Geta, Suzana. Imediat după

prezentarea acestei secvențe (a cărei lungime poate fi mai mare), subiecții sunt solicitați să reproducă cât mai multe din cuvintele prezentate anterior. Se prezintă apoi o altă serie: Ștefania, Violeta, Diana, Aron, Mara, Mircea etc. și se procedează la o nouă fază de reproducere. Dacă repetăm experimentul utilizând stimuli din aceeași categorie, vom constata o curbă descendentă a performanțelor. La un moment dat, vom schimba categoria stimulilor din secvențele prezentate și vom alege, de pildă, nume de flori: zambilă, trandafir, lăcrimoară, crizantemă etc. Vom constata că rata reproducerilor atinge, iarăși, parametrii maximi. Experiențele de acest gen au fost repetate cu categorii diferite de stimuli (ex.: verbali/nonverbali, imagistici/acustici, cu sens/fără sens etc.), constatăndu-se aceleași rezultate. Un fapt similar era consemnat de gestalțiști și e cunoscut, în literatura de specialitate, sub numele de „*efectul von Restorff*”. Dacă subiecții sunt solicitați să memoreze serii de stimuli dintr-o anumită categorie, în care este inserat un stimул dintr-o categorie diferită, rata reamintirii stimulului inserat este mult mai mare decât media ratei reamintirii celorlalți stimuli. Să presupunem că avem seria:

C P D A R M 8 Z T F C.

Se observă că într-o serie de litere este inserată o cifră. Dacă încercăm să ne reamintim acum secvența de mai sus, e foarte probabil ca cifra respectivă să fie cel mai rapid de reactualizat. „*Efectul von Restorff*” se poate verifica cu diverse categorii de materiale experimentale. El poate chiar să obtureze efectul poziției în serie (6.2.2).

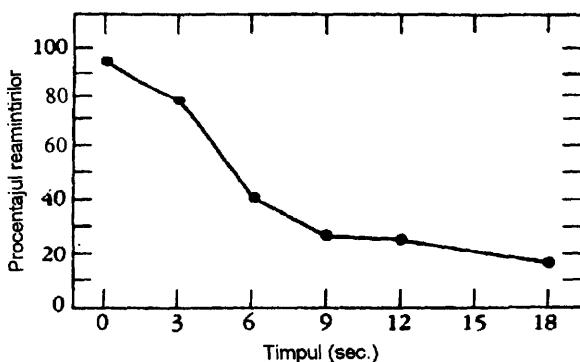
Fluctuațiile capacității MSD pot fi explicate exhaustiv și elegant dacă MSD este considerată ca o mulțime de cunoștințe activate din MLD. Cu cât sunt mai multe cunoștințe de aceeași categorie, cu atât mai mare este inhibiția laterală, deci valoarea de activare a fiecărei unități de informație ce trebuie reactualizată este mai redusă. Efectul comportamental rezidă în scăderea treptată a performanțelor la testul de reproducere. Stimulii din altă categorie nu cad sub incidența inhibiției laterale a stimulilor precedenți. Valoarea lor de activare este mai mare, iar performanțele la testul de reproducere – semnificativ mai ridicate. Același mecanism explică și „*efectul von Restorff*”: stimulul diferențial, oriunde ar fi inserat într-o serie, are o valoare de activare mai ridicată și o probabilitate de reactualizare mai bună.

Am trecut în revistă două categorii de date experimentale care au probat implicarea cunoștințelor din MLD în constituirea elementelor MSD și variația volumului MSD. Ele nu pot fi explicate dacă menținem ideea că memoria de scurtă durată este un sistem mnezic autonom independent de MLD. În schimb, aceleași rezultate capătă explicație dacă MSD este considerată ca o mulțime de unități cognitive temporar activate. În plus, această nouă abordare a relației MSD-MLD, ca relația dintre două stări de activare ale aceleiași mulțimi de cunoștințe stocate de sistemul cognitiv, este în concordanță cu toate datele experimentale privitoare la capacitatea limitată a memoriei temporare. Numărul de unități temporar activate este limitat, deoarece resursele de activare sunt limitate.

6.2.2. Durata MSD

Principala metodă de măsurare a duratei MSD a fost stabilită de Peterson și Peterson (1959, 1971). În esență, ea debutează cu prezentarea unui set de stimuli. După terminarea expunerii acestora, subiecții sunt solicitați să reproducă materialul respectiv la diversele intervale de timp, de ordinul secundelor. Pentru a nu permite repetarea, în limbaj intern, a stimulilor prezențați, subiecții sunt puși să execute o sarcină suficient de dificilă încât să le acapareze resursele disponibile. În varianta inițială, Peterson și Peterson (1959) au prezentat subiecților un set de cuvinte a către trei litere fiecare. Ulterior, se cere subiecților să reproducă lista învățată la interval de o secundă; aceeași listă trebuia reprodusă după 2 secunde și.m.d., până la intervalul maxim de 18 secunde. Între faza de prezentare a materialului și faza de reproducere sau între diversele reproduceri ale materialului, subiecții sunt solicitați să numere din trei în trei, în ordine inversă, începând cu 418 (ex.: 415, 412, 409 etc.). Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 6.3.

Fig. 6.3. Durata MSD (după Murdock, 1961)



Se poate observa că rata uitării este maximă în primele 6 secunde (uităm peste 50% din materialul memorat), iar după 15 secunde uităm aproximativ 90% din materialul inițial, după care curba uitării se aplatizează.

Aceasta înseamnă că itemii care pot fi reproduși după acest interval aparțin deja memoriei de lungă durată. Se conchide că durata MSD este de aproximativ 15-20 secunde.

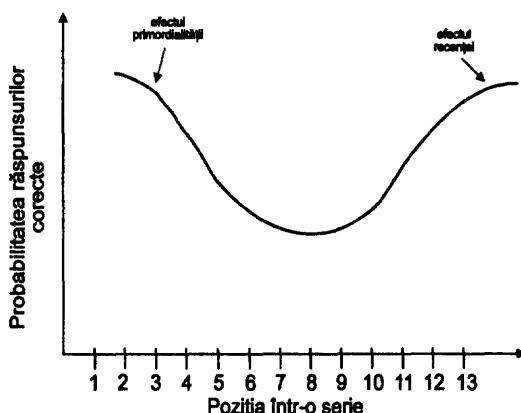
Reluat în diverse variante, cu diverse categorii de material, acest tip de experiment a evidențiat fluctuația duratei MSD, în funcție de similaritatea dintre materialul învățat și sarcina administrată între repetițiile succesive ale acestuia. Cu cât similaritatea este mai mare, cu atât durata MSD este mai redusă.

De pildă, dacă inițial subiecților li se prezintă o mulțime de cuvinte, iar ulterior, pentru a nu putea repeta „în gând” aceste cuvinte, sunt solicitați să rezolve fie o problemă de aritmetică (ex.: adunarea sau înmulțirea unor numere), fie una verbală

(ex. : rezolvarea unui careu de cuvinte încrucișate), se constată că durata MSD este mai lungă în primul caz decât în al doilea, deoarece interferența e mai redusă. Acest fenomen n-ar avea loc dacă MSD ar fi un sistem mnezic independent, durata sa rămânând constantă și insensibilă la interferența dintre natura materialului de învățat și sarcina-distractor. Suntem iarăși îndreptăți să conchidem că variațiile în durata MSD se datorează inhibiției reciproce dintre cele două tipuri de sarcini. Această inhibiție laterală crește odată cu mărirea similarității dintre materialul de învățat și materialul distractor care interferează și astfel reduc valoarea de activare a materialului de reprodus, reducând durata MSD. Dacă cele două sarcini sunt neasemănătoare, inhibiția laterală este mai redusă, valoarea de activare a stimulilor-țintă e mai ridicată și, ca atare, persistența lor în memorie – mai îndelungată (vezi și 3.3.4).

Același mecanism explică unul din cele mai bine cunoscute și constante fenomene din cercetările asupra memoriei de scurtă durată, numit *efectul poziției în serie*. Devenit unul dintre locurile comune din mai toate manualele de psihologie, efectul poziției în serie exprimă faptul că cei mai bine reținuți itemi dintr-o listă sunt cei de la începutul și cei de la sfârșitul seriei. Distribuția tipică a ratei reproducerilor corecte este prezentată în figura 6.4.

Fig. 6.4. Efectul poziției în serie



Itemii de la începutul seriei (cuvinte, imagini, silabe etc.) sunt mai bine reamintiți, deoarece rata lor de activare este mai ridicată (efectul primordialității). La rândul ei, această valoare de activare sporită este efectul a doi factori : (a) *inhibiția laterală mai scăzută* (ex. : primul item nu este inhibat de nici un alt item anterior, ci doar de cel subsecvent, prin urmare, valoarea sa de activare este cea mai ridicată ; al doilea item are o valoare de activare deja mai redusă, fiind inhibat și de un item antecedent și de cei subsecvenți și.a.m.d.) ; (b) *oportunitatea repetării de mai multe ori a primilor itemi din serie* – ceea ce ridică rata lor de activare. Validarea acestei explicații a fost realizată de un alt experiment al lui B. Murdock (1961), care sporește frecvența de prezentare a itemilor, pentru a exclude posibilitatea repetării în limbaj intern a itemilor deja prezentați. Conform predicției inițiale, se constată o diminuare semnificativă a ratei reamintirii itemelor de la începutul seriei.

Acuratețea sporită a reactualizării itemilor din finalul seriei (= *efectul recentajei*) se explică prin aceeași rată de activare mai ridicată în comparație cu itemii de la mijlocul seriei. Ultimul item, nefiind succedat de un altul, are valoarea de activare cea mai ridicată ; penultimul – o valoare de activare mai scăzută decât ultimul, deoarece este inhibat lateral atât de antepenultimul, cât și de ultimul item și.a.m.d.

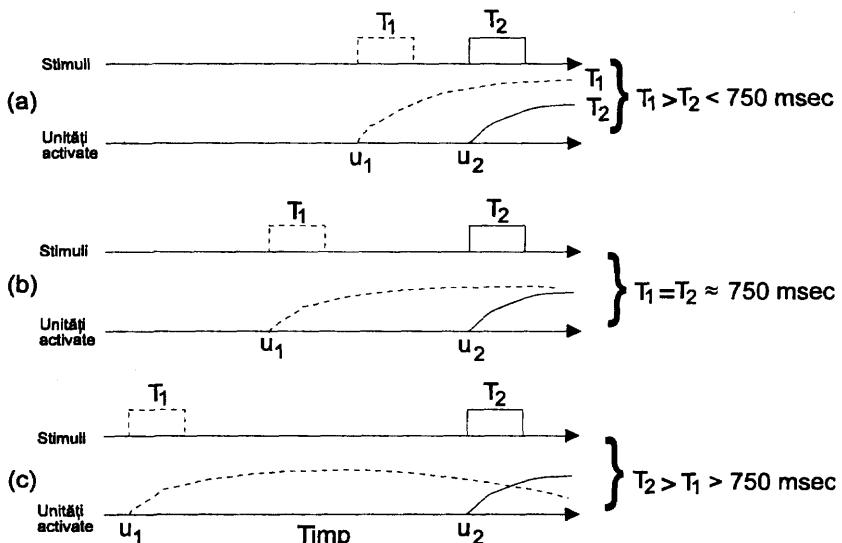
Se poate verifica această ipoteză prin mărirea intervalului dintre învățare și reproducere, astfel încât valoarea de activare a ultimelor unități dintr-o secvență să se degradeze. Într-adevăr, măring intervalul dintre faza de învățare și cea de reproducere, Glanzer și Cunitz (1966) constată o diminuare semnificativă după 10 secunde și o dispariție totală după aproximativ 30 de secunde a efectului recentei. După 30 de secunde de la momentul memorării, stimulii finali nu sunt reactualizați mai bine decât stimulii din mijlocul unei serii.

Durata MSD este, de fapt, durata de activare a unităților cognitive existente la un moment dat în memorie. Activarea poate fi prelungită sau scurtată, în funcție de intensitatea inhibiției laterale sau a altor fenomene care o pot face fluctuantă (ex.: repetiția stimulilor, restul de activare preexistent etc.). În mod cotidian, foarte rar suntem confruntați cu sarcini ca cele administrate în experimentele controlate din laborator – învățarea unei liste de cuvinte sau numere etc. De regulă, stimulii pe care-i receptăm se află în diverse relații de contiguitate cu alți stimuli familiari, cu un rest de activare mai ridicat, astfel încât putem opera cu ei chiar și după un timp mai îndelungat decât 15-20 de secunde. De pildă, acasă fiind, îmi propun să mă reîntorc la Universitate. Până să-mi realizez intenția, pot efectua o mulțime de alte lucruri: stau de vorbă cu vecina de palier, cumpăr bilet de autobuz, mă întâlnesc cu diversi cunoșcuți, discutăm despre diverse lucruri etc. Cu toate acestea, nu uit încotro am pornit. Modul în care sunt îmbrăcat, obiectele pe care le am la mine, imaginile de pe stradă care se succed în fața mea, oamenii pe care-i întâlnesc etc., prin asociere, îmi mențin activat scopul comportamentului meu. Ni se poate întâmpla, uneori, să căutăm o carte în bibliotecă și, citind diversele titluri înscrise pe cotorul cărților de pe raft, să uităm titlul cărții pe care o căutam. Acest lucru e posibil deoarece contingentele sunt extrem de asemănătoare, iar cărțile deja parcuse ne activează o serie de gânduri sau stări emoționale care vor subactiva ținta inițială. După ce această activare s-a diminuat, titlul căutat devine din nou accesibil. Comportamental, acest lucru l-am observat cu toții când, după ce ne-am oprit pentru câteva secunde, ne-a revenit în minte ceea ce, de fapt, căutam. În cazuri extreme și cronice, această deficiență a memoriei se numește boala Alzheimer.

Revenind la experiențele de laborator, putem oferi o altă ilustrare a tezei că MSD este o stare de activare temporară a cunoștințelor din memorie invocând un experiment mai vechi efectuat de psihologii gestalțiști (Köhler, 1927). S-a constatat că două sunete (T_1 și T_2), de intensități egale, sunt apreciate diferit, în funcție de durata scursă între prezenterile lor succesive. Dacă între momentul prezenterii sunetului T_1 și momentul prezenterii sunetului T_2 s-au scurs mai puțin de 750 milisecunde (dar mai mult de 250-300 milisecunde, astfel încât avem de-a face cu un fenomen de MSD, nu de memorare senzorială), cele două sunete sunt percepute ca fiind distințe, însă, în mod invariabil, primului sunet i se atribuie o intensitate mai mare decât celui de-al doilea. Dacă intervalul de timp dintre T_1 și T_2 este în jurul valorii de 750 milisecunde, celor două sunete li se atribuie intensități egale. Dacă răstimpul dintre T_1 și T_2 este mai mare de 750 milisecunde, în mod constant subiecții estimează că al doilea sunet are o intensitate mai mare decât cel dintâi. Aceste rezultate mai sunt cunoscute și sub numele de *eroarea (efectul) succesiunii temporale*.

Cărui fapt se datorează acest straniu fenomen? Mai întâi, trebuie precizat că subiecții din lotul experimental nu compară sunetele în sine, ci *memoria lor*, mai exact, *reprezentarea lor în memoria de scurtă durată*. Oricât ar fi de asemănătoare, un stimул și reprezentarea sa în sistemul cognitiv sunt fenomene total diferite. O reprezentare poate fi transformată, prelucrată conform semnificației sale sau pe baza unor reguli de calcul. În schimb, un obiect poate fi transformat doar pe baza legilor fizicii (1.3.1). Receptarea celor doi stimuli auditivi a determinat activarea a două unități cognitive. Aprecierea diferență a intensității lor în funcție de durata succesiunii temporale este o consecință a decrementului dintre rata de activare a celor două reprezentări mentale. Reprezentarea grafică a acestei relații este prezentată în figura 6.5.

Fig. 6.5. Eroarea succesiunii temporale



Activarea unităților cognitive (neuromimetică) nu se realizează instantaneu, ci urmează o curbă exponențială (vezi 1.4.2). Când intervalul dintre T_1 și T_2 este mai mic de 750 milisecunde, din cauza decrementului de activare, rata activării unității u_1 este mai mare decât rata de activare a unității u_2 , ceea ce ne face să apreciem că T_1 e mai intens decât T_2 . Când intervalul dintre T_1 și T_2 este de aproximativ 750 milisecunde, rata activării celor două unități este aproximativ egală, cele două sunete fiind socotite de intensitate egală. Dacă decrementul temporal depășește 750 milisecunde, activarea primei unități cognitive se degradează, fiind surclasată de valoarea de activare a celeilalte unități, ceea ce în plan subiectiv se traduce prin asigurarea unei intensități mai ridicate celui de-al doilea sunet.

În concluzie, durata MSD este limitată, dar această limită este variabilă în funcție de intensitatea interferenței dintre sarcină și stimuli distractori. Coroborate cu explicațiile date efectului recentei, efectului primordialității și succesiunii temporale, aceste date converg spre susținerea tezei că MSD este o *activare temporară a*

cunoștințelor din MLD. Durata ei depinde de persistența acestei activări. Deci, durata limitată a MSD nu este un argument pentru a vedea în ea o structură mnezică aparte, în loc de o stare a unui sistem mnezic unitar.

6.2.3. Tipul de codare a informației

Un alt argument, adesea invocat pentru a susține ideea memoriei de scurtă durată ca sistem mnezic autonom, vizează modalitatea specifică de codare sau reprezentare a informației. Specificul MSD ar consta în faptul că, spre deosebire de memoria senzorială care recurge la codarea neurobiologică a stimулului și memoria de lungă durată care recurge la codarea semantică a acestuia, MSD procedează la reprezentarea *lingvistică*, verbală a stimулului. Subiectul uman procedează la verbalizarea (cu voce tare sau în limbaj intern) stimулului, prelungind astfel durata retenției sale de la câteva sutimi de secundă (memoria senzorială) la o durată de ordinul secundelor. Experimentul efectuat de R. Conrad (1964), datorită ingeniozității sale, merită prezentat aici. Acest experiment cuprinde două faze. În prima fază, subiecților din lotul experimental li se prezintă la tahistoscop câte o literă, cu un timp de expunere de ordinul sutimilor de secundă. După fiecare expunere, li se cere să numească ultima literă prezentată. Ceea ce ne interesează sunt erorile pe care le fac subiecții. Se constată că majoritatea confuziilor apar între litere care au *caracteristici vizuale* similare. De exemplu, D este adesea confundat cu O sau Q; K este frecvent confundat cu X sau R etc. Similar se procedează cu o serie de stimuli auditivi, prezentați pe un fond de zgomot suficient de puternic pentru a produce confuzii. Se constată că frecvența cea mai ridicată a confuziilor se înregistrează între sunetele care au *proprietăți acustice* similare. De exemplu, se confundă adesea F cu X sau S; C cu V sau Z etc.

În a doua fază, subiecții trebuie să memoreze siruri de litere expuse succesiv pe display. Ca și în cazul experimentului efectuat de Peterson și Peterson (1962), între faza de memorare și cea de reproducere trebuie efectuată o activitate care să blocheze posibilitatea repetării literelor memorate. La reproducere ne interesează nu atât performanțele realizate, cât, mai ales, confuziile – reamintirile greșite – care au loc. Deși literale sunt expuse vizual, majoritatea confuziilor se fac cu litere similare *acustic*, nu vizual. De exemplu, în loc să confundă la reamintire pe C cu O sau Q (similaritate vizuală), subiecții tind să-l confundă cu V sau Z (similaritate acustică). De aici se trage concluzia că subiectul verbalizează – în limbaj intern – stimuli (inclusiv cei vizuali, nonverbali). Ca atare, se conchide că memoria de scurtă durată se individualizează printr-o reprezentare specifică a stimулilor – cea verbală.

Luarea în considerare și a altor investigații – adesea neglijate de teoreticienii MSD –, precum și coroborarea cu unele rezultate obținute în legătură cu reprezentările din MSD modifică însă imaginea noastră asupra acesteia. Deși se recurge preponderent la codarea verbală a stimулului în MSD, aceasta nu este singura reprezentare cu care operează acest tip de memorie. Investigații întreprinse chiar de

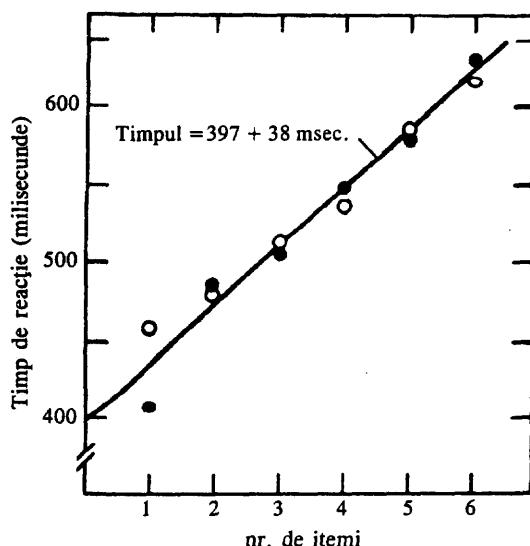
R. Conrad (1972) pe subiecții cu deficiențe auditive severe, congenitale („surzii”), cu aceeași metodologie ca în experimentul prezentat mai sus, au relevat faptul că aceștia recurg la reprezentarea imagistică, vizuală a stimulilor. Spre deosebire de subiecții normali, confuziile constatare sunt de ordin imagistic. O mulțime de abordări ulterioare au dovedit, pe de o parte, că în MSD apar, alături de reprezentări verbale, și reprezentări semantice, imagistice sau procedurale, iar pe de altă parte, că MLD nu conține numai reprezentări semantice, ci și oricare dintre reprezentările menționate mai sus (Anderson, 1985, Baddeley, 1986, Barsalou, 1992 etc.). De aici rezultă că diferențele dintre MSD și MLD pe baza tipului de reprezentare utilizat sunt nerelevante. O dată în plus, MSD se dovedește consubstanțială cu MLD.

6.2.4. Reactualizarea informației

O serie de investigații întreprinse de S. Sternberg (1962, 1975) au convins mulți cercetători că accesul la informația din MSD se face serial, pe când reactualizarea informației din MLD se realizează în paralel. Această deosebire a fost invocată pentru independența MSD față de MLD. Să analizăm viabilitatea unei asemenea pretenții.

Sternberg prezintă pe un display serii de itemi. Aceste serii creșteau în mod constant cu câte o unitate. De exemplu, prima serie avea un singur item „M”, a doua – doi itemi KS, a treia – trei itemi DSF etc. Numărul maxim de itemi dintr-o serie este de șase. La un moment dat, necunoscut de subiecții din grupul experimental, pe ecran apare un anumit item. Sarcina indivizilor constă în a acționa două taste („DA” și „NU”) dacă acest item a aparținut sau nu seriei imediat anterioare. De exemplu, după prezentarea seriei KS, pe display apare litera Q; în acest caz, subiectul trebuie să acționeze tasta „NU”, dacă dorește să ofere răspunsul corect. Pentru a realiza această recunoaștere, subiecții trebuie să reactualizeze itemii secvenței anterioare și să-i compare cu itemul în cauză. Înregistrând timpul de reacție (TR), Sternberg constată că în cazul inițial, când seria are un singur item, TR este de 398 milisecunde. La fiecare adăugare a unui item la o serie, TR crește în mod constant cu 38 milisecunde. Astfel, la o serie de 2 stimuli, TR pentru realizarea recunoașterii este de 436 milisecunde ($398 + 38$); la o serie de

Fig. 6.6. Variația liniară a TR în funcție de numărul itemilor memorati



3 stimuli, TR = 474 milisecunde etc. Aceleasi rezultate s-au obtinut in mod constant, indiferent de natura stimulilor (ex.: litere sau cifre), varsta subiectului, apartenența sau neapartenența itemului la seria respectivă. Pe scurt, *TR crește liniar cu numărul itemelor aflați în memorie* (figura 6.6).

Interpretând rezultatele, S. Sternberg – și după el, mulți alți cercetători – atribuie variația liniară a TR faptului că subiectul procedează la o inspecție serială a itemelor din memorie. Fiecare este actualizat și comparat pe rând cu stimulul aflat pe display, pentru a decide dacă acesta a aparținut sau nu seriei. Cu cât sunt mai mulți itemi, cu atât căutarea serială necesită un timp mai îndelungat. Timpul necesar actualizării unui item este constant și are valoarea de 38 milisecunde.

Invarianta rezultatelor și eleganța interpretării au oferit un temei solid pentru teoria reactualizării seriale a informației din MSD. Pe de altă parte, era indubitabil că accesarea cunoștințelor din MSD se face în paralel, simultan. De exemplu, recunoaștem rapid și fără „dificultate” cuvântul dificultate scris în această frază. Tinând cont de faptul că un vorbitor natural adult de limbă română are un vocabular de aproximativ 50.000 de cuvinte în MLD, dacă accesul ar fi serial și ar trebui să comparăm fiecare cuvânt cunoscut cu secvența de grafeme pentru a-l recunoaște, viața noastră ar fi un calvar. Or, din fericire, accesarea informațiilor din MLD se face în paralel și fără un consum semnificativ de energie.

A trebuit să treacă ceva timp până când, destul de timid, câțiva cercetători au început să susțină că aceleasi rezultate pot fi explicate și prin accesarea paralelă a informației din MSD. Dacă actualizarea informației reclamă activarea acesteia peste un anumit prag, atunci aceleasi resurse de activare de care dispune subiectul trebuie să se distribuie pe 1, 2 sau 6 itemi. Cu cât activarea se distribuie pe mai mulți itemi, cu atât mai redusă este valoarea de activare rezultată pentru fiecare item, deci el reclamă un timp mai îndelungat pentru a fi reactualizat. Așadar, aceleasi date experimentale devin compatibile cu două explicații diferite – una care susține accesul serial la informația din MSD, alta care susține inițierea unor proceduri paralele de căutare a acestei informații. Pentru a decide care dintre explicații este cea mai viabilă, se procedează la generarea de predicții și testarea lor experimentală. (Ca în cazul oricărui construct teoretic, singura cale de testare experimentală este cea indirectă, prin verificarea predicțiilor teoriei.) Iată un exemplu relevant de predicție: dacă accesul la itemii din MSD se face prin procesări paralele, care sporesc valoarea de activare a acestora, atunci actualizarea ultimilor itemi dintr-o serie se face mai rapid, deoarece restul de activare pe care aceștia îl au în momentul recunoașterii este mai ridicat. Să presupunem, de pildă, că pe display a apărut secvența GPSKTR. Immediat după aceea proiectăm litera R, care aparține secvenței, deci subiectul, răspunzând corect, apasă pe tasta „DA”. Putem să avem o altă situație, în care pe ecran proiectăm litera G. Firește, și această literă a aparținut seriei, deci, la un răspuns corect, va fi apăsată aceeași tastă. Din acest punct de vedere, răspunsurile sunt similare. În care caz TR va fi mai rapid? Dacă teoria accesului serial e valabilă, atunci TR va fi identic sau, eventual, va fi mai scurt pentru litera G. Dacă teoria accesului paralel este cea valabilă, atunci recunoașterea lui R va fi mai rapidă,

deoarece restul său de activare e mai ridicat, fiind ultimul din serie conform predicției prezentate mai sus. Admițând o alocare identică a resurselor, activarea cea mai ridicată o are acea unitate cognitivă al cărei rest de activare a fost mai ridicat. Într-adevăr, s-a confirmat experimental că, după 1,5 secunde, TR pentru recunoașterea ultimilor itemi dintr-o serie, este mai scurt decât TR pentru recunoașterea celor de la începutul sevenței respective (Townsend, 1990, Martindale, 1991).

Prezentarea demersurilor teoretico-experimentale anterioare poate fi plăcute sau fără sens pentru un cititor grăbit. Am insistat asupra ei pentru că este o bună ilustrare a gradului de subtilitate și acuratețe la care a ajuns psihologia cognitivă. Tocmai din această împletire a experimentului cu modelarea se construiește corpul compact al științei cognitive. Iar o știință este un corp compact de cunoștințe, nu o sumă de opinii. Sper ca acest exemplu să aibă și o anumită valoare educativă, atrăgând atenția psihologilor asupra modului în care trebuie construită psihologia de mâine.

Revenim la problematica în discuție, doar ca să conchidem că instituirea unui sistem mnezic autonom pentru MSD, pe temeiul specificității modului de accesare a informației, nu mai are viabilitate. MSD și MLD se referă la același sistem mnezic, aflat însă în două stări diferite de activare.

6.2.5. Baza neurofiziologică

În fine, ultimul argument luat în discuție cu privire la relația dintre MSD și MLD, vizează baza neurofiziologică a acestora. Partizanii MSD ca sistem mnezic autonom (chiar dacă admit interacțiunea cu MLD) invocă existența unor structuri neurofiziologice diferite în cele două cazuri. În acest sens, ei reiau până la obstinație faimosul caz H.M.

H.M. era la începutul anilor '50 unul dintre pacienții constanti ai cliniciilor americane de neuropsihiatrie. Prin 1953, crizele sale de epilepsie au devenit însă atât de intense și frecvente, încât nici un gen de chemoterapie nu mai avea vreun efect. Presupunând că principala cauză generatoare de crize se află la nivelul hipocampusului, o echipă de chirurgi procedea la o intervenție chirurgicală, în cursul căreia îi extirpă hipocampusul și unele arii colaterale. Ulterior, frecvența crizelor epileptice a scăzut semnificativ. Coeficientul de inteligență (IQ) a rămas același, ba chiar se constată o ușoară îmbunătățire, pusă pe seama reducerii interferenței dintre abilitățile intelectuale și crizelor epileptice. Principala consecință negativă a fost apariția unei amnezii antero- și retrograde totale pentru fapte și conținuturi semantice. Dramatismul acestor efecte și evoluția ulterioară a medicației chimice au făcut ca astfel de intervenții chirurgicale să nu mai aibă loc.

Dacă pacientul respectiv era întrerupt în timpul efectuării unei sarcini, ulterior nu și mai reamintea nimic și executa sarcina de la început. De pildă, citea aceleași reviste, în fiecare zi, fără să-și amintească deloc că le citise cu o zi înainte. Dacă în timpul lecturii cineva îl solicita la o scurtă conversație de câteva minute, ulterior, H.M. relua lectura de la început, motivând că niciodată nu a mai auzit de articolul

respectiv. Aceste date clinice au fost interpretate mai târziu ca un deficit al memoriei de lungă durată. Memoria de scurtă durată era intactă (ex.: pacientul putea să înțeleagă ceea ce citea, deci reținea începutul propoziției, cel puțin până ajungea la finalul ei). În schimb, stocarea pe termen lung a informațiilor era, practic, inexistentă. Existența unor tulburări neuropsihice care să afecteze diferit MSD și MLD este un argument persuasiv în sprijinul autonomiei structurale a MSD.

Prin contrast, se citează cazul unui alt pacient, K.F., cu o deteriorare semnificativă a MSD în condițiile menținerii intacte a MLD. Un nefericit accident de motocicletă i-a provocat lui K.F. un traumatism crano-cerebral în zona parieto-occipitală stângă. Supus la diverse teste de memorie (ex.: de învățare a unei liste de itemi care trebuiau ulterior reproducări), se constată *dispariția efectului recentei* sau, în cel mai bun caz, este prezent doar pentru un singur item. Absența acestui efect este interpretată ca o deteriorare a MSD în condițiile menținerii intacte a MLD (rata reamintirii itemilor de la mijlocul seriei nu diferă față de a subiecților normali).

Dată fiind raritatea unor astfel de tulburări, nu e de așteptat, cel puțin în viitorul imediat, un studiu statistic semnificativ asupra proiecțiilor neurofiziologice ale MSD și MLD. Semnificația statistică nu trebuie căutată însă cu obstinație pentru a valida rezultatele obținute. În definitiv, discipline cu prestigiu științific incontestabil sunt construite, în mare parte, pe exemple. Lingvistica este un caz reprezentativ în acest sens. Excesul metodologic, „imperialismul metodologic”, poate produce scotomizări importante ale cercetării științifice. Nu putem însă să nu remarcăm că validitatea argumentelor bazate pe cele două cazuri este problematică. În cazul pacientului H.M., lipsește orice evaluare cantitativă a performanțelor sale mnezice. Singurele date de care dispunem sunt de natură anecdotică sau consemnatări ale unor observații clinice. În același timp, chiar dacă luăm aceste date ca bază de inferență, ele nu implică în mod necesar existența unor structuri anatomice separate pentru MSD și MLD. Putem presupune că prin extirparea ariilor hipocampice a fost distrusă principala locație a MSD, dar nu întreaga bază neurofiziologică a acesteia. Întrucât pacientul H.M. înțelegea ceea ce citea – iar înțelegerea implică, în mod necesar, utilizarea unor cunoștințe anterioare despre semnificația grafemelor, a cuvintelor etc. –, conchidem că o parte a structurilor neurofiziologice ale MLD au rămas, totuși, intacte. Activarea acestora a fost suficientă pentru efectuarea unei sarcini de genul citirii unui text. Pe scurt, cazul H.M. evidențiază rolul crucial al hipocampusului în retenția pe termen lung a cunoștințelor declarative, dar nu probează că hipocampusul este singura locație a MLD și, ca atare, nu probează existența unei structuri neurofiziologice pentru MSD diferite decât cea pentru MLD. Cunoștințele din MLD sunt prezente la pacientul H.M., chiar dacă proporția lor este drastic limitată. Activarea lor permite realizarea sarcinilor de care acesta s-a dovedit capabil. Vom vedea ulterior că unele cunoștințe implicate ale pacientului au rămas intacte (6.7).

Întâmpinări asemănătoare se pot aduce interpretării datelor oferite de cazul K.F. Fără a intra în detalii, aceste date sunt perfect compatibile cu ideea existenței unui deficit de activare. Dispariția sau diminuarea efectului recentei poate fi, la fel de bine, datorată reducerii duratei activării în urma unor modificări biochimice induse

de traumatismul suferit. Nu este în joc o structură neurofiziologică, ci o *stare* de activare a cunoștințelor, multiplu mediată de mecanisme încă necunoscute.

Nu pretindem că am tranșat definitiv problematica proiecțiilor neurofiziologice ale MSD și MLD. Rezolvarea ei reclamă un efort teoretico-experimental remarcabil, mult peste puterile unui singur om; chiar dacă nu am adus suficiente argumente în favoarea ideii că baza neurofiziologică a MSD și MLD este aceeași, diferențele fiind de stare sau nivel de activare, cel puțin am dovedit, cred, *insuficiența probelor contrare*, care atribuie structuri neurofiziologice diferite celor două tipuri de memorie. Folosesc acest prilej pentru a insista puțin asupra unei confuzii regretabile care se face foarte frecvent între simptomul și funcția aferentă unei structuri neurofiziologice.

De regulă, dacă în urma afectării unei arii cerebrale datorate fie intervenției chirurgicale, fie unei infecții sau unui traumatism crano-cerebral apare o perturbare comportamentală, în mod automat se atribuie ariei respective funcția de realizare a comportamentului perturbat. De exemplu, dacă deteriorarea zonei parieto-occipitale stângi duce la deficiențe ale memoriei de scurtă durată, se consideră că această parte a îndeplinește funcția de retenție temporară a cunoștințelor. Dacă lezarea ariei V₅ din cortexul vizual duce la prosopagnozie, în mod automat se conchide că funcția ariei respective constă în recunoașterea fețelor umane etc. Orice manual de neuropsihologie este plin de astfel de exemple. Aceste conjecturi nu sunt întotdeauna eronate, dar nici nu sunt în mod necesar adevărate. Să gândim pe un model mult mai intuitiv decât rețelele neuronale, și anume rețeaua de căi ferate din țară. Să presupunem că, dintr-un motiv necunoscut, toate macazurile din stația Brașov s-au defectat. Prințul lanț de consecințe, orarul trenurilor care pleacă și sosesc la Cluj-Napoca suferă perturbări considerabile. Fiind date doar aceste două categorii de date – macazurile deteriorate la Brașov și modificarea traficului feroviar în stația Cluj-Napoca –, putem oare conchide că funcția îndeplinită de aceste macazuri este de a stabili orarul de plecare/sosire a trenurilor în Cluj? Cu siguranță nu. Macazul are funcția de comutare a șiinelor căii ferate la o nouă linie de parcurs. O conjectură de acest tip pe care ne ferim să o facem în cazul sistemului feroviar, o facem automat, fără discernământ, la nivelul sistemului nervos. Asocierea unui *simptom* cu o parte a ariei cerebrale ne face să o conchidem, fără rezerve, că *funcția* acelei arii cerebrale este de a realiza comportamentul deteriorat (în legătură cu care apare simptomul). De fapt, funcția ei poate fi cu totul alta; deteriorarea survenită poate însă antrena o serie de consecințe, total necunoscute nouă, care să afecteze un cu totul alt segment cerebral care, într-adevăr, îndeplinește funcția respectivă. Așadar, *simptomul și funcția asociată unei arii cerebrale sunt două lucruri diferite*. Nu întotdeauna, firește. Pot exista cazuri în care simptomul se asociază cu aceeași structură neurofiziologică cu care se asociază și funcția respectivă. Așadar, o astfel de conjectură nu este *ab initio* falsă, dar nici nu este în mod necesar adevărată. Or, cea mai mare parte a neuropsihologiei se bazează pe astfel de conjecturi. Remarcile de mai sus vor induce, sper, o anumită circumsplecție în modul în care evaluăm datele neurofiziologice despre funcțiile psihice, în special cele cognitive. În cadrul unei teorii cognitive

unificate, orice generalizare de la nivel implementațional la nivel computațional sau reprezentational-algoritmic trebuie examinată cu atenție înainte de a fi postulată ca legitate generală a sistemului cognitiv. Cu toată dezvoltarea spectaculoasă a neuroștiințelor în ultimele decenii, unul dintre laureații premiului Nobel din anii trecuți, neurologul P. Sanders, sublinia că nivelul actual al cunoștințelor noastre despre creier este același cu al cunoștințelor pe care le aveam despre inimă în Evul Mediu (*apud* Posner, 1990).

Ca o concluzie a întregului subcapitol, analiza atentă a relațiilor dintre MSD și MLD sub aspectul volumului, duratei, tipului de codare folosit, tipului de reactualizare și al structurii neurofiziologice implicate a evidențiat, contrar opiniei „oficiale”, că MSD și MLD nu sunt structuri mnezice separate. Diferența dintre ele este de natură *funcțională*, nu structurală și rezidă (în primul rând) în diferența de nivel de activare. Relațiile dintre MSD și MLD, recunoscute și anterior dar considerate ca interacțiuni între două sisteme mnezice independente, sunt, de fapt, relațiile dintre două stări de activare ale unui bloc unic de cunoștințe-declarative de care dispune sistemul cognitiv uman. Este de presupus ca valoarea de activare a acestor cunoștințe să se distribuie de-a lungul unui continuum, ceea ce face și mai problematică circumscrierea riguroasă a limitelor MSD și MLD. De aici și variațiile, constataibile experimental, ale capacitații MSD (de la 2 sau 3 la 9 itemi) sau la nivelul duratei (de la câteva secunde, până la 20 de minute). Cu cât o informație este mai intens activată, cu atât mai îndelungată este prezența sa în cîmpul conștiinței.

6.2.6. Memoria de scurtă durată este memorie de lucru

Am arătat mai sus că memoria de scurtă durată este, de fapt, o stare de activare a unor unități cognitive. Ea este acea parte din memorie activată temporar. Această activare este necesară pentru realizarea unor sarcini sau rezolvarea unor probleme. *Cunoștințele și mecanismele de procesare activate în vederea rezolvării unei probleme formează memoria de lucru*. Notiunea de memorie de lucru a fost lansată și consacrată de A.D. Baddeley (1982, 1986). El consideră însă că memoria de lucru (ML) este diferită de MSD sau MLD. Consecvent cu argumentația anterioară, vom conchide că memoria de scurtă durată, înțeleasă ca activare temporară a memoriei de lungă durată, este un alt nume pentru același fenomen, deci cele două sunt identice. Înțînd cont de faptul că inflația terminologică nu este de bun augur pentru dezvoltarea unei științe, căci ea poate crea confuzii și iluzia unor false piste de cercetare, stabilirea identității a doi termeni (și notiuni în același timp) este un pas necesar spre eliminarea unuia dintre ei. Date fiind conotațiile sale nefaste ca sistem mnezic din perechea în discuție, termenul care trebuie eliminat este cel de memorie de scurtă durată. Așadar, de acum înainte, vom folosi termenii de memorie de lucru și memoarie de lungă durată. Când voi spune că un item se află „în memoria de lucru”, înțeleg că se află *în starea de activare temporară* numită memorie de lucru, nu într-un bloc mnezic independent. Similar, când spun că o cunoștință este în

memoria de lungă durată, subînțeleg că se află într-o stare (temporară) de subactivare, neparticipând direct la rezolvarea unei sarcini momentane. Memoria de lucru (ML) și memoria de lungă durată (MLD) sunt stări diferite de activare ale unui ansamblu unic de cunoștințe.

Ar fi o naivitate să credem că noțiunea de memorie de scurtă durată nu va mai fi utilizată de azi înainte. Comunitățile științifice au idiosincrasii și ciudăteniile lor (vezi Kuhn, 1976). De regulă, ele nu-și cheltuiesc prea multe resurse în dispute terminologice, pândite mereu de pericolul alunecării în scolastică. Nu ajută însă la nimic popularea sistemului cognitiv cu tot soiul de noțiuni fantomatice care creează false probleme. Opțiunea exprimată aici vine în consens cu propunerile a tot mai mulți cercetători, mai ales din ultimii ani, de abandonare a conceptului de memorie de scurtă durată (ex.: Cowan, 1988, Richard și colab., 1990, Barsalou, 1992). Oricum, ceea ce contează nu sunt termenii, ci mutația la nivelul modelării sistemului cognitiv: un singur ansamblu de cunoștințe (declarative) se află într-o stare de subactivare (= memoria de lungă durată) și de *activare temporară în vederea rezolvării de probleme* (= memoria de lucru).

Rezumând foarte pe scurt, am ajuns la această concluzie printr-o argumentare în doi timpi: (1) analiza datelor experimentale indică faptul că MSD este activarea temporară a MLD; (2) compararea MSD cu ML ne-a arătat că ambele circumscriu multimea unităților cognitive temporar activate (cunoștințe + mecanisme de procesare), ca atare, ele sunt identice. Promovarea unuia dintre termeni și abandonarea celuilalt are la bază rațiuni epistemologice.

6.3. Atenția și memoria de lucru

Una dintre constatăriile supărătoare pe care le poate face oricine consultă bibliografia de specialitate se referă la faptul că aceleași date experimentale sunt invocate atât în cazul atenției, cât și în cazul conștiinței sau al așa-numitei memorii de scurtă durată. De exemplu, capacitatea MSD de 7 ± 2 itemi este invocată și când se discută volumul atenției, și când se vorbește despre câmpul conștiinței (Johnson-Laird, 1988, Preda, 1991). Nu cumva confuzia dintre volumul MSD și volumul atenției se transplanează la memoria de lucru? Ce relație este între atenție și memoria de lucru? În definitiv, nu sunt ambele definite ca fiind unități cognitive active?

Înainte de a da un răspuns riguros la aceste chestiuni, să ne imaginăm așteptând pasivi într-o stație de autobuz. Nefiind preoccupați de ceva anume, auzim conversațiile oamenilor, vedem fețele lor, percepem traficul stradal și pietonal, temperatura de afară etc. Treptat, devenim nerăbdători și începem să căutăm cu privirea autobuzul pe care-l așteptăm. În sfârșit, la capătul străzii apare un autobuz. O mare parte dintre stimulii pe care-i procesăm anterior nu mai sunt luați în seamă. Atenția noastră e captată de imaginea acestui autobuz. Pe măsură ce se apropie, câmpul

atenției noastre se reduce și mai mult: nu mai contează mărimea sau culoarea lui, viteza de deplasare etc. Ne străduim să deslușim cât mai rapid ce număr de linie are înscris într-o anumită parte a parbrizului, ca să știm cum să ne poziționăm. (N-am uitat informațiile despre numărul de persoane care așteaptă autobuzul respectiv, comportamentul de care ar putea da dovadă încercând să urce în autobuz etc.)

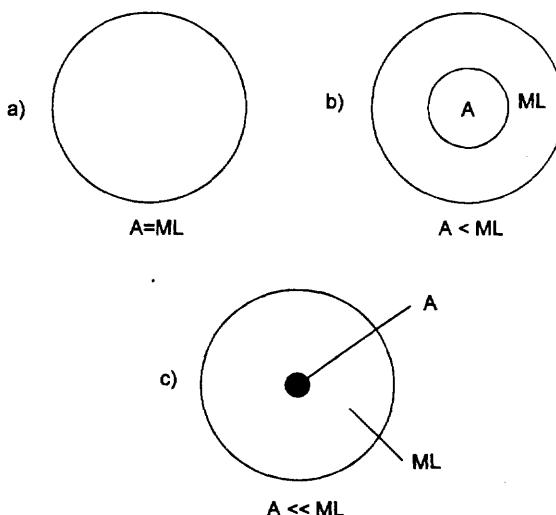
Nu e greu de deslușit că, *în raport cu volumul memoriei de lucru, volumul atenției este mai fluctuant*. În starea de relaxare și aşteptare pasivă, capacitatea atenției se suprapune peste capacitatea memoriei de lucru. Există un număr de informații mai activate decât restul informațiilor din memorie, dar nici una nu prezintă un interes deosebit. Atenția și ML sunt coextensive (figura 6.7.a).

Capacitatea maximă a atenției este identică cu capacitatea maximă a ML (± 7 chunks). Ea se realizează în starea de relaxare și aşteptare pasivă.

Diferiți factori motivaționali sau afectivi pot orienta sistemul cognitiv spre procesarea mai intensă, mai detaliată a unui număr mai restrâns de itemi. Cu cât numărul acestor itemi este mai redus, cu atât nivelul lor de activare este mai ridicat. Intensificarea valorii de activare a unor itemi determină, prin inhibiție laterală, reducerea valorii de activare a itemilor concurenți. Ca urmare, volumul atenției se reduce considerabil față de volumul memoriei de lucru (figura 6.7.b). La nivelul experienței subiective, această situație e percepță în felul următor: cu cât ne focalizăm atenția asupra unui număr mai redus de itemi, cu atât mai puține lucruri ne reamintim despre alți stimuli aflați în mediu. Când spunem că „ne-am îndreptat atenția spre” sau „ne-am focalizat atenția” nu înseamnă că posedăm o facultate psihică, pe care o putem controla volitiv, numită atenție, așa cum apare la nivelul experienței cotidiene, „canonizată” de psihologia tradițională. De fapt, „a ne focaliza atenția” înseamnă a spori valoarea de activare a unor reprezentări cognitive – în defavoarea altora – pentru a le supune unor procesări mai laborioase decât restul unităților. Plusul de activare poate veni din partea unor factori motivaționali, afectivi, a intențiilor noastre sau datorită unor caracteristici specifice ale stimулului (ex.: intensitatea, impredictibilitatea etc.).

Am glosat până acum pe seama unui exemplu. Să vedem în ce măsură teoria dezvoltată aici concordă cu datele experimentale. Dacă atenția este o mulțime

Fig. 6.7. Diverse relații dintre extensiunea atenției și a memoriei de lucru



variabilă de unități cognitive din memoria de lucru, atunci cel puțin două predicții pe care le putem face pe baza acestei teorii trebuie să fie adevărate.

- (1) Fiind vorba, atât în cazul atenției, cât și al memoriei de lucru, de unități cognitive (= informații + mecanisme de procesare) aflate într-o stare de activare similară, atunci fenomene constatate în cazul atenției vor fi identificate și în cazul memoriei de lucru;
- (2) Dacă există și alte unități cognitive în stare de activare în afară de cele aflate sub focalizarea atenției, deci care aparțin memoriei de lucru, dar nu și atenției, atunci efectul lor va putea fi înregistrat.

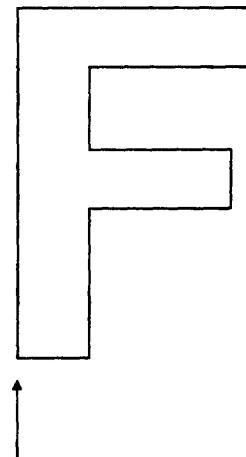
6.3.1. Similaritatea comportamentelor unităților din „câmpul” atenției și din memoria de lucru

Unul dintre fenomenele cele mai cunoscute legate de funcționarea atenției este cel al interferenței: cu cât două sarcini pe care dorim să le realizăm – deci aflate în focalizarea atenției – sunt mai similare sub aspectul intrărilor, al tipului de procesare reclamat și al răspunsului sau al outputurilor reclamate, cu atât mai intensă este perturbarea lor reciprocă (3.3.4). Luând un caz particular, în cazul procesării simultane a unor mesaje din aceeași modalitate senzorială (ex.: ambele vizuale sau ambele auditive) acestea interferează mai puternic decât două mesaje din modalități senzoriale diferite. Teoria „filtrelor” a făcut din datele experimentale referitoare la interferența piatra unghiulară de validare a modelelor aferente (3.3.1-3.3.4).

Același fenomen de interferență se poate constata și în cazul memoriei de lucru. Reamintim aici modul în care am explicat efectul sau eroarea succesiunii temporale (6.2.2). Metodologia generală a unor experimente care să pună în evidență interferența unităților cognitive din ML în același mod în care interferează unitățile din „câmpul” atenției este destul de simplă. Două unități cognitive aflate în ML (informații + mecanisme de procesare), de tipuri diferite, sunt asociate cu două tipuri de răspuns. Răspunsurile pot să implice aceleși mecanisme ca și realizarea sarcinii sau mecanisme diferite. Dacă unitățile cognitive din ML interferează, atunci rapiditatea răspunsului va fi mai mare în al doilea caz.

Ca exemplificare, invocăm un experiment efectuat de Brooks (1968). Subiecții din lotul experimental au primit două tipuri de sarcini: o sarcină spațială și una verbală. În cazul sarcinii spațiale, subiecții trebuiau să-și imagineze că parcurg mental contururile care circumscrîu o literă, F, prezentată anterior pe un display și existentă, în momentul realizării sarcinii, în ML (vezi figura 6.8).

Fig. 6.8. Stimulul utilizat de Brooks (1968)



De fiecare dată când subiectul, scanând imaginea mintală a literei din memoria de lucru, atingea o extremitate, trebuia să răspundă prin „DA” ; când atingea un colț care nu era la limita externă, trebuia să răspundă „NU”. De pildă, dacă subiectul își începe traseul din colțul din stânga jos (indicat de săgeată), răspunsurile lui vor fi : da, da, da, da, nu, nu, nu, nu, nu, da.

În cazul sarcinii verbale, subiectul trebuie să inspecteze mintal o propoziție pe care, de asemenea, o avea în memoria de lucru și să răspundă prin „DA” dacă cuvântul inspectat la un moment dat este un substantiv, și prin „NU” în orice alt caz. În cazul rezolvării ambelor sarcini, o parte din subiecți își expuneau răspunsul într-o formă verbală (spuneau cu voce tare da sau nu), iar o altă parte și-l exprimau non-verbal, spațial, indicând unul dintre răspunsurile „DA” sau „NU” scrise pe o foaie de hârtie.

Deci, atât sarcinile, cât și răspunsurile se aflau în memoria de lucru. Ceea ce ne interesează este dacă interferența dintre o sarcină și un răspuns din același tip (ambele verbale sau ambele spațiale) este mai mare decât interferența dintre o sarcină și un răspuns de tipuri diferite (ex. : sarcina verbală în răspunsul spațial ; sarcina spațială, iar răspunsul verbal). Dacă este așa, atunci interferența funcționează după aceleași mecanisme în ML ca și în cazul atenției, ceea ce arată că nu există diferențe între natura unităților cognitive aflate în ML și cele implicate în procesualitatea atenției. Într-adevăr, rezultatele experimentale au confirmat predicția : pentru oricare dintre sarcini, performanțele subiecților erau mai bune dacă sarcina și răspunsul făceau parte din două categorii diferite (ex. : performanța – operaționalizată prin TR și numărul de erori – era mai bună când la sarcina spațială răspunsul era verbal, decât dacă exprimarea răspunsului se făcea tot prin mijloace spațiale). În concluzie, acest gen de experimente arată că unul dintre fenomenele binecunoscute din psihologia atenției – interferența – are loc și în cazul memoriei de lucru, ceea ce pledează în favoarea ideii că, în ambele cazuri, avem de-a face cu o mulțime de unități cognitive activate din MLD.

6.3.2. Impactul unităților cognitive din ML asupra atenției

Experimentul prezentat anterior probează similaritatea unităților cognitive implicate în atenție și în memoria de lucru. Ambele se dovedesc a fi stări temporare de activare a informației. Pentru a dovedi că atenția este o submulțime a memoriei de lucru, trebuie să arătăm că există unități în memoria de lucru care *nu* aparțin atenției. Dacă ele există, atunci impactul lor trebuie să fie, printr-o metodă adecvată, posibil de înregistrat. Procedăm ca în fizica nucleară : dacă o microparticulă există, atunci efectul ei trebuie să fie sesizat undeva. Dacă nu are nici un efect, nu putem postula existența ei.

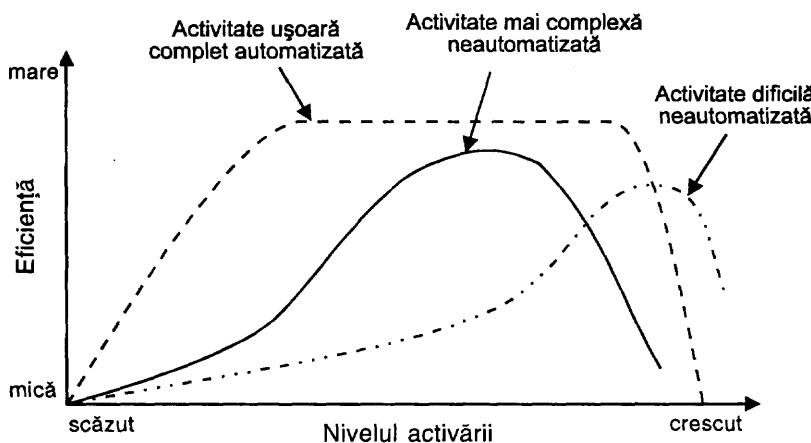
Un experiment ilustrativ este cel realizat de Mac Kay (1973) (3.5.2-3.5.3). La una dintre urechi, asupra căreia trebuie să-și concentreze atenția, subiectul primește un mesaj ambiguu. Concomitent, la urechea nedominantă – pentru care subiectul era

sfătuit să ignore orice mesaj – primește două mesaje, capabile să clarifice, în două feluri diferite, mesajul ambiguu respectiv. Aceste mesaje, fiind ignorate, au o stare de activare mai ridicată decât restul informațiilor din MLD, dar mai scăzută decât a celor din câmpul atenției. Altfel spus, ele sunt în ML, nu și în focalul atenției. ML are o extensiune mai mare decât câmpul atenției. Dacă este așa, atunci impactul lor trebuie să se facă simțit asupra semnificației pe care subiecții o acordă mesajelor ambiguie. Într-adevăr, acest lucru a fost constatat experimental.

6.3.3. Interpretarea legii Yerkes-Dodson

Modelarea mecanismelor cognitive implicate în realizarea atenției și memoriei de lucru ne permite să înțelegem anumite fenomene macropsihice, rămase până acum fără explicație. Legea Yerkes-Dodson este un exemplu în acest sens.

Fig. 6.9. Legea Yerkes-Dodson



Legea Yerkes-Dodson exprimă relația dintre nivelul de performanță și cel de activare neuropsihică generală, în funcție de tipul sarcinii. După cum se poate vedea în figura 6.9, pentru sarcinile ușoare, nivelul de performanță crește liniar până la un anumit prag, o dată cu creșterea nivelului general de activare. În schimb, pentru sarcinile complexe, variația nu este liniară; până la un punct, denumit *optim motivational*, performanța crește o dată cu intensificarea *arousal*-ului. După momentul de optim motivational, sporirea *arousal*-ului duce la aplatisarea, apoi la deteriorarea performanțelor. Pe baza modelului actual al memoriei de lucru și atenției, suntem în măsură să explicăm și de ce apare un astfel de efect.

În cazul în care subiecțul este solicitat să rezolve sarcini simple (ex.: sarcini aritmetice cu numere mici), cantitatea de informație și varietatea mecanismelor de procesare la care face apel sunt reduse. De pildă, pentru a aduna $300 + 528$, vom

activa cunoștințe despre cele două numere și algoritmul pe baza căruia efectuăm adunarea. Cu cât suntem mai motivați, sporim valoarea de activare a unităților cognitive în cauză. Pe planul experienței subiective avem impresia că suntem mai atenți și facem un efort mai intens. Sporirea activării antrenează automat sporirea performanțelor la acest tip de solicitări. Situația este dificilă în cazul sarcinilor complexe. Rezolvarea unei sarcini complexe (ex. : redactarea unei lucrări științifice, rezolvarea unor probleme de geometrie, traducerea unui poem dintr-o limbă străină etc.) necesită luarea în considerare a unei mulțimi considerabile de cunoștințe și de mecanisme de procesare a lor. Sarcinile complexe solicită la maximum capacitatea memoriei de lucru.

Până la un anumit nivel, cu cât motivația noastră este mai ridicată, cu atât mai multe cunoștințe activăm în memoria de lucru, le grupăm în vederea utilizării lor în procesul rezolutiv, sporim viteza de execuție a unor procesări cognitive etc. Dacă activarea continuă să crească unitățile activate, prin inhibiție laterală vor reduce valoarea de activare a unităților adiacente. Accesibilitatea acestor unități va fi tot mai dificilă ; rezolvarea efectivă a sarcinii reclamând unitățile subactivate, o dată cu sporirea activării, tot mai puține cunoștințe din memoria de lucru devin disponibile și performanța scade. Supraactivarea unor unități cognitive (ceea ce pe plan subiectiv înseamnă concentrarea excesivă a atenției pe anumite elemente ale problemei) antrenează subactivarea altor unități, deci reducerea capacitatii memoriei de lucru (ceea ce în planul experienței fenomenele înseamnă că ai pierdut din vedere ceea ce voiai să spui). De exemplu, dacă în momentul în care citiți această frază căutați să vă concentrați asupra fiecărui detaliu al ei, considerând că e atât de importantă încât trebuie să rețineți exact topica, tipul caracterelor, lexicul și semnele de punctuație folosite, fraza se golește de conținut. Supraactivarea pe care v-ați indus-o a generat, prin mecanismul inhibiției laterale, subactivarea altor informații din memoria de lucru (ex. : informații despre ce am spus cu o frază mai sus), care reduce considerabil înțelegerea textului parcurs.

În rezumat, fenomenele descrise de legea Yerkes-Dodson sunt emergențe ale relațiilor dintre memoria de lucru și atenție în condițiile rezolvării de probleme, adică dintre diverse valori de activare ale unităților cognitive. Pe parcursul acestei lucrări am mai avut prilejul să oferim explicații unor efecte anterior cunoscute, dar nesatisfăcător explicate. Pare tot mai evident că majoritatea efectelor macrocomportamentale sunt efectul sau emergența interacțiunii dintre sistemul cognitiv și mediul său. Pe măsură ce progresează, psihologia cognitivă devine mai capabilă să explică regularitățile și idiosincrasiiile comportamentului uman. Să remarcăm, cu acest prilej, că într-un anumit sens, scopul psihologiei cognitive este diferit de cel al psihologiei tradiționale. Aceasta din urmă căuta, după modelul fizicului, descoperirea unor *legături* căt mai generale, capabile să subsumeze o clasă căt mai variată de fenomene. Dimpotrivă, psihologia cognitivă vizează descoperirea unor *mecanisme căt mai specifice*, care, modelate și simulate, să poată produce sau reproduce un anumit tip de comportament. Demersul tradițional vizează generalitatea, legătările generale ; demersul cognitiv – adâncimea, mecanismele implicate într-un comportament specific.

6.4. Memoria episodică și memoria semantică

6.4.1. Principalele rezultate teoretico-experimentale

Disjuncția dintre memoria episodică și memoria semantică a fost propusă de E. Tulving (1983, 1984), iar ulterior a devenit un loc comun în psihologia cognitivă. *Memoria episodică* se referă la memoria evenimentelor autobiografice: când și unde am trăit un anumit eveniment. De exemplu, amintiri despre ultimul revelion, prima zi de școală, ce am făcut ieri, cum ne-am petrecut vacanța etc. intră în memoria episodică. Această memorie conține o serie de informații asociate cu contexte spațio-temporale precise. Ea este esențială pentru formarea propriei noastre identități, a identității de sine. *Memoria semantică* (numită adesea conceptuală) se referă la cunoștințele generale pe care le avem despre mediul în care trăim. De exemplu, știm că Cluj-Napoca este un mare centru universitar, că formula chimică a apei este H_2O , că Shakespeare a scris *Hamlet*, că vinul este o băutură alcoolică etc. Cunoștințele din memoria semantică nu sunt asociate (de regulă) cu un anumit context spațio-temporal. Nu știm unde și când anume am auzit pentru prima dată formula chimică a apei, când și unde am citit că autorul piesei *Hamlet* este Shakespeare etc. Majoritatea cunoștințelor pe care le oferă manualele și cursurile școlare vizează memoria semantică sau conceptuală. În schimb, întâmplările pe care le-am trăit de-a lungul vieții noastre formează conținutul memoriei episodice.

Pentru a susține această distincție s-au invocat o serie de rezultate clinico-experimentale, cele mai multe de ordin neurofiziologic: comportamentul subiecților cu amnezie anterogradă, înregistrarea fluxului sangvin local, investigarea pacienților cu traumatisme crano-cerebrale în zona lobilor frontali.

O constatare destul de frecventă în cazul pacienților cu amnezie anterogradă este aceea că, deși nu-și reamintesc nimic din propria lor biografie anteroară momentului în care a survenit amnezia, nivelul cunoștințelor lor *conceptuale* dobândite anterior rămâne, practic, neafectat. De exemplu, pot să-și reamintească semnificația unor cuvinte învățate anterior, diverse formule matematice etc. Kalat (1988) citează cazul unui pacient cu amnezie anterogradă care, jucând golf, deși uita după câteva secunde că a lovit mingea (= memorie episodică) și căuta să reia lovitura, își reamintea perfect regulile jocului, greutatea specifică a mingii de golf, distanțele marcate de stegulețe etc., adică o serie de cunoștințe factuale dobândite anterior (= memorie semantică).

Într-o investigație asupra distincției dintre memoria episodică și memoria semantică la nivel cerebral, R. Wood (1980) recurge la tehnica înregistrării fluxului sangvin local. Un lot de subiecți învață o listă de cuvinte. Ulterior, ei sunt supuși unui test de recunoaștere. La apariția unui cuvânt pe display, o parte a subiecților trebuiau să răspundă prin „DA” sau „NU”, dacă cuvântul respectiv a mai fost auzit vreodată în viața lor (sarcină de memorie episodică), iar celălalt grup de subiecți

să răspundă dacă acesta a fost prezent pe lista memorată (sarcină de memorie semantică). Concomitent, se procedă la înregistrarea fluxului sangvin local. Se constată că ariile cerebrale implicate diferă în cele două situații. Metodologia acestui gen de cercetări a fost pusă sub semnul întrebării de către Stilling și colab. (1987), dată fiind distincția problematică dintre sarcina de memorie semantică și cea de memorie episodică.

Cercetările din ultimii ani asupra bazei neurofiziologice pentru cele două tipuri de memorie au ajuns la concluzii mai puțin tranșante. Cel puțin deocamdată, se consideră că atât memoria episodică, cât și cea semantică depind de structurile cerebrale deteriorate în cazul amneziei (adică hipocampusul și zonele aferente), dar că, în plus, memoria episodică depinde de integritatea lobilor frontalii (Squire și colab., 1993).

Deteriorarea lobilor frontalii este asociată foarte adesea cu pierderea informațiilor despre momentul și locul în care pacientul a învățat o anumită informație pe care și-o reamintește, totuși, fără probleme.

Argumentele prezentate mai sus vizează nivelul implementațional al unei teorii asupra memoriei episodice *versus* semantice. Reamintim, cu acest prilej, pericolul generalizărilor de la nivel neurofiziologic la nivel computațional și algoritmic. S-a susținut că, din punct de vedere cognitiv, cele două sisteme mnezice diferă prin modul de organizare a informației și tipul de procesare. Cunoștințele din memoria episodică ar fi organizate cronologic, pe când cele din memoria semantică ar fi grupate în scheme și rețele semantice (despre care vom discuta ulterior, 7.2.4). Cunoștințele din memoria episodică ar fi asociate cu reacții emoționale, putând fi chiar organizate în jurul unui „nod emotional” (Bower, 1981), pe când cunoștințele semantice ar fi neutre, lipsite de tonalitate afectivă. În plus, interferența ar fi mult mai puternică în cazul memoriei episodice decât în cazul memoriei semantice.

Cu toate acestea, toate datele invocate pot fi explicate printr-un model monist al memoriei. Fiecare din cele două categorii de cunoștințe are câte ceva din celălătă. Putem presupune, de pildă, că toate conținuturile semantice au fost asociate cu un context spațio-temporal în momentul învățării lor și încă un timp după aceea. De exemplu, la puțină vreme după învățarea formulei $E = mc^2$, ne putem reaminti momentul și locul în care am învățat-o, ba chiar și starea emoțională pe care am trăit-o în fața acestei formule elegante și simple, dar de importanță covârșitoare pentru știință contemporană. Ulterior, această formulă a fost asociată tot mai frecvent cu alte tipuri de cunoștințe, astfel încât reactualizarea contextului fizic și subiectiv al momentului în care am învățat-o devine tot mai greu de realizat. Similar, în cazul amneziei, informația semantică, procesată și utilizată de mult mai multe ori decât cea legată de un anumit context spațio-temporal, poate fi mai robustă, mai bine stocată în memorie și, ca atare, mai puțin afectată decât cea episodică.

Judecate la rigoare, datele experimentale și clinice de care dispunem în momentul de față nu ne pot oferi argumente suficiente pro sau contra disocierii memoriei episodice de cea semantică. Rămâne pe seama cercetărilor viitoare să stabilească validitatea acestei disjuncții.

6.4.2. Aplicații și implicații

Dincolo de interesul teoretic, cercetările asupra memoriei episodice prezintă o serie de aplicații practice. De exemplu, s-a ajuns la concluzia că formarea eului și a identității de sine depinde, în mod esențial, de memoria noastră biografică, îndeosebi de amintirea evenimentelor din primii 3-5 ani de viață (ex. : D. Stern, 1991, comunicare personală). În mod normal, părinți sau frații mai mari ne relatează o mulțime de lucruri pe care le-am făcut în prima copilărie. Pe baza lor construim o „istorie de viață”, o poveste despre propria noastră viață. Nu este importantă atât veridicitatea acestei istorii, cât, mai ales, coerenta ei (Stern, 1991). Pe baza ei ne construim propria imagine de sine, propria identitate. La mulți dintre copiii crescuți în leagăne, iar apoi în casele de copii, memoria autobiografică este foarte săracă, ceea ce creează serioase probleme de identitate și emoționale la vârsta adolescentei. Pentru a diminua riscul apariției unor astfel de probleme, s-a recurs la introducerea unor jurnale proprii pentru fiecare dintre copiii orfani sau adolescenți, în care personalul calificat notează, din când în când, evenimente mai deosebite din viața copilului. Ulterior, ele vor constitui baza istoriei de viață și a stabilirii propriei identități.

O altă aplicație interesantă a cercetărilor asupra memoriei episodice vizează *depozițiile martorilor*. Informațiile pe care martorii le oferă la tribunal sunt asociate cu un context spațio-temporal determinat, reprezentând o întâmplare trăită și, ca atare, aparțin memoriei episodice. Ascultând depozitiile martorilor, pe care se bazează în cea mai mare parte decizia curții de judecată, ne putem pune o serie de probleme de importanță practică. Iată două dintre ele : (1) În ce măsură relatarea unui martor, presupus onest, este veridică, neinfluențată de informații adiacente ? (2) În ce măsură întrebările avocaților pot influența modul de activare a memoriei episodice și, deci, de relatare a faptelor ?

Experimentele prezentate mai jos schițează răspunsul la problemele ridicate. Ele nu sunt exhaustive, dar sunt ilustrative și sperăm să trezească interesul pentru astfel de cercetări. Loftus (1974) întreprinde un experiment menit să dovedească faptul că acuratețea depozitiilor martorilor scade datorită interferenței cu informații neadecvate, din alte surse, despre evenimentul relatat. Un grup de subiecți vizionează un film. Ulterior, unii dintre ei (complici cu experimentatorul) discutau despre anumite aspecte din film care, de fapt, nu existau pe pelicula prezentată. Puși să relateze ceea ce au vizionat, subiecții din lotul experimental au depus mărturie despre o serie de fapte inexistente, dar prezente în conversațiile complicilor.

Într-o altă manipulare experimentală, subiecții investigați vizionează un scurt film despre un accident rutier. După diverse intervale de timp (ore, zile), o parte din subiecți sunt solicitați să răspundă la următoarele întrebări :

- (1) Vă reamintiți cum anume prima mașină a *atins-o* pe cea de-a două ?

Cealaltă parte a subiecților erau întrebați astfel :

- (2) Vă reamintiți cum anume prima mașină a *izbit-o* pe cea de-a două ?

În ambele cazuri se cerea și o relatare amănunțită a faptelor, după care subiecții erau solicitați să estimeze *viteza* cu care s-a realizat impactul. Vădit influențați de modul în care li s-a pus întrebarea anterioară, subiecții din primul grup au oferit o estimare medie de aproximativ 35 mile/oră, pe când grupul al doilea, de 60 mile/oră. Mai mult, la o întrebare adițională: „Ați observat geamurile sparte ale mașinii lovite?” (care, de fapt, nu erau sparte), doar 19% din subiecții cărora anterior li s-a pus întrebarea (1) au răspuns „DA”, în schimb, toți cei cărora li s-a pus întrebarea (2) au dat răspunsul afirmativ.

N-am avut intenția prezentării unor date definitive, conclusive privitoare la memoria martorilor. Cred însă că inițierea unor cercetări ample asupra acestor cazuri particulare ale memoriei episodice, pe lângă faptul că este de un real folos, poate duce la obținerea unor rezultate relevante și pentru cercetarea fundamentală. În orice caz, validitatea lor ecologică ar fi garantată.

6.5. Memoria de lungă durată (MLD)

Memoria de lungă durată (MLD) cuprinde toate cunoștințele pe care le posedă sistemul cognitiv, dar la care accesul este selectiv. Am menționat anterior că termenul de MLD nu desemnează un „loc” anume unde se stochează informația (ca mărfurile într-un depozit), ci o anumită stare de activare a cunoștințelor de care dispunem. Aceste cunoștințe nu sunt stocate undeva anume, ci sunt mai mult sau mai puțin activate. În comparație cu cunoștințele din memoria de lucru, cele din MLD sunt mai puțin activate. E cazul să trecem în revistă câteva dintre dovezile experimentale care susțin o astfel de aserțiune.

Dacă unitățile cognitive din MLD au aceeași natură ca și cele din ML, dar sunt într-un proces de subactivare, atunci pentru reactualizarea lor e necesar un timp mai îndelungat. E de presupus că TR crește cu cât' mai îndepărtat este momentul reactualizării de momentul prezenței lor în memoria de lucru. Căutând să verifice acest lucru, J.R. Anderson (1973, 1985) a solicitat unui grup de subiecți să învețe perechi arbitrar de cuvinte și cifre (ex.: „automobil – 12”; „portocală – 7”; „săpun – 9” etc.). În faza de testare a subiecților, le era prezentat un termen al perechii (ex.: „automobil”), iar ei trebuiau să-și reamintească cifra corespunzătoare (ex.: „12”). Testarea se făcea la un interval de 2 secunde și, respectiv, 48 de secunde de la faza de învățare. După 2 secunde, procentul mediu al reproducerilor corecte este de 98%, cu un TR mediu de 1,31 secunde. După 48 de secunde, rata reproducerilor corecte abia atinge 36%, iar TR mediu este de 1,96 secunde. Diferențele statistice semnificative dintre rata reproducerilor și TR în cele două situații, sunt interpretate ca o dovadă a dezactivării treptate a cunoștințelor aflate în ML (după 2 secunde) și subactive (în MLD – după 48 de secunde).

Sarcina pe care a utilizat-o J.R. Anderson are o vizibilă notă de artificialitate. În mediul în care trăim, foarte rar ni se întâmplă să fim solicitați la o astfel de sarcină

de memorie. Deși stimulii cu care ne confruntăm sunt numeroși, numărul lor este constant. Mediul nostru de viață nu se schimbă substanțial în fiecare zi. Pe parcursul unei vieți, ne confruntăm cu aproximativ aceleași categorii de stimuli. Datorită acestui contact îndelungat, e de presupus ca restul lor de activare să fie mai mare decât în cazul unor perechi arbitrate, neuzuale, deci TR reclamat de reactualizarea lor va fi mai scurt decât cel stabilit de Anderson.

Un exemplu în acest sens ne este oferit de experimentul realizat de Loftus (1974). În prima parte a investigației sale, Loftus solicită subiecților să dea cât mai multe exemple de elemente dintr-o categorie binecunoscută lor, care să înceapă cu o anumită literă. De pildă, să dea exemple de fructe care încep cu litera „C” (cireașă, caisă, corcodușe, castană etc.). TR mediu pentru oferirea unui astfel de exemplu era de aproximativ 1,53 secunde. După o fază intermediară în care subiecții efectuau alte sarcini, experimentatorul îi solicită să dea noi exemple din aceeași categorie menționată anterior, dar să înceapă cu o altă literă. De pildă, fructe care încep cu „M” (măr, migdală etc.). Se scontează pe faptul că, fiind vorba de o categorie supraînvățată, datorită experienței cotidiene pe care o avem cu ea, toate exemplarele ei au un rest de activare mai ridicat (care a fost sporit de realizarea primei sarcini) și, ca atare, TR va fi mai scurt. Într-adevăr, TR mediu este de 1,21 secunde. Ca atare, categoriile cotidiene sunt supraînvățate; întrând în MLD, activarea lor scade, dar ele își mențin, totuși, un rest de activare mai ridicat decât stimulii artificiali, creați pentru experimente de laborator. Există o mulțime de metode și factori care concură la o mai bună retenție a informației în MLD. Se știe, de pildă, că materialul concret se reține mai bine decât cel abstract, cel cu sens – mai bine decât cel lipsit de semnificație, cel repetat – mai bine decât cel nerepetat etc. Ele confirmă, practic, concluziile pe care le-am putea trage pe baza observațiilor cotidiene. Nu are rost să insistăm asupra lor din moment ce prezența lor sistematică poate fi găsită în mai toate manualele de psihologie. Mult mai interesante sunt acele rezultate obținute de psihologii cognitiviști, mai puțin intuitive pentru simțul comun. Două dintre aceste rezultate vor fi prezentate mai jos: (1) relația dintre adâncimea procesării și învățarea intențională; (2) efectul spațierii.

6.5.1. Adâncimea procesării și intenționalitatea învățării

Noțiunea de adâncime a procesării a fost lansată de Craik și Lockhart (1972). Ea exprimă ideea că procesarea unui stimul este cu atât mai adâncă, cu cât se trece de la caracteristicile sale fizice, spre cele conceptuale sau semantice. De exemplu, textul pe care îl citiți în acest moment poate fi procesat: (a) sub aspectul caracteristicilor sale fizice (mărimea și culoarea literelor, dispunerea lor pe pagină etc.); (b) sub aspectul caracteristicilor lingvistice (componerea cuvintelor pentru a forma propoziții, modul de compunere a propozițiilor pentru a forma fraze etc.) sau (c) la nivel semantic (semnificația pe care o conține). Cu cât este mai adâncă procesarea unui stimul, cu atât mai bine este reținut în MLD. Acest lucru se poate dovedi

prin construcția unor sarcini focalizate pe diverse caracteristici ale stimулului. De exemplu, oferind un stimул verbal, să zicem cuvântul „cofetărie”, putem manipula adâncimea procesării manipulând tipul de sarcină la care solicităm subiecții experimentali: a) o parte a lor vor fi solicitați să răspundă dacă în cuvântul respectiv e prezentă litera *f*; b) o altă parte vor trebui să răspundă dacă „cofetărie” rimează cu cuvântul „papetărie”; c) o a treia grupă va fi solicitată să răspundă dacă o cofetărie este un magazin. După cum se poate observa, în primul caz, pentru a răspunde, subiecții trebuie să proceseze doar caracterele fizice ale stimулului (ei pot să realizeze sarcina chiar dacă nu cunosc caracterele latine). În a doua situație, realizarea sarcinii reclamă luarea în considerare a caracteristicilor fonologice ale stimулului, deci un nivel de procesare mai avansat, mai adânc. În fine, în a treia situație, fiind solicitați să stabilească apartenența unui exemplar la o clasă de obiecte, subiecții vor efectua o procesare semantică sau conceptuală a stimулului. După prezentarea unei serii de astfel de stimuli, este testată memoria de lungă durată printr-un test de reproducere. În mod invariabil, se constată că o dată cu adâncimea procesării sporește acuratețea memoriei (ex.: Nelson și McEnvoy, 1979, Baddeley, 1982). Cu cât mai intens prelucrăm un stimул, cu atât mai bine e păstrat în MLD. Inițial, Craik și Lockhart (1972) au propus existența a trei niveluri de procesare – perceptiv, verbal și semantic. Este însă evident că numărul de niveluri de procesare este mult mai mare. Identificarea lor exactă este îngreunată datorită ambiguității noțiunilor de „nivel” sau „adâncime a procesării”.

Rezultatele prezentate mai sus ar putea fi considerate ca fiind suficient de intuitive sau predictibile pe baza unor observații cotidiene sistematice. Dar povestea nu se oprește aici. Utilizând noțiunea de adâncime a procesării, o serie de investigații au ajuns la concluzia că *adâncimea procesării este – în majoritatea cazurilor – mai importantă decât volumul procesărilor*. De exemplu, expunerea repetată a unui stimул produce efecte mai puțin notabile asupra performanțelor mnezice decât expunerea lui o singură dată, dar în condițiile procesării lui semantice. De exemplu, prezentarea de 6-7 ori a cuvântului „cofetărie”, inserat într-o serie de stimuli similari, duce la o rată de reproducere mai scăzută decât dacă, în faza de învățare, subiecții sunt solicitați să proceseze stimulii la nivel semantic.

Așa se explică, de pildă, de ce în sesiunea de examene subiecții care au citit de mai puține ori, dar mai atent materia obțin de regulă rezultate mai bune decât cei care au repetat-o de mai multe ori, dar au procesat doar la nivel de suprafață. Acest lucru e vizibil mai ales în condițiile unei dificultăți sporite a subiecților de examen.

O altă consecință interesantă a operaționalizării experimentale a noțiunii de nivel de procesare vizează relația dintre adâncimea procesării și intenționalitatea învățării sau memorării. După cum se știe, noi putem memora o serie de informații fie în mod intenționat, propunându-ne acest lucru, fie în mod întâmplător, neintenționat. În primul caz avem de-a face cu o învățare intenționată, în cel de-al doilea – cu o învățare accidentală sau întâmplătoare. O mare parte din cunoștințele de care dispunem în MLD sunt rezultatul unor învățări întâmplătoare. Sloganul obișnuit este că învățarea intenționată este mai eficientă decât învățarea neintenționată.

Manipularea experimentală atât a intenționalității/neintenționalității învățării, cât și a adâncimii de procesare a arătat că o prelucrare mai adâncă a stimулului dă rezultate mai bune decât învățarea lui intenționată. *Învățarea intenționată este superioară învățării neintenționate doar în măsura în care antrenează o procesare mai adâncă a stimулului*. O învățare neintenționată dar dublată de prelucrarea intensă a stimулului este mai eficientă decât o învățare intenționată asociată cu o procesare superficială.

Un experiment ilustrativ în acest sens a fost realizat de Hyde și Jenkins (1973). Ei au oferit subiecților 24 de cuvinte cu o rată de prezentare de 3 secunde/cuvânt. Prima variabilă manipulată a vizat gradul de elaborare sau de adâncime a procesării. Un grup de subiecți era solicitat să menționeze, de fiecare dată, dacă cuvântul respectiv conține litera *e* sau *g*. Al doilea grup trebuia să evalueze pe o scală fiecare cuvânt în funcție de dispoziția plăcută pe care i-o provoacă. S-a presupus că evaluarea caracterului plăcut/neplăcut al unui cuvânt reclamă un nivel mai adânc de procesare decât sarcina de identificare a prezenței unei anumite litere.

A doua variabilă manipulată experimental a fost caracterul învățării: intenționat – accidental (neintenționat). Fiecare dintre cele două grupuri a fost divizat în două subgrupuri: unui subgrup i s-a spus scopul real al experimentului, acela de a măsura performanțele mnezice, iar celălalt subgrup a fost lăsat să credă că sarcina lor este doar de a face decizii lexicale sau evoluări ale dispoziției plăcute pe care o asociază cu un anumit cuvânt. Așadar, în primul caz avem de-a face cu o învățare intenționată, în cel de-al doilea caz – cu o învățare nonintenționată. Rezultă un plan factorial 2×2 , deci cu patru condiții: procesare de adâncime și învățare intenționată, procesare de adâncime și învățare nonintenționată, procesare de suprafață și învățare intenționată, procesare de suprafață și învățare neintenționată. În final, li s-a cerut subiecților să reproducă cât mai multe dintre cuvintele prezentate. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 6.2.

**Tabelul 6.2. Procentajul de cuvinte reamintite
în experimentul lui Hyde și Jenkins (1973)**

ÎNVĂȚAREA	SARCINA	
	Procesare de adâncime	Procesare de suprafață
Intenționată	68	39
Neintenționată	69	43

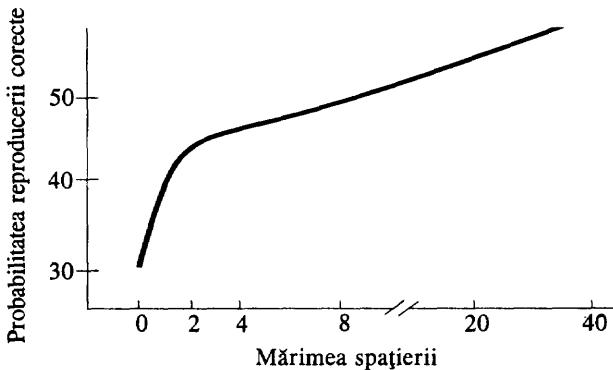
Inspectând tabelul, cel puțin două concluzii se pot extrage. Mai întâi, cunoașterea scopului experimentului nu duce la o îmbunătățire semnificativă a performanțelor. În al doilea rând, și mult mai important, procesarea de adâncime și neintenționată produce performanțe mnezice semnificativ mai bune decât învățarea intenționată, dar de suprafață (69% versus 39% !!). Vom conchide, așadar, că *adâncimea procesării este mai importantă decât intenționalitatea învățării. O motivatie mai ridicată sau o învățare intenționată nu îmbunătățește, prin ea însăși, performanțele de reproducere, ci doar în măsura în care ea este asociată cu o prelucrare mai laborioasă a materialului de învățat*.

Cu cât mai laborios este prelucrat un material, cu atât mai bine este el reamintit. Nu e neapărat necesar ca această prelucrare să vizeze sensul sau semnificația materialului de învățat. De exemplu, împerecherea pe bază de rime a cuvintelor care trebuie memorate sau asocierea lor cu un ritm specific produce o performanță mnezică mai bună decât memorarea fiecărui cuvânt în ordinea în care a fost prezentat (Nelson, 1979). Acest fapt se datorează unei prelucrări mai laborioase, dar aceasta nu e de ordin semantic.

6.5.2. Efectul spațierii (interpunerii)

Efectul spațierii itemilor care urmează a fi memorați susține experimental modelarea memoriei ca o mulțime de unități cognitive aflate în diverse stadii de activare. El exprimă ideea că interpunerea unor itemi din alte categorii într-o serie de itemi ce urmează a fi memorată sporește performanțele mnezice. Fiecare item ce urmează a fi reprodus poate fi prezentat consecutiv, de mai multe ori, sau poate fi „spațiat”, între două prezentări ale aceluiași item fiind inserați itemi dintr-o altă categorie. Această spațiere poate să cuprindă 1, 2 sau mai mulți itemi. Se constată că rata reproducerilor crește, cu cât intervalul dintre două spații ale aceluiași item crește. Utilizând stimuli verbați, Madigan (1969) a efectuat o astfel de cercetare, ale cărei rezultate sunt prezentate grafic în figura 6.10.

Fig. 6.10. Efectul spațierii itemilor; cifrele de pe abscisă arată câți itemi se interpun între două apariții ale aceluiași stimul.



Așa cum se poate observa, probabilitatea reproducării corecte a itemului de memorat crește o dată cu mărirea intervalului dintre două apariții ale sale. În termeni mai simpli, aceasta înseamnă că *repetițiile la intervale mai mari de timp dau rezultate mai bune decât repetițiile imediate, consecutive* (se presupune aceeași adâncime a procesării). Efectul constatat este în concordanță cu ideea fiecărei cunoștințe din memorie având un anumit nivel de activare și cu inhibiția laterală

dintre unitățile activate. Atunci când un item este prezentat succesiv, nespațiat, prin inhibiție laterală, valoarea sa de activare scade, deci reactualizarea sa din memorie este mai dificilă. Când itemul este prezentat de același număr de ori, dar spațiat, intercalându-se itemi din altă categorie, inhibiția laterală este mai redusă, valoarea de activare rămâne mai ridicată, deci reactualizarea e mai performantă. Despre modul de organizare a cunoștințelor în memoria de lungă durată vom vorbi într-un întreg capitol (7).

6.6. Uitarea

E.F. Loftus și G.R. Loftus (1980) au avut ideea unei anchete printre psihologii americanii, întrebându-i dacă ei consideră că informația din MLD rămâne permanent în sistemul cognitiv. Aproape 84% dintre ei au dat un răspuns afirmativ. Printre argumentele invocate în susținerea opiniei lor, psihologii menționau, mai ales, fenomenele de hipermnezie constataate în transa hipnotică și experiențele lui Penfield de stimulare electrică a neuronilor corticali. La o analiză mai atentă, ambele argumente au o validitate discutabilă. Este adevărat că sub inducție hipnotică subiecții sunt capabili să-și reamintească amănunte incredibile, considerate de mult uitate, dar e la fel de adevărat că în aceste relatări, faptele reale și cele fictive sunt prezente în egală măsură (vezi pentru detalii, Naish, 1986).

Intr-un raport de cercetare faimos, Penfield și Perot (1963) își publicau rezultatele lor asupra stimulării electrice a unor zone cerebrale. Utilizând metoda electrozilor implantăți, cei doi cercetători au constatat că stimularea repetată a unor neuroni duce la reamintirea unor experiențe vizuale și olfactive, pe care pacienții în cauză le avuseseră în copilărie și pe care le considerau iremediabil uitate. Aceste date au alimentat ideea că toate experiențele pe care le trăiește subiectul uman rămân stocate definitiv în memorie. Practic, nu uităm nimic din ceea ce am trăit sau am învățat vreodată. Din păcate, nu există nici o posibilitate de a verifica dacă relatările pacienților lui Penfield sunt reale sau sunt fanteziste. Amintirile pe care le aveau în urma stimulării electrice puteau fi false memorii, reprezentând experiențe pe care doar li se părea că le-au avut. E posibil ca stimularea electrică a unui grup de neuroni să-i facă pe subiecți să-și „rememoreze” o mulțime de evenimente care, de fapt, n-au avut loc decât în închипuirea lor.

În această parte a lucrării noastre vom aborda problema uitării: oare uităm informațiile memorate sau ele rămân permanent în memorie? Înainte de a proceda la analiza datelor experimentale care favorizează un răspuns sau altul la această întrebare, vor fi specificate câteva caracteristici esențiale ale procesului de reactualizare sau reamintire.

6.6.1. Reactualizarea cunoștințelor

Eficiența memorării este judecată în funcție de eficacitatea reactualizării. O carență a reactualizării este în mod automat judecată ca o deficiență a memoriei. Dacă nu ne mai reamintim la școală poezia învățată cu o zi în urmă înseamnă că „n-avem memorie bună”. Dacă nu reactualizăm decât o mică parte dintre itemii de la testul de memorie Rey înseamnă că memoria noastră este deficitară. În fine, dacă am uitat că aveam o întâlnire, memoria e de vină.

Cele mai cunoscute forme de reactualizare, adesea menționate ca fiind singurele, sunt *reproducerea și recunoașterea*. Practic, toate rezultatele experimentale pe care le-am prezentat până acum se bazează pe probe de recunoaștere sau reproducere. Similar, majoritatea testelor de memorie sunt construite pe aceste două tipuri de sarcini.

Eșecul *reactualizării* informației memorate nu dovedește însă nimic despre deficiența *stocării* cunoștințelor memoriei. Mai întâi, pentru că reproducerea și recunoașterea nu sunt singurele modalități de reactualizare a informației și, probabil, nici măcar cele mai importante (6.7). În al doilea rând, pentru că procesul de reactualizare este dependent de o serie de factori care fac ca performanțele de reactualizare să fie extrem de fluctuante, deci nepotrivite pentru a trage concluzii ferme asupra capacitatii memoriei în general. Eficiența reactualizării crește dacă: a) contextul reactualizării are cât mai multe proprietăți similare celor prezente în contextul memorării; b) contextul reactualizării are cât mai puține asemănări cu alți stimuli decât cei care trebuie reaminti. Vom ilustra importanța similarității contextelor de reactualizare/memorare, prin două cazuri tipice.

6.6.1.1. Reactualizarea și similaritatea contextului fizic

Smith și colab. (1988) au cerut subiecților din grupul experimental să memoreze în ordine o listă de cuvinte într-unul dintre laboratoarele universității. După patru zile, a urmat testul de reproducere în două medii diferite: o parte a subiecților au reprodus lista în același laborator, iar cealaltă parte au susținut testul de reproducere într-un laborator cu totul diferit. S-a înregistrat o rată a reproducerilor corecte de 59% pentru primul lot de subiecți și de 46% pentru cel de-al doilea. Așadar, performanțele la testul de reproducere au favorizat pe cei la care contextul reproducerii era similar cu contextul învățării. Rezultate similare s-au obținut prin manipularea altor tipuri de medii fizice. De pildă, Godden și Baddeley (1975) solicită o echipă de scafandri să memoreze o listă de cuvinte în două medii: la 120 m sub apă și pe uscat. Ulterior, ambele liste trebuiau reproduse în ambele medii. Rezultatele obținute au confirmat importanța similarității mediului fizic: rata reproducerilor corecte pentru itemii învățați pe uscat a fost mai mare dacă reproducerea se realiza tot pe uscat; similar, în cazul itemilor memorați subacvatic. Menționăm că, în general, diferențele de reactualizare în funcție de similaritatea contextului fizic nu sunt mari, dar ele sunt semnificative statistic și apar în mod constant în toate experimentele care au avut

intenția să reproducă acest efect. Or, conform rigorilor metodologiei contemporane, o valoare cu semnificație statistică redusă, dar care apare în mod constant în diverse reproduceri ale aceluiași experiment constituie o regularitate științifică indubitatibilă (Radu și colab., 1993, Al. Roșca – comunicare personală).

6.6.1.2. Reactualizarea și similaritatea „contextului neuropsihic”

Performanțele de reactualizare (reproducere și/sau recunoaștere) sunt semnificativ mai ridicate dacă starea neuropsihică din momentul învățării este congruentă cu cea din momentul reactualizării sau eforării. De pildă, itemii învățați în condițiile în care subiecții fumau marijuana au fost reamintiți mai bine dacă, în momentul reproducerei, subiecții se aflau iarăși sub influența drogului, decât dacă erau într-o stare de conștiință normală (Anderson, 1985). Materialul învățat într-o anumită dispoziție afectivă poate fi reamintit mai acurat atunci când subiecții se află într-o dispoziție afectivă similară (Bower, 1981). De pildă, pacienții maniaco-depresivi își reamintesc mai bine conținuturile învățate în fază maniacală, când reproducerea se realizează tot pe un fond maniacal; materialul învățat în fază depresivă e reprodus mult mai corect la revenirea stării depresive. În mod analog, itemii învățați pe fondul consumului de alcool sunt reamintiți mai corect într-o stare bahică ulterioară, decât în stare de trezie (Eich, 1985)³.

Dependența performanțelor mnezice a fost confirmată și în cazul studierii subiecților infraumanii. Kalat (1988) a învățat un lot de șoareci aflați sub narcoză să parcurgă un labirint. După eliminarea efectului narcoticului au fost înregistrate performanțele lor în parcursarea labirintului respectiv. Ulterior, fără nici un antrenament prealabil, li s-a injectat iarăși doza inițială de narcotic și au reluat sarcina de parcursere a labirintului. Performanțele lor s-au dovedit net superioare în acest din urmă caz.

*

Am trecut în revistă toate aceste rezultate experimentale pentru că ele trebuie să ne dea serios de gândit atunci când facem conjecturi de la performanța reactualizării la calitatea memoriei. În condițiile în care contextul fizic și neuropsihic al reactualizării este congruent cu cel al învățării, performanțele sunt ridicate. Din această cauză, de pildă, performanțele de recunoaștere sunt în mod constant mai bune decât la testul de reproducere. Cred că tot pe această bază pot fi explicate o mare parte din fenomenele de hipermnezie care apar sub transă hipnotică. Inducția hipnotică nu duce prin ea însăși la hipermnezie, ci indirect, prin favorizarea unei stări psihico-neurologice similară cu cea în care a avut loc învățarea.

3. Probabil, unii își mai amintesc filmul lui Charlie Chaplin, *Luminile orașului*. În film, Chaplin salvează de la înec un bancher beat, care voia să se sinucidă. Întreg comicul tezidă din faptul că acesta își amintește de binefăcătorul său în stare de betie, dar îl respinge total când e treaz.

Cu cât scade similaritatea dintre contextul învățării și cel al reactualizării, cu atât mai scăzute sunt performanțele mnezice. Aceasta nu înseamnă însă că memoria este deficitară; contextul reactualizării nu a fost cel mai potrivit sau sarcina de reactualizare nu a fost cea mai adekvată (6.7). A doua condiție a eficacității reactualizării viza disimilaritatea dintre contextul reactualizării și alți itemi decât cei care trebuie actualizați. Ea se poate ilustra îndeosebi pentru cazul recunoașterii. Într-o sarcină de recunoaștere, itemii nefamiliari sunt mai ușor de recunoscut decât itemii familiari, dată fiind asemănarea acestora din urmă cu alți itemi din mediu, care nu au un rest de activare mai ridicat și pot perturba astfel recunoașterea (Barsalou, 1992).

6.6.2. Oare uităm ?⁴

Am arătat anterior cât de variabile sunt performanțele de reactualizare și că un eșec al reactualizării nu înseamnă o deficiență a memoriei. Pur și simplu nu am folosit o modalitate adekvată de reactualizare. Oare nu cumva am putea explica uitarea în mod exhaustiv, ca o deficiență exclusivă a reactualizării, nu ca un declin general al memoriei ?

Există, totuși, informații pe care nu ni le aducem aminte, oricără eforturi am face, oricără metode am încerca într-un timp fizic acceptabil. De exemplu, ce am făcut în urmă cu trei ani, cinci zile și două ore ? Nu cumva informațiile noastre despre acel moment s-au pierdut definitiv, au dispărut din sistemul nostru cognitiv ? O serie de investigații efectuate de T.O. Nelson (1971, 1977, 1978) ne îndeamnă să fim prudenti înainte de a răspunde afirmativ la astfel de întrebări. Într-unul din experimentele sale, Nelson și colab. (1978) solicită unui lot de subiecți să învețe perechi de cuvinte și cifre, asemănător probei administrate de Anderson (1983). După un interval variabil, de la 48 de ore la două săptămâni, subiecții sunt solicitați să reproducă perechile învățate. Ei reproduc, în medie, doar 75% dintre ele. Înseamnă oare că cele 25% sunt uitate ? Pentru a oferi un răspuns la această întrebare, Nelson operează asupra perechilor uitate în felul următor : o parte rămân neschimbate, iar o altă parte suferă unele modificări, în sensul că cifra asociată cuvântului se schimbă. De exemplu, anterior era perechea „cafea – 11”, acum ea devine „cafea – 32”. După o nouă fază de învățare, atât a perechilor modificate, cât și a celor nemodificate, se probează la a doua testare a performanțelor de reproducere. Dacă perechile nereproducute anterior ar fi fost complet eludate din memorie, atunci performanțele din a doua fază la perechile modificate și cele nemodificate ar fi fost identice. Rezultatele sunt însă cu totul altele : perechile nemodificate sunt reamintite în proporție de 75%, cele modificate – în proporție de 43%. Pe baza acestor rezultate, conchidem că informațiile care anterior n-au fost reamintite nu s-au pierdut, practic, din memorie, ci au fost subactivate. A doua fază de învățare

4. Ne punem această problemă pentru subiectul normal, excluzând cazurile patologice de sindrom Korsacoff sau Alzheimer.

le-a ridicat acest rest de activare, astfel încât le-a făcut accesibile conștiinței și, deci, reproductibile. Experimentele de recunoaștere au dat rezultate similare. Itemii care n-au fost recunoscuți în prima etapă au fost amestecați cu noi itemi, după care a urmat o nouă fază de recunoaștere. Rata de recunoaștere a stimulilor mai vechi a fost net superioară comparativ cu rata recunoașterii noilor stimuli.

Despre prodigiozitatea memoriei umane se găsesc referințe în multe alte cercetări experimentale. De pildă, Shepard (1967) efectuează o investigație în cadrul căreia subiecții vizionează timp de câteva secunde sute de fotografii. Testați scurt timp după aceea, ei au recunoscut aproape toate imaginile prezentate. Mai mult, chiar după câteva săptămâni subiecții din lotul experimental recunoșteau o mare parte dintre fotografii. O serie întreagă de date de natură anecdotică susțin ideea permanenței memoriei de lungă durată. După cincizeci de ani de la terminarea școlii, multe persoane își aduc aminte cuvintelor dintr-o limbă străină pe care o învățaseră în școală, dar pe care n-au mai practicat-o ulterior (Barsalou, 1992).

Dacă cunoștințele învățate rămân permanent în memorie, de ce, totuși, nu ni le reamintim? Lăsând la o parte caracteristicile procesului de reactualizare discutate anterior, ce se întâmplă cu cunoștințele noastre între momentul învățării și cel al actualizării? Care sunt fenomenele care au loc în acest interval de timp și îngreunează reamintirea? Am putea răspunde printr-o simplă propoziție: se subactivează. Dar un astfel de răspuns nu rezolvă problema de fond. De ce anume se subactivează? Cum acționează subactivarea?

Pentru a oferi un răspuns exhaustiv măcar la una dintre aceste întrebări, ar trebui să scriem încă o carte, mai voluminoasă ca aceasta. Conștienții de propriile limite, ne propunem doar să trecem în revistă câteva dintre mecanismele implicate în deteriorarea nivelului de activare a cunoștințelor. Reamintim că nivelul de procesare a informației, gradul de elaborare a informației stocate au implicații majore, pe care nu le mai reluăm aici (6.5.1).

6.6.2.1. Interferența

Interferența este un fenomen cunoscut de multă vreme, dar mecanismul ei continuă să fie incomplet explicat. În esență, ea vizează influența pe care cunoștințele învățate o au unele asupra altora. În cazul în care cunoștințele anterior învățate reduc rata de reactualizare a cunoștințelor dobândite ulterior, avem de-a face cu *interferență proactivă*. Aceeași influență exercitată însă de ultimele cunoștințe asupra celor anterioare poartă numele de *interferență retroactivă*. Subliniem că aceste noțiuni doar descriu, dar nu explică mecanismul responsabil de producerea fenomenului. Unul dintre candidații la o explicație posibilă este mecanismul inhibiției laterale. El are nu numai plauzibilitatea neuronală, dar este în acord cu o serie de date experimentale asupra interferenței. De pildă, se constată că interferența dintre două categorii diferite de cunoștințe (de pildă, numere și cuvinte) este mai mică decât în cazul în care cunoștințele memorate succesiv fac parte din aceeași categorie. Or, inhibiția laterală este mai redusă în primul caz decât în al doilea. Ca să luăm în discuție doar încă un exemplu, să ne reamintim de efectul spațierii (6.5.2).

Spațierea (interpolarea unor itemi diferenți între două prezentări ale aceluiași item) îmbunătățește performanțele mnezice. Deci, și în acest caz, putem spune că inhibiția laterală este mai redusă. Oricum, pare cel puțin posibil să vedem în interferență o emergență comportamentală a mecanismului de inhibiție laterală a unităților cognitive. Mai credem că inhibiția laterală nu acționează numai între cunoștințele din MLD, ci și în cadrul memoriei de lucru. Ca atare, interferența este un fenomen comun celor două tipuri ale memoriei, nu aşa cum se susține adesea, un fenomen specific al MLD.

6.6.2.2. Efectul FAN

Efectul FAN (= *facts added to nodes*) a fost pus în evidență de J.R. Anderson (1973, 1976). Înțelegerea lui completă presupune o serie de informații despre reprezentarea cunoștințelor (7.2). Deocamdată, e suficient să știm că, la nivel comportamental, el se manifestă prin încetinirea ritmului reactualizării în funcție de sporirea informațiilor pe care le avem despre un anumit obiect. De exemplu, în faza de învățare, subiectul poate să memoreze o mulțime de informații despre un individ „Ion” (ex.: „Ion locuiește la Cluj”, „Ion are automobil”, „Lui Ion îi place pălinca”, „Ion e cunamat cu Maria”, „Ana e soția lui Ion” etc.). Cu cât avem mai multe cunoștințe despre Ion, cu atât ne este mai greu să ne reamintim cu exactitate o anumită informație despre acesta. (După câteva minute încercați să răspundetă dacă Maria sau Ana este soția lui Ion.)

Efectul FAN se realizează subconștient; el nu este în intenția subiectului. Anderson și Bower (1973) explică acest fenomen recurgând la mecanismele de propagare a activării. Când solicităm o informație despre un obiect, reprezentarea cognitivă a obiectului respectiv este activată din MLD. Dacă cunoaștem un singur fapt despre obiectul respectiv, propagarea activării este rapidă și răspunsul este aproape instantaneu. Dacă știm două lucruri despre același obiect, aceeași activare trebuie să se propage în două direcții, deci plusul de activare primit de aceste unități va fi mai mic, iar propagarea mai lentă s.a.m.d. Cu cât crește numărul de cunoștințe sau fapte pe care le cunoaștem despre un individ, cu atât mai lentă este reactualizarea unei informații specifice. Silit să răspundă în limită de timp, subiectul va conchide că a uitat (a pierdut din memorie) informația respectivă.

6.6.2.3. Mecanismele de apărare ale eului

Noțiunea de mecanism de apărare a fost lansată în psihologie de Freud și consacrată de fiica sa, A. Freud, într-o carte celebră, *Mecanismele de apărare ale eului* (1937). Într-o definiție simplificată, mecanismele de apărare sunt procedurile utilizate de ego, confruntat cu pulsunile libidinale ale id-ului, de reprimare a informațiilor care l-ar putea pune în pericol. Unul dintre aceste mecanisme este represia. El constă în blocarea accesului în conștiință a informațiilor despre fantasmele sau dorințele sexuale ale subiectului. *Amnezia infantilă* (= absența amintirilor din primii ani de viață) este explicată de psihanalista tocmai prin conținutul libidinal, care a fost

exclus din câmpul conștiinței. Esența terapiei psihanalitice constă tocmai în a elibera conținutul reprimat („acolo unde a fost id trebuie pus ego”). Deși se conturează o explicație cognitivistă riguroasă a acestor mecanisme defensive, care ridiculizează toată terminologia psihanalitică excesiv de mitologizantă, analiza acestora este extrem de productivă. Ea ne atrage atenția asupra unor procesări inconștiente ale informației neglijate de cognitiviști, cu semnificații deosebite pentru arhitectura sistemului cognitiv în general, pentru organizarea cunoștințelor în memorie, în special.

*

Rezumând ceea ce am spus până acum despre uitare, să remarcăm că suntem încă la unui fapt de experiență și a două explicații posibile. E un fapt cert că nu ne putem reaminti în orice moment orice cunoștință învățată anterior. Prima explicație e că anumite cunoștințe (ex.: cele cu valoare adaptativă scăzută) se deteriorează și dispar din memorie. A doua explicație – în contul căreia am oferit o serie de date experimentale – consideră că nimic din ceea ce am învățat nu se șterge din memorie. Anumite evenimente nu pot fi reproduse sau recunoscute din cauza deficiențelor mecanismelor de reactualizare, nu din cauza unei deficiențe a memoriei în general. Deși am favorizat cea de-a doua explicație, la rigoare pe baza datelor experimentale disponibile nu putem tranșa definitiv în favoarea nici uneia dintre explicațiile concurente. Am putea spune că ambele sunt parțial adevărate. Aceasta ar fi însă un truc dialectic comod, cu consecințe negative pentru cercetare. Preferăm mai degrabă să căutăm răspunsul analizând un tip de memorie care se bucură de tot mai mare interes din partea cercetătorilor în ultimii ani: *memoria implicită*.

6.7. Memoria explicită vs memoria implicită

O tradiție de cercetare are incontestabile efecte pozitive: ea elimină idiosincrasii inutile în căutarea problemelor și a metodelor de cercetare, educă noi cercetători în spiritul unei paradigmă care a dus la succes, evaluatează riguros noile prestații științifice etc. În același timp însă, o tradiție sau paradigmă de cercetare poate avea o mulțime de aspecte indezirabile: ea procedează la neglijarea sistematică a unor fenomene semnificative pentru domeniul studiat, obținează înnoirea problematică și metodologică a comunității științifice, primește cu retinență descoperirea etc. (vezi pentru detalii Th. Kuhn, 1976).

Acstea considerații, valabile pentru orice tradiție de cercetare, sunt aplicabile și în cazul cercetărilor asupra memoriei. În mod tradițional, de la Ebbinghaus începând, majoritatea itemilor care intrau în probleme de memorie erau de natură verbală sau imagistică (silabe fără sens, litere, fraze, fotografii etc.). Numărul investigațiilor asupra memoriei mișcărilor motorii sau deprinderilor în general, asupra itemilor non-verbali și non-imaginativi era, până în ultimii câțiva ani, nesemnificativ și, oricum, în afara paradigmă dominantă de cercetare. Inclusiv testele de memorie (ex.: testul Rey) evaluatează doar memoria verbală sau imaginativă, dar pretendă să oferă concluzii asupra sistemului mnezik în general.

În afară de centrarea pe memoria imagistică sau verbală, o altă caracteristică a paradigmelor principale în cercetarea memoriei constă în utilizarea exclusivă a reproducerei și recunoașterii ca forme de reactualizare a cunoștințelor. Practic, toate experimentele citate până acum, care reprezintă „nucleul tare” de date experimentale asupra memoriei, au recurs la reproducere sau recunoaștere în măsura acurateței memoriei. Într-o prelungire firească, testele de măsurare a memoriei se bazează exclusiv pe probe de recunoaștere și reproducere. Este adevărat că ele pot pune în evidență memoria verbală și/sau imagistică (cele două caracteristici ale tradiției sunt solidare), dar nu acoperă întreaga complexitate a memoriei. Un jucător de tenis recurge cu siguranță la memorie, altfel n-ar atinge un nivel măcar satisfăcător de performanță. Dar el nu poate verbaliza, sau recunoaște, sau reproduce modul în care a executat o anumită lovitură. Ilie Năstase, de pildă, nu putea explica cum executa celebrul său forehand. Cunoștințele de acest fel sunt implicate, greu verbalizabile; ele transpar în acțiunile pe care le efectuează individul, nu în rapoartele sale verbale.

Cunoștințele reprezentate verbal sau imagistic, evidențiate prin probe de reproducere sau recunoaștere, formează *memoria explicită* a subiectului uman. Ea se numește explicită deoarece conținuturile ei sunt accesibile conștiinței și pot face obiectul unei reactualizări intenționate. În literatura de specialitate, acest tip de memorie mai poartă numele de *memorie declarativă (declarative memory)*, deoarece cuprinde cunoștințe despre situații sau stări de lucruri care se pot exprima într-o formă declarativă.

Memoria implicită (non-declarativă sau procedurală) desemnează cunoștințele non-declarative ale subiectului (ex.: reguli de execuție, deprinderi motorii sau cognitive, reflexe condiționate), care nu sunt accesibile conștiinței și nu pot face obiectul unei reactualizări intenționate. În consecință, testele de recunoaștere și/sau reproducere sunt insensibile la acest tip de memorie.

Unul dintre primele studii influente care au atras atenția asupra memoriei implicate a fost publicat de Weiskrantz (1984). La un lot redus de numai cinci subiecți amnezici (unul cu lobotomie temporală, ceilalți patru cu sindrom Korsakoff), s-a administrat o sarcină de memorare a unei liste de cuvinte. În afară de probele clasice de reproducere și recunoaștere, o a treia modalitate de detectare a memoriei lor a fost pusă la cale. Fără să li se spună că are vreo legătură cu sarcina anterioară, subiecții respectivi erau rugați să completeze cuvintele lacunare dintr-o listă. De fapt, în lista respectivă, alături de alte cuvinte fragmentare, se aflau și cuvintele (incomplete) care făcuseră parte din lista inițial memorată. Subliniem încă o dată că a doua sarcină a fost considerată de pacienți ca fiind total independentă de prima. Întrucât nu li se cerea explicit să-și reamintească unele cuvinte anterior învățate și uitate, acesta era un test implicit al memoriei subiecților.

Așa cum era de așteptat, la recunoaștere și reproducere performanțele subiecților normali sunt net superioare. În schimb, la testul de memorie implicită, performanțele celor două loturi de subiecți sunt sensibil egale. Aceste rezultate l-au făcut pe Weisenkrantz să conchidă că alături de memoria explicită – accesibilă prin teste de recunoaștere și reproducere –, există un alt sistem mnezic – memoria implicită –, accesibil prin metode de testare indirecte. Concomitent, o serie de investigații

clinico-experimentale au scos în evidență că în cazul amneziei (vezi pacientul H.M.) sau al sindromului Korsakoff, numai memoria declarativă este afectată, în vreme ce memoria implicită (procedurală) rămâne la parametri sensibili normali. De exemplu, pacientul H.M., deși cu amnezie retrogradă, reușește să învețe să deseneze un obiect după imaginea sa în oglindă și să rezolve problema „Turnul din Hanoi”. Or, pentru realizarea acestor sarcini, el avea nevoie de o memorie a procedurilor, a deprinderilor motorii reclamate de astfel de sarcini.

Existența și funcționalitatea cunoștințelor implicite poate fi pusă în evidență prin analiza deprinderilor, a fenomenelor de amorsaj și a condiționării clasice.

6.7.1. Memoria implicită a deprinderilor

Am menționat deja că pacienții cu amnezie retrogradă, deși nu pot învăța noi cunoștințe declarative, pot, totuși, dobândi noi deprinderi motorii sau cognitive. Una dintre deprinderile cele mai cunoscute este aceea de utilizare (cvasi-correctă) a limbii naturale. Se pare că la baza ei se află cunoștințele implicate de gramatică, dobândite de indivizi în mod inconștient, neintenționat.

Pentru a proba acest lucru, Reber (1973, 1989) a efectuat o serie de experimente ingenios concepute. El a prezentat, spre memorare, în fața a două loturi de subiecți – unii amnezici, ceilalți normali –, șiruri de litere generate pe baza unor reguli gramaticale. De exemplu, putem concepe șirul M A M B M C M D M E M F M. El e generat prin inserarea literei M în șirul literelor din alfabet într-o poziție corespunzătoare unui număr prim (1, 3, 5, 7, 11, 13...). Subiecții vizionau aceste șiruri fără să li se spună că ele erau generate pe baza unor reguli sintactice. Abia după terminarea expunerii li se aduce la cunoștință acest lucru. Ulterior, le sunt prezentate perechi de șiruri – unul „gramatical” (= generat după aceleași reguli sintactice anterioare) și unul „negranical” (= constituie aleatoriu). Sarcina subiecților este de a recunoaște care dintre aceste șiruri este cel „gramatical”. Se constată că: (a) rata recunoașterilor corecte este de 65-67%, deci ea nu se datorează întâmplării; (b) performanțele amnezicilor nu diferă de cele ale subiecților normali. De aici conchidem că *regulile unei gramatici artificiale sunt stocate în memoria implicită*. Prin extensie, putem spune că cunoștințele noastre despre gramatica limbajului natural sunt implicate și ele stau la baza deprinderilor noastre de utilizare (cvasi-)corectă a limbii. E posibil ca informațiile noastre despre multe alte regularități din mediu, care nu fac obiectul unei învățări intenționate, să facă parte din memoria implicită. Principala locație cerebrală a cunoștințelor implicate efective în realizarea deprinderilor pare a fi circumscrisă de ariile cortico-striate (Squire și colab., 1993, Nadel, 1992).

6.7.2. Fenomenul de amorsaj

Termenul de amorsaj (*priming*) se folosește pentru a descrie fenomenul de facilitare a detecției unui stimул perceptiv pe baza experienței noastre anterioare. De exemplu, apariția unui stimул concordant cu expectanțele noastre este percepță mai rapid,

deoarece aşteptările pe care le-am avut au amorsat reprezentarea lui în memorie, facilitând recunoașterea.

Amorsajul pune însă în evidență și o serie de cunoștințe generate prin mecanisme subconștiente, implicate. Se cunoaște că expunerea frecventă la un stimул modifică judecata de valoare asupra lui. De exemplu, simpla prezentare repetată a unor nume proprii le face să fie considerate ca fiind mai faimoase, mai renumite decât numele proprii prezentate cu o frecvență mai mică. Probabilitatea de a considera faimoase numele proprii ale unor personalități bine cunoscute crește de la 53 la 65%, dacă au fost recent prezentate subiecților. Probabilitatea ca subiecții din lotul experimental să considere faimos un nume care, de fapt, nu desemnează o persoană celebră, dar care a fost prezentat anterior de mai multe ori crește de la 12 la 23%. Așadar, judecata de valoare este influențată de cunoștințele dobândite anterior în mod implicit, neintenționat.

Pacienții amnezici și subiecții normali se comportă similar în experimente de acest gen, ceea ce probează natura implicită a cunoștințelor. La ambele grupuri amorsajul se poate constata chiar și după mai multe săptămâni, ceea ce pune în evidență robustețea cunoștințelor din memoria implicită.

Amorsajul are o funcție adaptativă incontestabilă. Deși dinamic, mediul în care trăim este suficient de stabil pentru a fi predictibil. Putem presupune cu destulă încredere că într-un anume context ne vom întâlni, în momente diferite, cu aceeași categorie de stimuli. În acest caz, amorsarea determină sporirea vitezei de reacție și fluiditatea răspunsurilor la stimulii familiari.

6.7.3. Memoria implicită a reflexelor condiționate

Prin condiționare (clasică) se dobândesc o serie de cunoștințe stocate în memoria implicită, detectabile în comportamentul subiectului, dar care nu pot fi evidențiate prin reamintire intenționată. Literatura de specialitate e plină de referințe asupra fobiilor care rezultă dintr-o generalizare difuză a reacției fobice. „Micuțul Albert”, replică behavioristă la „micuțul Hans” al lui Freud, constituie un exemplu ilustrativ în acest sens. Pentru a arăta că reacția fobică este un comportament învățat, de fiecare dată când unui copil (micuțul Albert) i se prezenta un iepuraș, Wattson îl asocia cu producerea unui zgromot puternic și neplăcut. Deși anterior copilul nu manifestase nici o temere față de iepuraș, după câteva ședințe, apariția iepurașului era suficientă pentru a genera reacția fobică. Ulterior, această reacție se generalizează și asupra altor animale asemănătoare cu cel în cauză. Etiologia fobiei este de cele mai multe ori necunoscută pacientului, deoarece ea se bazează pe cunoștințele implicate dobândite în urma condiționării.

Pentru a arăta că pacienții cu amnezie retrogradă pot dobândi noi cunoștințe prin condiționare, s-a recurs la următorul experiment. De fiecare dată când le era prezentat un anumit stimul, un jet de aer propulsat în dreptul ochilor îi făcea să clipească. După mai multe ședințe de acest gen prin condiționare clasică, subiecții au ajuns să clipească la fiecare prezentare a stimulului respectiv. Fără o altă învățare,

același efect se constată și la 24 ore după faza inițială de condiționare: prezența stimулului duce la apariția clipitului (Squire și colab., 1993). Aceste rezultate evidențiază faptul că pacienții cu amnezie retrogradă pot dobândi noi cunoștințe, dar aceste cunoștințe sunt de altă natură decât cele afectate de amnezie. *Amnezia afectează memoria declarativă, explicită, dar se pare că lasă intactă memoria implicită (nondeclarativă)*. Descoperirea memoriei implicate modifică, aşadar, considerabil viziunea noastră asupra amneziei. Cunoștințele implicate dobândite prin condiționare clasică sunt localizate în principal la nivelul cerebelului. Lezarea unei suprafețe de 1 mm² din această zonă a determinat pierderea unor reflexe condiționate la animalele de laborator (Kalat, 1988).

În finalul acestui subcapitol, pentru mai buna înțelegere a diferențelor dintre memoria declarativă (explicită) și cea nondeclarativă (implicită), rezumăm caracteristicile celor două sisteme mnezice în tabelul 6.3.

Tabelul 6.3. Memoria explicită vs memoria implicită

MEMORIA EXPLICITĂ	MEMORIA IMPLICITĂ
<p>1. Conține cunoștințe despre fapte sau stări de lucruri (cunoștințe declarative).</p> <p>2. Cunoștințele sunt verbalizabile și fac obiectul unei reactualizări intenționate, conștiente.</p> <p>3. Este estimată prin teste de recunoaștere sau reproducere.</p> <p>4. Reprezentarea cunoștințelor: verbală, imagistică, semantică.</p> <p>5. Se deteriorează în cadrul amneziei.</p> <p>6. Are o locație cerebrală relativ unică: structurile limbic-biencefalice, în special hipocampusul.</p> <p>7. Are o flexibilitate ridicată (poate fi folosită în multe situații).</p> <p>8. Fiabilitate redusă (expugnabilă la interferențe etc.).</p> <p>9. Filogenetic (și ontogenetic?) mai recentă.</p>	<p>1'. Conține cunoștințe despre reguli sau proceduri (cunoștințe procedurale) și despre asocierile regulate ale unor stimuli (vezi condiționarea clasică).</p> <p>2'. Cunoștințe neverbalizabile sau greu verbalizabile; nu sunt accesibile printr-un efort intenționat, conștient.</p> <p>3'. Este estimată prin impactul asupra modului efectiv de realizare a unei sarcini, prin amorsaj sau condiționare.</p> <p>4'. Reprezentarea cunoștințelor: nonverbală, reguli de producere.</p> <p>5'. Rămâne neafectată de amnezie.</p> <p>6'. Are locații cerebrale diferite de ale memoriei explice și disparate: structurile cortico-striate pentru deprinderi și habitudini, cerebelul pentru condiționarea clasică.</p> <p>7'. Are o flexibilitate redusă (poate fi folosită numai în situații identice sau foarte asemănătoare cu cea de învățare).</p> <p>8'. Fiabilitate mare (inexpugnabilă la interferențe etc.).</p> <p>9'. Filogenetic (și ontogenetic?) mai timpurie.</p>

Luând în considerare aceste evidențe, vom conchide că există două sisteme mnezice diferite, susținute de structuri cerebrale diferite: memoria explicită și memoria implicită.

În afara de impactul teoretico-experimental, diferențierea memoriei implicate de cea explicită are importante consecințe practice. Fără să trecem în revistă spectrul de implicații și aplicații posibile, să ne gândim numai la construcția instrumentelor de evaluare a memoriei. Până în prezent, testele de memorie s-au bazat numai pe probe de recunoaștere și reamintire, pretinzând însă că rezultatele obținute ne oferă informații despre toată memoria. Or, este evident că aceste teste nu acoperă decât

(o parte din) memoria explicită. Pentru diagnosticul memoriei implicate e nevoie de teste noi, iar calea cea mai economică și mai validă constă în *standardizarea experimentelor* deja efectuate. De altfel, în diagnosticul neuropsihic, acestea au început chiar să fie folosite.

6.8. O sistematizare posibilă și implicațiile ei

Am analizat, până acum, atâtea tipuri și sisteme de memorie, încât s-ar putea să fi semănat confuzie în mintea cititorului. Asigurându-l că aceeași confuzie domnește și în literatura de specialitate, nu-l ajutăm prea mult. Expun mai jos o tentativă proprie de sistematizare a tipurilor și sistemelor mnezice. Câteva consecințe ale acestei sistematizări – originale, după cunoștințele noastre – vor fi discutate ulterior.

6.8.1. Tipuri și sisteme mnezice

Clasificarea pe care o propun nu este o simplă consemnare *post factum* a rezultatelor deja cunoscute. Ea intenționează să ofere, în același timp, și sugestii de cercetare, să semnaleze „petele albe”, neacoperite de investigațiile actuale, dar cu consecințe însemnante asupra progresului cunoașterii memoriei.

Au fost utilizate două axe de clasificare: una referitoare la nivelul de activare, celalătă la tipul de reprezentare folosit cu precădere de un anumit sistem mnezic. Rezultatul acestei clasificări este expus în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4. Tipuri și sisteme mnezice⁵

TIP DE REPREZENTARE/ VALOAREA DE ACTIVARE	MEMORIA DE LUCRU SAU DE SCURTĂ DURATĂ (ML, MSD)	MEMORIA DE LUNGĂ DURATĂ (MLD)
Memoria declarativă (explicită)	Episodică Semantică	Episodică Semantică
Memoria nondeclarativă (implicită)	Deprinderi și habitudini Amorsajul Condiționarea clasică	
Memoriile senzoriale	?	?

5. Am preferat termenul de sistem mnezic pentru cazul în care memoria respectivă are o locație neurofiziologică distinctă. Astfel, memoria explicită, implicită și memoriile senzoriale sunt sisteme mnezice. Am utilizat termenul de tip de memorie pentru cazul în care diferența este doar de nivel de activare, dar proiecția neurofiziologică este aceeași. În acest caz, memoria de lucru și memoria de lungă durată, având aceeași locație, dar deosebindu-se doar din punctul de vedere al valorii de activare, sunt tipuri de memorie.

După tipul de reprezentare a informației, deosebim 3 sisteme mnezice : a) memoria declarativă (explicită) ; b) memoria nondeclarativă (implicită) ; c) memoria senzorială. Memoria declarativă recurge la reprezentări verbale, imagistice sau semantice. Cele mai multe cunoștințe le avem despre acest sistem mnezic. Memoria nondeclarativă (implicită) a făcut obiectul unor cercetări sistematice abia în ultimii ani, ca atare, știm puține lucruri despre ea, multe rămânând de cercetat. Se pare că principala modalitate de codare a cunoștințelor explicite sunt regulile de producere. Multe lucruri nu au fost spuse, de aceea problematica reprezentării cunoștințelor implicate prezintă o mare miză pentru cercetarea din următorii ani. Memoriile senzoriale recurg (exclusiv) la coduri neurofiziologice (6.1). Cele mai cunoscute memorii senzoriale – cea vizuală și cea auditivă – nu acceptă tot registrul mnezic senzorial. „Petele albe” se referă aici la memoriile tactil-kinestezice, gustative și olfactive.

Din punct de vedere al valorii de activare, deosebim două tipuri de memorie : memoria de lucru (ML) și memoria de lungă durată (MLD). S-a argumentat în text că memoria de scurtă durată (MSD) este, de fapt, un caz particular al memoriei de lucru. Subliniem încă o dată că valoarea de activare variază continuu, ca atare, la un moment dat, anumite cunoștințe sunt în memoria de lucru, la alt moment – alte cunoștințe. De exemplu, dacă citesc un poem, am anumite cunoștințe temporar activate (ML), care mă ajută să-l înțeleg. Dacă în următorul moment sunt solicitat să rezolv probleme de algebră, primul gen de cunoștințe se subactivează, intrând în MLD, în vreme ce alte cunoștințe din MLD, anterior subactiveate, intră în ML. Memoria de lucru și cea de lungă durată sunt stări diferite de activare ale aceluiași sistem mnezic – memoria declarativă, aşa cum s-a argumentat în 6.2.6-6.4. Tipul de sarcină și genul de stimuli pe care-i recepționează subiectul determină care cunoștințe sunt temporar activate și care sunt temporar subactiveate. Nu există diferențe nete, exprimabile cantitativ, ale nivelului de activare dintre MLD și ML (cel puțin până acum nu avem astfel de măsurători). Ele sunt raportate la un anumit prag de activare, dar nu știm valoarea acelui prag. Performanțele intelectuale par a fi determinate de memoria de lucru, nu de memoria de lungă durată. Nu contează atât câte cunoștințe și ce mecanisme de procesare sunt în MLD ; contează câte se activează pentru a realiza o sarcină în mod eficient. De altfel, unul dintre cele mai stabile rezultate înregistrate asupra dezvoltării cognitive vizează memoria de lucru. Una dintre deosebirile esențiale între subiecți de niveluri intelectuale diferite constă în mărimea diferită a memoriei de lucru.

Cine parcurge literatura de specialitate va afla că memoria semantică și cea procedurală sunt tipuri (sau sisteme !) ale memoriei de lungă durată. Dacă această distincție rămâne viabilă și dacă MLD și ML nu sunt decât memorii temporar subactiveate, respectiv activate, atunci, în mod evident, trebuie să admitem existența memoriei semantice și a celei episodice la nivelul memoriei de lucru. În acest moment, pot să am în minte în stare de activare ce am făcut ieri la ora 9 seara (= memorie episodică) sau care este capitala României (= memorie semantică). Deci, memoria episodică/semantică nu aparține exclusiv memoriei de lungă durată, cum se vehiculează în literatura de specialitate. Dintr-o dată, se deschide un câmp

de cercetare imens, vizând diferențele dintre memoria episodică și cea semantică la nivelul memoriei de lucru. Vor confirma aceste cercetări distincția episodic-semantic sau o vor spulbera? Există vreo diferență între proiecțiile neurofiziologice ale memoriei episodice față de cele ale memoriei semantice în interiorul ariei cerebrale specifice memoriei declarative? Răspunsul la aceste întrebări și la altele de acest gen va fi oferit de cercetările din următorii ani.

Inspectând tabelul 6.4, se poate observa că, în cazul memoriei implicate, distincția dintre memoria de lucru și cea de lungă durată este marcată cu linie punctată. Am recurs la acest artificiu grafic pentru a arăta că această distincție nu apare în cercetările actuale asupra memoriei implicate. Și totuși, această distincție pare evidentă, cel puțin la prima vedere. De pildă, în acest moment doresc să-mi fac nodul la cravată; pentru a realiza acest lucru, o mulțime de cunoștințe implicate se activează și-mi coordonează mișcările mâinilor. Aceleași cunoștințe intră însă în memoria de lungă durată dacă, în momentul următor, doresc să bat la mașină un text oarecare. Alte cunoștințe sunt activate pentru a-mi coordona mișcările degetelor, poziția mâinilor etc. Principalul motiv pentru care distincția dintre MLD și MSD (sau ML) nu-a fost operată în cazul memoriei implicate constă, probabil, în aceea că memoria implicită a fost de puțină vreme luată în seamă de cercetători. Este șansa generației actuale de a oferi rezultate relevante asupra nivelului de activare a cunoștințelor implicate.

În fine, pentru memoriile senzoriale, distincția dintre ML și MLD pare nerelevantă și mai degrabă generatoare de confuzii conceptuale. Știm însă prea puțin despre unele dintre aceste memorii (ex.: memoria olfactivă sau memoria kinesetică), ca să excludem definitiv această posibilitate. Să ne reamintim doar că, prin stimularea unei arii cerebrale foarte reduse, Penfield reușea să reactualizeze în mintea pacienților diferite mirosuri din copilărie, considerate de mult uitate. Dacă ținem seama de aceste date, atunci analiza memoriilor senzoriale în funcție de nivelul de activare nu mai pare chiar atât de hazardată.

După cum am arătat, acest tabel de sistematizare nu este doar o taxonomie *a posteriori*, ci și o tentativă de a organiza un material imens, pe de o parte, de a reorienta cercetarea spre zonele fierbinți sau necunoscute – pe de altă parte. Viabilitatea ei va fi confirmată sau nu de investigațiile viitoare.

6.9. Sumar

Sistemul cognitiv uman dispune de trei sisteme mnezice: memoria declarativă (explicită), memoria nondeclarativă (implicită) și memoriile senzoriale.

Memoriile senzoriale asigură persistența stimулului după închiderea acțiunii sale asupra receptorilor, probabil pentru a permite activarea detectorilor de trăsături. Ele sunt specifice fiecărei modalități senzoriale, au proiecții neuro-anatomice relativ bine determinate și o capacitate practic nelimitată.

Memoria explicită conține cunoștințe declarative, care pot fi reactualizate intenționat prin teste de recunoaștere și reproducere. Se deteriorează în cazul amneziei, are o locație cerebrală relativ unitară (structurile limbic-diencefalice în special hippocampusul), este flexibilă, are o fiabilitate redusă și este filogenetic (probabil și ontogenetic) mai recentă. Distincția episodic/semantic nu este suficient de bine fundamentată experimental.

Memoria implicită conține cunoștințe procedurale și cunoștințe despre asocierea repetată a unor stimuli. Aceste cunoștințe sunt neverbalizabile (sau greu verbalizabile), fiind estimate în funcție de impactul lor asupra modului efectiv de realizare a unei sarcini prin amorsaj și condiționare clasică. Memoria implicită rămâne neafectată de amnezie, are locații cerebrale diferite de cele ale memoriei explicate, o flexibilitate redusă, o fiabilitate mai mare și este filogenetic (probabil și ontogenetic) mai timpurie.

În funcție de nivelul de activare a conținuturilor mnezice, atât memoria explicită cât și cea implicită au o stare activată (memorie de lucru) și una subactivată (memorie de lungă durată). Nu se cunoaște valoarea pragului în raport cu care se stabilește activarea/subactivarea. Comparate din punct de vedere al capacitatei, duratei, proiecțiilor neurofiziologice, tipului de codare și modului de accesare al informației, memoria de scurtă durată și memoria de lucru sunt identice.

Standardizarea principalelor experimente realizate de cercetătorii memoriei ar putea oferi instrumente de psihodiagnostic mult mai valide.

REPREZENTAREA ȘI ORGANIZAREA CUNOȘTINȚELOR

7.1. Introducere

În acest capitol, ne vom pune problema modului în care sunt organizate cunoștințele în memoria de lungă durată și memoria de lucru. De mai multe ori, pe parcursul acestei lucrări, am avut prilejul să atragem atenția asupra impactului bazei de cunoștințe a subiectului, asupra modului de procesare a informației. Cunoștințele nu formează o masă pasivă de informații. Toate prelucrările descendente sunt inițiate și ghidate de cunoștințele subiectului. Pe baza lor se realizează gruparea informațiilor în unități de sens (chunksuri), categorizarea, constituirea de concepe sau imagini mintale, activarea contextului corespunzător rezolvării unei probleme etc. Dihotomia operații vs cunoștințe, în care cunoștințele sunt conținuturi pasive manipulate de operațiile pe care subiectul le posedă, nu se mai poate susține. Atât existența, cât și modul de desfășurare a unor prelucrări cognitive sunt determinate de baza de cunoștințe subiacentă.

Modul de organizare a cunoștințelor depinde de reprezentările cu care operează sistemul cognitiv. Pentru reprezentarea obiectelor sau a categoriilor de obiecte, subiectul uman recurge la concepe și prototipuri. Pentru reprezentarea scenelor (stărilor de lucruri) complexe, sistemul cognitiv apelează la imagini mintale sau scheme cognitive. În fine, pentru reprezentarea acțiunilor, sunt utilizate scenariile cognitive sau secvențe de reguli.

Una dintre modalitățile de organizare a exemplarelor unei categorii se realizează în funcție de gradul lor de similaritate cu prototipul sau conceptul categoriei respective (4.3). Cu cât similaritatea dintre două exemplare sau dintre un exemplar și prototipul/conceptul categoriei este mai mare, cu atât mai mică este distanța dintre ele. Dimpotrivă, cu cât ele sunt mai disimilare, cu atât distanța este mai mare. Similaritatea și disimilaritatea a două elemente se calculează pe baza caracteristicilor lor comune și specifice, conform axiomei lui Tversky (4.3.2). Dacă reprezentăm grafic organizarea pe bază de similaritate a elementelor unei categorii, atunci relațiile de similaritate se spațializează, apărând ca relații topologice. Gradul de similaritate apare ca distanță spațială.

Exemplarele care sunt mai aproape de categorie sunt mai similare cu ea, adică reprezintă prototipurile sale. Exemplarele atipice sunt mai îndepărtate. Nu vrem să

spunem că elementele unei categorii sunt așezate într-un spațiu mintal bidimensional, ci că ele se distribuie pe baza gradelor de similaritate, într-un mod *analog* reprezentărilor topologice.

Gruparea itemilor în funcție de similaritatea/disimilaritatea caracteristicilor lor nu este singura modalitate de organizare a informației în memorie. Integrarea conceptelor într-o rețea conceptuală mai amplă generează un alt tip de organizare – rețeaua semantică. Dacă vedem conceptul ca o formă contrată a unei propoziții, atunci componentele de bază ale organizării informației sunt propozițiile, iar între acestea se stabilesc diverse rețele propoziționale. În fine, elementele unei situații între care există relații tipice se organizează mintal sub forma structurilor de cunoștințe, iar secvențele unei acțiuni, sub forma scenariilor sau regulilor de producere. Fiecare dintre aceste tipuri de organizare va fi analizată pe parcursul acestui capitol. Înainte de aceasta, merită însă făcută o observație mai generală, și anume că majoritatea cunoștințelor noastre au un format semantic. O cunoștință este un conținut semantic despre care poți spune că este adevărat sau fals, mai exact, căruia îi poti atribui o valoare de adevăr. Imaginele mintale sau perceptive nu sunt cunoștințe. Cunoștințele rezultă din prelucrarea lor. Altfel, am ajunge la concluzia absurdă că și o cameră de lucru are cunoștințe.

Procesarea reprezentărilor pentru a obține cunoștințe înseamnă, în mare măsură, traducerea lor în cod semantic, descompunerea lor într-o mulțime de conținuturi semantice cărora le putem asigna valoare de adevăr. Organizarea cunoștințelor înseamnă, în primul rând, organizarea conținuturilor semantice.

7.2. Modelări simbolice ale bazei de cunoștințe

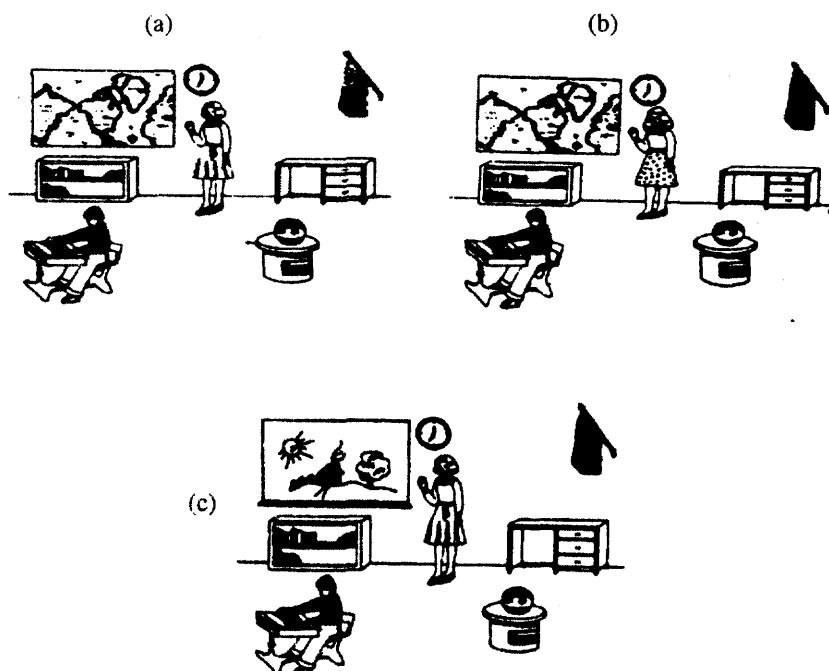
7.2.1. Codarea semantică a cunoștințelor. Dovezi experimentale

Propensiunea sistemului cognitiv de a reține pe termen lung, cu precădere, semnificația stimulilor, nu configurația lor perceptivă a fost relevată în numeroase experimente (vezi Meyer, 1983, Norman și Lindsay, 1977 etc.). Accentuându-se această tendință, adesea s-a pus semnul identității între memoria de lungă durată și memoria semantică, considerându-se că doar această memorie semantică face obiectul unei retenții pe termen lung. O serie de investigații au relevat însă posibilitatea păstrării în memorie a caracteristicilor *vizuale* ale unor stimuli chiar și după câteva luni de la sarcina de memorare a acestora. Fiecare dintre noi cunoaște persoane capabile să-și reamintească poziția în pagină a unui anumit text, multă vreme după memorarea acestuia. Memoria de lungă durată are, aşadar, o extensie mai largă decât memoria semantică, inclusiv și unele caracteristici senzoriale ale stimulilor. Ponderea conținuturilor imagistice este însă mult mai redusă în

comparație cu conținuturile semantice. Oamenii uită repede, de pildă, imaginile a căror semnificație nu au putut-o decoda.

Mandler și Ritchez (1977) au prezentat subiecților, timp de 10 secunde, o imagine de genul celei din figura 7.1.a.

Fig. 7.1. Material experimental utilizat de Mandler și Ritchez (1977)

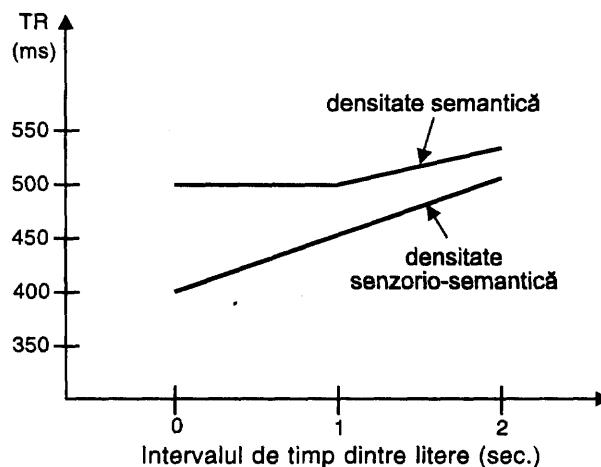


Alte două variante ale unei astfel de imagini erau construite de experimentatorii : (1) o variantă în care erau operate doar modificări ale unor detalii imagistice, senzoriale (ex. : figura 7.1.b, în care fusta profesoarei este schimbată) și (2) o variantă în care se operaau modificări de sens față de varianta inițială (ex. : figura 7.1.c exprimă o modificare a conținutului predării). Cele trei categorii de imagini erau apoi randomizate în serii de imagini diferite. Sarcina subiecților era de a recunoaște imaginea care a fost inspectată anterior. Ei recunosc această imagine în aproximativ 77% din cazuri. Reușesc să respingă varianta ai cărei parametri senzoriali sunt modificați în 60% din cazuri. Ultimele două cifre sunt relevante pentru noi : ele arată că modificările în semantica unei imagini au un impact mai puternic asupra recunoașterii decât mutațiile la nivelul detaliilor imagistice. Aceasta înseamnă că subiecții memorează în primul rând semnificația imaginilor și abia apoi detaliile imagistice. Ei sunt mult mai sensibili la modificări ale semanticii imaginii decât ale caracteristicilor fizice sau senzoriale.

Tendința sistemului nostru cognitiv de a reține pe termen lung semnificațiile stimulilor, nu dispunerea lor spațială e și mai evidentă în cazul stimulilor verbali.

Într-un experiment clasic, Posner (1969) a prezentat subiecților perechi de litere în succesiune, la intervale variate de timp. Sarcina lor era de a stabili dacă a doua literă prezentată după un răstimp este identică cu prima. În cazul în care o pereche conținea două litere identice, erau prezente două situații: a) o situație în care literele erau identice și sub aspectul semnificației, și al configurației senzoriale (ex.: AA) (identitate senzorio-semantică); b) o situație în care literele respective erau identice numai sub aspectul semnificației (identitate semantică) (ex.: Aa). Se presupune că timpul de reacție e mai scurt în prima situație decât în a doua, deoarece e suficientă procesarea caracteristicilor senzoriale ale stimulilor pentru a oferi răspunsul corect. Rezultatele sunt prezentate în figura 7.2.

Fig. 7.2. Latența răspunsului în sarcina de recunoaștere (Posner, 1969)



Dacă perechile respective sunt prezentate concomitent, TR este mai redus în cazul identității senzorio-semanticice decât în cazul în care identitatea e doar semantică, conform experiențelor inițiale. Dacă se mărește însă intervalul de timp dintre prezentarea unei litere și perechea sa, diferențele de timp de reacție se aglumează, astfel încât, deja la un interval de două secunde dintre cele două litere, diferențele devin practic nesemnificative. Acest lucru se explică printr-o deteriorare rapidă a componentei senzoriale, comparația făcându-se doar pe temeiul caracteristicilor semantic. După un interval de timp scurt – 2 secunde în cazul stimulilor verbali simpli –, sistemul cognitiv păstrează doar caracteristicile semantic ale stimulilor verbali, suficiente pentru a realiza cu succes sarcina propusă. Aceeași tendință generală de stocare preferențială a informației semanticice pe termen lung a fost evidențiată și în cazul stimulilor verbali complecsi. Anderson (1985) relatează un experiment similar cu cel al lui Posner (1969), dar în care perechile de litere erau înlocuite cu perechi de propoziții, similare atât sub aspectul formei, cât și al semnificației sau similare doar sub aspectul semnificației. Intervalul de timp dintre prezentări a fost de ordinul minutelor. Se constată că, după două minute, timpul de

reacție pentru a decide între cele două tipuri de propoziții identice este aproximativ egal, ceea ce denotă că din primul element al perechii s-a reținut doar semantica, nu și caracteristicile vizuale precum topica sau diateza verbală etc.

Făcând abstracție de diferențele legate de complexitatea materialului ce este stocat în memorie, rezultă clar tendința sistemului cognitiv de a stoca preferențial, pe termen lung, informația semantică despre un stimul.

7.2.2. Avantajele codării semantice

Cu siguranță, există o mulțime de avantaje care favorizează o reprezentare semantică a cunoștințelor. Mai întâi, prin caracterul său abstract, reprezentarea semantică este mult mai *economicoasă* decât celelalte tipuri de reprezentări. Într-un format redus, ea conține maximum de informație. Detaliile fizice, nerelevante ale stimулului sunt abandonate, reținându-se preferențial informația categorială, relațiile relevante, relativ stabile. Spre deosebire de reprezentarea imagistică, cea semantică nu este o reflectare directă a caracteristicilor fizico-spațiale ale stimулului. Mai degrabă aceasta reflectă o *abstracție* a unui eveniment sau stimul. Citind acest paragraf, mai păstrați doar semnificația mesajelor din paragrafele anterioare, nu și topica, semnele de punctuație, terminologia folosită etc.

Economicitatea codării semantică a informației induce un alt avantaj, și anume *rapiditatea procesării*. Reprezentările semantică sunt mai ușor de prelucrat decât cele imagistice, deoarece ocupă un „spațiu mental” mai redus în memoria de lucru. Întregul mecanism logic de care dispune subiectul uman operează asupra conținuturilor semantică. Un silogism rămâne un silogism, indiferent de limbajul natural în care e formulat, topica premiselor sau a termenilor în cazul unei premise, mărimea literelor sau intensitatea fonemelor în care este exprimat. Regulile logice operează asupra reprezentărilor semantică, indiferent de expresiile verbale pe care acestea le posedă. Fiind abstractă, constituirea reprezentării semantică nu mai depinde de *ordinea* de prezentare a stimулilor. Esența unui discurs, de pildă, poate fi prezentată sau ca o teză ce este demonstrată ulterior, sau ca o concluzie, ce rezultă în urma unei argumentări.

În al treilea rând, reprezentările semantică impun o *sintaxă riguroasă*, limitând numărul de combinații posibile. Reprezentările imagistice, de pildă, aşa cum s-a arătat în 5.2.2, nu au sintaxă. De aceea nu întâmplător visăm în imagini. Imaginele permit un maximum de grade de libertate pentru exprimarea subconștientului. Ca atare, subconștientul, încercând să scape de cenzură, se exprimă îndeosebi prin mijloace imagistice. Reprezentările semantică nu permit combinații de genul: „burlac căsătorit”, „babă adolescentă”, „cerc pătrat” etc., care încalcă regulile de combinare semantică sau logică.

Limitând numărul de combinații posibile între reprezentările semantică, se reduce probabilitatea interferențelor, prelungindu-se astfel durata retenției unor evenimente în condițiile unei economii de resurse de procesare a informației. Un alt avantaj al

reprezentării semantice constă în faptul că ea permite *operarea asupra posibilului*. O reprezentare semantică nu reclamă neapărat un referent real, ci un referent posibil. Numerele iraționale, de pildă, n-au corespondent în realitatea aflată sub incidența simțurilor. E suficient să avem noțiunea corespunzătoare acestui tip de numere pentru a demonstra teoreme sau a face calcule corespunzătoare. Desigur, putem avea și o reprezentare imagistică despre unele lucruri posibile dar, în acest caz, imaginea este un produs secundar, este consecința cunoștințelor semantice pe care noi le avem despre obiectul respectiv. De exemplu, putem avea o imagine despre „viața de apoi”, dar aceasta e construită pe baza unor procesări descendente din „cunoștințele” pe care le dobândim, citind *Biblia* sau *Coranul*. Parafrazându-l pe J. Piaget, vom spune că datorită *reprezentărilor semantice sistemul cognitiv face saltul din real în posibil*. Scăpând de constrângerile realității, procesarea cognitivă nu alunecă în haos, posibilul fiind ordonat de sintaxa proprie reprezentărilor semantice și de principiul non-contradicției. Posibilul logic (= semantic) este echivalent cu non-contradictoriul; imposibilul – cu absurdul.

Convinși fiind de avantajele reprezentării semantice a cunoștințelor, ne vom pune problema modului lor de organizare. Putem reține semnificația unei propoziții, a unui paragraf sau a unei cărți întregi. Care este unitatea semantică minimală, atomară, în care se pot descompune semnificațiile complexe? Cum se combină aceste unități atomare pentru a reconstrui semnificația complexă? Se poate reduce semnificația unui roman, de pildă, la unități atomare de sens? În general, se pot reduce semnificații complexe la agregații de combinații simple?

7.2.3. Aserțiuni și rețele propoziționale¹

Sub influența logicii matematice și a analizei logice a limbajului, în științele cognitive se consideră că unitatea semantică minimală este *aserțiunea*, nu conceptul. Aserțiunea este un „atom” de cunoștință, o cunoștință atomară, care constă în asertarea unui predicat logic (ex.: proprietate, relație) despre un subiect logic (= un individ sau o mulțime de indivizi logici).

Să luăm, de pildă, propozițiile:

- (1) Psihologia este o știință.
- (2) Ion este fiul lui George.
- (3) George este tatăl lui Ion.

1. După cum se știe, în terminologia engleză se face distincția între *sentence* – propoziția exprimată în limbajul natural și *proposition* – conținutul semantic al acestei propoziții sau aserțiunea. Două propoziții diferite (*sentences*) pot avea același conținut propozițional (*proposition*). De exemplu: „Brutus l-a ucis pe Caesar” și „Caesar a fost ucis de Brutus” sunt echivalente sub aspectul semnificației. Am preferat termenul de aserțiune pentru termenul englez *proposition*, căci exprim o relație semantică logică între subiectul logic și predicatul logic. Din rațiuni stilistice, am optat totuși pentru expresia „rețele propoziționale” (*propositional networks*), insistând că e vorba de rețele de aserțiuni, nu de propoziții. Așadar, mai corect, dar mai puțin elegant ar fi trebuit să spunem „rețele aserționale”.

Prima propoziție asertează despre un subiect (psihologia) o proprietate (științificitatea). În limbajul logicii matematice, aceasta s-ar exprima într-o aserțiune sau propoziție monară: *știința (psihologia)*, pe scurt: P(a). Propozițiile (2) și (3), deși diferă ca expresii în limbajul natural, exprimă o singură aserțiune, postulând o relație de paternitate între doi indivizi. La modul general – fără a intra în detalii tehnice –, în logica simbolică această aserțiune capătă forma unei propoziții binare: *paternitate (George, Ion)*, pe scurt: R(x,y). Se poate observa că *propozițiile din limbajul natural* nu sunt identice, ci doar *aproximează propozițiile logice* sau aserțiunile.

După cum se știe din logica matematică, orice concept poate fi reprezentat printr-o funcție propozițională, cu unul sau mai multe argumente. El e considerat ca fiind o formă contrasă/prescurtată a unei asemenea funcții. În plus, un concept nu are valoare de adevăr, nu poate fi considerat adevărat sau fals, căci adevărate sau false pot fi numai aserțiunile. Pe de altă parte, o cunoștință atomară trebuie să aibă valoare de adevăr, cel puțin în principiu. De aici rezultă că conceptele pot fi considerate cunoștințe atomare. *Cunoștințele atomare sunt aserțiuni*. Ca atare, unitatea semantică de bază este aserțiunea.

Logica predicatelor de ordinul I oferă un formalism eficace pentru modelarea conținuturilor semantice. O aserțiune atomară e reprezentată de o funcție propozițională cu una sau mai multe variabile (sau, altfel spus, printr-un predicator cu unul sau mai multe argumente). O frază sau o propoziție complexă se reprezintă prin utilizarea cuantificatorilor și conectivelor logice. Să analizăm textul de mai jos²:

„Einstein a creat teoria relativității, revoluționând fizica.

El era un evreu german care a emigrat în SUA”.

Expresia simbolică corespunzătoare din logica predicatelor este:

$\exists x \text{ Einstein}(x) \& \text{creatorul teoriei relativității}(x) >- \text{revoluționat fizica}(x)$

$\exists y \text{ evreu german}(y) \& \text{emigrant în SUA}(y) \& x \equiv y$.

Dacă formalizăm predicatele prin constante logice, rezultă o secvență de funcții propoziționale, după cum urmează:

$\exists x, \exists y ((P(x) \& Q(x) >- R(x) \& S(y) \& T(y) \& x \equiv y,$

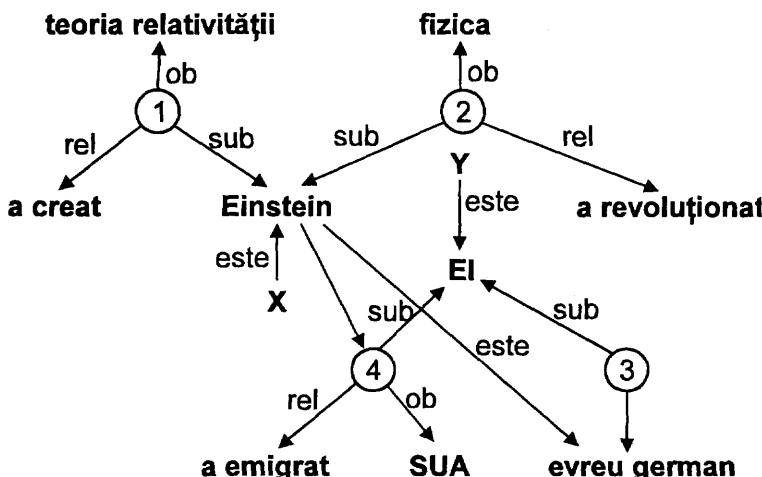
unde \exists este cuantificator particular (*există cel puțin un*), iar $>$ arată o relație de antrenare logică.

Notația logico-matematică nu trebuie să ne inducă în eroare. Fără îndoială că sistemul nostru cognitiv nu e înzestrat, de la naștere, cu cunoștințe de logică simbolică. El utilizează însă un tip de reprezentări *similar* cu limbajul funcțiilor propoziționale din logica simbolică. Notația logică este expresia abreviată, convențională a acestui „limbaj al gândirii” (*language of thought*) de care vorbește Jerry Fodor (1976, 1982).

2. S-a ales un text simplu, didactic, ușor formalizabil prin logica de ordinul I. Am căutat să evit complicarea formalismului, prin introducerea unor logici multisortate.

Aserțiunile sau conținuturile semantice cu care operează sistemul cognitiv pot fi modelate utilizând și o altă notație bazată pe teoria grafurilor. Avantajul unei astfel de reprezentări constă în faptul că se pot exprima și relațiile dintre propoziții, nu numai conținutul lor semantic compact, ca în cazul logicii predicatelor. Orice cunoștință atomară e reprezentată printr-un *nod*. Conexiunile dintre ele sunt reprezentate prin săgeți. Textul de mai sus poate fi, aşadar, reprezentat prin *rețeaua propozițională* din figura 7.3.

Fig. 7.3. Rețea propozițională



Numerele (1-4) reprezintă propozițiile sau asemănările simple în care e descompus textul inițial. În interiorul aceleiași propoziții termenii îndeplinesc diverse funcții : a) de *subiect*; b) de a marca o *relație*; c) de *obiect* al relației respective. De exemplu, în prima propoziție, „Einstein” are funcția de subiect; „a creat” exprimă o relație, iar „teoria relativității” – obiectul unei relații. Pe scurt, reprezentarea bazată pe teoria grafurilor exprimă relațiile dintre termenii unei propoziții, precum și modul în care acești termeni sunt conectați de alte propoziții. O propoziție pe care o asertăm sau ne-o reamintim la un moment dat nu apare într-un vacuum. Ea este conectată, prin termenii ei, de alți termeni, din alte propoziții. Semnificația unui concept e dată de relațiile pe care el le are cu alte concepte, din alte propoziții. Această interconectare este reprezentată, în rețea, printr-o serie de săgeți care exprimă fie relații de genul „este un” („este o”), fie relații funcționale de genul celor menționate mai sus. Rețeaua prezentată trebuie privită doar ca un segment al unei rețele mult mai vaste, care cuprinde întreaga noastră bază de cunoștințe³. Când sunt

3. Tipul de rețea propozițională prezentat aici este un model hibrid construit de noi. Există multe variații, unele mai simple, altele mai sofisticate, pe tema rețelelor propoziționale. Ce interesați pot consulta, de pildă, Rumelhart, Lindsay și Norman (1972), Anderson (1976), Anderson (1985), Norman și Rumelhart (1975) etc.

activate, nodurile rețelei își propagă valoarea de activare de-a lungul rețelei. Ele se pot activa punând întrebări despre relațiile dintre diverse elemente ale rețelei. Dacă activarea de la două noduri se intersectează, atunci răspunsul subiectului este pozitiv. Dacă nu se intersectează, răspunsul e negativ.

Rețelele propoziționale nu sunt simple artificii formale, rezultate din aplicarea teoriei grafurilor în modelarea memoriei. Ele pot face predicții testabile, astfel încât să-și dobândească, cel puțin în principiu, validitatea ecologică.

Modalitatea de testare a acestor rețele este următoarea: se solicită subiecții să învețe un anumit material, pentru care experimentatorul a stabilit deja rețeaua propozițională. După un interval de timp variabil, subiecții sunt supuși unei probe de asociații libere. Se ia un termen (un nod din rețea) și i se prezintă subiectului. Sarcina lui este de a spune primul cuvânt care îi vine în minte din textul învățat anterior. Experimentatorul notează timpul de reacție și localizează cuvântul menționat de subiect în rețea, în raport cu amorsa pe care el a oferit-o inițial. Se continuă apoi seria aserțiunilor libere până când se epuizează toate nodurile din rețea. Dacă rețeaua propozițională este validă, atunci distanța dintre nodurile rețelei trebuie să se coreleză cu mărimea timpului de reacție.

De exemplu, în cazul rețelei din figura 7.3, am luat ca „amorsă” „Einstein” și am cerut subiecților să procedeze la asociații libere. Cel mai scurt timp de reacție (deci cea mai rapidă asociație) a fost „teoria relativității” (1,20 secunde), apoi, la diferență nesemnificativă, „evreu german” (1,30 secunde). Aceste date sunt conforme cu predicțiile rețelei, anume că asociația cea mai rapidă se face cu cele mai apropiate noduri din rețea. Validitatea ei se demonstrează și mai bine dacă folosim ca amorsă un nod extrem. Ca atare, am prezentat subiecților cuvântul „evreu german”. Timpul mediu de reacție pentru a realiza asociația cu „Einstein” a fost mai scurt (1,19 secunde) decât pentru a-și reaminti „teoria relativității” (1,8 secunde). Or, exact acest lucru prezice și rețeaua: distanța dintre „evreu german” și „Einstein” este mai redusă decât distanța „evreu german” – „teoria relativității”. Așadar, informația *nu* este stocată serial în ordinea apariției sale în text, căci, dacă ar fi aşa, „teoria relativității” ar fi fost reactualizată mai rapid decât „Einstein”, întrucât e mai aproape de nodul amorsă. Dimpotrivă, datele experimentale au confirmat predicția rețelei, ceea ce o legitimează ca un model cel puțin plauzibil de reprezentare și organizare a conținuturilor mnezice. Am obținut rezultate similare procedând la asociații libere pornind de la nodul „fizica”.

O altă metodă de validare a rețelei propoziționale se bazează pe înregistrarea timpilor de reacție la întrebările pe care le punem subiecților. Aceste întrebări sunt construite în aşa fel încât să cuprindă noduri aflate la distanțe diferite. De pildă, întrebările:

- (1) Einstein este un evreu german?
- (2) Teoria relativității a fost creată de un evreu german?

conțin noduri situate la distanțe diferite în rețeaua propozițională. Dacă latența răspunsului pentru întrebarea (2) este mai mare decât pentru întrebarea (1), atunci

predicția rețelei s-a validat; ca atare, rețeaua devine o modelare plauzibilă. Se pot concepe și alte întrebări de acest gen, care să cuprindă alte noduri ale rețelei.

O validare indirectă a rețelelor propoziționale vine din partea unor studii asupra deciziei lexicale (ex.: Mayer & Schraneveldt, 1971). În acest gen de studii se prezintă subiecților diverse siruri de litere și li se cere să menționeze dacă acestea formează cuvinte (cu sens) sau sunt combinații aleatorii de litere. Timpul de reacție necesar pentru a decide că o astfel de combinație lingvistică (ex.: „doctor”) este cuvânt e mai scurt dacă a fost precedat de un cuvânt învecinat semantic (ex.: „asistentă”) decât dacă a fost precedat de un cuvânt semantic necorelat (ex.: „unt”). În primul caz s-a realizat o amorsare semantică, cuvântul precedent amorsând cuvântul următor, ceea ce denotă faptul că organizarea în memorie a cunoștințelor se face în mod analog unei rețele propoziționale. Într-o rețea propozițională, aşa cum am arătat, când un nod este activat, activarea sa se propagă de-a lungul conexiunilor din rețea. Nodurile semantic învecinate sunt interconectate mai puternic, deci propagarea se realizează mai rapid.

Evaluând succint modelul rețelelor propoziționale, să remarcăm că o mare parte din datele experimentale de până acum susțin validitatea lor ecologică. *Forma* în care sunt prezentate – prin noduri interconectate între care se propagă activarea – le conferă și o anumită plauzibilitate neuronală. Ele nu sunt însă atât de complete cât au pretins creatorii lor. Nu toate cunoștințele din memorie sunt organizate în rețele propoziționale. De altfel, cred că am simplificat exagerat modul de organizare a cunoștințelor în sistemul cognitiv uman dacă am aspira la descoperirea unei structuri organizatorice unice.

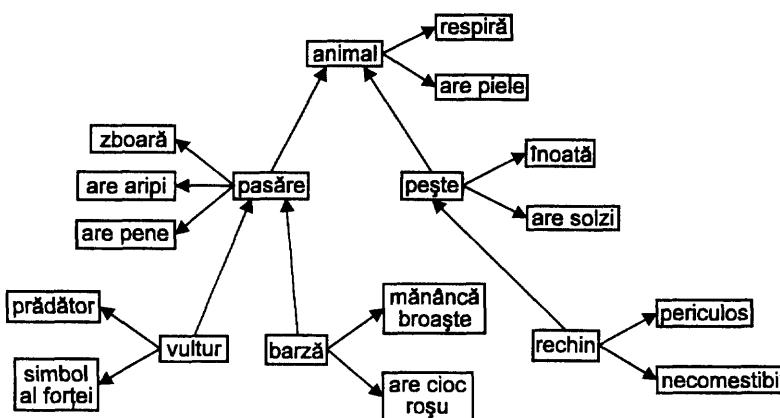
7.2.4. Rețele semantice

O altă modelare a organizării cunoștințelor în memorie este cea cunoscută sub numele de *rețea semantică*. Construcția acestor rețele a fost inspirată de taxonomiile logice și caracterul bine structurat al unor cunoștințe. O rețea semantică exprimă modul de organizare a conținuturilor semantice, din domenii de cunoștințe bine structurate (ex.: biologie, fizică, geometrie, algebră etc.). De regulă, cunoștințele din aceste domenii sunt organizate *ierarhic*, în funcție de gradul lor de generalitate. Collins și Quillian, în 1969, au construit primele rețele de acest tip. Mai târziu ele au suferit diverse modificări, operate atât de psihologi, cât și de specialiști din inteligență artificială. Un exemplu de rețea semantică este prezentat în figura 7.4.

Rețeaua semantică este formată din noduri și arce. Fiecare nod reprezintă un concept și fiecare arc – o relație dintre concepte sau dintre acestea și proprietățile esențiale (definițorii) adiacente. Așadar, rețeaua semantică este un formalism diferit față de rețelele propoziționale care figurează atât relațiile funcționale interpropoziționale, cât și relațiile dintre propoziții diferite.

Rețeaua semantică conține două tipuri de relații: a) *relații de subordonare* – de la concepte cu grad de generalitate mai redus, la cele cu extensiune mai generală; b) *relații de predicăție* – de la subiectul logic, la caracteristicile sale definițorii.

Fig. 7.4. Rețea semantică



Rețeaua are proprietatea de *eritabilitate a trăsăturilor*. Aceasta înseamnă că o trăsătură (proprietate) aferentă unui nod este moștenită de toate nodurile subordonate. De exemplu, „barza”, în afară de proprietățile sale caracteristice („are cioc roșu”, „mănâncă broaște”), are toate caracteristicile asociate nodurilor pasăre și animal. Pentru a demonstra că o rețea semantică nu este un simplu joc formal, ci are realitate psihologică, Collins și Quillian au testat predicțiile oferite de model măsurând TR la diverse întrebări. Să luăm, de pildă, întrebările :

- (1) Barza are cioc roșu ?
- (2) Barza are pene ?
- (3) Barza respiră ?

Modelul rețelelor semantice prezice că timpul de latență reclamat pentru a oferi răspunsul la aceste întrebări va fi din ce în ce mai mare. Termenii cuprinși în întrebare activează nodurile corespunzătoare din rețeaua semantică. Această activare se va propaga în rețea, vectorizată de arcurile rețelei. Dacă aceste activări se vor întâlni – răspunsul e pozitiv ; altfel – va fi negativ. Cu cât nodurile respective sunt mai îndepărtate de rețea, cu atât timpul de latență va fi mai extins. O serie de date experimentale confirmă această predicție. Pentru a răspunde la prima întrebare sunt necesare – în medie – 1310 milisecunde ; pentru (2) – 1380 milisecunde, iar pentru (3) – 1470 milisecunde. Așadar, rețelele semantice nu sunt un simplu joc formal, abstract, ci și o descriere a modului de organizare a unor cunoștințe din memorie. Ele sunt adecvate pentru a modela organizarea cunoștințelor din domenii *bine structurate* și *neutre* din punct de vedere afectiv. Cunoștințele colorate afectiv nu se organizează după relații pur semantice, ci se aglomerează în jurul unor „noduri emoționale” (Bower, 1981, 1987). Problematica acestui tip de cunoștințe va fi abordată într-o secțiune ulterioară.

Există și predicții ale rețelelor semantice care n-au primit confirmare experimentală. De pildă, timpul de latență pentru a răspunde la întrebarea : „Vulturul este

un prădător ? ” ar trebui să fie mai scurt decât cel reclamat de răspunsul la întrebarea : „Vulturul zboară ? ”, deoarece „distanța semantică” este mai mare în al doilea caz. Datele experimentale nu validează însă o astfel de predicție. Corecțiile ulterioare aduse rețelelor semantice au vizat tocmai îmbunătățirea concordanței lor cu datele experimentale.

Mai întâi, cercetările inițiate de E. Rosch (1976, 1980) (4.4.2) au relevat reprezentativitatea diferită a exemplarelor unei categorii. Așa cum am arătat, exemplarele unei categorii nu sunt echivalente ; unele sunt mai reprezentative pentru categoria respectivă decât altele. Aceste exemplare sunt prototipuri ale categoriei. Pentru categoria „fructe” prototipul – cel puțin în mediul nostru cultural – e mărul ; pentru categoria „păsări”, vrabia are o valoare de prototypicalitate mult mai mare decât ibisul etc. Aceasta înseamnă că „distanța semantică” dintre două exemple și conceptul mai general căruia îi sunt subordonate este diferită : arcul de la prototip la concept e mai scurt decât de la un exemplar atipic, neprototipic la conceptul respectiv. Pe scurt, relațiile de subordonare din rețea trebuie ponderate, în funcție de gradul de prototypicalitate.

În al doilea rând, relațiile dintre un subiect logic și atributele sale, relațiile de predicție, trebuie ele însese ponderate. Inițial, rețelele semantice se bazau pe *principiul economiei stricte* : o proprietate era stocată o singură dată în rețea, la nodul aflat cel mai sus în ierarhie. Cercetările experimentale au arătat însă că timpul de latență pentru exprimarea unor aserționi care leagă noduri de proprietăți de la niveluri diferite este uneori mai scurt decât pentru concepte și proprietăți aflate la același nivel al ierarhiei. De pildă, timpul de latență pentru propoziția : „Vulturul are aripi” este mai scurt decât pentru aserțiunea „Vulturul este un prădător”, deși în al doilea caz distanța semantică e mai redusă. Aceleași rezultate se obțin dacă se recurge la o probă de asociații libere : nodurile mai depărtate semantic sunt uneori asociate mai rapid decât cele de la același nivel. Constraințele induse de aceste rezultate experimentale au impus renunțarea la principiul economiei stricte, optându-se pentru stocarea redundantă a unei proprietăți, de mai multe ori în cadrul unei rețele. O rezolvare mai elegantă, după părerea noastră, ar putea viza, pe lângă ponderarea relațiilor dintre *exemplarele unei categorii*, și pe aceea a relațiilor dintre aceste *exemplare și proprietățile lor*. Proprietățile unui exemplar care se manifestă la fiecare apariție a acestuia sunt mai puternic asociate, deci mai ușor de reamintit decât altele. Tăria asociațiilor este diferită, fapt ce trebuie exprimat prin ponderarea arcelor din rețeaua semantică. Pe scurt, ponderarea relațiilor de subordonare și predicție duce la flexibilizarea rețelei semantice, făcând-o capabilă să explice și să prezică idiosincrasii individuale în organizarea cunoștințelor. Bazate inițial pe un model logic al relațiilor dintre cunoștințe, prin ajustarea la constraințele experimentale, rețelele semantice devin tot mai flexibile, având o validitate psihologică crescută. Ele pot oferi o descriere tot mai precisă a modului de organizare a cunoștințelor.

A treia corecție majoră adusă rețelelor semantice vizează *asimetria asociațiilor*. Una este tăria asociației de la un nod *x* la un nod (sau proprietate) *y* și alta e cea de la *y* la *x*. De pildă, timpul de latență pentru a „asocia liber” de la „rechin” la

„periculos” e diferit față de intervalul de timp pentru a porni de la „periculos” și a ajunge la „rechin”. Aceasta înseamnă că relațiile din rețeaua semantică trebuie nu numai ponderate, ci și *bidirectionate*. Între orice două noduri există relații în ambele direcții, ponderate diferit. Cazul în care aceste ponderi sunt identice – în care se poate asocia la fel de rapid de la oricare dintre noduri la celălalt – e un caz particular. Asimilarea tuturor acestor constrângeri în reprezentarea de tip rețea a modului de organizare a cunoștințelor a generat apariția unui nou tip de rețele diferite de cele semantice – rețele neuronale. Modelarea organizării cunoștințelor prin rețele neuronale și relațiile dintre acestea și rețelele semantice vor fi abordate în (7.3).

7.2.5. Scheme cognitive

7.2.5.1. Definiție și caracteristici

Aserțiunile sau propozițiile sunt unități minimale de organizare a cunoștințelor. Ele nu sunt însă singurele. Așa cum o situație complexă nu poate fi descompusă în componente minimale fără a afecta proprietățile ei, e de presupus ca reprezentările mentale aferente acestor situații să fie ireductibile integral la reprezentări atomare. De pildă, o casă poate fi descompusă în componente sale: peretei, uși, geamuri etc., ce ar putea fi traduse în judecăți sau propoziții logice, cu una sau mai multe predicate și variabile. Realizând o astfel de descompunere, s-ar pierde *modul de relaționare* a elementelor, adică exact ceea ce le face să reprezinte o casă. În genere, o mulțime de elemente aflate în contiguitate spațială sau temporală sunt reprezentate prin structuri cognitive specifice. *Unei mulțimi organizate de elemente din realitate îi corespunde un bloc organizat de cunoștințe ireductibil la componente sale.* Aceste blocuri organizate de cunoștințe se numesc scheme cognitive.

Sintagma de schemă cognitivă sau mentală a fost frecvent utilizată, începând cu Kant, trecând prin psihologia gestaltistă și epistemologia genetică a lui J. Piaget până la inteligența artificială (Minsky, 1975). O abordare istorico-critică a acestor utilizări depășește cadrul lucrării de față. Ne mărginim să delimităm doar între semnificația termenului de schemă sau structură utilizat de J. Piaget, prin care el înțelege o structură *operatorie*, o grupare de operații (cum e grupul de cuaternalitate INRC, de pildă) și accepțiunea cu care el circulă în psihologia cognitivă și inteligența artificială – *ca ansamblu organizat de cunoștințe*. *Schema cognitivă constă într-o structură generală de cunoștințe, activate simultan, corespunzând unei situații complexe din realitate.*

Principalele caracteristici ale schemelor cognitive sunt expuse mai jos.

1. *Schemele cognitive sunt blocuri de cunoștințe insecabile și autonome în raport cu alte informații.* O schemă cognitivă cuprinde o mulțime de cunoștințe nu numai despre elementele unei situații, ci și despre relațiile lor reciproce. Aceste relații nu sunt de ordin conceptual ca în cazul rețelelor semantice, ci sunt relații *tipice*. Ele arată modul tipic în care sunt asociate diferențe elemente sau componente ale unei

situării complexe. Încercați, cu titlu de exercițiu, să notați ce vă vine imediat în minte după ce citiți cuvântul: „vânzător”. Dar după lectura cuvântului „unt”? Dar după lectura cuvântului „săpun”?

Veți fi de acord că termenii care vă vin în minte, prin asociații libere, nu sunt randomizați. Nu ne poate „veni în minte” orice alt cuvânt, ci doar acele care se află într-o anumită legătură cu cuvântul-amorsă. De pildă, e foarte probabil ca după „vânzător” să vă fi reamintit cuvântul „cumpărător”, „until” să-l asociați cu „pâinea”, iar „săpunul” cu „apa”. Între aceste conținuturi nu există relații semantice, dar ele se asociază în mod tipic cu o anumită contiguitate spațială sau temporală. De obicei, lângă un vânzător se află un cumpărător, until se pune pe pâine, iar apa și săpunul sunt foarte frecvent întâlnite împreună. Așadar, o serie de cunoștințe sunt organizate în memorie pe baza relațiilor *tipice*, uzuale, dintre elementele pe care le denotă. Aceste organizări formează structuri cognitive care sunt inseabile, adică irreducibile la părțile lor componente. În plus, structurile cognitive sunt relativ autonome, impermeabile la alte cunoștințe. De pildă, oricare dintre blocurile de cunoștințe despre ce înseamnă să mergi la cinema sau să iezi micul dejun sau să mergi la dentist sunt autonome unele față de altele. Conexiunile dintre aceste blocuri de cunoștințe sunt foarte slabe. E sugestiv să ne imaginăm structurile noastre cognitive ca niște „insule de organizare”, distințe unele față de altele. Spre deosebire de concepte care nu se pot defini decât în interiorul unei rețele semantice, prin raportarea la alte conținuturi conceptuale, o structură cognitivă se definește prin ea însăși, nu reclamă raportarea la alte cunoștințe.

2. *Structurile cognitive denotă situații complexe*. Ele nu descriu proprietățile (intrinsecă) unui obiect; acest gen de cunoștințe se pot organiza sub forma rețelelor propoziționale. Structurile sau schemele cognitive exprimă contextul în care apar anumite elemente, modul în care sunt structurate astfel încât formează un anumit tip de situație sau de scenă. De pildă, ansamblul de cunoștințe despre cum să cumperi mobilă denotă o situație complexă în care „componentele” situației – cumpărătorul, vânzătorul, mobila – intră în diverse relații: vânzătorul prezintă mobila și prețul; cumpărătorul o verifică, compară prețul cu calitatea, plătește etc.

3. *Schemele sunt structuri generale și abstracte*. Structurile cognitive nu se aplică numai la o singură situație, ci la un tip de situații. În schema de cumpărare a mobilei nu contează ce fel de mobilă cumpărăm, care e vîrstă și sexul cumpărătorului sau vânzătorului, adresa și numărul lor de buletin, fabrica ce a produs mobila, tipul de bancnote în care cumpărătorul plătește vânzătorului etc. Această structură se aplică la o clasă întreagă de situații, la o situație-stereotip, nu la o situație individualizată.

Structurile cognitive sunt *organizate ierarhic*. În vîrful unei scheme de cunoștințe se află cunoștințele certe, valabile în orice caz particular al situației respective. Ele constituie „nucleul tare” al schemei. Spre periferie cunoștințele devin mai puțin certe, variabile în funcție de cazurile particulare. Pe scurt, schema este formată dintr-un „nucleu tare” și un set de cunoștințe variabile, care se specifică în fiecare situație în parte. De pildă, cunoștințele noastre despre o *sală de curs* sunt organizate

într-o schemă cognitivă. Știm, de exemplu, că o astfel de sală are peretei, greamuri, acoperiș (tavan), bănci și o tablă. Acestea sunt cunoștințe fixe, valabile (aproape) pentru orice sală de curs. Dacă băncile sunt aşezate în formă de amfiteatru sau nu, dacă tabla este în dreptul catedrei sau lateral, dacă e vorba de o catedră pe un postament sau nu, dacă e vopsită, dacă e mare sau mică etc. sunt cunoștințe nespecificate în schema noastră cognitivă. Ele se vor concretiza diferit în situații diferite. Structurile cognitive asimilează o situație – ne ajută să o recunoaștem și să o înțelegem – prin punerea ei în corespondență cu nucleul tare al schemei, apoi prin specificarea cunoștințelor variabile, nespecificate. Să presupunem că deschidem ușa și intrăm într-o încăpere. Vedem că are bănci, catedră, tablă. Atunci o asimilăm schemei cognitive „sală de curs”. Apoi specificăm variabilele schemei respective. De exemplu, vom spune că este o sală de curs goală, fără cursanți, că băncile sunt în formă de amfiteatru, că tabla e plină de formule matematice etc.

Activarea schemei cognitive se poate realiza pe mai multe căi. De pildă, se poate amorsa prin prezentarea *etichetei lingvistice* corespunzătoare. Sintagma „sală de curs” e suficientă pentru a ne activa cel puțin cunoștințele generale, abstrakte, din nucleul tare al schemei corespunzătoare. Apoi, *contextul* în care ne aflăm la un moment dat poate determina și el activarea structurii cognitive. De pildă, în contextul în care ne plimbăm pe coridoarele Universității, în fața unei uși mari ni se activează mai intens schema „sală de curs” sau „birou” sau „laborator” decât alte scheme (de pildă „sală de bilard”, „bazin de înot”, „bar” etc.).

O altă cale de activare a structurii cognitive vizează *caracteristicile situației* sau ale stimulilor pe care le percepem la un moment dat.

De pildă, dacă ne trezim după un somn îndelungat și ne vedem întinși pe pat într-o încăpere văruită în alb, igienizată, cu miros de medicamente, iar piciorul nostru e pus în ghips, ni se activează schema „salon de spital”, între elementele căreia sunt cuprinse o parte din aceste caracteristici.

Cel mai adesea activarea schemei se face prin efectul conjugat al tuturor factorilor menționati mai sus.

O schemă cognitivă este cuprinsă într-una mai generală, cu un grad mai mare de generalizare. De pildă structura de cunoștințe despre o „vizită la dentist” este inclusă în schema „vizită la medic”, care e inclusă în schema „consultăție” etc. Din cele menționate anterior rezultă în ce constă caracterul general abstract, organizat ierarhic, al schemelor cognitive.

4. *Schemele sunt modalități de organizare a cunoștințelor declarative.* Cunoștințele grupate într-o structură cognitivă nu sunt legate de o utilizare anume. Ele sunt cunoștințe despre fapte sau stări de lucruri, nu despre o procedură sau un anumit tip de proceduri. O schemă poate avea însă mai multe utilizări: pentru a înțelege un text, pentru predicția unui comportament sau a unei evoluții posibile a stării de lucruri etc.

7.2.5.2. Interpretarea și selecția informației prin schemele cognitive

O dată structurate, schemele cognitive intervin activ în procesarea informației. De altfel, tocmai datorită efectelor lor asupra procesării informației s-a ajuns la postularea existenței schemelor cognitive. În acest caz, în psihologia cognitivă s-a întâmplat un fenomen similar cu cele din astronomie: dacă traiectoria unui corp astral suferă o abatere de la cea prezisă prin calcul, se postulează existența unui alt corp care i-a perturbat deplasarea. Similar, existența unor perturbări sau omisiuni sistematice în reproducerea unor cunoștințe a dus la postularea existenței unor scheme cognitive responsabile de aceste distorsiuni. Deci existența schemelor cognitive se motivează prin efectele lor asupra *selecției și interpretării informației*.

Impactul schemei cognitive asupra *selecției* itemilor procesați a fost pus în evidență printr-un experiment efectuat de Brower și Treyens (Bower, 1981). Ei au solicitat unui lot de 30 de subiecți să aștepte în biroul unuia dintre experimenteri sub un pretext oarecare. După 35 de secunde subiecții au fost rugați să revină în sala de seminar și să ofere în scris o descriere cât mai acurată a celor văzute în biroul respectiv. Analizând ulterior aceste descrieri, s-a constatat că subiecții eludează în mod sistematic mențiunile despre o serie de itemi care fuseseră prezenți efectiv în birou, dar erau atipici, nu făceau parte din schema cognitivă a biroului. De pildă, doar 8 dintre subiecți menționau prezența unui calendar și a unui craniu pe unul dintre rafturi. Pe de altă parte, se constată menționarea unor itemi care nu existau efectiv în birou, dar care făceau parte din schema cognitivă a acestuia. De exemplu, 9 subiecți considerau că în birou se aflau cărți, când, de fapt, acestea lipseau. Itemii care corespundeau schemei cognitive erau reproduși cu frecvența cea mai mare: 29 din cei 30 de subiecți relatau despre prezența scaunului, a mesei de lucru, a pereților etc. Impactul schemelor cognitive asupra selecției și reamintirii selective a itemilor memorați a fost pus în evidență și printr-un alt experiment efectuat de Pichert și Anderson (1977). Ei au construit un text în care era prezentat, din perspectiva unui ghid, interiorul unei locuințe. Înainte de a oferi spre lectură acest text subiecților experimentali, ei au fost împărțiți în trei grupuri: a) un grup care trebuia să citească textul din perspectiva unui hoț, care urma să plănuiască o spargere la adresa respectivă; b) un grup care trebuia să adopte perspectiva unui cumpărător, interesat să cumpere locuință; c) în fine, un grup căruia i se prezenta textul fără nici o altă instrucțiune.

Ulterior, când subiecții au fost solicitați să relateze tot ceea ce-și reamintesc din textul respectiv, s-a constatat că relatările lor erau puternic influențate de perspectivele pe care le-au adoptat. „Hoții” își reamintea mai ales acele detalii care ar fi fost relevante pentru o viitoare spargere, deci consistente cu schema cognitivă a spărgătorului, ignorând itemii mult mai importanți dar nerelevanți. „Cumpărătorii”, la rândul lor, își reamintea preponderent acele aspecte care erau congruente cu schema cognitivă a unui virtual cumpărător al locuinței respective.

Pe baza celor două tipuri de date experimentale, să conchidem că *schemă cognitivă favorizează procesarea selectivă a informației, ducând la inferarea unor*

itemi inexistenți dar consistenti cu schema respectivă, la eludarea unor itemi prezenți dar inconsistenți cu schema și la procesarea și stocarea preferențială a itemilor identificați ca elemente ale schemei. Aceste efecte pot fi constatate în mod cotidian. Absența unor itemi dintr-un mediu în care ei apar în mod obișnuit este mai greu de observat; prezența unor itemi într-un context neuzual este repede semnalată. Unul dintre prietenii autorului și-a scos toate ușile interioare ale apartamentului său. Foarte puțini dintre vizitatorii săi au remarcat acest lucru, iar aceștia au semnalat absența doar când doreau să închidă ușa în camera în care intrau.

Activarea unor scheme cognitive generează inferențe și supozitii despre semnificația unui eveniment. Această *interpretare* pe baza schemei unui eveniment devine parte integrantă a reprezentării mentale a evenimentului respectiv. Să presupunem că vedem o persoană în fața agenției de voiaj CFR care intră, cumpără un bilet până la București și apoi consultă orarul plecărilor trenurilor din Cluj. Imediat interpretăm aceste comportamente pe baza unei scheme mai generale: a pleca cu trenul la București, și facem inferență că persoana respectivă intenționează să călătorească la București. Vom exemplifica mai jos modul în care schemele cognitive ne ajută să interpretăm stimulii verbali.

Citiți următorul text: „Înainte de a se întâlni cu doctorul X, Y intră într-o încăpere cochet mobilată. Câteva persoane, așezate în fotoliu comode citeau diverse pliante colorate. O Tânără zâmbitoare îl invită în altă încăpere, unde, după ce modifică poziția scaunului, doctorul X îl poftă să se așeze”.

Înainte de a citi mai departe, răspundeți la următoarele întrebări: Ce fel de doctor era X? Ce fel de încăpere este cea în care a intrat Y? Cine sunt persoanele care așteptau? Care e conținutul acestor pliante? Cine e Tânără zâmbitoare? Despre ce fel de scaun este vorba?

Există câteva elemente amorsă în text care activează o anumită schemă cognitivă. Dacă răspunsurile pe care le-ați dat sunt tipice sau asemănătoare cu cele pe care mi le-au oferit studenții mei, atunci schema activată este „vizita la dentist”. Amorsele cele mai importante sunt „doctorul” și „reglarea scaunului”. Pe baza activării schemei respective interpretăm, fără probleme deosebite, întregul text. Y intră în *sala de așteptare* de la *cabinetul dentistului* unde o mulțime de *pacienți*, așteptându-și rândul, răsfoiau pliante cu conținut *medical (stomatologic)*. Tânără *asistentă* a doctorului X îl poftă în cabinet, unde doctorul îl invită pe *scaunul stomatologic*. Așadar, evenimentul este interpretat pe baza schemei cognitive accesate datorită unor informații aluzive (amorse) din text. *A interpreta un text înseamnă, de fapt, a-l prelucra astfel încât elementele sale să-și găsească locul într-o schemă mai generală.* Pe scurt, *interpretarea este asimilarea la o schemă cognitivă*.

Citiți acum propoziția: „Y urma să participe la un experiment psihologic vizând efectul electroșocurilor de intensitate redusă asupra memoriei imagistice”, apoi reluăți lectura vechiului test. Încercați să răspundeti la aceleași întrebări ca și după prima lectură. De această dată, caracteristicile textului ne activează o cu totul altă schemă cognitivă, care determină o altă interpretare a acelorași propoziții. Înainte ca Y să se întâlnească cu *doctorul în psihologie* X, el intră în *anticamera*

laboratorului unde alți subiecți memora diverse imagini. O *tânără colaboratoare a experimentatorului* îl invită în laborator unde Y îl pofti pe *scaunul electric*! De această dată amorsele din text au apelat la o nouă schemă cognitivă care a determinat un nou model al situației respective. Textul rămâne doar un *pretext* al construcției reprezentării mintale în funcție de schema cognitivă subiacentă. Anumite caracteristici ale textului activează o structură cognitivă care, apoi, integrează textul respectiv într-o schemă mai generală și-i conferă semnificație. O serie de informații care nu sunt efectiv prezente în text sunt *inferate* pe baza schemei asimilatoare, astfel încât ulterior subiecții nu mai pot discrimina dacă aceste informații au făcut parte efectiv din text sau au fost deduse din structura cognitivă corespunzătoare (vezi, de pildă, Bransford și Frank, 1971). (Despre modul în care sunt utilizate schemele cognitive pentru înțelegerea unei probleme, cei interesați pot consulta Richard, 1990.)

Să mai menționăm că, în momentul în care se realizează interpretarea unui text sau a unei situații, componentele schemei cognitive sunt activate simultan. Într-un experiment menit să dovedească această idee (vezi Richard, 1990), subiecții sunt puși să memoreze un scenariu cu un număr variabil de secvențe de acțiuni. Ulterior, subiecții trebuiau să recunoască aceste secvențe. Se constată o creștere semnificativă a timpului de recunoaștere o dată cu creșterea numărului de acțiuni memorate care nu puteau fi inferate din schema de acțiune. Timpul de reacție rămâne practic neschimbăt dacă numărul de acțiuni anterior memorate, deși argumentat, viza acțiuni corespunzătoare scenariului. Ceea ce denotă că acțiunile cuprinse într-o schemă cognitivă (= scenariu) formează un bloc de cunoștințe activate concomitent. Activarea e inițiată de o serie de amorse prezente în configurația stimулului. Pentru un text, de pildă, *titlul* acestuia are un rol privilegiat în amorsarea schemei.

7.2.6. Scenariul cognitiv

Un scenariu este un caz special de schemă cognitivă, particularizat la o mulțime de evenimente organizate serial. Mai precis, un scenariu (script) este o structură de date/cunoștințe care descriu o *secvență tipică de evenimente, corespunzătoare unui anumit context*. El are un „nucleu tare” format din macroacțiuni sau *scene* relativ invariabile în raport cu situațiile particulare. În același timp, scenariul conține terminale formate din variabile nespecificate, care iau valori precise în situații particulare. Aproape toate comportamentele noastre de rutină sunt guvernate de scenarii referitoare la modul în care ele trebuie executate. „A lua masa la restaurant”, „a împrumuta o carte de la bibliotecă”, „a pregăti micul dejun”, „a merge la dentist” etc. sunt numai câteva dintre scenariile care ne ghidează în mod cotidian comportamentul. Să luăm, ca exemplu, scenariul de *a lua masa la un restaurant*. El include mai multe personaje (consumatorul sau clientul, chelnerul și bucătarul) care execută o serie de acțiuni într-o anumită ordine.

Scena 1. Intrarea în restaurant

Consumatorul intră în restaurant.
 Consumatorul caută o masă liberă.
 Se îndreaptă singur spre o masă liberă.
 Așteaptă să-l conducă chelnerul la o masă liberă.
 Consumatorul se aşază la masă.

Scena 2. Comandarea meniului

Clientul cheamă chelnerul.
 Clientul îi cere un meniu.
 Chelnerul îi aduce meniul.
 Clientul consultă meniul.
 Clientul comandă meniul.
 Chelnerul notează.
 Chelnerul merge la bucătărie.
 Chelnerul comandă bucătarului meniul.
 Bucătarul pregătește meniul.
 Chelnerul preia meniul.

Scena 3. Consumul

Chelnerul servește meniul.
 Clientul consumă.

Scena 4. Achitarea consumului

Clientul cere nota de plată.
 Chelnerul întocmește nota.
 Chelnerul prezintă nota clientului.
 Clientul plătește.
 Lasă bacșis.
 Chelnerul mulțumește.

Scena 5. Plecarea

Clientul ieșe din restaurant.
 Clientul ieșe singur din restaurant.
 Clientul așteaptă să fie condus spre ieșire.

Așadar, scenele care sunt prezente în scenariul cognitiv sunt macroacțiuni, valabile întotdeauna într-un scenariu de genul „a merge la restaurant”: intrarea clientului, comanda meniului, consumul, plata, plecarea. Aceste scene le sunt subordonate altele, care au propriile lor acțiuni componente și.a.m.d. (subordonarea este exprimată prin deplasarea spre dreapta a „liniilor” scenariului). În afară de relațiile „pe verticală” de subordonare ierarhică, între evenimentele din scenariu se stabilesc și relații de ordonare temporală: anumite acțiuni urmează strict altor acțiuni. De pildă, achitarea notei și lăsarea bacșisului nu se fac înaintea consultării meniului.

Comportamentul nostru în condițiile în care dorim să luăm masa la restaurant este ghidat de aceste scenarii. În scenariu nu se specifică cum trebuie să ne comportăm într-un restaurant chinezesc, de pildă, dar acțiunile pe care trebuie să le întreprindem în acest caz rezidă din specificarea unora dintre „nodurile terminale” ale scenariului, în condițiile în care macroacțiunile rămân invariabile. Scenariile sunt rezultatul unei învățări sociale. Menținerea lor este garantată de un set de contingente (= întăriri pozitive sau negative) care acționează asupra actorilor, încât aceștia respectă scenariul. De regulă, scenariile conțin secvența de acțiuni cea mai eficientă pentru a atinge un scop într-un anumit context. Există însă și scenarii susținute în mod artificial prin manipularea contingențelor, care nu includ acțiunile cele mai eficace. Structurile birocratice își fac adesea „o specialitate” din a crea scenarii cât mai întortocheate și ineficiente pe care le susțin prin setul de întăriri pozitive sau negative pe care le aplică personajelor. Dacă un scenariu este bine învățat – printr-o învățare intenționată sau accidentală, neintenționată –, controlul lui asupra comportamentului se realizează cvasiautomat. Apariția unei situații ne activează un anumit scenariu care induce apoi o serie bine determinată de comportamente. „Abandonarea” în scenariu, renunțarea la controlul conștient al comportamentului duce la importante economii de resurse din partea subiectului. În același timp însă ea poate genera și erori sau comportamente inadecvate. Heckhausen și Beckman (1990) citează o anecdotă referitoare la celebrul matematician și logician D. Hilbert: „D-na Hilbert, așteptând musafiri la cină, a observat că soțul său nu și-a pus cea mai potrivită cravată. Drept pentru care l-a trimis în dormitor să și-o schimbe. Musafirii sosiseră de mult, dar celebrul matematician întârzia să apară. Luând seama la ce s-a întâmplat, d-na Hilbert și-a găsit soțul dezbrăcat în pat, dormind un somn adânc”.

Această întâmplare este un bun exemplu despre puterea scenariilor îndelung repeatate. Prezența sa în dormitor, la o oră de seară, i-a activat lui Hilbert scenariul de a merge la culcare. Subactivându-se scopul inițial al comportamentului său, matematicianul distrat s-a conformat scenariului. Folclorul științific abundă în astfel de anecdotă despre cercetători distraji.

Care este realitatea psihologică a acestor scenarii? Ce dovezi experimentale avem asupra existenței și caracteristicilor lor? Bower și colab. (1973) au întreprins o serie de investigații pentru a proba realitatea psihologică a acestora. Există mai multe metode de a pune în evidență acest lucru.

Una dintre metode constă în a solicita un grup de subiecți să menționeze un anumit număr de evenimente pe care ei le consideră tipice pentru anumite circumstanțe. De exemplu, care sunt primele 20 de evenimente ce au loc atunci când cineva ia masa la un restaurant. Evenimentele care sunt menționate de majoritatea dintre ei, peste un anumit procentaj, sunt macroacțiunile sau scenele scenariului. Grupând apoi celelalte acțiuni pe mai multe transe, în funcție de frecvența menționării lor, se pot stabili diverse substructuri ale scenariului. De pildă, într-o cercetare efectuată de Bower și colab. (1973) referitor la situația de a merge la restaurant, cel puțin 73% dintre subiecți ($N = 32$) au menționat: intrarea, așezarea la masă, consultarea meniuului, comanda, consumul, plata și ieșirea; cel puțin 48% dintre ei au menționat: discutarea meniuului cu chelnerul, comandarea de băuturi sau lăsarea unui bacăș;

cel puțin 25% dintre ei au menționat evenimente ca : terminarea felului întâi, băutul de apă minerală, ridicarea hainelor de la garderobă etc. Pe baza acestor secvențe se pot stabili scenele de bază sau macroacțiunile (peste 73%), acțiunile tipice din cadrul fiecărei scene (peste 48%) și comportamentele mai puțin tipice (peste 25%). Firește, pragurile respective sunt variabile, în funcție de decizia experimentatorului și de modul de grupare a frecvențelor. Ideea de bază este însă aceeași : în funcție de diverse praguri de frecvență se stabilește ierarhia scenariului, iar din analiza evenimentelor menționate se stabilește ordonarea lor temporală tipică.

O altă metodă de investigare a scenariilor cognitive vizează efectul lor asupra reamintirii unor povestiri. O povestire conține, practic, o suată de acțiuni efectuate într-o anumită circumstanță, adică un scenariu. Subiecților din lotul experimental li se prezintă o astfel de povestire din care lipsesc însă unele acțiuni tipice pentru o anumită situație. Ulterior, li se cere subiecților să relateze cât mai multe lucruri pe care și le reamintesc din povestirea respectivă. Dacă subiecții posedă un scenariu referitor la acea situație, acesta se va face simțit în reproducerea textului, în felul următor : (a) o serie de acțiuni tipice dar care nu erau menționate în povestire vor apărea în relatările subiecților, ei considerând că au fost efectiv prezente în textul inițial ; (b) evenimente prezente în povestirea inițială dar atipice pentru scenariul corespunzător nu vor fi reamintite sau rata reproducerei lor va fi scăzută. Aceste lucruri au fost constatate experimental de Schank (1982), Bower și colab. (1979) etc. Pe scurt, memoria pentru povestiri sau întâmplări este determinată de scenariile corespunzătoare de care dispune subiectul. Scenariile organizează atât povestirile sau întâmplările altora în mintea noastră (= memoria semantică), cât și propriile noastre întâmplări (= memoria episodică).

7.3. Modelarea conexionistă a bazei de cunoștințe

Modelarea conexionistă a cunoștințelor din memorie se realizează prin *rețelele interactive* (1.4.2). Cunoștințele se consideră că sunt distribuite pe conexiunile dintre unitățile rețelei. Rețeaua are atât unități vizibile (= care pot fi accesate din mediul rețelei), cât și unități ascunse (= care pot fi accesate numai prin intermediul unităților vizibile). Fiecare nod al rețelei conține câte un item de informație, cunoștințele despre un anumit obiect rezultând din interacțiunea acestora. Unitățile rețelei codează fiecare informație printr-o valoare de activare. Așadar, nodurile rețelei sunt formate din diverse valori de activare, nu de concepte, propoziții, scene sau scenarii, ca în cazul modelărilor simbolice. Ca atare, ele nu au o semantică proprie, sunt *semantic-opace*. Dimpotrivă, oricare dintre componentele modelelor clasic-simbolice au o semantică proprie, pot fi puse în relație de semnificație cu un referent; de aceea ele sunt *semantic-transparente*. Subliniem încă o dată că exploratorul unei rețele neuronale îi poate asigura semnificații, poate stabili pentru fiecare nod ce anume reprezintă el. Dar această semnificație a rețelei este exterioară, nu este inherentă rețelei. Un alt explorator poate să acorde alte semnificații acelorași

noduri, din aceeași rețea. Ceea ce exploratorul are la îndemână este doar o matrice de valori de activare, modificabile în funcție de valoarea netinputului. În plus, cunoștințele pe care le poate reprezenta rețeaua la un moment dat depind de interacțiunea dintre nodurile ei.

Pentru a fi mai accesibili, vom prefera să discutăm pe marginea unui exemplu. Să presupunem că avem o listă de 27 de persoane, despre care cunoaștem inițialele numelui și prenumelui, sexul, vîrstă, starea civilă, naționalitatea și opțiunea politică. Toate aceste date sunt cuprinse în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1. Informații socio-politice despre 27 de persoane

Pentru starea civilă, simbolurile: C = căsătorit; NC = necăsătorit; D = divorțat.

Pentru naționalitate: R = român; M = maghiar; G = german. Pentru opțiunea politică: O = susținător al opoziției; P = susținător al puterii actuale; I = indecis.

Pentru sex: F = femeie; B = bărbat.

Nr. crt.	Numele	Sexul	Vîrstă	Starea civilă	Naționalitatea	Opțiunea politică
1	P.S.	F	20	NC	R	O
2	A.T.	F	20	NC	M	O
3	G.M.	F	30	D	G	I
4	K.S.	F	20	D	R	P
5	S.A.	F	20	D	M	I
6	R.G.	F	20	NC	R	I
7	P.B.	F	20	NC	R	I
8	R.S.	F	30	C	R	O
9	M.M.	B	30	NC	R	O
10	M.N.	F	40	D	M	O
11	G.N.	B	20	NC	G	O
12	G.P.	F	40	C	G	P
13	B.I.	B	40	C	R	P
14	L.B.	F	40	C	M	P
15	T.S.	B	40	C	M	P
16	V.G.	B	20	NC	R	O
17	S.M.	F	30	D	M	I
18	R.M.	B	40	D	G	O
19	R.V.	F	20	D	G	I
20	A.S.	F	30	NC	M	I
21	T.V.	F	40	NC	R	I
22	T.M.	B	30	C	R	O
23	S.T.	B	20	NC	R	P
24	N.B.	B	40	C	R	P
25	G.K.	B	40	D	R	P
26	N.I.	B	20	C	R	O
27	I.I.	B	30	C	R	I

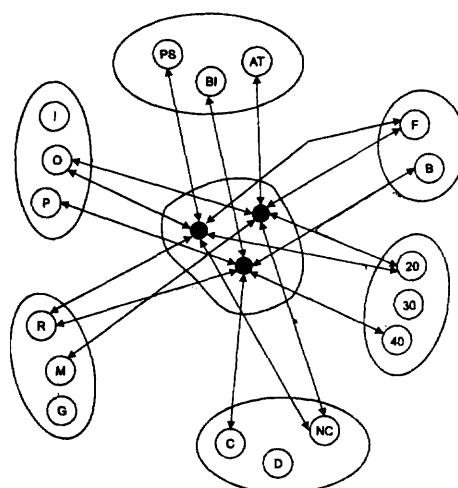
Să presupunem apoi că am memorat informațiile din tabelul respectiv. Cum sunt ele organizate în memorie? Cum putem să ni le reamintim? Ipoteza pe care o facem este că aceste cunoștințe pot fi reprezentate în memorie sub forma unei rețele neuromimetice. Pentru a proba această ipoteză vom proceda în felul următor. Mai întâi vom construi o astfel de rețea, iar apoi vom studia comportamentul ei. Dacă acest comportament e similar cu datele rezultate din investigațiile experimentale, ipoteza se validează sub aspect ecologic. Dacă poate fi simulată pe calculator – dobândește consistență internă.

Rețeaua va conține următoarele noduri: 27 unități pentru a reprezenta numele și prenumele persoanelor respective, 2 – pentru sex, 3 – pentru grupe de vîrstă, 3 – pentru starea civilă, 3 – pentru naționalitate și 3 – pentru opțiunea politică. Toate acestea sunt *unități vizibile*. Lor li se adaugă încă 27 de *unități ascunse*, reprezentând fiecare dintre persoanele respective. Am decis ca ele să fie ascunse, deoarece nu pot fi accesate decât prin intermediul celor vizibile. Adică, dacă dorești să afli informații despre o persoană X, acest lucru se poate realiza dacă cunoști numele ei, sau opțiunea politică (și dintre cei care au aceeași opțiune, treptat, vei selecționa persoana căutată), sau sexul, starea civilă etc. Altfel spus, putem avea acces la informația despre o persoană având unul sau mai multe din aceste indicii. Nu putem să ne reamintim despre o persoană de pe listă ceva dacă nu-i cunoaștem nici numele, nici opțiunea politică, nici sexul, nici vîrsta, nici naționalitatea, nici starea civilă. Când ne reamintim sau ni se spune unul dintre acești itemi, prin asociere ne vin în minte, treptat, și alte informații. Pe scurt, rețeaua este formată din 27 de unități ascunse și 41 de unități vizibile, deci conține 68 de neuromimi. Unitățile ascunse sunt conexe cu toate unitățile vizibile. Conexiunile dintre unitățile vizibile se realizează prin intermediul unităților ascunse. Figura 7.5 arată modul de realizare al acestor conexiuni (pentru simplificare s-au luat în considerare doar trei persoane).

Proprietățile pe care cele 27 de persoane le au (numele fiind considerat și el ca o proprietate) sunt grupate în șase clustere, mutual exclusive. Elementele din interiorul aceluiși cluster se inhibă reciproc. O persoană este reprezentată printr-o unitate ascunsă, cuprinsă în blocul interior, care e conectată cu inițialele numelui propriu și cu celelalte caracteristici, reprezentate fiecare printr-un nod.

Dacă o unitate vizibilă este activată, atunci activarea ei se propagă în

Fig. 7.5. Rețea interactivă reprezentând informațiile despre trei persoane din tabelul 7.1.

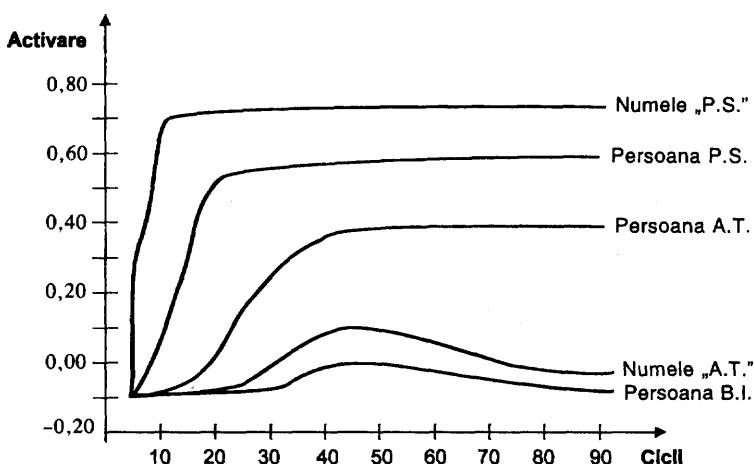


rețea, activând celelalte caracteristici asociate. De pildă, dacă activăm numele B.I., prin inhibiție laterală sunt subactivatate celelalte nume proprii. Concomitent, valoarea de activare a unității B.I. se propagă în rețea, activând celelalte noduri (= proprietăți): bărbat, 40 de ani, căsătorit, român, susținător al puterii actuale. Putem activa însă și un alt neuromim vizibil, de pildă, unitatea „R” (român). Această unitate va subactiva temporar unitățile M și G. Activarea ei se va propaga în rețea. Se poate observa că această unitate este conexată cu trei din cele cinci unități ascunse, ca atare va ridica valoarea de activare a fiecărei dintre acestea. La nivelul lor, ele vor difuza mai departe în rețea, activând și alte unități vizibile. În acest fel se vor forma mai multe patternuri de activare (noduri și conexiuni activate). Cu cât aceste patternuri vor fi mai asemănătoare, cu atât mai dificilă va fi discriminarea între cunoștințele pe care le reprezintă. De exemplu, activând R, activarea se propagă la 3 unități ascunse. Acestea activează unitățile vizibile adiacente (vârstă, sexul, opțiunea politică, starea civilă, numele etc.). Întrucât P.S. și A.T. diferă printr-un singur nod (legat de naționalitate), patternurile lor de activare vor fi foarte asemănătoare. Aceleași lucruri pot fi exprimate și într-un limbaj mai intuitiv. Dacă cineva ne spune numele unei persoane, ne vin în minte, treptat, și alte caracteristici ale acesteia. Dacă cineva ne cere să ne reamintim toți românii (R) aflați în tabel, ne va fi destul de greu să ne reamintim dacă A.T. este cetățean român sau nu, deoarece el seamănă cu P.S. sub toate aspectele, mai puțin naționalitatea. Aceeași sarcină va fi mult mai ușoară în cazul lui G.M., deoarece el diferă în mai multe privințe (= are alt pattern de activare).

Pentru a explora această rețea, am utilizat programul *IAC* (*interactive activation and competition*) din capitolul 2 al cărții lui McClelland și Rumelhart (1988, pp. 39-41). Am stabilit intervalul de variație a valorilor de activare: [-0,20, +1]. Ponderea conexiunilor excitative era de +1, iar a celor inhibitive era de -1. Ecuațiile de funcționare a rețelei sunt cele descrise în 1.4. Restul de activare l-am stabilit la -0,10. Am stimulat unitatea P.S. cu un input extern având valoarea $u_i = 0,44$. Întrucât restul de activare al unității P.S. era de -0,10 (ca și al tuturor celorlalți neuromimii), valoarea sa de activare după primul ciclu a crescut la 0,34. Această activare s-a propagat în rețea, activând unitatea ascunsă corespunzătoare, iar prin intermediul ei s-au activat celelalte proprietăți, respectiv unitățile R, F, 20, NC și O. Momentan, celelalte unități care codau numele proprii și-au păstrat restul de activare sau au fost ușor inhibate. Unitățile care codau proprietățile lui P.S. au rezonat activând unitățile ascunse care aveau aceleași proprietăți. De exemplu, unitatea O a activat toate unitățile ascunse care aveau această proprietate. În mod similar s-au petrecut lucrurile și cu celelalte noduri care codau celelalte proprietăți. Unitățile ascunse, la rândul lor, rezonează și retrasmisă activarea la unitățile vizibile. Ca atare, de pildă, unitatea ascunsă corespunzătoare lui A.T., primind inputuri de la unitățile: F, 20, NC și O – activate datorită stimulării lui P.S., retrasmite activarea acelorași unități dar, în plus, și numelui lui A.T., anterior inhibat prin activarea numelui lui P.S. După al cincisprezecelea ciclu se activează unitatea ascunsă corespunzătoare lui A.T., iar după al douăzeci și doilea ciclu – numele „A.T.”. Valoarea

lor de activare nu depășește însă activarea unităților corespunzătoare lui P.S. Ea este însă mai mare decât valoarea de activare a numelui „B.I.”, deoarece persoana B.I. are doar o singură proprietate similară cu P.S. – codață de unitatea R. Deci, patternul de activare a lui P.S. se deosebește net de patternul lui B.I., dar este asemănător cu cel al lui A.T., deoarece implică aceleași unități, cu excepția uneia. Dată fiind excitarea numelui lui P.S., potrivit regulii lui Hebb, patternul corespunzător lui P.S. devine cel mai activat. Întreaga rețea intră în echilibru (= activarea nu mai crește la o nouă mărire a inputului), după aproximativ 45-50 de cicli. Figura 7.6 arată cum se modifică valoarea de activare a unităților pentru numele lui P.S., persoana P.S., numele A.T., persoana A.T. și persoana B.I.

Fig. 7.6. Modificarea valorii de activare în funcție de numărul de cicli pentru unitățile „P.S.”, P.S., „A.T.”, A.T. și B.I.



Așadar, activând un nod al rețelei (un item), prin intermediul unor unități ascunse se vor activa alte noduri (alți itemi). Itemii care sunt activați nu sunt selectați întâmplător, ci pe baza conexiunilor sau asocierilor lor anterioare și în funcție de tăria acestor asociere. Modelarea conexionistă concordă cu datele experimentale referitoare la distincția dintre memoria de lucru și memoria de lungă durată ca diferență dintre nivelul de activare a cunoștințelor. Aceste date au fost prezentate în 6.2-6.3. Unitățile cu valorile de activare cele mai ridicate formează memoria de lucru, în vreme ce unitățile slab activate formează memoria de lungă durată.

Cunoștințele care devin mai activate variază în funcție de sarcina cu care se confruntă subiectul sau nivelul său motivational. Aceasta este echivalentă cu a spune că activarea depinde de netinputul pe care unitățile cognitive îl primesc. Tot experimental s-a dovedit faptul că interferența (deci și rata erorilor la recunoaștere și reproducere) este mai ridicată între cunoștințele sau itemii de același fel. Or, aşa cum s-a văzut, modelul conexionist prezentat putea reproduce acest lucru. Cu cât două cunoștințe erau mai asemănătoare (ex: cele legate de P.S. și A.T.), cu atât

patternurile lor de activare erau mai apropiate, antrenând multe unități cognitive comune, deci interferența era mai puternică. Cu cât două cunoștințe erau mai neasemănătoare (ex.: patternul de activare a lui P.S. comparativ cu patternul corespunzător lui B.I.), cu atât probabilitatea de a le confunda (= rata erorii) era mai mică.

În plus, modelarea conexionistă a bazei de cunoștințe are plauzibilitate neuronală. Această idee se poate argumenta în două feluri. Întâi, rezultatele experimentale din neurochimia memoriei au dovedit că memoria de lungă durată se asociază cu formarea de noi butoni postsinaptici, care întăresc conexiunile dintre neuroni. Or, în mod similar, într-o rețea neuromimetică, cu cât tăria conexiunilor dintre anumite unități este mai ridicată, cu atât mai mult rezistă la alte modificări ce au loc în rețea, cu atât mai ușor dobândesc valoare de activare maximă (= „sunt reamintite”) în condițiile unei stimulări externe.

În al doilea rând, se cunoaște că pierdem zilnic neuroni, iar conexiunile dintre ei se deteriorează fără să ne pierdem (în aceeași proporție) memoria. Acest fenomen poate fi simulaț pe modelele conexioniste. În rețeaua prezentată anterior, din cele 1062 de conexiuni ale rețelei am distrus, la întâmplare, 53 (adică 5% dintre ele). Am stimulat din nou nodul „P.S.” (numele lui P.S.) cu aceeași valoare a netinputului. Am constatat că activarea unității ascunse corespunzătoare și a încă două dintre proprietățile sale (vârstă și sexul) s-a realizat în același număr de cicli ca și în condițiile integrității rețelei. Celelalte trei proprietăți au reclamat cu 3-6 cicli mai mult decât înainte, adică o diferență nesemnificativă.

Să mai adăugăm că rețeaua și-a probat și consistența internă prin simularea ei pe calculator. Glosând pe marginea acestui exemplu, să conchidem că rețelele neuromimeticice pot constitui o modelare plauzibilă neuronală și ecologică a bazei de cunoștințe din sistemul cognitiv uman.

7.4. O evaluare succintă

Analiza comprehensivă a avantajelor și dezavantajelor fiecăruiu dintre modelele prin care s-a încercat descrierea modului de organizare a cunoștințelor în memorie ar fi un obiectiv prea ambicios, mult peste puterile unui singur om. Ca atare, ne mulțumim să punctăm câteva aspecte care nu se par mai importante.

În primul rând, modelele organizării bazei de cunoștințe (rețele semantice, rețele propoziționale, scheme și scenarii cognitive, rețele neuronale) nu trebuie văzute ca fiind într-o competiție acerbă a cărei miză ar fi explicarea globală a structurării bazei de cunoștințe. Sistemul cognitiv posedă cunoștințe atât de diverse, iar modurile de dobândire a lor sunt atât de variate, încât este improbabilă existența unei organizări unice, a unui mecanism unic de organizare a cunoștințelor. De pildă, într-un fel organizăm cunoștințele de botanică, despre împărțirea pe genuri, specii și subspecii a unei plante, în alt fel cunoștințele despre cum trebuie să deschidem un cont la bancă și, probabil, în alt fel cunoștințele de psihologie cognitivă. În primul

caz, rețeaua semantică pare a fi organizarea cea mai eficace ; în al doilea – scenariul, iar în a treia situație – rețelele propoziționale. Pe de altă parte, în mod obișnuit, chiar materialul pe care îl memorăm are propria sa organizare. Foarte rar ni se întâmplă să învățăm siruri de cifre sau cuvinte sau perechi aleatorie de cuvinte și cifre. De regulă, învățăm un curs pentru examen, o poezie pentru serbarea școlară, un text de lege pentru o pledoarie juridică etc. Toate acestea sunt *deja* structurate, au o anumită organizare. Iar modul în care *ele* sunt organizate influențează modul în care *noi* le structurăm în memorie.

Organizarea sau, mai exact, organizările bazei de cunoștințe depind nu numai de interacțiunea cu materialul care trebuie memorat, ci și de interacțiunea cu *mediul* în care se desfășoară memorarea. Altfel cum ne-am putea explica dependența performanțelor mnezice de congruența mediului fizic din momentul reactualizării cu mediul fizic din momentul memorării (vezi 6.6.1.1, Hirst și Manier, sub tipar). Rezultă că organizarea bazei de cunoștințe este rezultanta interacțiunii dintre sistemul cognitiv și mediul său (inclusiv structura materialului de memorat). Ea nu se desfășoară numai în mintea noastră, ci și la *interfața* dintre noi și mediul în care trăim. Oricare din modelele prezentate pe parcursul acestui capitol surprinde organizări *locale* ale cunoștințelor, descrie câte un tip de structurare a materialului din memorie. Probabil multe alte organizări sunt posibile, dar elaborarea unui model globalist unic ni se pare un ideal himeric, ba chiar în contradicție cu versatilitatea de care dă dovadă sistemul cognitiv uman în organizarea cunoștințelor de care dispune.

În al doilea rând, modelările simbolice și cele neuromimetice par a surprinde niveluri diferite de organizare a acelorași cunoștințe. Modelele simbolice descriu modul de organizare a cunoștințelor aşa cum apar ele la interfața dintre sistemul cognitiv și mediu, iar modelele subsimbolice, conexioniste, surprind organizarea cunoștințelor la interfața cu structurile neurobiologice. De aici nerelevanța modelelor simbolice pentru cercetătorii din neuroștiințe. Tot de aici rezultă nerelevanța rețelelor neuromimetice pentru modul de organizare a cunoștințelor legate de comportamentul social (ex. : schimbarea atitudinilor, percepția celuilalt, etnostereotipurile etc.). În loc să fim deconcertați de diversitatea modelelor, mai bine să luăm seama la diversitatea și *complementaritatea* lor. Ele trebuie utilizate până când își epuizează tot potențialul explicativ.

7.5. Sumar

Deși conține reprezentări imagistice (probabil și conținuturi perceptive – vezi experimentele lui Penfield !), memoria de lungă durată este formată, în primul rând, din cunoștințe. Există o tendință certă a sistemului cognitiv uman de stocare pe termen lung a reprezentărilor semantice. Acestea constituie un cod economicos, rapid, cu sintaxă riguroasă, permitând operarea asupra posibilului. Modelarea tipului de organizare a cunoștințelor depinde de angajamentul paradigmatic al cercetătorului.

Principalele structuri simbolice sunt: rețelele propoziționale, rețelele semantice, schemele și scenariile cognitive. Rețelele propoziționale pornesc de la ideea că unitatea de bază a cunoștințelor este propoziția sau aserțiunea. Ele reprezintă relațiile dintre propoziții prin intermediu termenilor lor. Rețelele semantice rețin relațiile ierarhice dintre concepte și proprietățile aferente. Schemele cognitive constituie blocuri de cunoștințe activate simultan. Elementele lor se asociază prin relații tipice, nu semantice. Scenariul cognitiv este un caz particular de schemă cognitivă, reprezentând o secvență tipică de acțiuni pentru anumite situații. Schemele cognitive influențează înțelegerea și predicția. Modelarea subsimbolică a cunoștințelor se realizează prin rețele interactive. Organizarea cunoștințelor nu este o operație pur mentală, ci rezultă la interfața sistemului cognitiv cu mediul său. Modelele prezentate sunt complementare. E puțin probabil să existe un mod unic de organizare a cunoștințelor în sistemul cognitiv uman.

Capitolul 8

DECIZIA

Luarea unei decizii, selecția unei alternative dintr-o mulțime de variante disponibile la un moment dat, este o componentă esențială a vieții noastre cotidiene. Deciziile stau la baza comportamentului nostru teleologic, exprimând intenționalitatea ființei umane. Fie că este vorba de decizii simple (ex.: să deschidem sau nu televizorul pentru a viziona o emisiune sportivă), fie de decizii complexe (ex.: opțiunea profesională sau alegerea partenerului de viață), în situații de risc sau nu, mecanismele cognitive au rolul determinant în procesualitatea deciziei. Luarea deciziilor constituie în egală măsură obiectul de interes al economiștilor, sociologilor, cât și al psihologilor. Din eforturile reprezentanților acestor discipline au rezultat două mari categorii de modele, menite să descrie și să explice comportamentul decizional: (1) modele normative; (2) modele descriptive.

8.1. Modele normative ale luării deciziei

Originea modelelor normative se află în științele economice. Interesați de stabilirea pe cale matematică a alternativei care aduce cel mai mare profit, economistii au căutat să elaboreze proceduri formale pe baza cărora să se poată calcula decizia optimă. Principala asumție a modelelor normative este cea a *raționalității* subiecțului decident. Se presupune că, în luarea deciziei, subiectul uman se comportă rațional, căutând întotdeauna să aleagă posibilitatea optimă, adică acea opțiune care îi asigură câștigul maxim dintre toate variantele posibile. Evitând considerațiile detaliate asupra raționalității (vezi A. Marga, 1991), la modul cel mai general, o ființă este rațională dacă este necontradicitorie. Aceasta înseamnă că, în cazul unui raționament tranzitiv, dacă un individ preferă varianta A variantei B și varianta B variantei C, atunci, în mod necesar, va prefera pe A lui C. Să presupunem că îi propuneți prietenei dumneavoastră să plecați în vacanță la mare cu avionul (A) sau cu trenul (B). Din anumite motive ea se va decide pentru prima variantă. Imediat după aceea, un amic vă aduce la cunoștință că zborul s-a anulat, dar se oferă să vă transporta cu automobilul personal (C). Veți prezenta prietenei dumneavoastră, iarăși, o alternativă: de a merge cu trenul (B), sau cu automobilul (C). Să presupunem că s-a hotărât asupra variantei B. Fiind însă o zi plină de ghinion, aflați de la agenția de voiaj că trenul respectiv s-a anulat, dar că avionul circulă. Veți

presupune că prietena dumneavoastră este o ființă rațională și, conform unui raționament tranzitiv elementar, va prefera să meargă cu avionul, consecventă cu opțiunea inițială (va prefera pe A lui C, deoarece anterior a preferat pe A lui B și pe B lui C). Fără să o întrebați, veți cumpăra bilete de avion. Nu v-aș sfătui să fiți prea satisfăcut de alegerea făcută. Riscăți să vi se atragă atenția că avionul era preferabil în comparație cu trenul, necunoscându-se varianta automobilului, pe când acum, între avion și o călătorie cu automobilul, care vă oferă posibilitatea de a vă opri în multe locuri pitorești și e suficient de rapid etc., e de preferat automobilul. Supărarea dumneavoastră, dacă ea va urma acestor reproșuri, și banii pe care îi veți pierde sunt determinate de presupoziția raționalității subiectului decident. Cu toate că putem invoca destule contraexemple, această presupoziție constituie fundamentul modelărilor normative.

A doua asumție a modelelor normative vizează *omnisciенța subiectului decident*. Altfel spus, se presupune că în luarea deciziei individul *cunoaște toate posibilitățile* și o selecțează pe cea optimă. Indiscutabil, există multe astfel de situații. Spre exemplu, având un capital lichid, există o alternativă de utilizare a lui: să-l depui într-o bancă sau să te lansezi într-o afacere. Dacă dorești să-l depui, există un număr finit și (deocamdată) redus de bănci dintr-un oraș a căror dobândă o poți cunoaște, hotărându-te asupra celei care-ți oferă câștigul cel mai ridicat. Cu ușurință se pot invoca de către oricine o mulțime de situații în care numărul alternativelor posibile este finit și cognoscibil. Există însă multe situații care contrazic această presupoziție, după cum se va vedea ulterior.

Cele două presupozitii, că subiectul decident e o ființă rațională și că îi sunt cunoscute toate alternativele asupra cărora trebuie să hotărască, sunt extrem de restrictive și severe. Modelele construite pe baza lor arată, mai degrabă, *cum ar trebui să se decidă*, nu cum se realizează decizia în mod real. Ele prescriu, nu descriu, de aceea am preferat să numim aceste modele *modele normative*. Ca și regulile logicii, care nu descriu procesul de gândire real, ci îl corectează prin raportare la normă, modelele normative au *valoare corectivă* în majoritatea situațiilor. Doar în puține situații, cum vom arăta la momentul oportun, ele sunt și descriptive.

Cele mai cunoscute modele normative calculează valoarea așteptată (*expected value*) sau utilitatea așteptată (*expected utility*).

8.1.1. Valoarea așteptată

Valoarea așteptată (*expected value*) este beneficiul – calculat, de regulă, în bani – pe care subiectul decident îl are în vedere în condițiile selecției unei variante. Valoarea așteptată are o expresie numerică și o caracteristică de obiectivitate, în sensul că este independentă de percepția subiectivă a indivizilor implicați în procesul deciziei.

Exemplu. Un individ oarecare se hotărăște să-și utilizeze capitalul de care dispune pentru a face afaceri.

Dacă face afacerea A, are 42% șanse de a avea un beneficiu de 1 milion.

Dacă face afacerea B, are 80% şanse de a câştiga 500.000 lei.

Care este varianta cea mai dezirabilă pentru individul respectiv? Adeptii modelelor normative bazate pe calculul beneficiului sau valorii aşteptate – în marea lor majoritate economiști – consideră că această variantă se poate stabili în mod univoc, pe baza unui calcul al valorii aşteptate după formula $VA_i = P_i \times V_i$, unde VA_i = valoarea aşteptată a alternativei, P_i = probabilitatea de a obține un beneficiu dacă se optează pentru alternativa i și V_i = mărimea eventuală a acestui beneficiu.

În cazul nostru, valoarea (beneficiul) aşteptată pentru cele două posibilități este :

$$VA_1 = 0,42 \times 1 \text{ mil.} = 420.000$$

$$VA_2 = 0,80 \times 500.000 = 400.000$$

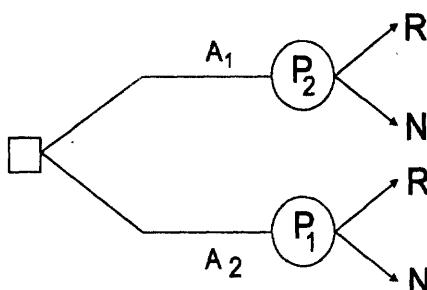
După cum se poate observa, valoarea/beneficiul aşteptat este mai mare dacă subiectui se lansează în afacerea A. Ca atare, el este consiliat că, în măsura în care dorește să se comporte rațional, dincolo de idiosincrasiiile lui subiective, prima variantă este cea optimă. Varianta optimă este, aşadar, cea care are valoarea cea mai mare, calculabilă algoritmic. Deciziile manageriale sunt adesea ghidate de astfel de calcule. Noi însine, când dorim să facem o investiție, recurgem la astfel de calcule, chiar dacă ele nu au o expresie numerică riguroasă. Una din dificultățile pe care le întâmpină modelul bazat pe calculul valorii aşteptate vizează stabilirea precisă a probabilității cu care vom obține un anumit câștig dintr-o opțiune dată. De cele mai multe ori, deciziile luate se bazează pe *estimarea*, nu pe *consemnarea* unei probabilități de câștig. În cazul exemplului anterior, putem stabili probabilitatea de câștig pentru varianta A_1 (sau A_2) dacă cunoaștem procentul celor care au câștigat dintr-o astfel de afacere raportat la totalul celor care s-au lansat în ea (cu sau fără succes). Chiar în aceste condiții, nu se poate spune cu certitudine că această probabilitate de câștig rămâne nemodificată în cazul nostru, la un moment ulterior. Șansele noastre pot să scadă sau să crească în funcție de o mulțime incalculabilă de evenimente aleatorii care pot interfera cu decizia noastră, modificând șansele de câștig. Utilizarea cifrelor nu conferă prin ea însăși un plus de precizie. De la sectele pitagoreice încoace a existat întotdeauna o „mistică a numerelor”, gata să pună un număr acolo unde, de fapt, începea ignoranța noastră sau caracterul aleatoriu al evenimentelor. Cu tot caracterul estimativ al probabilităților de câștig, implicat în calculul valorii aşteptate, nu putem spune că acest calcul este superfluu. Valoarea aşteptată a probabilităților asupra cărora poartă decizia noastră este un *ghid orientativ* util, îndeosebi atunci când mărimea acestor valori este semnificativ diferită de la o posibilitate la alta. Modelul valorii aşteptate este însă extrem de restrictiv, deoarece doar o parte redusă a deciziilor noastre vizează factori economici cuantificabili în valoarea lor bănească. Luăm decizii cu privire la cariera profesională, la o atitudine politică sau vot electoral, la partenerul preferat etc. În plus, „câștigul” nu se poate exprima numeric decât în rare cazuri.

8.1.2. Utilitatea aşteptată

Modelul utilității aşteptate (*expected utility*) caută să depășească restricțiile în care se cantonează calculul valorii aşteptate, încercând să formalizeze și decizia din domeniile de activitate în care câștigul corelat unei opțiuni nu are o expresie numerică, bânească. Se pornește de la ideea că există o diferență între valoare și utilitate: *valoarea este un dat obiectiv, utilitatea este percepția subiectivă a unei valori*. Să presupunem că prețul unei sticle de bere rece, pe plajă, este de 500 lei. Vă căutați disperat prin buzunare și găsiți 490 lei. Vă mai lipsesc 10 lei pentru a obține băutura mult dorită. Citind deznaștere de pe chipul dumneavoastră, și intuind că sunteți student, vânzătorul vă vinde sticla cu 10 lei mai puțin. Să ne închipuim acum o situație ușor diferită, în care, după îndelungri căutări, v-ați descoperit prin buzunare doar 400 de lei. Bonom, același vânzător, vă asigură că v-ar putea vinde berea cu 490 lei. Amabilitatea lui vă lasă rece ca sticla de bere. În ambele situații, valoarea pe care o câștigați era aceeași: 10 lei, dar utilitatea este diferită. În primul caz, acești bani vă faceau să vă atingeți scopul; în al doilea – nu. Eventual vă intensifică frustrarea. Așadar, mărimea unei valori și utilitatea sa subiectivă sunt diferite. Modelul utilității aşteptate pleacă de la premisa că, în calculul variantei optime, subiectul ia în considerare *utilitatea*, nu valoarea fiecărei posibilități. Pentru a-i da o expresie matematică, această utilitate se codează printr-un număr. Acest număr are semnificație *relativă*, raportat la mărimea utilităților variantei complementare.

Să presupunem că, în urma unui consult cardiologic, la un subiect se depistează o deficiență severă în funcționarea valvei mitrale. El este internat de urgență și i se propune o intervenție chirurgicală pe cord deschis constând în înlocuirea valvei sale naturale cu o valvă artificială. Pacientul se află în fața uneia dintre cele mai dificile decizii din viață sa: să se supună sau nu operației respective. Să notăm cele două posibilități cu A_1 , respectiv A_2 . Decizia sa este marcată de incertitudinea reușitei (R) – nereușitei (N) operației. Reprezentată grafic, situația sa se poate exprima printr-un arbore de decizie conform figurii 8.1.

Fig. 8.1. Arbore de decizie în cazul intervenției operatorii. Arboarele se citește de la stânga la dreapta. Pătratul marchează momentul deciziei; cercurile – incertitudinea, respectiv probabilitatea aferentă fiecărei dintre variantele posibile.



Pacientul nostru va lua, aşadar, în calcul două variante, pe care le va investiga pe rând. Dacă se supune intervenției chirurgicale, atunci simptomatologia anterioară va dispărea, va putea să-şi reia activitatea la locul de muncă, va avea o speranță de viață mai ridicată etc. În același timp, pe lângă aceste beneficii, există și inconveniente ale intervenției respective. Înlocuirea valvei naturale cu o valvă artificială produce un zgromot permanent resimțit de pacient, adesea neplăcut, care poate duce la tulburări nevrotice postoperatorii, reclamă un regim alimentar sever și o eventuală înlocuire periodică a valvei respective etc. „Beneficiile” și „costurile” intervenției chirurgicale constituie *utilitatea* variantei A₁. Chiar dacă optează pentru aceasta, pacientul respectiv trebuie să asigneze o anumită probabilitate de reușită, respectiv nereușită operației respective.

Pe de altă parte, luând în calcul a două variantă (A₂) – de a nu accepta intervenția chirurgicală, individul recurge la aceeași balanță a beneficiilor (ex.: evitarea durerii sau riscului implicat de o atare operație etc.) și costurilor (ex.: reducerea speranței de viață, agravarea simptomatologiei etc.). Si în acest caz va avea în vedere şansele de reușită/nereușită a intervenției chirurgicale.

Ridicându-ne acum de la nivelul intuitiv la cel formal, formula de calcul a utilității așteptate pentru o variantă oarecare *i* (UA_i) este:

$$UA_i = \sum_{i=1}^n P(E_i)U(x_i),$$

unde: E = un eveniment; P(E_i) = probabilitatea unui eveniment *i*; x_i = consecințele unei alternative *i* = 1... n; U(x_i) = utilitatea unei alternative *i*.

În exemplul oferit mai sus, evenimentele ce pot avea loc sunt ca intervenția chirurgicală să reușească (R) sau să nu reușească (N). Bolnavul va acorda probabilități diferite acestor evenimente, în funcție de încrederea în echipa de chirurgi, informațiile pe care le are despre competența lor profesională, locul controlului etc. În general, tot calculul utilității așteptate este saturat în indiosincrasiile personale ale pacientului. Raționalizarea deciziei constă, în acest caz, în eliminarea sau reducerea considerabilă a acestor variabile individuale. Ca atare, solicită să consilieze bolnavul respectiv, psihologul va face apel la „banca de date” a clinicii, pentru a stabili proporția intervențiilor medicale reușite din totalul intervențiilor efectuate. Să presupunem că probabilitatea de reușită este de 70% sau 0,70. Calculul utilității așteptate se face pe baza tabelului 8.1.

Tabelul 8.1. Calculul utilității așteptate în cazul intervenției pe cord deschis.

În interiorul rubricii e trecută P(E_i), iar în colțul din dreapta U(x_i).

A / E	R		N	
		+2		-2
A ₁	0,70		0,30	
A ₂	0,70	-1		0
			0,30	

$$UA_1 = 0.70 \times 2 + 0.30 \times (-2) = 0.80$$

$$UA_2 = 0.70 \times (-1) + 0.30 \times 0 = -0.70$$

Utilitatea așteptată a primei variante este semnificativ mai ridicată decât a celeilalte. Ca atare, adaptând acest model normativ, îl vom consilia pe pacientul nostru să accepte intervenția chirurgicală.

Dificultatea cea mai importantă care survine nu vizează calculul probabilității evenimentelor, ci apare în codarea utilității unei variante. În exemplul nostru am folosit o scală, pe intervalul $[-2, +2]$, semnele diferite arătând predominanță câștigului (+), respectiv a pierderii (-) într-o anumită situație. De exemplu, cel mai mare câștig îl obținem dacă optăm pentru A_1 și operația reușește. Dacă optăm pentru A_2 și, în cazul nostru, operația ar fi reușit, atunci suntem în pierdere, dar *nu atât de mult* decât dacă am fi decis să ne operăm și operația n-ar fi reușit. „Pierderea” e mai mare în acest din urmă caz, deoarece nu numai că starea noastră inițială rămâne neschimbată, dar am suportat și costul unei intervenții nereușite: durerea, indisponibilitatea temporară, reacția de stres etc. Dacă n-am acceptat operația și în cazul acesta credem că ea n-ar reuși, atunci utilitatea e zero (n-am pierdut și nu am câștigat nimic).

Valorile respective nu au o semnificație în sine, ci una relativă, prin raportare la indicii cuprinși în fiecare dintre căsuțele tabelului. Evident, și alte expresii numerice pot fi folosite. Ceea ce e important este raportarea utilității asignate pentru fiecare variantă la toate celelalte variante posibile. Varianta cu valoarea așteptată cea mai ridicată e cea optimă. În practică, codarea utilității este mult mai dificilă decât pare la prima vedere, deoarece e greu să cunoaștem toate avantajele și dezavantajele unei posibilități și, chiar dacă le-am cunoaște, acestea sunt greu de ponderat.

Cu toate aceste dificultăți, modelul utilității așteptate are o validitate psihologică mai ridicată decât modelul valorii așteptate. El este *mai verosimil*, deoarece asumă faptul că alegerea între variante este determinată de utilitatea, nu de valoarea acestora, deci de reflexul subiectiv al valorii. El este *mai general*, deoarece se aplică nu numai la calculul unui profit bănesc. În plus, în unele situații, subiectul uman se comportă realmente conform acestui model. Într-o cercetare experimentală, Payne și colab. (1982) variază complexitatea deciziilor pe care trebuia să le ia un lot de subiecți și timpul acordat pentru alegerea unei variante dintre mai multe posibile. Se constată că, în condiții de timp suficient și/sau complexitate redusă a deciziei, indivizii se comportă rațional, procedând la calculul utilității așteptate; în condiții de presiune a timpului și/sau complexitate sporită a deciziei, decidenții utilizează diverse euristici și modele simplificate. Pe scurt, modelul utilității așteptate este *descriptiv pentru situațiile în care subiecții au suficiente resurse de timp și de calcul*. Modelul este *prescriptiv pentru situații complexe sau cu limită de timp în luarea deciziei*. Modelul bazat pe calculul valorii așteptate este eminentă prescriptiv. În general, ambele modele prezentate mai sus rămân mărginite datorită presupozиțiilor lor inițiale, decidentul fiind o ființă rațională, care cunoaște toate opțiunile și consecințele lor și care are resurse suficiente de timp și de calcul.

O mulțime de date experimentale contrazic aceste supozitii. Să presupunem că fiecare dintre noi are următoarele variante între care trebuie să facă o alegere:

- A. Să câștige 1 milion de lei cu probabilitatea de 5%.
- B. Să câștige 100.000 de lei cu probabilitatea de 49%.
- C. Să câștige 10.000 de lei cu probabilitatea de 100%.

Rata pierderii este nulă în oricare dintre variante. O serie de cercetări au relevat faptul că în cazul unei astfel de probleme de decizie, subiecții preferă pe A lui B și pe B lui C dar, contrar principiului tranzitivității, preferă pe C lui A. Acest tip de problemă se numește *paradoxul lui Alais*, după numele celui care l-a dat prima dată publicității. Se poate vedea că valoarea sau utilitatea așteptată este mai mare pentru A decât pentru B și mai mare pentru B decât pentru C. În mod rațional, subiecții ar trebui să prefere, aşadar, pe A lui C. Cu toate acestea, marea lor majoritate preferă contrariul. Cu cât probabilitatea de câștig dintr-o variantă se apropiе de certitudine, cu atât mai atrăgătoare este socotită opțiunea respectivă, chiar dacă utilitatea sau valoarea ei așteptată este, prin calcul, mai scăzută. Subiecții se simt mai atrași de câștiguri mici dar sigure, decât de câștiguri mari dar extrem de incerte. Cum se poate observa, majoritatea oamenilor preferă să-și depună banii în bancă și să obțină o dobândă redusă dar sigură, decât să obțină un profit semnificativ mai mare dintr-o afacere nesigură. Modelele descriptive au apărut din nevoie de a explica și prezice comportamentul decidentului real, trăind într-o lume dinamică, hipercomplexă, disponând de resurse limitate de timp și calcul.

8.2. Modele descriptive. Raționalitatea limitată

Modelele raționaliste ale deciziei au făcut obiectul unor critici numeroase, dar aceasta nu înseamnă că sunt inutile. Principala lor funcție este de corectare sau orientare a procesului decizional curent. Unul dintre cei mai proeminenți critici ai modelelor raționaliste a fost H. Simon, care, ulterior, a obținut premiul Nobel pentru cercetările sale în domeniul teoriei deciziei. Încă din 1959, H. Simon nota: „Teoria clasică (= modelele raționaliste, n.n.) este o teorie a unui om ce alege între alternative fixe și cunoscute, fiecareia fiindu-i atașate consecințe de asemenea cunoscute. Când însă între decident și mediul său obiectiv intervin percepția și celelalte procese cognitive, aceste modele încetează să mai fie adecvate. Avem nevoie de o descriere a opțiunilor care țin cont de faptul că alternativele nu sunt date, ci trebuie descoperite; o descriere care ține seama de dificultățile determinării consecințelor fiecărei alternative” (*apud Slovic, 1990, p. 101*).

Noile modele, descriptive, mai poartă numele de modele ale *raționalității limitate*. Aceasta înseamnă că decidentul, având resurse de timp și de calcul limitate, e silit să recurgă la diverse euristică de decizie și reprezentări simplificate ale alternativelor asupra cărora trebuie să hotărască. Rezultatul este un model mental simplificat al

situației de decizie, inevitabil în condițiile în care decizia trebuie luată într-un interval de timp scurt, iar capacitatea sistemului cognitiv este limitată. În interiorul acestui model simplificat se presupune că subiectul se comportă *rațional*. Constrained însă de propriile limite cognitive și de timp, subiectul decident va alege varianta *satisfăcătoare*, nu (neapărat) cea optimă. O variantă e considerată satisfăcătoare sau nesatisfăcătoare în raport cu *câteva criterii socotite ca relevante*. Din mulțimea de opțiuni aflate la dispoziție, decidentul va selecta prima variantă care satisface aceste criterii. Ea nu este însă în mod necesar cea optimă, pentru că el nu dispune de suficiente resurse cognitive și/sau de timp pentru a face un inventar al tuturor opțiunilor și a compara valoarea sau utilitatea lor.

Să presupunem că o persoană dorește să-și cumpere un apartament. Din oferta existentă la un moment dat pe piață, mai exact din oferta *cunoscută* de persoana în cauză, ea va opta pentru apartamentul care satisface anumite criterii: (1) să se afle într-o anumită zonă a orașului; (2) să fie relativ aproape de locul de muncă; (3) să se afle la primul etaj; (4) să aibă preț acceptabil etc. Lista criteriilor poate fi mult mai lungă, subiectul neavând timp să le enumere exhaustiv. El va considera oferta existentă în funcție de aceste criterii. Să zicem, vor fi excluse ofertele din zone indezirabile. Mulțimea posibilităților rămase după această primă evaluare va fi evaluată apoi în raport cu al doilea criteriu §.a.m.d. Subiectul nu va avea suficiente resurse cognitive și de timp să aleagă varianta optimă. El va alege prima care-i satisface criteriile menționate. În plus, se poate observa că *ordinea* criteriilor este foarte importantă, schimbarea ei modificând mulțimea de posibilități luate în calcul la un moment dat în procesul decizional de către individul respectiv. Cu atât mai mult cu cât, în majoritatea cazurilor, subiectul va fi nevoit să ia o decizie înainte de parcurgerea exhaustivă a criteriilor. Dacă mai luăm în calcul și eventualele reponderări ale importanței criteriilor ce pot avea loc chiar pe parcursul procesului decizional cu consecințe directe asupra ordinii considerării criteriilor, precum și informațiile limitate despre oferta pieței de care dispune subiectul, ne putem face o idee despre *raționalitatea limitată* de care dă dovadă subiectul uman în luarea deciziilor. El va căuta să aleagă varianta cea mai satisfăcătoare (= care satisface cât mai multe criterii), dar nu poate să dacă varianta aleasă este cea optimă. Așa cum am arătat anterior, decizia optimă e posibilă doar în condițiile în care resursele subiectului sunt suficiente pentru calculul posibilităților, presupunând că acestea sunt integral cognoscibile și fixe. Suprapunerea variantei satisfăcătoare cu cea optimă este rodul întâmplării, nu al calculului.

În condițiile în care suntem presați să luăm cât mai rapid o decizie, utilizăm un număr minimal de criterii. Uneori e utilizată chiar o *euristică de grupare* a opțiunilor. Raportate la aceste criterii minimale, rezultă două clase de posibilități: *dezirabile* – cele care satisfac criteriile respective – și *indezirabile* – nesatisfăcătoare. Apoi, din mulțimea variantelor dezirabile, alegem una în mod aleatoriu, fără a mai calcula utilitatea ei în raport cu celelalte. De exemplu, dacă fructele pe care dorim să le cumpărăm de la piață satisfac un număr minimal de criterii – să zicem, legate de preț și soi –, alegem în mod aleatoriu (sau acceptăm să ni se aleagă) fructele ce satisfac

aceste pretenții minimale. Ceea ce se întâmplă cu „fructele” se poate întâmpla cu orice mulțime de variante aflate la dispoziția subiectului.

Întrucât modelul mental pe care decidentul îl are despre posibilitățile asupra cărora va hotărî este esențial în înțelegerea și predicția comportamentului său, vor fi analizați câțiva dintre factorii cognitivi care participă la construcția acestei reprezentări.

8.3. Scheme și strategii cognitive implicate în luarea deciziei

Inventarul exhaustiv al factorilor cu rol predictiv în comportamentul decizional depășește scopul acestui capitol (pentru o expunere detaliată vezi, de exemplu, Th. Vallsten, 1980). Sunt luați în considerare și analizați doar acei factori pentru care cercetările din ultima vreme au oferit rezultatele cele mai consistente: schemele cognitive, prototipalitatea, ancorarea alternativelor, disponibilitatea în memorie și retroevaluarea alternativelor.

8.3.1. Scufundarea deciziei într-o schemă cognitivă

Într-o serie de experimente, A. Tversky și D. Kahneman (1974, 1981, 1983) au pus în evidență importanța *modului de formulare* a alternativelor în procesul decizional sau așa-numitul efect de *framing* (încadrare). Termenii diferiți în care sunt formulate alternativele activează scheme cognitive diferite. Alternativele sunt astfel scufundate¹ în scheme cognitive diverse care modifică decizia. Experimental, acest lucru a fost probat de Tversky și Kahneman care au construit următoarea problemă „o epidemie asiatică va face, în mod iminent, 600 de victime. Pentru eradicarea acestui flagel au fost proiectate două programe de intervenție: A și B”. După această relatare, lotul experimental a fost divizat, formularea alternativei fiind diferențiată pe grupuri. Primul lot a auzit următoarea variantă:

„Dacă se adoptă programul A, vor fi salvați cu certitudine 200 de oameni.

Dacă se adoptă programul B, există 1/3 şanse să fie salvați toți cei 600 de bolnavi și 2/3 şanse să nu fie salvat nici unul”.

Pentru lotul al doilea de subiecți s-a oferit formularea:

„Dacă se adoptă programul A, 400 de bolnavi vor muri.

Dacă se adoptă programul B, există 1/3 şanse ca nimenei să nu moară și 2/3 şanse ca toți cei 600 să decedeze”.

1. Utilizând acest termen mizez pe conotația sa din matematică, unde apare adesea în sintagme de genul „funcție scufundată în domeniul...” etc.

După cum se poate observa, sub raport matematic cele două alternative sunt identice, ceea ce înseamnă că opțiunea primului lot de subiecți ar trebui să fie consistentă cu opțiunea celuilalt lot. Cele două formulări diferă prin termenii în care sunt prezentate alternativele: în termeni de *câștig* („salvați”) și în termeni de *pierdere* („morți”). Dacă modul de exprimare a alternativelor – care activează scheme cognitive diferite – are vreo influență asupra deciziei, atunci trebuie să ne așteptăm ca deciziile celor două grupuri să fie diferite sau chiar contradictorii. Exact acesta a fost rezultatul experimental obținut, 72% dintre subiecții din primul lot optează pentru programul A, în vreme ce 78% dintre membrii celui de-al doilea grup experimental optează pentru programul B! Diferențele sunt semnificative, ceea ce probează influența determinantă a schemei cognitive în care sunt scufundate alternativele asupra căror indivizi sunt solicitați să aleagă. Numeroase variante ale acestui experiment au consemnat același tip de rezultat Medin și Ross (1991), McNeil și colab. (1982) au confirmat că preferința medicilor și/sau pacienților pentru un anumit tip de tratament variază în funcție de prezentarea șanselor de reușită (= supraviețuire) sau eșec (= moarte) asociate variantelor de tratament. Participarea majorității oamenilor la jocurile de noroc (ex.: loterii naționale, pariuri, pronosport etc.) se datorează prezentării lor în termeni de „câștig”, nu în termeni de „pierdere”. Publicitatea făcută în jurul acestor jocuri pune accentul pe cât de mult am putea câștiga. Dacă ni s-ar spune cât de mult pierdem intrând în astfel de joc, sau care e șansa de a pierde, comportamentul nostru ar fi diferit. Multe agenții de acest gen ar da, probabil, faliment.

8.3.2. Prototipalitatea alternativelor

Teoria prototipurilor a fost discutată în capitolul consacrat categorizării, astfel încât presupunem cunoscute noțiunile discutate cu acel prilej. Prototipalitatea nu vizează doar exemplarele unei categorii naturale, ci și ale unei clase de acțiuni sau alternative. În cazul luării unei decizii, cu cât valoarea de prototipalitate a unei alternative este mai mare, deci cu cât este ea mai reprezentativă, cu atât probabilitatea care i se atribuie este mai mare. Medin și Ross (1992), bazându-se pe cercetări similare întreprinse de Tversky și Kahneman (1983), prezintă următoarele evenimente cerând subiecților să evaluateze probabilitatea lor de apariție.

1. Un om sub 55 de ani a suferit un atac de cord.
2. Un om a suferit un atac de cord.
3. Un fumător a suferit un atac de cord.
4. Un om peste 55 de ani a suferit un atac de cord.

Majoritatea subiecților, susțin autorii citați, consideră că evenimentele 3 și/sau 4 sunt mult mai probabile decât evenimentul 2. O astfel de probabilitate este eronată, deoarece, cum se cunoaște din teoria elementară a probabilităților, conjuncția a două proprietăți are o probabilitate mai mică decât probabilitatea fiecareia dintre ele. În cazul nostru, este mai probabil ca un individ să aibă atac de cord decât ca un individ

care și fumează sau are o vîrstă de peste 55 de ani să trăiască o astfel de experiență dureroasă. Eroarea de estimare a probabilității acestor evenimente e generată de gradul diferit de reprezentativitate sau prototypicalitate pe care îl au în raport cu clasa indivizilor care au suferit un atac de cord. Prototipul nostru pentru această categorie este un om de peste 55 de ani și/sau fumător. Generalizând, din mulțimea de posibilități disponibile, subiectul decident tinde să asigneze o probabilitate mai mare variantei mai reprezentative.

Estimarea probabilității unei variante în funcție de prototypicalitatea sau reprezentativitatea ei are un impact deosebit asupra deciziilor care se iau în funcție de comportamentul presupus al „adversarului”. Astfel de decizii luate în funcție de „adversarul de joc” se numesc, după H.D. Smith, „jocuri” datorită similitudinilor dintre aceste confruntări și jocurile de șansă (vezi, pentru detalii, V. Ceașu, 1972). Termenul de adversar trebuie înțeles în sens generic, de factor natural sau uman, care se comportă după propriile sale legități sau intenții, urmărind o finalitate proprie. Adversarul poate fi natura („jocuri contra naturii”), tu însuși („joc contra sine”), sau o altă persoană („joc pluripersonal”).

Să ne închipuim, de pildă, o situație de negociere, în care doi parteneri negociază un preț sau un salarid etc. Din mulțimea de prețuri pe care le poate pretinde, cel ce vinde va decide să ceară un preț mai mare decât cel pe care, în mod realist, scontează să-l primească, mizând pe comportamentul reprezentativ (prototipic) al cumpărătorului. Un cumpărător „prototip” sau reprezentativ va oferi mai puțin decât cere vânzătorul, și mai puțin decât scontează să plătească pentru produsul negociat, cunoscând, la rândul său, tendința reprezentativă a vânzătorului de a cere mai mult decât e realist. Așadar, deciziile ambilor parteneri sunt în funcție de prezumptia prototypicalității celuilalt. Cumpărătorul va mai „lăsa din preț”, mizând pe tipicalitatea cumpărătorului care va oferi un preț mai bun decât anterior ș.a.m.d. O situație similară este cea a negocierii salariului. Cine nu mizează pe tipicalitatea „adversarului” în evaluarea propriilor acțiuni și luarea deciziilor ieșe, de regulă, în pierdere.

Acordarea unei probabilități sporite variantei reprezentative (tipice) este o euristică eficace în majoritatea situațiilor. Ea nu duce însă întotdeauna la succes, deoarece există negociatori atipici. În general, presupunerea prototypicalității și, în consecință, evaluarea opțiunilor în funcție de această presupunere sunt determinate de numeroși alți factori cognitivi (ex.: cunoștințele din domeniu, considerarea contextului etc.) care o pot invalida.

8.3.3. „Ancorarea” alternativelor

Înainte de a parcurge mai departe acest text, încercați să estimați (fără calcule complete) care e mărimea produsului din sirul (a):

$$(a) \quad 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 = ?$$

Faceți acum același lucru pentru (b):

$$(b) \quad 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = ?$$

Aceste exerciții, oferite de Tversky și Kahneman (1974) la două loturi de subiecți, au pus în evidență estimări semnificativ diferite. Mediana rezultatului pentru lotul care a estimat varianta (a) este 512. Mediana rezultatului pentru grupul care a estimat varianta (b) este de 2.250. Menționăm că răspunsul corect este 40.320. De unde apar aceste diferențe atât de mari între estimările celor două variante ale aceluiași produs? Tversky și Kahneman (1974), precum și alți cercetători, consideră că aceste diferențe se datorează unui proces de „ancorare”. În cele două situații, decizia asupra mărimii produsului a fost „ancorată” de primele cifre ale seriei. Produsul primelor numere din varianta (a) este mic, ceea ce induce o subestimare a mărimii lui totale. Produsul primelor numere în varianta (b) este mai ridicat, ceea ce îi face pe subiecți să estimeze o valoare finală mai ridicată. Decizia despre valoarea estimată a mărimii produsului este influențată semnificativ de ancora utilizată. În jargon conexionist, s-ar putea spune că prima parte a secvenței de calculat are o valoare de activare mai ridicată, deoarece subiecții operează mintal asupra ei, încercând o estimare cât mai precisă. Aceste unități cu valoare de activare ridicată reduc ponderea unităților ulterioare din serie, modulând decizia.

Efectul de ancorare nu ar fi fost atât de mult analizat în literatura de specialitate, dacă s-ar fi referit doar la secvențe de numere. „Ancorele” modulează însă și deciziile complexe, cu consecințe semnificative asupra atitudinilor sau comportamentului uman. Tversky și Kahneman (1974) au solicitat mai multor loturi de subiecți să estimeze numărul țărilor africane membre ale ONU. Mediana estimărilor a fost de 25 și 45, în funcție de ancora sugerată de experimentator, în jur de 10 și, respectiv, în jur de 65. Un fenomen similar a fost relatat de Slovic, Fischhoff și Lichtenstein (1980). Ei au investigat modul de evaluare a gravitației unor boli în funcție de ancorele diferite care le erau sugerate subiecților. De pildă, despre tulburările cardiace, indivizii din două grupuri experimentale erau solicitați să răspundă la două tipuri de întrebări, echivalente din punct de vedere aritmetic, dar diferite prin „ancora” pe care o sugerau:

- (1) Care este rata mortalității la 100.000 de cardiați?
- (2) Pentru fiecare cardiac care moare, câți cardiați continuă să trăiască?

Se poate observa că „ancorele” sunt diferite. Media estimărilor pentru grupul care trebuia să răspundă la (1) era 13.011. Media estimărilor pentru grupul care răspunde la (2) era de 131. Ancorele diferite determină evaluări semnificativ diferite. Simplă includere în întrebare a unor astfel de ancore modifică substanțial decizia.

Prezența efectului de ancorare poate fi remarcată cu ușurință în viața noastră de zi cu zi: la licitații, la piață, în notarea performanțelor școlare etc. Mărimea „strigării” la o licitație este implicată puternic în deciziile virtualilor cumpărători. Chiar dacă ei nu vor oferi atât cât se cere, nici nu vor oferi mult mai puțin. Dacă pentru același obiect s-ar face „strigări” diferite, prețul final la care s-ar ajunge ar fi diferit, date fiind ancorele diferite oferite. Cât privește evaluarea cunoștințelor la examen, dacă primii examinați primesc note mari, succesorii lor imediat, chiar

dacă nu stăpânesc suficient materia predată, vor obține note mai mari decât dacă ar fi fost examinați după o suită de note mici. Aceasta se explică prin ancorele diferite pe care și le face profesorul. La fel, nota obținută de un student (elev) diferă dacă el își începe răspunsul cu subiectul mai bine cunoscut și continuă cu cel mai puțin pregătit, decât dacă procedeaază invers. Ascultând primul subiect, profesorul (mereu în criză de timp) începe să estimeze nota; adică își fixează deja o „ancoră”. Performanța ulterioară este evaluată în funcție de această ancoră: dacă ancora e ridicată, deoarece studentul a răspuns bine la primul subiect, în final performanțele lui vor fi supraevaluate sau mai bine notate decât dacă performanța sa anterioară a fost scăzută, deci ancora a avut o mărime redusă. Morala e că la examene trebuie început cu subiectul cel mai bine cunoscut, iar în cadrul anului sau grupei de studenți, cei mai buni trebuie „împinși în față”. Spre binele cititorilor mei studenți, sper că profesorii lor nu vor extrage nici o morală din cele prezentate.

8.3.4. Accesibilitatea alternativelor

Așa cum s-a mai arătat, cunoștințele de care dispune sistemul cognitiv nu sunt la fel de ușor accesibile; unele pot fi reamintite mai ușor, altele mult mai dificil (6.6.1). Accesibilitatea diferită e determinată de numeroși factori: restul de activare, nivelul netinputului, congruența contextului fizic și neuropsihic etc. În acest capitol ne interesează care sunt implicațiile nivelului diferit de accesibilitate a cunoștințelor asupra comportamentului decizional. O serie de cercetări (Tversky și Kahneman, 1973, 1983, Anderson, 1985 etc.) au relevat tendința constantă a subiectului uman de a acorda *o probabilitate mai ridicată variantei sau evenimentului care este mai ușor de reamintit*. S-a cerut unui lot de subiecți să estimeze frecvența cuvintelor din limba engleză care încep cu litera „r”. Ulterior, aceluiași grup i s-a solicitat aprecierea frecvenței cuvintelor care au litera „r” în poziția a treia (ex.: *carrier*). Studiile statistice asupra limbii engleze au arătat că frecvența cuvintelor din a doua categorie este mult mai mare față de frecvența celor din prima categorie. Cu toate acestea, frecvența estimată a fost net superioară pentru cuvintele care încep cu litera „r” decât pentru cele care conțin această literă în poziția a treia.

Această constatare se explică prin diferențele de accesibilitate a itemilor respective. Este mai ușor să ne reamintim cuvintele care încep cu litera „r”, decât cele care conțin litera „r” în poziția a treia. Strategia de reamintire a unui cuvânt începe cu reamintirea primei litere (sunet), deoarece acesta e și modul de învățare a cuvintelor din limbajul natural. Contextul reamintirii este, aşadar, similar cu contextul învățării. În plus, inhibiția laterală este mai ridicată în cazul unei litere din interiorul cuvântului decât în cazul unei litere de la început, unde inhibiția laterală se realizează dintr-o singură direcție. Restul de activare mai ridicat al cuvintelor din a doua categorie (cu „r” în poziția a treia), determinat de frecvența lor obiectivă mai ridicată, nu e suficient de mare pentru a contracara efectul procedurii utilizate în reamintirea cuvintelor și cel al inhibiției laterale.

Tversky și Kahneman (1983) au obținut rezultate similare cerând unui lot experimental să estimeze frecvența cuvintelor englezești care se termină în „ing”, după ce aceștia au citit un text de aproximativ 2.000 de cuvinte. Un alt lot a fost solicitat să aprecieze, pentru același text, frecvența cuvintelor care conțin litera „n” în penultima poziție. Deși prima categorie de cuvinte este o submulțime a celei de a doua, deci, implicit, ar trebui să aibă o probabilitate de apariție mai redusă, subiecții estimează frecvența cuvintelor terminate în „ing” ca fiind mai ridicată decât a celor cu „n” în penultima poziție. Distorsiunile din evaluarea frecvenței sunt o consecință a ușurinței de a ne reaminti itemii respectivi. Particula „ing” marchează în limba engleză diverse timpuri verbale, ca atare valoarea sa de activare este mai ridicată, acționând ca o amorsă în reamintirea cuvintelor din care face parte. Pe de altă parte, poziționarea literei „n” nu este un marker semnificativ pentru cuvintele din limbajul natural (limba engleză). În plus, inhibiția laterală reduce valoarea de activare a acestei unități cognitive, împiedicând amorsarea itemilor corespunzători. Rezultatul accesibilității diferite a itemilor memorați determină acordarea de probabilități sau frecvențe diferite.

Experimentele asupra relației dintre ușurința reamintirii și evaluarea probabilităților s-au efectuat pe itemi lingvistici deoarece, în acest caz, e posibil un control mai bun al variabilelor. Efectul relevat de aceste investigații este însă mult mai răspândit. El vizează aprecierea probabilității oricărora populații de evenimente la care nu avem acces direct. De exemplu, având mai vîî în memorie accidentele aviatice cu aparate „Boeing”, vom considera că probabilitatea accidentelor este mai mare cu acest tip de avioane, decât cu aparate de tip „Topoleev” să zicem. Neavând acces la numărul exact de zboruri „Boeing” și numărul exact de accidente înregistrate cu acest tip de aparate de zbor pentru a putea face calculul ratei accidentelor, recurgem la cunoștințele disponibile în memorie. Accesibilitatea mai rapidă a unor informații ne face să le acordăm probabilități mai ridicate. Vom decide să zburăm cu „Topoleev”, deoarece „nu ne amintim să se fi întâmplat vreun accident cu aceste aparate”, chiar dacă caracteristicile lor tehnice sunt inferioare avioanelor „Boeing”. În mod similar, probabilitatea de repetare a unei catastrofe naturale este estimată diferit de supraviețuitorii imediat după catastrofă, decât mai târziu. Cu cât trece timpul, experiența catastrofală este mai greu de reamintit, subestimându-se tot mai mult probabilitatea ei de a se repeta.

Putem valida și altfel efectul accesibilității cunoștințelor din memorie asupra deciziei. Din teoria prototipurilor cunoaștem că prototipul sau exemplarul reprezentativ al unei clase este cel mai ușor de reamintit. Rezultă logic că, dacă accesibilitatea influențează modul de asignare a probabilităților, atunci prototipului î se va acorda cea mai ridicată probabilitate. Dar acest lucru a fost dovedit deja într-unul dintre subcapitolele anterioare (8.3.2.). În general vorbind, toți factorii care contribuie la modularea accesibilității itemilor memorați influențează, indirect, personalitatea deciziei.

8.3.5. Post-evaluarea alternativelor

După consumarea unei decizii care l-a dus la eșec, decidentul reconsideră adesea decizia sa anterioară, culpabilizându-se pentru neluarea în seamă a unor date esențiale și „ușor de observat”. Adesea această culpabilizare ia forme anormale, degenerând în reacții nevrotice depresive sau compensatorii. Cât firesc și cât nefiresc există în această blamare a propriei persoane?

Arkes și colab. (1981) au prezentat în fața a cinci grupuri de clinicieni simptomatologia mai multor cazuri. Pentru fiecare caz, subiecții trebuiau să evaluateze probabilitatea corectitudinii fiecărei dintre cele patru categorii de diagnostic oferite de experimentatorii. Pentru a realiza acest lucru, unul dintre grupuri era solicitat să aprecieze plauzibilitatea fiecărui dintre cele patru tipuri posibile de diagnostic imediat după prezentarea lor. Celorlalte patru grupuri li s-a spus care este diagnosticul corect, dar au fost insistent solicitate să facă la rândul lor evaluarea plauzibilității categoriilor de diagnostic *ignorând răspunsul* corect. Cu alte cuvinte, li s-a cerut să se bazeze doar pe propriile lor cunoștințe și simptomatologia prezentată. Așadar, primul grup făcea evaluarea unor variante fără să știe răspunsul corect, pe când celelalte grupuri știau acest lucru, dar li se corea să nu-l ia în seamă, căutând să se bazeze numai pe simptomatologia oferită.

S-a constatat că probabilitatea asignată variantei corecte este de 2-3 ori mai mare în cazul grupurilor cărora li s-a oferit această informație, decât pentru cei care nu o posedau. Așadar, subiecții care cunoșteau decizia corectă n-au putut să facă abstracție de acest lucru. Generalizând (vezi și datele oferite de Fischhoff, 1982), *cunoașterea deciziei corecte distorsionează aprecierea dificultății inițiale a deciziei*. Aceeași lucru se întâmplă în cazul în care, după ce a decis incorrect, decidentul descoperă care ar fi fost decizia corectă. El tinde să subevalueze dificultatea inițială a deciziei, cunoașterea deciziei corecte influențând modul de percepție a deciziei inițiale. Mai simplu spus, decizia pe care am luat-o anterior nu a fost nici pe departe atât de ușoară cât ni se pare nouă că ar fi fost, după ce am aflat care era, de fapt, decizia corectă. O mare parte din autoblamarea care survine ulterior este nejustificată.

8.3.6. Eroarea jucătorului

Vizând, în primul rând, validitatea ecologică a rezultatelor, s-au întreprins o serie de cercetări asupra deciziei în mediul „natural” al decidenților. Într-unul dintre aceste locuri (cazinoul) s-a constatat un fenomen destul de frecvent, o eroare comisă adesea de jucătorii la ruletă sau alte jocuri de noroc, numita *gambler fallacy*: *combinarea eronată a probabilităților independente*. Două evenimente sunt independente probabilistic dacă probabilitatea de realizare a unuia nu se corelează, în nici un fel, cu probabilitatea de apariție a celuilalt. De exemplu, dacă aruncăm de 10 ori o monedă și de 8 ori ieșe „stema”, frecvența ridicată a acestui eveniment nu are nici

o legătură – nu ne poate sugera nimic – despre frecvența de apariție a celuilalt fenomen (iese „banul”).

În mod frecvent, jucătorii la „ruletă” sau alte jocuri de noroc combină în chip eronat probabilitățile independente. Dacă în ultimele câteva jocuri a „ieșit” – să zicem – „15 negru”, majoritatea indivizilor sunt încinați să mizeze pe alt număr și/sau culoare, considerând că „15 negru” și-a epuizat posibilitățile de apariție, probabilitatea cea mai mare având-o un alt eveniment, diferit de primul. În realitate, probabilitățile celor două evenimente sunt independente, nici unul neputând să ne modifice incertitudinea față de celălalt. Reluând exemplul inițial, faptul că, din 10 aruncări ale monedei, de 8 ori a ieșit stema nu ne spune nimic despre probabilitatea de apariție a uneia din cele două variante posibile la a unsprezecea aruncare. Cele două probabilități sunt independente.

8.4. Variabilitatea preferințelor. Raționalizarea alegerilor

În subcapitolul anterior au fost analizați câțiva dintre factorii care modifică evaluarea variantelor asupra cărora urmează să se decidă opțiunea. Preferința pentru o posibilitate dintr-o mulțime disponibilă e influențată determinant de schema cognitivă, reprezentativitate, „ancore”, accesibilitatea în memorie etc. Deci, preferința pentru o variantă nu este rezultanta unui algoritm invariabil cum ar fi cel de calcul al utilității sau valorii așteptate, decât în situații artificiale sau extrem de simple. Dimpotrivă, preferințele indivizilor sunt variabile, dependente de o serie întreagă de factori cognitivi. Limitele de reprezentare și procesare imanente sistemului cognitiv uman fac ca valorile și/sau preferințele noastre să nu intre într-o ordine stabilă, fixă. Prin forța împrejurărilor, ocupăm poziții diferite în societate, în diverse perioade sau grupuri dobândim statusuri și roluri diferite. Iar acestea generează valori și preferințe diferite, adesea conflictuale. Preluând o formulare a lui G. Shafer (1986), demonstrarea variabilității deciziilor sau preferințelor noastre este cel mai important rezultat al celor trei decenii de cercetări experimentale (*apud* Payne și colab., 1988, p. 91).

Fluctuația preferințelor sau valorilor pe baza cărora luăm decizii nu exclude utilizarea logicii în procesul decizional. Chiar dacă, în majoritatea situațiilor, raționalitatea decidentului e limitată de resursele cognitive și de timp și/sau de factorii de distorsiune semnalati anterior, subiectul uman nu se comportă total irațional sau aleatoriu. Chiar dacă alegerea unei variante nu se bazează pe un calcul riguros și aceasta nu este cea optimă, individul își *raționalizează* (= își justifică) decizia. O dată exprimată, o preferință capătă consistență și credibilitate în ochii decidentului și ai celorlalți prin justificarea ei. Adesea, această justificare nu relevă motivele reale ale opțiunii făcute, ci este o *raționalizare*. Rolul construcției de argumente justificatoare în procesualitatea deciziei a fost evidențiat în numeroase

rânduri (Slovic, 1975, Johnson, 1989, Hubel și colab., 1982). Montgomery (1983) propune chiar un model al deciziei bazat pe ideea că decidentul se hotărăște asupra acelei variante pentru care are suficiente argumente, încât să înlăture un eventual conflict cognitiv rezultat de respingerea celorlalte posibilități disponibile. Hubel, Payne și Puta (1982) arată că preferința pentru o opțiune A față de una B se accentuează dacă se adaugă o a treia variantă C, inferioară lui A (dar nu și lui B) din mai multe puncte de vedere. Această variantă C oferă decidentului noi argumente care să-i justifice preferința pentru A.

Producerea de argumente care să susțină o opțiune e mult mai evidentă în cazul deciderii între două posibilități greu de comparat. De regulă, cercetările asupra comportamentului decizional au vizat variante *comparabile*, aparținând aceluiași domeniu, având *aproximativ* aceleași consecințe (ex.: preferința pentru două modalități de a câștiga bani, preferința pentru un program de televiziune din mai multe disponibile etc.). E.J. Johnson (1989) a inițiat o serie de cercetări asupra deciziei între variante eterogene aparținând unor clase diferite. De exemplu, având o sumă de bani, un individ trebuie să opteze între a-și cumpăra un televizor color sau a-și petrece vacanța la mare. Cele două opțiuni aparțin unor clase diferite, au consecințe diferite. În astfel de condiții, producerea de argumente pentru susținerea uneia este mult mai bogată și mai laborioasă. De pildă, se vor construi *caracteristici abstracte*, care să facă cele două variante comparabile: atât cumpărarea unui televizor color, cât și o vacanță pe malul mării oferă posibilități de petrecere în mod plăcut a timpului liber, iar din acest punct de vedere (*construit* de decident), o variantă va apărea ca fiind preferabilă celeilalte. Acest gen de rezultate ne atrag atenția asupra riscului implicat de respingerea pripită a modelelor raționaliste din teoria deciziei. Paradigma experimentală care a dominat cercetările asupra procesului decizional a avut în vedere alegerea dintre variante din același domeniu (omogene). În cazul acestui tip de opțiune, impactul calculului rațional asupra deciziei este puternic parazitat de schemele cognitive semnalate. Ponderea raționalității pare însă mult mai însemnată când se pune problema deciziei între variante eterogene. Lărgirea paradigmelor experimentale ar putea duce la reconsiderarea calculului logic (rațional) în dinamica deciziei.

8.5. Sumar

Investigarea procesului decizional a apelat la două categorii de modele: normative și descriptive. Modelele normative presupun că decidentul se comportă rațional, este omniscient (cunoaște toate posibilitățile disponibile și consecințele lor) și dispune de resurse computaționale și de timp suficiente. Ca atare, decizia optimă se obține pe baza unor algoritmi de calcul al valorii opțiunilor sau al utilității pe care subiectul le-o atribuie. Utilitatea unei opțiuni constă în percepția subiectivă a valorii sale. Asumptiile care stau la baza modelelor descriptive au fost atacate din perspectiva

teoriei raționalității limitate. Se presupune că decidentul dispune de resurse finite, prin urmare, el își creează o reprezentare mintală simplificată a variantelor între care trebuie să opteze. În interiorul acestui model mental simplificat („limitat”), subiectul se comportă rațional. O serie de factori cognitivi pot influența calculul asupra posibilităților: schema cognitivă, gradul de prototipi-calitate, accesibilitatea din memorie a cunoștințelor relevante, „ancorarea” și raționalizarea. Lărgirea paradigmării experimentale prin reconsiderarea deciziei între variante eterogene ar putea oferi rezultate interesante despre mecanismele cognitive implicate în procesul decizional.

REZOLVAREA DE PROBLEME ȘI RAȚIONAMENTUL

9.1. Rezolvarea de probleme

Confruntarea cu situații problematice și tentativele de rezolvare a acestora ocupă o mare parte din sfera comportamentului uman. Principala finalitate a sistemului cognitiv este de a rezolva probleme. Reprezentarea cognitivă a mediului și calculele efectuate asupra acestor reprezentări sunt realizate cu scopul de a spori adaptabilitatea organismului la mediu, de a-l ajuta să rezolve problemele cu care se confruntă, pentru care instinctele sale nu sunt suficiente.

Spre deosebire de celealte componente ale sistemului cognitiv (ex.: procesarea informației vizuale, atenția, memoria etc.), care formează sisteme funcționale specifice, susținute adesea de structuri anatomo-fiziologice relativ individualizate, mecanismele rezolvării de probleme au un caracter *globalist*, cuprindând toate celealte sisteme. O performanță rezolutivă deficitară poate fi rezultatul funcționării neadecvate a unui singur „bloc cognitiv” (ex.: a memoriei, a categorizării sau recunoașterii etc.), în condițiile funcționării adecvate a tuturor celorlalte mecanisme implicate în rezolvarea problemei respective. Rezolvarea de probleme este, astăzi, o *rezultantă a funcționării interactive* a mecanismelor cognitive studiate anterior. Deși raționamentul poate fi inclus în rezolvarea de probleme, procesul racionativ constituie un calcul specific, diferit de alte strategii rezolutive. Pentru a nu ajunge la o abordare generală a raționamentului prin aglutinarea diferențelor sale față de alte proceduri rezolutive, am optat pentru tratarea sa separată. În consecință, prima parte a capitolului va viza definirea „problemei”, a metodelor de investigare a procesului rezolutiv, inclusiv strategiile euristică și algoritmice, iar a doua parte va aborda problematica raționamentului.

9.1.1. Ce este o problemă ?

Debutul cercetărilor sistematice asupra rezolvării de probleme a fost făcut de W. Köhler (1927), un psiholog gestaltist german binecunoscut, care a emigrat în SUA la sfârșitul anilor '30. Fiind surprins de începutul primului război mondial în Tenerife (Insulele Canare), Köhler a început să studieze comportamentul rezolutiv

al membrilor unei colonii de cimpanzei captivi. Subiectul său preferat de studiu se numea *Sultan*. Una dintre problemele cu care se confrunta Sultan era aceea de a obține o banană aflată la distanță față de cușca sa, folosindu-se de câteva bețe de bambus. La început, unul dintre bețele de bambus era suficient pentru a-l ajuta să-și dobândească banana respectivă. Ulterior, Köhler i-a pus la dispoziție două bețe, dar nici unul dintre ele nu era suficient de lung pentru ca cimpanzeul să-și apropie hrana. După tentative repetate de utilizare a unui singur băț, lui Sultan i-a „vine ideea” să monteze cele două bețe – unul în prelungirea celuilalt – reușind să-și dobândească hrana mult dorită. Această „iluminare” bruscă ce duce la soluția corectă, după tentative nereușite, a fost botezată *insight* sau „aha-reacție”, și a jucat un rol important în paradigma gestaltistă din psihologia deceniilor trei-patru ale secolului nostru.

Având în minte exemplul prezentat mai sus, să ne întrebăm acum ce este o problemă. O problemă apare atunci când *subiectul intenționează să-și realizeze un scop, sau să reacționeze la o situație-stimul, pentru care nu are un răspuns adecvat stocat în memorie*. Mai exact, o problemă apare când există :

- a) o stare inițială a organismului și a mediului său.* În cazul nostru, Sultan se află închis într-o cușcă, având la dispoziție câteva bețe de bambus, iar undeva, în afara cuștii – o banană.
- b) o stare-scop – o situație dezirabilă, diferită de cea inițială, pe care subiectul e motivat să o atingă.* În cazul lui Sultan – aducerea bananei în interiorul cuștii sale pentru a-și satisface foamea.
- c) o mulțime de acțiuni sau operații a căror realizare face plauzibilă atingerea scopului ;* în exemplul oferit mai sus – repertoriul de acțiuni pe care le poate face Sultan (ex. : să întindă unul din membrele sale, să folosească unul din bețe sau să-l concateneze), pentru a obține „premiul” dorit.

Absența uneia dintre aceste caracteristici suspendă problema. De pildă, dacă situația actuală este complet satisfăcătoare, dacă nu există o situație diferită de cea actuală pentru care subiectul să fie motivat, nu ne confruntăm cu nici o problemă, „n-avem probleme”, cum se spune în limbajul cotidian. Trebuie să avem capacitatea de a întrevedea o altă stare de lucruri decât cea prezentă și să fim motivați să o atingem pentru a putea apărea problema. Dacă nivelul intelectual nu ne permite să întrezărим o altă stare de lucruri decât cea actuală sau dacă realizarea acesteia nu oferă nici o satisfacție, nu satisface nici o trebuință, nu ne oferă nici o întărire pozitivă, trăim „fără probleme”.

În mod similar, dacă nu dispunem de un repertoriu de acțiuni sau operații care să ne permită atingerea scopului, comportamentul rezolutiv nu apare. Trebuie să considerăm că disponibilitățile noastre operatorii sau acționale fac cel puțin plauzibilă realizarea scopului pentru ca să vedem în diferență dintre starea inițială și starea dezirabilă o problemă. Să luăm, de pildă, problema construirii unui *perpetuum mobile*. E clar că o stare de lucruri în care apare un *perpetuum mobile* este diferită de starea prezentă, în care orice mișcare are nevoie de un input inițial și este finită

în spațiu și timp. E la fel de evident că am dori să dispunem de o astfel de mașinărie. Dar cunoștințele pe care le avem, mijloacele de calcul și procedeele tehnologice de care dispunem fac total implauzibilă construcția unei astfel de mașini. În consecință, nici un om (de știință) serios nu-și mai pune o astfel de problemă. Poate doar copiii sau alienații mintal, care, estimându-și eronat disponibilitățile, mai persistă în realizarea unei asemenea invenții. Estimarea *șanselor de reușită* pentru transformarea stării inițiale în stare-scop pe baza aplicării operațiilor sau acțiunilor de care dispunem este esențială pentru apariția unei probleme. Altfel, discrepanța dintre starea actuală și starea-scop nu este o *problemă pentru noi*, nu e „problema noastră”, deci sistemul cognitiv o eludează din procesările sale, nu ne gândim la ea.

Diferențele existente la nivelul stării actuale, al motivației pentru atingerea unei stări dezirabile, al capacitații operatorii și modului de estimare a șanselor de reușită rezidă în diferențe interindividuale ale repertoriului de probleme. Repertoriul problematic variază de la individ la individ. Acolo unde cineva vede o „problemă”, altcineva trece nepăsător. Pentru creația științifică, de pildă, surprinderea unei probleme (*problem-finding*) este mai importantă decât rezolvarea ei (*problem-solving*) (Dillon, 1988). Parafrâzând pe A. Einstein, „formularea problemei este adesea mult mai importantă decât soluționarea sa, care poate fi nimic altceva decât o chestiune de deprinderi matematice sau experimentale” (Einstein, Infeld, 1938, p. 12).

La o analiză mai profundă, problemele pe care subiectul și le pune depind de baza sa de cunoștințe declarative și procedurale. Pentru o astfel de abordare, vezi Miclea și Radu, 1987, Miclea, 1991.

9.1.2. Spațiul și mediul problemei

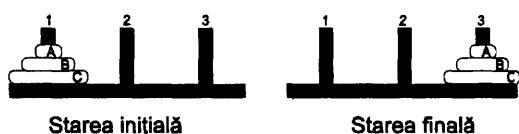
Modul în care subiectul își reprezintă problema constituie *spațiul problemei*. Una și aceeași problemă poate fi reprezentată diferit în mintea unor subiecți diferiți sau în mintea aceluiași subiect, în funcție de variația cunoștințelor sale și a capacitaților de procesare. Să presupunem că o problemă dintr-un manual de geometrie este reprezentată intern de presupusul rezolvitor. Problema ca atare, așa cum este ea prezentată în manualul respectiv, formează *mediul problemei*. Reprezentarea ei internă, dependentă de sistemul cognitiv al rezolvitorului = *spațiul problemei*. Spațiul problemei constă într-o mulțime de stări: a) *starea inițială* (= „ceea ce se dă”), b) *starea finală* (= „ceea ce se cere” sau se intenționează) și c) *stări intermediare*, care reprezintă transformări succesive ale stării inițiale în starea finală. Toate aceste stări pot fi stări fizice (stări de lucruri) sau stări de cunoștințe, adică structuri de cunoștințe aflate inițial la dispoziția subiectului sau dobândite pe parcursul procesului rezolutiv. Adică, informațiile accesibile rezolvitorului într-un moment dat al procesului rezolutiv. Transformarea unei stări în altă stare este făcută cu ajutorul unui *operator*. Un operator poate fi o acțiune fizică ce schimbă o stare de lucruri în altă stare de lucruri sau o operație cognitivă care transformă o stare de cunoștințe într-alta. Orice operator se aplică numai dacă anterior sunt îndeplinite anumite

condiții numite *constrângerile de aplicare* a operatorului în cauză. Rezolvarea problemei constă în aplicarea acelor operatori care vor permite transformarea stării inițiale în starea finală, cu satisfacerea constrângerilor de aplicare. Cel mai scurt „drum” dintre starea inițială și starea finală constituie *soluția optimă*.

Să luăm acum un exemplu, pentru a ilustra cele spuse anterior. Una dintre problemele cel mai mult analizate de către psihologi este cea numită *Turnul din Hanoi*.

Se dau trei discuri (A, B, C), de mărimi diferite și trei tije (1, 2, 3). Cele trei discuri sunt așezate în ordine crescătoare pe una dintre tije, formând un turn cu aspect oriental (de unde și numele de „turn din Hanoi”), aşa cum se poate vedea în figura 9.1.

Fig. 9.1. Turnul din Hanoi



Sarcina subiectului este de a muta toate cele trei discuri de pe tija 1, pe tija 3. Starea inițială și starea finală sunt vizibile în figura 9.1. Între ele, ne putem imagina o mulțime de stări intermediare. Mutarea jetoanelor trebuie făcută respectând următoarele constrângerile: (a) la orice mișcare nu se poate deplasa decât un singur disc; (b) se poate deplasa numai discul de deasupra; (c) nu se poate pune un disc cu diametru mai mare peste un disc cu diametrul mai mic.

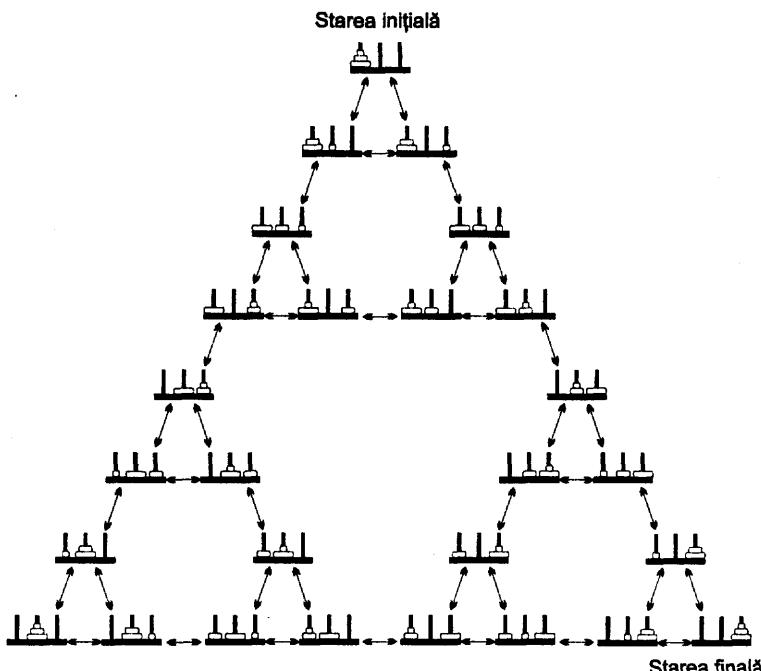
Operatorii cu care lucrează rezolvatorul constau în suita de deplasări pe care acesta le poate efectua, iar constrângerile deja menționate sunt constrângerile sau condițiile de aplicare a operatorilor. Rezolvarea problemei constă în mulțimea de transformări care duc de la starea inițială (A, B, C în 1), la starea finală (A, B, C în 3). Spațiul problemei este circumscris de mulțimea acestor stări inițiale, intermediare și finale, precum și de transformările unora în altele. Figura 9.2 ilustrează spațiul problemei „Turnul din Hanoi”.

În contextul discuției despre spațiul problemei, mai trebuie menționată distincția dintre probleme bine definite (*well-defined problems*) și probleme insuficient definite (*ill-defined problems*). Dacă într-o problemă se specifică complet starea inițială, starea finală, setul de operatori și condițiile de aplicare a acestora, avem de-a face cu o problemă bine definită (p.b.d.). Demonstrarea unei teoreme de logică simbolică este un exemplu de astfel de problemă. Se specifică starea inițială (= axioamele din *Principia Mathematica*), se specifică starea finală (= teorema ce trebuie demonstrată), setul de operatori (= regulile de deducție, de pildă, *modus ponens* și regula substituției) și condițiile de aplicare a acestora (ex.: dacă se aplică regula substituției, atunci variabila substituită trebuie înlocuită în toate ocurențele sale dintr-o expresie). Demonstrarea unei teoreme de geometrie, „Turnul din Hanoi”, multe probleme de algebră, probleme de șah sau probleme de rutină din viața cotidiană etc. constituie tot atâtea exemple de probleme bine definite.

Problemele insuficient definite (p.i.d.) sunt cele în care nu sunt complet specificate stările problemei, sau blocul de operatori, sau condițiile de aplicare a acestora. De pildă, a scrie o carte de psihologie cognitivă este o problemă insuficient definită.

Nu e clar precizată nici starea finală – cum trebuie să arate, în final, o astfel de carte, nici operatorii care ar permite atingerea ei. Alegerea unei profesiuni potrivite, întemeierea unui mariaj fericit sau inventarea unui nou tip de automobil sunt tot atâtea exemple de probleme insuficient definite, în care una sau mai multe dintre componentele problemei sunt slab specificate.

Fig. 9.2. Spațiul problemei Turnul din Hanoi. Săgețile indică transformările ce se pot realiza în condițiile satisfacerii constrângerilor de aplicare a operatorilor.



H.A. Simon, care împreună cu A. Newell a pus bazele abordării rezolvării de probleme ca o deplasare, o „navigație” în spațiul problemei, în celebra lor carte *Human Problem Solving* (1972), este de părere că diferențele dintre problemele bine definite și cele insuficient definite nu sunt insurmontabile. O mare parte din procesul rezolutiv constă în reducerea problemelor insuficient definite la probleme bine definite (Simon, 1977). Deși lucrurile nu sunt încă pe deplin clarificate, cel puțin problema reducerii unei p.i.d. la o p.b.d. pare a fi o problemă bine definită ea însăși.

9.1.3. Metode de cercetare a procesului rezolutiv

Cercetarea rezolvării de probleme a constituit „placa turnantă” a psihologiei cognitive până la începutul deceniului opt, „sacralizată” o dată cu apariția lucrării lui H.A. Simon și A. Newell (1972). Pentru studiul procesului rezolutiv s-au pus la punct o serie de metode capabile să ofere informații valide despre spațiul problemei

și procesarea informației desfășurată în cazul rezolvării de probleme. Principalele metode sunt următoarele: *analiza timpului de latență, protocolul gândirii cu voce tare, înregistrarea mișcărilor oculare, analiza sarcinii, analiza produselor activității, analiza erorilor, protocolul comportamentului motor*. Pentru cei interesați de metodologia cercetării, e disponibilă o vastă bibliografie pe această temă (ex.: Erickson și Simon, 1984, Anderson, 1987, Kahney, 1986, Hoc, 1987, Richard, 1990 etc.). Cea mai bogată în informații s-a dovedit a fi analiza protocolului gândirii cu voce tare, celelalte metode fiind folosite mai mult ca adjuvant. Ca atare, vom proceda la o tratare separată a acestei metode.

9.1.3.1. Protocolul gândirii cu voce tare

La baza acestei metode se află presupoziția că subiectul își poate verbaliza cunoștințele și modul de procesare a acestora pe parcursul procesului rezolutiv sau ulterior. Ca atare, rezolvitorul este pus să gândească cu voce tare, fie în momentul efectuării unei operații, fie la sfârșitul rezolvării problemei. În primul caz avem de-a face cu o *verbalizare concomitantă*; în cel de-al doilea, cu o *verbalizare retrospectivă*.

Mai întâi, subiectul este instruit de către experimentator în ce constă gândirea cu voce tare și i se oferă o „sarcină de probă”, în care el să-și exerceze abilitatea de verbalizare a gândirii, sub supravegherea experimentatorului. De pildă, subiectul e pus să descrie itinerariul pe care l-a folosit în dimineață respectivă pentru a ajunge de la locuința sa, în laboratorul de cercetare. Se dă apoi o sarcină cognitivă mai dificilă, pe care el trebuie să o verbalizeze. De pildă, i se cere să efectueze adunarea $834 + 452$ și să relateze toate operațiile pe care le face, cât și imaginile sau cunoștințele care îi vin în minte pe parcursul rezolvării ei.

După ce subiectul a înțeles în ce constă această metodă, i se administrează sarcina propriu-zisă, pentru care avem nevoie de gândirea cu voce tare. Tot ceea ce relatează rezolvitorul se înregistrează și se consemnează într-un protocol – *protocolul gândirii cu voce tare*. Dacă pe parcursul verbalizării subiectul tace mai mult de 5 secunde, i se sugerează să continue verbalizarea. Se recomandă utilizarea unor sugestii non-directive, de genul „încearcă să verbalizezi”, acestea fiind mai eficace decât cele directive (ex.: „spune-mi *la ce* te gândești acum?”). Pentru a obține informații suplimentare, subiecții pot fi solicitați să explice și de ce anume au procedat într-un anumit fel, la o anumită secvență a procesului rezolutiv. Aceste gen de întrebări lungesc considerabil rezolvarea problemei, dar pot oferi informații suplimentare despre cunoștințele tacite ale rezolvitorilor. Este indicat să punem acest gen de întrebări după terminarea sarcinii, în verbalizarea retrospectivă, căutând să evităm interferența dintre procesul rezolutiv propriu-zis și sarcina de verbalizare. S-a observat, în repetate rânduri, că subiecții verbalizează mai ușor informația despre cunoștințele implicate în rezolvare și mai dificil informația referitoare la *prelucrările* sau operațiile efectuate. Pentru a contracara pe cât posibil această situație, vom acorda o atenție specială consemnării verbelor utilizate de subiecți și a *conectivelor logice* („și”, „sau”, „dacă”, „atunci”, „nici” etc.), precum și a idiosincrasiajilor de discurs, care apar în verbalizare.

După înregistrarea protocolului brut, el se transcrie, inclusiv acolo unde este cazul, și informațiile obținute ulterior de la subiecți, prin verbalizare retrospectivă sau prin întrebări lămuritoare despre anumite etape ale rezolvării. Rezultă un protocol mai complet decât cel obținut prin verbalizarea concomitentă. Acest protocol e supus apoi analizei.

Analiza de protocol debutează cu *segmentarea* sau „frazarea” acestuia în unități sau componente care pot fi considerate relativ independente. De regulă, componentele de bază sunt propozițiile. Orice propoziție denotă fie o stare a problemei (o stare fizică sau o stare de cunoștințe), fie o operație care permite transformarea stării precedente într-o succedentă. Marcarea conectivelor logice ne poate fi de mare folos în segmentarea protocolului. După segmentarea protocolului, se umplu „petele albe”, adică se inferează acele procesări sau cunoștințe care nu au fost verbalizate de subiect, dar care se pot deduce din mersul rezolvării. În acest moment, coroborarea datelor din protocol cu cele obținute din analiza sarcinii, adică a operațiilor care trebuie efectuate pentru a putea rezolva problema, sau din observarea produselor intermediare ale procesului rezolutiv se dovedește a fi deosebit de utilă.

Orice analiză de protocol se întemeiază pe un anumit *angajament teoretic*, care influențează nivelul de analiză. Imixtiunea teoriei în analiză nu constituie nici o situație disparată, nici unică. În definitiv, toate datele de observație la microscop se bazează pe o anumită teorie despre microscopul utilizat (ex.: ce capacitate are el, deci ce fel de procese poate surprinde, cum variază dimensiunile fenomenelor observate în funcție de manipularea lui, ce tip de microscop este etc.). În cazul rezolvării de probleme, fundamentul teoretic vizează setul nostru de convingeri despre ce poate fi considerată o unitate de bază (o componentă) a procesului rezolutiv, ce soluție este între procesele imagistice și verbalizarea lor, care este nivelul de analiză cel mai saturat în informația relevantă și/sau validă, ce anume nu poate fi verbalizat, deci trebuie inferat, care sunt premisele acestui gen de inferențe, ce avantaje/dezavantaje oferă verbalizarea concomitentă sau cea retroactivă etc. Întrucât nu putem scăpa de acest angajament teoretic, cel mai bun lucru pe care îl putem face este: a) să ne explicităm complet asumpțiile teoretice; b) să recurgem la o mulțime minimă de astfel de asumpții; c) să le aplicăm cât mai consecvent, la toate segmentele procesului rezolutiv. Obiectul principal al analizei de protocol constă în relevarea, exhaustivă pe cât posibil, a spațiului problemei și a blocului de operatori utilizat. În ciuda dificultăților semnalate anterior sau doar bănuite, concordanța dintre analiza întreprinsă de experimentatorii diferenți este deosebit de ridicată. După un antrenament prealabil și specificarea prealabilă a asumpțiilor teoretice, corelația dintre analizele efectuate de analiști diferenți poate atinge $r = 0,80-0,90$! (Simon și Kaplan, 1990). Cu cât expertiza analiștilor este mai ridicată, cu atât mai ridicată este concordanța dintre analizele lor.

Să mai notăm că analiza de protocol este influențată de scopul cu care se efectuează aceasta. Dacă intenția este de a pune în evidență diferențele interindividuale în rezolvarea de probleme, atunci unitatea de analiză trebuie să fie mai „fină”. Dimpotrivă, dacă se dorește detectarea unor euristică generale, transindividuale, se procedează la suprapunerea protocolelor individuale și formarea unui „protocol tip”, iar segmentarea se face pe unități mai mari.

În fine, o dată analizat, protocolul rezultat este tradus într-un limbaj formal. Formalismele cele mai cunoscute sunt GPS (*General Problem Solving*), elaborat de Newell și Simon și sistemele de producere, construite de J.R. Anderson. Această transcriere poartă numele de *codare a protocolului*. Uneori se recurge și la construirea arborelui de rezolvare a problemei. *Arborele rezolutiv* este un graf orientat având vârful în starea inițială a problemei. Cel puțin unul din terminale corespunde stării finale sau soluției problemei respective. Orice stare a problemei se reprezintă printr-un nod al grafului și orice transformare – printr-un arc.

Figura 9.2 reprezintă arborele rezolutiv al problemei „Turnul din Hanoi”. S-au făcut deja primele încercări de realizare a unei codări automate a protocolului gândirii cu voce tare, creându-se programe speciale pentru traducerea segmentelor de protocol în grafuri (vezi, de pildă, programele PAS I și PAS II). Deși promițătoare, aceste produse informatiche reclamă consistente îmbunătățiri pentru a se apropia de performanțele unui analist uman expert (Simon și Kaplan, 1990).

Oferirea unui exemplu de analiză de protocol ar fi binevenită în acest moment, dar ea consumă mult timp și, mai ales, spațiu tipografic. Locul ei este, mai degrabă, într-un manual de lucrări practice de psihologie cognitivă, un astfel de manual aflându-se în atenția noastră în viitorul apropiat. Pentru cei interesați facem trimitere la Erickson și Simon (1984) sau Richard (1990).

Deocamdată ne mărginim să facem câteva remarcări legate de valoarea și limitele analizei protocolului gândirii cu voce tare.

Așa cum am precizat, analistul poate solicita subiectului o verbalizare concomitentă sau una retroactivă în raport cu rezolvarea propriu-zisă. Principalul neajuns al verbalizării concomitente rezidă în posibilitatea interferenței dintre procesul rezolutiv ca atare și verbalizarea acestuia. Cu alte cuvinte, verbalizarea încetinește și (ca atare) distorsionează procesul rezolutiv. Cercetările efectuate asupra interferenței în cazul verbalizării concomitente au reliefat că: a) verbalizarea interferează cu procesul rezolutiv, deteriorând rezolvarea, dacă subiectul verbalizează cunoștințe nerelevante pentru etapa rezolutivă în care el se află efectiv; b) verbalizarea cunoștințelor relevante pentru operația pe care el o execută în acel moment are un efect pozitiv, îmbunătățind soluționarea problemei. „Morala” acestor investigații constă în aceea că îndemnurile la verbalizare trebuie să fie non-directive, iar în instrucția inițială pe care i-o facem subiectului va trebui să-i atragem atenția să verbalizeze numai cunoștințele relevante la un moment dat pentru sarcina pe care o execută. Luate pe ansamblu, distorsiunile pe care le realizează verbalizarea concomitentă nu sunt chiar atât de mari cât ar părea la prima vedere. Experiența de până acum legată de analiza de protocol arată că verbalizarea concomitentă oferă date valide despre dinamica procesului rezolutiv. Firește, mărimea distorsiunii variază în funcție de caracteristicile sarcinii. Pentru o problemă de transformări imagistice, de pildă, verbalizarea introduce o distorsiune mai mare decât pentru o problemă de raționament deductiv.

Verbalizarea retrospectivă este folosită, adesea, pentru a împiedica apariția unor interferențe prezente în cazul verbalizării concomitente și pentru a obține informații

suplimentare despre cunoștințele implicate în procesul rezolutiv. Cu cât intervalul dintre realizarea sarcinii și relatarea subiectului este mai mare, cu atât mai pregnant este riscul distorsiunii datelor. Mai remarcăm că informațiile obținute prin verbalizare retrospectivă nu coroborează cu datele obținute pe baza analizei erorilor sau a timpului de latență. Cerându-le să-și justifice o anumită procedură pe care au utilizat-o în rezolvarea problemei, subiecții tind să ofere o teorie coerentă care să justifice operația făcută, deci o raționalizare secundară a procesului rezolutiv (Wason, 1970). Pe baza celor menționate mai sus, recomandăm utilizarea verbalizării retrospective mai degrabă ca adjuvant al verbalizării concomitente, decât ca sursă unică de informație. În plus, așa cum am arătat, ea trebuie să succeade imediat rezolvării problemei.

Protocolul gândirii cu voce tare, indiferent dacă este rezultat al verbalizării concomitente sau retrospective, poate conține informații doar despre acele procesări care sunt conștientizate și verbalizate. Datele obținute în protocolul brut sunt, aşadar, rezultatul unui dublu filtraj: al conștientizării și al verbalizării. Prelucrările cu o durată mai mică de 500 milisecunde nu sunt, de regulă, conștientizate. Ca atare, utilizarea gândirii cu voce tare pentru elucidarea modului de recunoaștere a figurilor, de pildă, sau pentru alte procese extrem de rapide este inadecvată, după cum ea nu ne poate oferi nici o informație despre procesările modulare implicate în primele stadii ale tratării informației vizuale. Chiar dacă anumite cunoștințe și operații sunt conștientizate, prezența lor în protocolul brut depinde de fluiditatea și flexibilitatea verbală a subiectului. Un subiect cu capacitate de verbalizare redusă va oferi mai puține informații despre modul de rezolvare a problemei decât unul cu aptitudini verbale ridicate.

Deficiențele de verbalizare pot fi compensate prin recurs la verbalizări retrospective sau prin coroborarea informațiilor din protocol cu alte tipuri de date, obținute prin alte metode, precum și prin capacitatea analistului de a infera el însuși procesele neverbalizate, dar absolut necesare pentru desfășurarea procesului rezolutiv.

9.1.3.2. Simularea pe calculator. Alte metode

Alături de analiza protocolului gândirii cu voce tare, cercetătorii procesului rezolutiv recurg la un întreg arsenal de metode. Pentru investigarea procesărilor implicate în rezolvarea unor probleme de geometrie, *înregistrarea mișcărilor oculare* este o metodă larg utilizată. Procedând la plasarea unor electrozi pe pleoape, cu ajutorul unor instrumente speciale, se pot înregistra sacadele și baleiajele globilor oculari. Punctul de fixare a privirii la un moment dat este un indice despre tipul de informație pe care sistemul cognitiv o prelucrează în acel moment. Sacadele pe care le realizează rezolvitorul denotă comutarea atenției sale spre alte aspecte ale spațiului problemei, spre alte stări de cunoștințe. Coroborarea datelor obținute prin înregistrarea mișcărilor oculare cu protocolul gândirii cu voce tare sporește gradul de validitate a cunoștințelor noastre despre demersul rezolutiv (Preda, 1988).

Analiza sarcinii constă în descompunerea mediului problemei în componente sale necesare și suficiente pentru obținerea soluției. De pildă, în problema „Turnul

din Hanoi" se procedează la analiza logică a sarcinii, astfel încât să putem stabili acele transformări care trebuie efectuate pentru a obține soluția. Pentru fiecare transformare se postulează un operator cognitiv, și pentru fiecare input sau output al acestieia, câte o stare din spațiul problemei. În acest fel putem stabili care segmente ale procesului rezolutiv au fost surprinse în protocol și care nu. Ca atare, putem face inferențe despre prelucrările cognitive necesare pentru rezolvarea unei probleme, dar care – din diverse motive – nu au fost menționate de subiect în protocolul gândirii cu voce tare. Informații adiacente despre dinamica procesului rezolutiv putem obține și prin analiza erorilor (vezi Leplat, 1985) sau analiza produselor intermediare ale rezolvării ori analiza de conținut (Weber, 1985).

Coroborate, toate aceste metode fac posibilă *simularea pe calculator* a rezolvării de probleme. A simula pe computer procesul rezolutiv înseamnă a crea un program informatic care să rezolve problema respectivă într-un mod cât mai asemănător cu cel efectuat de subiectul uman. De regulă, stările din spațiul problemei se reprezintă prin liste și descripții, iar prelucrările cognitive – prin instrucțiuni, rutine (subroutine) și programe. Dacă programul rezultat, implementat pe calculator, funcționează și are același output ca și al subiectului uman, atunci se consideră că el constituie o bună teorie a procesului psihologic în cauză. Prima realizare de acest fel a fost programul L.T. (*Logical Theorist*), construit la mijlocul deceniului săse de către H.A. Simon și A. Newell, capabil să demonstreze unele teoreme din *Principia Mathematica*. Un program ulterior, *mai îmbunătățit* (GPS – *General Problem Solver*), a fost considerat, multă vreme, ca „o teorie generală a gândirii”.

Entuziasmul pentru simularea pe calculator a proceselor rezolutive a scăzut, între timp, pe măsură ce psihologii cognitiviști au realizat că euristicile generale oferă o imagine extrem de simplificată despre funcționarea cognitivă. Cu toate acestea, simularea pe calculator oferă o serie de avantaje, printre care menționăm câteva. Mai întâi, ea obligă analistul sistemului cognitiv să-și expliciteze *toate asumpțiile*, să infereze toate componentele rezolvării de probleme. Cu alte cuvinte, simularea reclamă *completitudinea* protocolului tip, altfel logiciul nu funcționează. În al doilea rând, simularea realizează o testare a consistenței interne a analizei de protocol, eludând posibilitatea structurării unor contradicții. Firește, consistența internă trebuie completată cu *validitatea ecologică* a simulării respective, care vizează măsura în care ea poate genera predicții testabile și relevante pentru comportamentul uman în situații naturale. Oricum, simularea constituie o importantă sursă de ipoteze pentru adâncirea cercetării procesului rezolutiv. În general vorbind, *combinarea ingenioasă* a metodelor prezентate mai sus poate atenua neajunsurile fiecăreia dintre ele, luată în parte, oferind astfel informații mult mai valide despre procesul rezolutiv.

9.1.4. Strategii rezolutive

Strategiile utilizate de subiecți pentru a „naviga” în spațiul problemei pot fi grupate în mai multe categorii. După *vectorul* sau direcția procedurii rezolutive, putem distinge *strategiile prospective* de *strategiile retrospective*. Primul tip grupează

acele metode de rezolvare care pornesc de la starea inițială („ce se dă”), și aplică diversi operatori pentru a atinge starea finală („soluția”). De pildă, pentru a rezolva o ecuație de ordinul doi, pornim de la datele cuprinse în ecuația respectivă, după care aplicăm o serie de operatori – specificați în algoritmul de calcul al acestui tip de ecuație – până când obținem soluția cerută. Același gen de strategie este pusă în joc și atunci când pregătim un nou fel de mâncare – după o rețetă oferită de o altă persoană –, când dorim să ne facem un cocktail gustos, sau când căutăm făptașul unei crimi etc. Strategiile prospective sunt eficace mai ales atunci când starea finală nu este bine definită și/sau când numărul de căi de acces de la datele problemei la soluție este relativ redus.

Strategia retrospectivă constă într-un demers invers, de la starea finală spre starea inițială. Strategiile retrospective presupun cunoașterea exactă a stării finale sau a soluției problemei în cauză. De pildă, demonstrarea unei teoreme de geometrie sau a unei teoreme de logică simbolică se pretează la aplicarea unor strategii rezolutive retrospective. Se pornește de la starea finală (S_f) (i.e. – teorema de demonstrat) și se caută o stare intermediară (S_n) asupra căreia, dacă am aplica un operator, am obține S_f . Pentru a obține S_n , se caută o altă stare intermediară (i.e. – o altă axiomă sau teoremă), (S_{n-1}) asupra căreia, dacă am aplica o operație cunoscută și permisă de setul de constrângeri, am obține S_n . Pentru S_{n-1} se caută starea imediat antecedentă S_{n-2} și.a.m.d., până ajungem la S_0 (= starea inițială sau datele problemei).

Exemplu

Se dă dreptunghiul ABCD prezentat în figura 9.3.

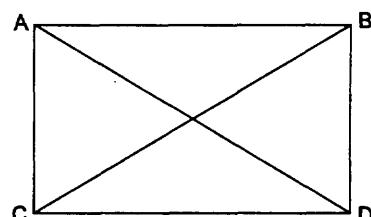
Se cere să se demonstreze că segmentele AD și BC sunt congruente, adică au aceeași lungime.

Într-o strategie retrospectivă, rezolvitorul va gândi astfel: „Cum aş putea dovedi că $AB = BC$? Aş putea dovedi lucrul acesta dacă aş arăta, mai întâi, că triunghiurile ACD și BDC sunt congruente. Pot demonstra aceasta dacă, mai întâi, dovedesc că unghiul C (format de laturile AC și CD), este congruent cu unghiul D (format de laturile CD și BD). Or, acest lucru rezidă din definiția dreptunghiului”.

Pașii rezolutivi sunt următorii :

- (1) S-a pornit de la starea finală S_f : $AD = BC$.
- (2) S-a stabilit care e starea intermediară (S_n) care ar face posibilă S_f ; în acest caz S_n : $ACD = BDC$.
- (3) S-a căutat S_{n-1} din care ar putea deriva S_n (S_{n-1} este $C = D$).
- (4) S-a stabilit că S_{n-1} poate fi dedus din S_0 (= datele problemei).

Fig. 9.3. Ilustrarea abordării rezolutive retrospective într-o problemă de geometrie



Exemplul oferit mai sus are și o altă „morală”. Dacă în cercetarea procesului rezolutiv ne-am baza numai pe analiza produselor intermediare, strategiile retrospective ar fi greu de depistat, subiectul începând să scrie demonstrația abia după ce a încheiat lanțul deductiv prezentat mai sus. Apelul la protocolul gândirii cu voce tare se dovedește, în acest caz, salutar.

O serie de cercetări asupra diferenței dintre experți și novici în rezolvarea problemelor de fizică au reliefat faptul că noviciii tind să recurgă la strategii retrospective, pe când experții recurg la proceduri prospective (Larkin, 1981, Larkin și colab., 1980). Să mai notăm că, în majoritatea problemelor cu care se confruntă, subiecții recurg alternativ când la o metodă, când la cealaltă.

Din punct de vedere al *certitudinii* cu care duc la soluția corectă, strategiile se împart în algoritmi și euristică. *Algoritmii* sunt proceduri standardizate care garantează obținerea soluției corecte printr-un număr finit de pași. Ele sunt strict determinate și se aplică la o clasă întreagă de probleme. Instruirea școlară ne oferă în primul rând algoritmi, de la algoritmii de calcul aritmetic, calcul al rădăcinii pătrate sau a soluțiilor la o ecuație de ordinul doi, până la algoritmi de calcul integral sau de analiză a părților morfo-sintactice dintr-o frază. În principiu, orice procedură algoritmică poate fi implementată pe calculator, degrevând omul de calcule sau acțiuni mecanice.

Problemele de mare complexitate, cu multe variabile, care presupun adaptarea permanentă la un mediu dinamic și hipercomplex, nu pot fi rezolvate recurgând la strategii algoritmice. De pildă, nu există algoritmi care, aplicați de la începutul jocului de șah, ne-ar duce în mod cert la a-i da mat adversarului. Dacă pe o tablă de șah, la un moment dat al desfășurării partidei, se află numai 20 de piese (10 albe și 10 negre), cu 6 mutări posibile pentru fiecare piesă (în medie), pentru a găsi următoarele două mutări *optime*, oricare dintre combatații ar trebui să ia în calcul un număr de 640 posibilități, ceea ce ar depăși cu mult capacitatea sistemului nostru cognitiv actual. Problemele de creație științifică sau de decizie complexă – de la alegerea partenerului de viață, la alegerea profesiunii – sunt imposibil de rezolvat algoritmic.

Pentru soluționarea lor, oamenii recurg la *euristică*. Euristicile sunt proceduri care limitează numărul de căutări în spațiul problemei și care ne conduc spre o soluție. Euristicile nu garantează obținerea soluției și nici nu ne certifică faptul că soluția obținută este optimă. Ele nu pot duce, totuși, la soluții *satisfăcătoare* (Simon, 1981). În cazul jocului de șah, de pildă, pentru a sconta pe un final favorabil, vom utiliza o serie de reguli care s-au dovedit viabile în alte partide de succes : vom căuta să obținem controlul asupra centrului, înainte de a ataca ne vom asigura regele, vom ataca cu caii înaintea nebunilor, vom menține regina cât mai mult în joc etc. Nici una dintre aceste reguli nu ne garantează că vom câștiga partida, dar ne ajută să reducem considerabil căutările în spațiul problemei.

Cunoștințele de care dispune subiectul, experiența pe care el a acumulat-o într-un anumit domeniu dobândesc o funcție euristică în contextul rezolvării de probleme. Așa cum s-a dovedit experimental de mai multe ori, una dintre principalele deosebirile

dintre experți și novici vizează strategiile euristicice mult mai puternice de care dispun cei dintâi, în comparație cu cei din urmă. Cea mai mare parte a strategiilor euristicice sunt *specifice*, dependente de un context de aplicare și de un volum de cunoștințe bine precizate. În afară de euristicile specifice, psihologia cognitivă a pus în evidență și câteva euristică *generale*: analiza mijloace-scopuri, analogia, planificarea, analiza prin sinteză (Rubinstein) etc. Primele două, fiind mai interesante, vor fi abordate în detaliu în cele ce urmează.

9.1.4.1. Analiza mijloace-scopuri

Analiza mijloace-scopuri (*means-ends analysis*) a fost intens studiată de H.A. Simon și A. Newell. Ea constă în analiza diferențelor dintre starea finală (S_f) și starea inițială (S_0) sau stările intermediare (S_k) din spațiul problemei și în reducerea succesivă a diferenței prin aplicarea unui bloc de operatori. În formularea mai detaliată și mai precisă a autorilor ei, analiza mijloace-scopuri presupune că :

1. Dacă se dă o stare și ea nu este cea dezirabilă, trebuie detectată diferența dintre starea actuală (dată) și starea dezirabilă.
2. Se caută minimalizarea diferenței prin aplicarea unui operator dintr-un bloc al operatorilor.
3. Dacă nu e posibilă aplicarea operatorului care reduce diferența, trebuie modificată starea problemei, astfel încât el să poată fi aplicat.
4. Unele diferențe sunt mai dificil de eliminat decât altele.

Trebuie căutată eliminarea prioritată a diferențelor dificile, chiar cu prețul creării de noi diferențe.

Exemplu

Utilizând GPS în rezolvarea problemei „Turnul din Hanoi”, rezultă următoarea secvență rezolutivă :

1. Scop : Mută A, B, C pe tija 3.
2. Diferență : C nu este pe 3.
3. Subscop : Pune C pe 3.
4. Operator : Mutarea lui C pe 3.
5. Diferență : A și B sunt peste C.
6. Subscop : Înlătură B de pe C.
7. Operator : Mutarea lui B pe 2.
8. Diferență : A este pe B.
9. Subscop : Înlătură A de pe B.
10. Operator : Mutarea lui A pe 3.
11. Constraințele problemei permit aplicarea operatorului.
12. Execută mișcarea (A se mută pe 3).
13. Subscop realizat.
14. Constraințele problemei permit aplicarea operatorului.

15. Execută mișcarea (B se mută pe 2).
16. Subscop realizat.
17. Diferență: A este pe 3.
18. Subscop: Înlătură A de pe 3.
19. Operator: Mutarea lui A pe 2.
20. Constraințele problemei permit aplicarea operatorului.
21. Aplică operatorul (A se mută pe 2).
22. Subscop realizat.
23. Constraințele permit aplicarea operatorului.
24. Aplică operatorul (C se mută pe 3).
25. Subscop realizat.
26. Diferență: B nu este pe 3.
27. Subscop: Mută B pe 3.
28. Operator: Mutarea lui B pe 3.
29. Diferență: A este peste B.
30. Subscop: Înlătură A de pe B.
31. Operator: Mută A pe 1.
32. Constraințele permit aplicarea operatorului.
33. Aplică operatorul (A este mutat pe 1).
34. Subscop realizat.
35. Constraințele permit aplicarea operatorului.
36. Aplică operatorul (B se mută pe 3).
37. Subscop realizat.
38. Diferență: A este pe 1.
39. Subscop: Mută A pe 3.
40. Operator: Mutarea lui A pe 3.
41. Constraințele permit aplicarea operatorului.
42. Aplică operatorul (se mută A pe 3).
43. Subscop realizat.
44. Diferență nulă.
45. Scop realizat.

Rezumând acum, toată strategia de analiză mijloace-scopuri se poate reduce la aplicarea *recursivă* a următorilor pași:

- (1) Compară starea actuală cu starea dezirabilă. Dacă nu există nici o diferență, problema e rezolvată. Dacă se constată diferențe, treci la punctul (2).
- (2) Selecționează un operator care va reduce o diferență (de regulă, cea mai însemnată diferență).
- (3) Dacă operatorul se poate aplica, aplică-l. Dacă nu, stabilește-ți ca subscop realizarea unei stări care va face posibilă aplicarea operatorului respectiv.
- (4) Inferează (3).
- (5) Revino la (1).

După cum se poate observa, analiza mijloace-scopuri combină strategia retrospectivă cu cea prospectivă pe parcursul procesului rezolutiv. Ea scoate în relief faptul că rezolvarea de probleme, deci inteligența în general, este un comportament direcțional, intenționat. *Intenționalitatea este inherentă oricărui comportament inteligent.* Procesul rezolutiv este marcat de scopul urmărit (cu toate valențele sale motivaționale și întăririle pozitive/negative adiacente), de capacitatea de stabilire a subscopurilor și de blocul de operatori, adică de repertoriul de procesări de care subiectul dispune la un moment dat.

9.1.4.2. Rezolvarea prin analogie. Problema transferului

O altă strategie euristică generală este rezolvarea unei probleme prin analogie cu o altă problemă a cărei soluție este cunoscută. Înainte de a recurge la o analiză mai detaliată a acestei strategii, să luăm ca exemplu o problemă adaptată de Gick și Holyoak (1980) după Dunker (1945).

Să presupunem că, fiind medic, aveți un pacient cu o tumoră la stomac. Bolnavul nu poate fi operat, dar dacă tumoră nu va fi distrusă el va muri. Puteți însă recurge la radioterapie. Pentru a distruge tumoră, radiațiile utilizate trebuie să aibă o anumită intensitate și să atingă concomitent țesutul malign. Dacă radiația ar atinge intensitatea dorită, în drumul ei spre tumoră va distruge toate țesuturile sănătoase, creând mari prejudicii sănătății pacientului. Dacă radiațiile au o intensitate mai scăzută, ele nu vor distruge țesuturile sănătoase, dar nici nu vor remedia protuberanța malignă. Cum s-ar putea distruge tumoră fără să distrugem țesuturile sănătoase?

Invităm cititorul să caute o soluție la această problemă. Abia după ce a făcut câteva tentative, îi recomandăm să citească textul următoarei povestiri (*apud* Gick și Holyoak, 1980) :

„O țară îndepărtată era guvernată de un tiran săengeros care trăia într-o fortăreață puternică din mijlocul ei. Fortăreața era înconjurată de numeroase așezări omenesti. Un general rebel și-a pus în gând să cucerească fortăreața și să-l înlăture pe dictator. El știa că dacă toate trupele sale vor ajunge concomitent în fața bastionului, prin forță și numărul lor vor putea să-l cucerească. Accesul în fortăreață se putea face pe mai multe drumuri. Generalul și-a concentrat trupele la capătul unei căi de acces, hotărât să-și îndeplinească planul. Înainte de a porni atacul, el a aflat însă că toate drumurile sunt minate, astfel încât pe orice drum puteau înainta în siguranță doar un număr redus de oameni. Dimpotrivă, atacul concentrat, cu toate trupele, ar pricinui nu numai moartea multora dintre soldații săi, ci și distrugerea așezărilor omenesti din împrejurimi. În aceste condiții, se parea că fortăreața este imposibil de capturat.

Ingenios, generalul a găsit, totuși, soluția. El și-a divizat armata în grupe mici, așezându-le la capătul fiecărei căi de acces, astfel încât înaintarea lor se putea face fără pierderi. Le-a ordonat să înainteze în ritm uniform, astfel încât să ajungă în același moment în fața fortăreței. Aranjându-și astfel trupele, generalul a cucerit fortificațiile și l-a înlăturat pe dictator”.

Încercați acum să rezolvați din nou problema inițială. Dacă nu ați reușit, continuați cu lectura istorioarei de mai jos :

„Un incendiu violent a izbucnit într-un anumit loc. Cei care erau în preajmă au sărit să-l stingă. Din păcate, deși aveau apă suficientă, nu dispuneau decât de găleți cu care să o transporte la baza incendiului. Focul era însă atât de violent, încât dacă se arunca apa dintr-o singură găleată, apa aruncată se evapora aproape instantaneu, fără nici un efect. Oamenii au găsit totuși soluția. Ei s-au hotărât să arunce apa din mai multe găleți concomitent. În acest fel, incendiul a fost localizat, apoi stins”.

Reveniți acum la prima problemă și încercați să o soluționați. În investigația efectuată de Gick și Holyoak după prezentarea primei probleme, doar 10% dintre subiecți au reușit să ofere soluția adecvată. După prezentarea celorlalte două variante, procentajul celor care au rezolvat cu succes problema inițială a crescut aproape la 100%. Această îmbunătățire considerabilă a performanțelor s-a datorat analogiei stabilite între problema inițială („problema ţintă”) și problemele prezentate ulterior („probleme sursă”). Apoi, pe baza analogiei, s-a putut *transfера* procedura de rezolvare de la cele două variante la problema ţintă. Euristica rezolvării prin analogie cuprinde, aşadar, două etape : (a) stabilirea analogiei ; (b) transferul.

Două obiecte (stări, probleme etc.) notate cu X și Y sunt analogie, dacă descoperim un punct de vedere, astfel încât X poate fi văzut ca Y și Y ca X. Centrul de greutate al definiției de mai sus este „punctul de vedere”. Esențială pentru stabilirea unei analogii este descoperirea unui astfel de punct de vedere. X și Y pot差别 sub multe alte aspecte, din multe alte puncte de vedere. Important însă este ca analogia descoperită să fie relevantă pentru rezolvarea problemei.

Pe baza analogiei se poate realiza transferul de la o problemă anterioară, rezolvată, la problema ţintă. Problematica transferului este extrem de complexă, de aceea nu o vom aborda exhaustiv în cele ce urmează (vezi, însă, în acest sens, Anderson, 1985, Campione și Brown, 1985). Ne vom opri doar la două chestiuni : (1) Ce anume se transferă ? (2) Cum se realizează transferul ?

Căutând răspunsul la prima întrebare, menționăm că obiectul transferului este fie *spațiul problemei*, adică structura de scopuri și subscopuri, fie *procedura* de rezolvare, adică secvența de operatori care ne permite să navigăm prin spațiul problemei. Analogia dintre problema ţintă oferită mai sus și cele două probleme ulterior prezentate (*probleme sursă*) a permis rezolvatorului să înțeleagă că este vorba de scopuri și stări inițiale similare și că stările intermediare pot fi, de asemenea, asemănătoare ; pe scurt, că arborele de scopuri și subscopuri (= spațiul problemei) este analog, în cele trei cazuri. Analogia spațiului problemei nu trebuie neapărat să vizeze toate stările problemei. E suficient să stabilim analogia unei submulțimi a lor. Operatorii utilizati în cele trei cazuri sunt diferiți : aruncarea concomitentă a găleșilor cu apă, împărțirea și înaintarea concomitentă a grupelor de soldați, calculul intensității radiației și iradierea concomitentă a țesutului malign. Așadar, în acest caz, structura scopurilor și subscopurilor este similară, operatorii sunt diferiți.

Când atât spațiul problemei, cât și blocul de operatori utilizați *pentru rezolvare* sunt analoage în cazul problemei întă și al problemei sursă, se realizează un transfer al *procedurii* de rezolvare. De pildă, în cazul în care construim o serie de matrice similare celor de tip Raven, modificând doar configurațiile interne ale fiecărei table, dar menținând aceeași structură a scopurilor și aceeași operatori, se realizează un transfer de proceduri. În mod similar, putem să construim sarcini analoage „Turnului din Hanoi”, utilizând patru sau cinci jetoane în loc de trei. Și în acest caz, structurile scopurilor și procedura sau secvența de operatori utilizate sunt analoage. Dacă două probleme au același spațiu și același bloc de operatori de transformare a stărilor din spațiul problemei, se numesc *izomorfe*. Dacă structura scopurilor și subscopurilor sau blocul de operatori se suprapune doar parțial, avem de-a face cu probleme *analoage*.

În contextul îmbogățirii instrumentale (*instrumental enrichment*) și învățării mediate (vezi Feuerstein, 1993), considerațiile de mai sus pot avea aplicații interesante. Ele ar permite *gradarea transferului*. Dacă oferim subiecților probleme izomorfe, transferul este cel mai facil, deci mai rapid, deoarece structura de scopuri și blocul operatorilor sunt identice, atât ca număr, cât și ca variante. Transferul e mai dificil dacă problemele sunt doar *analoage* și rezolvarea constă într-un transfer de proceduri. În acest caz, structura de scopuri și blocul operatorilor se suprapun doar parțial.

În fine, transferul e și mai dificil dacă problema întă și problema sursă sunt analoage doar la nivelul structurii de scopuri (nu și la nivelul blocului de operatori). Să luăm ca exemplu problema „Turnului din Hanoi”, în varianta sa „clasică”, prezentată în acest capitol. Ea va fi problema sursă. Putem construi o problemă întă izomorfă prin înlăturarea tijelor și utilizarea unor jetoane magnetice, menținând intacte toate celelalte date ale problemei. Se poate crea o problemă întă analoagă, bazată pe analogia structurii de scopuri și a blocului de operatori, construind o sarcină similară, iar în loc de 3 jetoane se utilizează 5 jetoane.

În fine, putem construi o problemă în care transferul să se realizeze mai greu, deoarece analogia dintre problema sursă și problema întă vizează doar structura scopurilor. De pildă, se poate genera următoarea problemă :

Într-un port se află trei vapoare (V_1 , V_2 și V_3) așezate unul lângă celălalt. În cala lui V_1 se află 3 containere (A, B, C) care trebuie transferate pe vaporul V_3 . Condițiile de descărcare nu permit transferarea directă a containerelor de pe V_1 pe V_3 , dar se poate utiliza V_2 , ca intermediar. Înținând cont de fragilitatea celor 3 containere (A e mai fragil ca B, care e mai fragil ca C) și de mijloacele de descărcare disponibile, căpitania portului a stabilit următoarele reguli de descărcare :

- (1) nu se poate transfera decât câte un container o dată ;
- (2) nu se poate așeza un container mai greu peste unul mai fragil ;
- (3) nu se poate muta decât containerul de deasupra.

Să se realizeze transferul celor 3 containere din V_1 în V_3 .

Cred că reiese acum, destul de clar, că dificultatea transferului crește, în cele trei situații. În finalul acestei invitații la aplicație în diagnosticul formativ și învățarea

mediată a considerațiilor teoretice despre obiectul transferului, mai menționăm doar că, având în vedere cele trei situații, potențialul de învățare ar trebui, probabil, calculat diferențiat¹.

Nu orice transfer facilitează realizarea unei sarcini. Există destul de multe cazuri în care transferul unor proceduri (dobândite anterior), la noi situații problematice, deteriorează performanțele. Waern (1985, 1989) a analizat erorile produse de transferul unor deprinderi dobândite pe un aparat la unul nou. De pildă, multe erori comise în editarea de text pe calculator de către dactilografele mai în vîrstă se datorează transferului inadecvat al unor proceduri legate de utilizarea mașinilor de scris. Astfel, înlocuirea unui caracter grafic prin altul e precedată de ștergerea primului, ceea ce nu se justifică în procesarea computerizată, editorul de text permitând suprapunerea noului caracter peste cel vechi, mișcarea cursorului prin acționarea tastei de spațiere etc.

Cum se realizează transferul? Din datele, incomplete, pe care le-au oferit investigațiile asupra acestei probleme, rezultă că transferul se realizează în cel puțin două modalități.

Holyoak (1985), Gentner și Landers (1985) consideră că subiecții își fac o reprezentare a problemei întâi, caracteristicile sau componentele acestei reprezentări activând caracteristicile sau componentele rezolutive similare din memorie, care activează, la rândul lor, diverse situații analoge. Dintre acestea, cea care primește valoarea de activare cea mai ridicată este reamintită ca situație sau problemă sursă.

Paradigma experimentală utilizată pentru susținerea acestei idei constă în prezentarea unor relatari despre anumite probleme și modul în care sunt acestea rezolvate. După un anumit interval de timp, subiecții sunt solicitați să rezolve ei însăși o problemă similară cu una dintre situațiile prezentate anterior. Se observă care dintre problemele prezentate anterior devine problemă sursă. Se constată că cea care are starea finală analoagă cu problema întâi dobândește valoarea de activare cea mai mare, deci este reamintită cel mai ușor, devenind problemă sursă.

A doua modalitate de realizare a transferului se face prin intermediul unei scheme cognitive mai generale. Subiecțul își formează o reprezentare a problemei întâi, apoi o categorizează (ex.: este o „problemă de tip...”), categoria respectivă permîțând apoi reamintirea unei probleme sursă relevante. Deci, transferul de la problema sursă la problema-întâi este *mediat* de o schemă categorială mai generală, care nu poate fi ea însăși utilizată efectiv în rezolvarea problemei. Ea seamănă, mai degrabă, cu un scenariu (script) cognitiv de tipul celor studiate de Schank sau Abelsen (7.2.6). Reamintindu-ne de problema întâi și cele două probleme sursă prezentate în acest capitol, s-a făcut observația că procentul de reușită crește semnificativ după prezentarea primei probleme sursă (p.s.1), apoi înregistrează o nouă creștere (atingând aproape 100% răspunsuri corecte) după lectura celei

1. J.C. Campione și A.N. Brown (1985), pe baza unor investigații experimentale, au stabilit niveluri diferite ale potențialului de învățare în funcție de durata transferului: imediată, pe termen mediu și pe termen lung.

de-a doua probleme sursă (p.s.2). Sporul de performanță constatat de la p.s.1 la p.s.2 se explică prin faptul că mărirea numărului de probleme sursă posibile facilitează formarea unei scheme cognitive mai generale care va activa problema sursă relevantă.

9.1.5. Sistemele de producere

Idealul oricărei științe este de a ajunge la un formalism simplu și elegant, care să reprezinte toată complexitatea fenomenelor studiate într-un format unic, ușor de manipulat. Aceeași aspirație i-a animat și pe psihologii care au investigat procesualitatea rezolvării de probleme. Unul dintre construcțele teoretico-formale la care ei au ajuns poartă numele de sisteme de producere. Un *sistem de producere* este format dintr-o secvență de *reguli de producere*. O *regulă de producere* este un dublet de tipul: dacă... atunci..., în care în antecedent intră scopul și una sau mai multe condiții ce trebuie satisfăcute, iar în consecvent o acțiune sau operație. Schema generală a unei reguli de producere este, aşadar, următoarea:

Dacă ai un anumit scop (S_f)
și condiția 1 se realizează (C_1)

.....
și condiția n se realizează (S_n),
atunci execuția sau operația O.

Într-o expresie și mai formalizată:

Dacă S_f
& C_1 & C_2 ,
atunci O.

Exemplu. Să presupunem că sarcina cu care ne confruntăm este aceea de a trece strada atunci când culoarea semaforului ne permite acest lucru. Toată procedura de realizare a acestei sarcini poate fi cuprinsă într-o secvență de reguli de producere care formează un sistem de producere.

Dacă scopul nostru este de a trece strada și se aprinde lumina verde, *atunci* păsim.

Dacă scopul este de a păsi și ambele picioare sunt alăturate, *atunci* păsim cu oricare dintre ele.

Dacă păsim cu un picior și celălalt rămâne în spate, *atunci*, la următoarea mișcare, vom păsi cu piciorul rămas în spate.

Dacă scopul de a traversa strada s-a realizat și nu dorim să mergem mai departe, *atunci* ne oprim.

Sistemele de producere constituie un formalism suficient de flexibil pentru a putea exprima o strategie rezolutivă generală de genul analizei mijloace-scopuri. Iată cum arată traducerea acestei euristică într-un sistem de producere, format din 4 reguli de producere RP 1-RP 4.

RP 1 *Dacă scopul este de a transforma starea inițială (S_o) în starea finală (S_f) și D este cea mai importantă diferență, atunci stabilește ca subscopuri :*

- (a) să elimini diferența D ;
- (b) să consideri starea rezultată ca stare scop.

RP 2 *Dacă scopul e de a elibera diferența D și O este cel mai relevant operator pentru aceasta, atunci stabilește ca scop aplicarea operatorului O.*

RP 3 *Dacă scopul este de a aplica operatorul O și D este cea mai semnificativă diferență dintre condiția de aplicare a lui O și starea actuală, atunci stabilește ca subscop :*

- (a) să elimini diferența D ;
- (b) să aplici operatorul O.

RP 4 *Dacă scopul este de a aplica operatorul O și nu există nici o diferență între condițiile de aplicare a lui O și starea actuală, atunci aplică operatorul O.*

Sistemele de producere pot fi *generale* sau *specifice*. Ele sunt generale dacă nu vizează o clasă anume de probleme, dependente de un domeniu specific de cunoștințe. Sistemul de producere prezentat anterior, constituit din cele patru reguli de producere (RP 1-RP 4), este general. Dimpotrivă, dacă regulile de producere sunt dependente de un domeniu de cunoștințe – mai exact, dacă în antecedent sunt scopuri și condiții specifice, iar în consecvent sunt operatori strict specifici –, ele formează un sistem de producere specific. Subiectul uman deține atât producții generale, cât și specifice. Cele generale îi dă posibilitatea să-și transfere procedurile rezolvative și/sau structura de scopuri de la un domeniu la altul, de la o problemă sursă la o problemă ţintă. Producțiile specifice îi conferă, însă, un grad tot mai ridicat de expertiză într-un anumit domeniu. Cu cât un subiect dobândește mai multe reguli de producere specifice unui domeniu, cu atât mai ridicat este nivelul său de expertiză în domeniul respectiv.

Utilizarea sistemelor de producere se leagă în principal de numele lui J.R. Anderson (1983, 1985, Anderson și Bower, 1973), dar la perfecționarea și popularizarea lor au contribuit mulți alți psihologi (ex. : Brown și Van Lehn, 1980, Newell, 1973, Card și colab., 1983). Pe baza lor, Anderson a elaborat o teorie generală a arhitecturii cognitive (ACT*), iar specialiștii din inteligență artificială au utilizat aceleași sisteme de producere la construirea de sisteme expert pentru stabilirea diagnosticului unei boli sau de investigare geologică etc. Sistemele de producere pot formaliza, de asemenea, învățarea care are loc pe parcursul procesului rezolutiv. Ele sunt însă mai puțin eficiente în modelarea recunoașterii, a procesărilor secundare ale informației perceptive în general.

9.1.6. Neurobiologia rezolvării de probleme

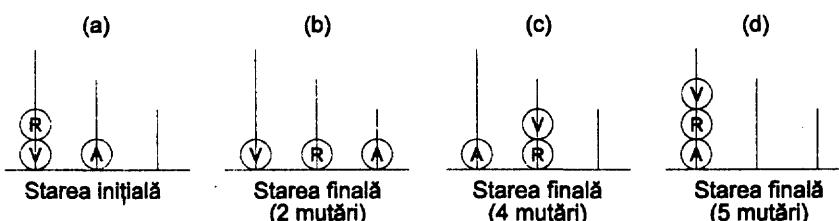
După considerațiile de ordin reprezentational despre spațiul problemei și navigația în interiorul acestuia, urmate de o scurtă analiză computațională pe baza sistemelor de producere, vom proceda la o sumară trecere în revistă a datelor de la nivelul implementațional referitoare la procesul rezolutiv.

Am arătat la începutul acestui capitol că rezolvarea de probleme este o *rezultantă* a conlucrării tuturor componentelor sistemului cognitiv. Dacă unul dintre aceste subsisteme funcționează deficitar, această deficiență se reflectă în scăderea performanțelor rezolutive. Ca urmare a caracterului integrativ al procesului rezolutiv, șansele de a desoperi o structură neurobiologică specifică, responsabilă exclusiv de rezolvarea de probleme, sunt extrem de reduse. Cu toate acestea, nu toate ariile cerebrale contribuie în aceeași măsură la realizarea procesului rezolutiv. Ponderea lor este diferită.

Cercetările de neurobiologie a gândirii au arătat că în rezolvarea de probleme un rol important revine *lobilor frontali și parietali*. Lobii parietali sunt implicați îndeosebi în operațiile cu conținuturi obiectuale, cu referință în realitatea perceptivă, pe când activitatea lobilor frontali se corelează, în primul rând, cu operarea asupra unor conținuturi formale abstracte. Pacienții cu leziuni ale lobilor frontali își pierd (parțial sau în întregime) capacitatea de a înțelege aforismele sau proverbele, de a sesiza contradicția sau absurditatea unor judecăți, de a organiza mintal într-o structură propozițională logică elementele unei judecăți prezentate în dezordine și de a stabili valoarea de adevăr a judecății date (ex.: „Pământul, mișcă, Soarele, jurul, în, se”) (Arseni, Golu, Dănilă, 1983).

Alte date experimentale au evidențiat faptul că focarele lezionale din jumătatea anteroiară a lobului frontal din emisfera dominantă au determinat tulburări ale schemei spațio-temporale și, mai ales, ale *planificării* rezolvării problemei. Acest lucru a fost dovedit de Shallice (1982), comparând performanțele unor pacienți cu diverse leziuni cerebrale la o sarcină numită „Turnul Londrei”. Trei bile de culori diferite erau însărate pe niște tije, ca în figura 9.4.a.

Fig. 9.4. Turnul Londrei (după Shallice, 1982) (R=roșu; V=verde; A=albastru).



Experimentatorul stabilea diverse configurații ale bilelor respective (figura 9.4.b-d), pe care subiecții trebuiau să le realizeze efectuând minimum de mișcări posibile. Dificultatea era operaționalizată prin numărul de mutări necesare pentru obținerea configurației cerute.

Se constată, mai întâi, că performanțele pacienților cu leziuni cerebrale sunt mai modeste decât ale lotului de control format din subiecți normali. Cea mai scăzută performanță era înregistrată în cazul pacienților cu leziunea lobilor frontali, ea devenind tot mai evidentă o dată cu trecerea la variante mai complicate ale sarcinii. Aceste rezultate se datorează tulburării procesului de *planificare*: ei nu puteau stabili ordinea corectă a scopurilor și subscopurilor ce trebuiau atinse.

Să mai menționăm că neurobiologia procesării informației, numită, în ultima vreme, *neuroștiința cognitivă*, este abia la început. E de așteptat ca ea să ne ofere rezultate tot mai interesante în anii ce vin.

Comparând acum rezultatele obținute în cercetarea procesului rezolutiv la diverse niveluri: *computațional*, *reprezentativ* și *implementațional*, se pot observa atât progresele inegale înregistrate, dar și fertilitatea unei astfel de abordări multinivelare a unui proces cognitiv, în speță, rezolvarea de probleme. Dacă ne-am crampona de un anumit nivel de analiză sau dacă am încerca să le reducem la unul singur, cunoștințele noastre ar progresă mult mai lent, iar viabilitatea lor ar scădea.

9.2. Raționamentul

9.2.1. Logica și psihologia raționamentului

Raționamentul constituie obiect de studiu atât pentru logică, cât și pentru psihologie. De-a lungul timpului s-au menținut numeroase confuzii între aportul celor două discipline la elucidarea procesului racionativ. Logica clasică consideră că, descoperind cele trei principii fundamentale (principiul noncontradicției, al terțului exclus și al rațiunii suficiente), a descoperit legile fundamentale ale gândirii reale, efective. Chiar un logician de talia lui G. Boole își intitula cartea în care pune bazele algebrei logice moderne *An Investigation into the Laws of Thought (O cercetare asupra legilor gândirii)*. El nu a avut nici un dubiu că raționamentul se efectuează în mintea oamenilor, după legile algebrice pe care le-a stabilit.

Cadrul de analiză pe care l-am adoptat pe parcursul acestei lucrări ne permite să vedem sub un alt unghi decât cel tradițional relația dintre logică și psihologia raționamentului. Reamintind nivelurile la care poate fi analizată funcționarea cognitivă, cel al cunoștințelor, nivelul computațional, reprezentativ-algoritmic și nivelul implementațional, considerăm că, într-o teorie a raționamentului, *logica* reprezintă *analiza computațională* a acestuia. Logica ne arată pe baza căror calcule, din anumite premise se pot deduce anumite concluzii, adică stabilăște relația funcțională dintre premise și concluzii. Tot logica stabilăște care sunt funcțiile racionative

corecte și care sunt cele eronate, deci care sunt argumentele valide și care sunt paralogisme. Din această perspectivă, psihologia raționamentului vizează celelalte niveluri: modul cum raționamentul este influențat de cunoștințele noastre, modul în care ne reprezentăm premisele în concluzie și procedura efectivă de realizare a inferenței, precum și structura neurobiologică sau artificială capabilă să execute o astfel de procesare. Rezultă că, într-o teorie unitară asupra raționamentului, relația dintre logică și psihologie este, de fapt, relația dintre analiza computațională a raționamentului și celelalte niveluri posibile de analiză a acestuia. Această integrare simplă și elegantă a logicii și psihologiei este un argument în plus în favoarea convergenței lor spre o știință cognitivă unificată.

9.2.2. Tipuri de raționament

Raționamentul, numit adesea și inferență, este o *procedură prin care se obțin informații noi din combinarea celor deja existente*. Deci raționamentul (inferența) reclamă o trecere dincolo de informația dată, o producere de cunoștințe din cele deja existente. Nu orice trecere dincolo de informația dată este însă inferență. De pildă, deși la un moment dat vedem numai două fețe și trei muchii ale unui cub, știm că e vorba de un cub. La această cunoștință nu ajungem însă printr-o inferență, ci printr-o operație de gestalt sau o serie de procesări descendente inconștiente. În mod tradițional, raționamentele se împart în două mari categorii: inductive și deductive. Vom analiza succesiv fiecare dintre ele.

9.2.3. Raționamentul inductiv

Inferența sau raționamentul inductiv constă în *producerea unei ipoteze generale pe baza unor date particulare și a unor cunoștințe (tacite)*. În funcție de *obiectul inducției*, adică de ce anume se induce, avem trei tipuri de raționament inductiv: (1) *de inducere a unei proprietăți*; (2) *de inducere a unei reguli*; (3) *de inducere a unei structuri*.

9.2.3.1. Inducerea unei proprietăți

Raționamentul de inducere a unei proprietăți constă în inducerea sau generalizarea unei caracteristici constatate la câțiva dintre membrii unei categorii, pentru toți membrii categoriei. De pildă, dacă constatăm că de fiecare dată când vedem un corb el are penajul negru, vom generaliza, spunând: „toți corbii sunt negri”. O proprietate a unor instanțe ale categoriei respective a devenit caracteristică pentru toți membrii săi. Concluzia unui raționament inductiv nu este necesar validă. Ea rămâne sub un anume provizorat, putând exista elemente ale categoriei respective care nu împărtășesc proprietatea indusă. De aici caracterul ei ipotetic. Deși nu este logic

necesară, inducția are o valoare pragmatică, permisând adaptarea noastră la un mediu dinamic, în condiții de economie de timp. Capacitatea noastră de investigare a mediului este întotdeauna limitată, nu numai sau nu atât de resursele interne, cât de timpul de care dispunem pentru a investiga mediul. Avem o viață finită, trebuie să ne satisfacem mai multe trebuințe complementare sau contradictorii, suntem solicitați să efectuăm mai multe sarcini într-un interval de timp dat etc. În aceste condiții, foarte rar se întâmplă să avem răgazul de a investiga dacă fiecare membru al unei categorii are o anumită proprietate, iar apoi să conchidem că toți au proprietatea respectivă. De regulă, nu putem investiga decât un eșantion, o parte a extensiunii unei categorii. Pe baza acestei investigații facem raționamente inductive.

Una dintre cunoștințele tacite care stau la baza inferenței inductive, semnalată încă de J.S. Mill, este convingerea noastră despre uniformitatea sau *omogenitatea lumii în care trăim*: elementele unei categorii tind să-și mențină aceleași proprietăți, în orice cadru spațio-temporal. În exemplul oferit anterior, simpla constatare a unei proprietăți la o submulțime din exemplarele unei categorii nu ar putea genera singură inferență inductive. La cazurile particulare mai trebuie adăugată cunoștința (tacită) despre omogenitatea lumii în care trăim. Ele nu sunt exprimate explicit în premisele inducției. În plus, au fost dobândite printr-o învățare neintenționată, în majoritatea cazurilor, de aceea le numim tacite. Alături de această convingere tacită generală, medierea dintre cazurile particulare și concluzia raționamentului inductive reclamă și alte cunoștințe, specifice, despre clasa asupra căreia poartă inducția. De pildă, cunoștințele noastre despre faptul că la corbi coloritul penajului nu se schimbă în funcție de anotimp sau de mediu în care trăiesc, că este determinat de o anumită combinație cromozomială, că are importanță în căutarea partenerului și împerechere etc.

Rezumând, schema generală a inducerii unei proprietăți cuprinde următoarele elemente: (a) o mulțime de constatări particulare, exprimate în propoziții atomare (P_1, P_2, \dots, P_k); (b) o mulțime de cunoștințe tacite, generale sau specifice despre clasa asupra căreia poartă inducția ($C_0, C_1, C_2, \dots, C_i$); (3) o concluzie generală, non-necesară logic, dar plauzibilă (Q). Pe scurt: $(P_1, \dots, P_k) \& (C_0, \dots, C_i) \rightarrow Q$. Remarcăm încă o dată rolul determinant al bazei de cunoștințe a subiectului în desfășurarea efectivă a procesării informației.

Obiectul inducției poate fi format dintr-o *singură* proprietate, dintr-o *conjuncție* de proprietăți sau dintr-o *disjuncție logică* a acestora. În primul caz, se realizează inducția cea mai rapidă, care solicită cel mai puțin resursele de procesare ale subiectului. Inducția unei conjuncții de proprietăți reclamă o prelucrare mai laborioasă. De pildă, pentru a ajunge la o inducție de genul: „Toate vinurile roșii creează bună dispoziție”, trebuie luate în calcul două proprietăți ale unei băuturi: de a fi vin și de a avea culoarea roșie. Asocierea constantă a conjuncției acestor proprietăți cu starea de bună dispoziție ne face ca, pe baza cunoștințelor tacite (ex: despre compoziția chimică a vinurilor roșii și efectul acesteia asupra sistemului nervos etc.), să inducem o concluzie mai generală. Prezența doar a uneia din cele două proprietăți nu e suficientă pentru inițierea procesului inductive.

Inducția unei disjuncții de proprietăți presupune o procesare și mai laborioasă. De pildă, după o experiență bogată în domeniu, putem face o inducție de genul : „Toate vinurile roșii sau seci creează bună dispoziție”. Pentru a ajunge la o astfel de concluzie a trebuit să luăm în calcul, în plus față de exemplul anterior, și o caracteristică alternativă a vinurilor – aceea de a fi seci, ceea ce presupune o procesare adițională. Cercetările efectuate de J. Bruner și colab. (1956) asupra învățării inductive a conceptelor concordă cu observațiile de mai sus : gradul de dificultate în dobândirea unui concept crește progresiv dacă se bazează pe inducerea unei singure proprietăți, a conjuncției sau a disjuncției logice a două sau mai multe caracteristici ale membrilor săi (vezi Radu, 1974).

9.2.3.2. Inducerea unei reguli

În afară de o proprietate sau combinație de proprietăți, raționamentul inductiv poate avea ca obiect o regulă. Se dă, de pildă, seria :

A B M C D M E F M G H M I

și se cere subiecților să precizeze care literă ar putea ocupa următoarea poziție în serie. Răspunsul corect va fi obținut dacă, din examinarea seriei, subiectul induce regula (R_1) : „După fiecare două litere consecutive din alfabet, urmează litera M”.

Inducția unei reguli permite generarea unui număr nelimitat de combinații care satisfac regula respectivă. Aceste reguli pot fi induse explicit, conștient, ca în cazul sarcinii oferite mai sus, sau implicit, inconștient (4.4). Regulile de producere și utilizare a limbajului natural sunt, în mare măsură, rodul unor inducții inconștiente.

Erorile cele mai frecvente care apar în cazul inducției de reguli se datorează faptului că subiectul tinde să ignore informația care contravine ipotezei sale. După investigarea câtorva cazuri, el face o ipoteză despre regula subiacentă cazurilor respective, apoi tinde să o aplice fără să mai ia în seamă contraexemplile.

Această miopia a ipotezei a fost bine ilustrată într-un experiment efectuat de Wason (1960). El a prezentat mai întâi subiecților o serie de trei cifre (= o triadă) : 2, 4, 6, menționând că la baza seriei respective se află o anumită regulă, pe baza căreia a fost generată. Sarcina subiecților era de a descoperi regula respectivă. Pentru a realiza acest lucru ei erau invitați să producă ei însiși triade, pe baza regulii pe care pretind că au descoperit-o. Experimentatorul oferea un feed-back pozitiv („DA”), dacă o triadă se supunea regulii pe baza căreia el a generat triada 2, 4, 6, sau negativ („NU”), dacă se abătea de la această regulă. În acest fel, subiecții din grupul experimental puteau să verifice dacă ipotezele care au stat la baza propriilor lor triade concordă cu regula stabilită de Wason. Redăm mai jos protocolul unuia dintre subiecții cu care a lucrat psihologul britanic. În protocol sunt cuprinse : triadele generate de subiect, justificarea pe care el le-a dat-o, feed-back-ul experimentatorului și regula ipotetică pe care el o susținea. În paranteză se specifică dacă regula postulată este corectă sau nu.

Triadă	Justificare	Feed-back-ul experimentatorului
8 10 12	Se adună „2” la termenul precedent al seriei.	DA
14 16 18	Numere cu soț în ordine crescătoare.	DA
20 22 24	Aceeași justificare.	DA
1 3 5	Se adună „2” la termenul precedent al seriei.	DA

Regula postulată: „*La termenul precedent din serie se adună «2» pentru a genera următorul termen*” (greșit).

În acest moment, subiectul examinează din nou triada inițială, căutând să inducă o altă ipoteză pe care să o poată testa. Apoi produce următoarele triade:

2 6 10	Termenul mijlociu este media aritmetică a termenilor extremi.	DA
1 50 99	Aceeași justificare.	DA

Regula postulată: „*Triada se formează astfel încât termenul mijlociu să fie media aritmetică a celorlalți doi*” (greșit).

Urmează o nouă analiză a triadei inițiale. Apoi subiectul continuă:

3 10 17	Se adaugă același număr (7) de fiecare dată.	DA
0 3 6	Se adaugă „3” de fiecare dată.	DA

Regulă postulată: „*Într-o triadă, diferența dintre două numere consecutive trebuie să fie aceeași*” (greșit).

Urmează o reexaminare a triadei inițiale. Apoi se produc serile următoare:

12 8 4	Se scade aceeași cantitate dintr-un termen pentru a produce termenul următor.	NU
--------	---	----

Regulă postulată: „*Se scade un număr, întotdeauna același, la membrul precedent al triadei pentru a genera pe următorul*” (greșit).

1 4 9	Oricare trei numere aşezate în ordinea mărimii.	DA
-------	---	----

Regulă postulată: „*Construcția triadei se face inserind oricare trei numere în ordinea mărimii*” (corect).

Cel mai important lucru care trebuie reținut din acest protocol este faptul că subiecții își formează o ipoteză (o regulă ipotetică) pe care caută, apoi, să și-o confirme, generând exemple congruente cu ea. Or, dimpotrivă, pentru a verifica dacă regula indusă este corectă, trebuie căutate *contraexemplu* la ea. Abia în penultima triadă subiectul încearcă acest lucru. Comportamentul său este tipic: subiecții tind să genereze sau să ia în considerare doar exemplele care le confirmă regula. Ei tind să ignore datele care contravin regulii induse.

9.2.3.3. Inducerea unei structuri

Inducerea unei structuri este cea mai dificilă formă de inducție. Ea nu presupune doar luarea în considerare a unei trăsături (combinații ale trăsăturii) sau a unei reguli, ci se bazează pe descoperirea unei rețele constante de conexiuni între elementele unei mulțimi. Această structură este apoi aplicată la o nouă situație. Să considerăm următorul exemplu: „Avocatul este pentru clientul său ceea ce medicul este pentru: (a) bolnav; (b) medicină”. Sarcina constă în a stabili care dintre cele două variante este corectă. Rezolvarea acestei probleme este posibilă dacă subiectul reușește să descopere relațiile (= structura) dintre primii doi termeni și apoi să o inducă asupra următorilor termeni. Pentru a înțelege mai bine operațiile de gândire implicate în raționamentul analogic, să-l scriem la forma generală: A : B : C (D_1, D_2). („A este pentru B, ceea ce este C pentru D_1 sau D_2 .”) Dacă descompunem raționamentul reclamat de această sarcină în componente (= operații primitive, minimale), atunci inducția pune în joc șapte componente: codarea (*encoding*), inferență, punerea în corespondență (*mapping*), aplicarea structurii descoperite, compararea, justificarea, răspunsul. În cazul raționamentului analogic de mai sus, subiectul procedează astfel: codează A și B, inferează mulțimea de relații dintre A și B; codează C; pune în corespondență prima parte a analogiei (A : B) cu cea de a doua: C(D_1, D_2); aplică relația descoperită între A și B la dubletul format de C și o variabilă ideală (I) care satisface această relație; codează D_1 și D_2 ; compară D_1 cu I și D_2 cu I; justifică selecția făcută; răspunde.

Inducerea unei structuri ne e cunoscută din (9.1.4.2). Rezolvarea prin analogie a problemelor reclamă inducerea structurii de scopuri a problemei sursă la problema țintă. Detectarea și transferul structurii de la o problemă sursă la o problemă țintă sunt dependente de schemele cognitive ale subiecților (capitolul 7).

9.2.4. Raționamentul deductiv

În raționamentul deductiv nu se pune problema reducerii unor reguli sau structuri – ca în cazul raționamentului inductiv – ci, pe baza unor reguli stabilite, se urmărește obținerea de noi cunoștințe. Aceste reguli se numesc *reguli de deducție*. Așadar, *inferența deductivă constă într-o serie de calcule guvername de regulile de deducție, astfel încât, din anumite premise, o concluzie derivă cu necesitate logică*. Studiul raționamentului deductiv la nivel computațional (= studiul funcției dintre premise și concluzie) este apanajul logicii. Psihologiei îi rămâne sarcina de a stabili: (a) modul în care premisele și concluzia sunt reprezentate în sistemul cognitiv și procedura efectivă de transformare a inputului (= premisele) în output (= concluzia), adică analiza la nivel reprezentational-algoritmic; (b) analiza de nivel implementațional; (c) impactul cunoștințelor (tacite) asupra procesului deductiv.

Există trei tipuri principale de raționament deductiv: (1) raționamentul silogistic; (2) raționamentul ipotetico-deductiv; (3) raționamentul liniar. Modelele psihologice

elaborate pentru explicarea lor sunt dezvoltate diferențiat, de aceea ele vor fi prezentate succesiv. Toate aceste modelări au o caracteristică comună: ele reconsiderează *statutul erorii* în raționament. Dacă pentru logică (= analiza computațională a inferenței) eroarea era considerată pur și simplu ca *abatere de la normă*, ca un calcul greșit rezultat din încălcarea regulilor de deducție, pentru psihologie eroarea este principala „piatră de încercare” a modelelor propuse. Un model al raționamentului deductiv care nu poate să explice și să reproducă erorile de raționament întâlnite la subiectul uman este lipsit de validitate psihologică.

9.2.4.1. Raționamentul silogistic

Silogismul constă în deducerea unei concluzii din două premise prin mijlocirea unui termen mediu. Atât premisele, cât și concluzia sunt judecăți categorice, în care despre cineva (= subiect, S) se asertează ceva (= predicat, P). Pe scurt, $S \rightarrow P$. Termenul care apare (fie ca subiect, fie ca predicat) în ambele premise, făcând astfel legătura dintre ele, se numește *termen mediu* (M). În funcție de poziția termenului mediu, rezultă patru figuri silogistice:

$$\begin{array}{l} \text{figura I: } M \rightarrow P \\ \quad S \rightarrow M \\ \quad S \rightarrow P \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{figura II: } P \rightarrow M \\ \quad S \rightarrow M \\ \quad S \rightarrow P \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{figura III: } M \rightarrow P \\ \quad M \rightarrow S \\ \quad S \rightarrow P \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{figura IV: } P \rightarrow M \\ \quad M \rightarrow S \\ \quad S \rightarrow P \end{array}$$

În funcție de cuantificarea dintre subiectul și prediciul logic, rezultă patru tipuri de judecăți:

- universal affirmative (A): Toți A sunt B.
- universal negative (E): Nici un A nu e B.
- particular affirmative (I): Unii A sunt B.
- particular negative (U): Unii A nu sunt B.

Derivarea concluziei din premise se face pe baza unor reguli numite reguli silogistice. Prezentarea detaliată a acesteia, precum și a analizei computaționale exhaustive a silogismului, poate fi aflată în remarcabila monografie scrisă de Didilescu și Botezatu (1976). Presupunând cunoștuță logica silogismului, ne oprim asupra principalelor abordări reprezentational-algoritmice: modelul lui Erickson și modelul analogic al lui Johnson-Laird.

Modelul lui Erickson. Erickson (1978, apud Johnson-Laird & Wason, eds.) consideră că efectuarea unui silogism cuprinde următoarele etape: a) *reprezentarea* (= proiecția informației din premise în mintea noastră), care ia o formă similară cu diagramele Venn; b) *combinarea reprezentărilor*; c) *alegerea etichetei verbale*, pentru descrierea concluziei.

Să considerăm următoarea schemă de raționament :

Toți M sunt P.

Toți M sunt S.

Deci, unii S sunt P. Această schemă ilustrează un silogism de figura a treia, modul Darapti (AAI). El are la bază o reprezentare a informației analoagă diagramelor Venn prezentată în figura 9.5.a. Dar informația conținută în premise mai poate fi reprezentată și în alt mod (figura 9.5.b), în condițiile în care $M=P=S$.

În acest caz, mai sunt posibile încă două concluzii :

Toți S sunt P.

Toți P sunt S.

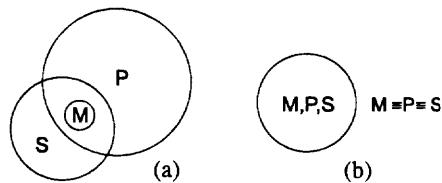
Exemplu : Toți oamenii sunt raționali.

Toți oamenii sunt potențial creatori.

Toți cei potențial creatori sunt raționali.

Toate ființele raționale sunt potențial creative.

Fig. 9.5. Reprezentarea informației din premise sub forma diagramelor Venn



Așadar, din aceleași premise se pot extrage trei concluzii în loc de una, dacă facem uz de o altă reprezentare a informației din premise. Cercetările întreprinse de Erickson și Mayer (1983) au arătat că nici unul din subiecții investigați nu a folosit ambele reprezentări ale informației (60% au preferat să o codeze sub forma identității sferei noțiunilor din premise, 40% sub forma incluziunii). Pe baza acestor date, se consideră că erorile de raționament se datorează *limitelor de reprezentare a informației*. Cu alte cuvinte, *oamenii în general procedează logic, dar sunt extrem de limitați în extragerea (reprezentarea) informației conținute în premise*.

Cînd există mai multe interpretări posibile ale modului în care pot fi combinate premisele, subiecții tind să recurgă doar la una singură, ignorând pe celelalte. Modelul lui Erickson poate să prezică unele performanțe la sarcinile de raționament silogistic (vezi Moyer, 1973, pp. 129-131), precum și să explice unele erori – de pildă, tendința (eronată) de a extrage o concluzie din două premise particulare. Totuși, analiza pe care el o întreprinde se aplică numai la o parte din silogisme. În plus, unele date experimentale contrazic modelul lui Erickson (vezi, de pildă, Neimark și Chepman, 1975).

Silogismul și modelele mintale. Johnson-Laird și colaboratorii săi (1987) au reușit să ofere o modelare mai completă a silogismului, aşa cum este el efectiv realizat de ființa umană. Criticând metodologia psihologică tradițională de cercetare a deducției silogistice, ei au stabilit patru cerințe metodologice pe care trebuie să le satisfacă investigațiile din acest domeniu : (a) subiecții trebuie solicitați să derive ei însăși concluziile din premise, nu numai să-și exprime opțiunea pentru cea corectă dintr-un set de concluzii prezentate de experimentator ; (b) cercetările trebuie

efectuate pe un eșantion semnificativ din cele 512 silogisme posibile ; (c) sarcinile silogistice trebuie exprimate în limbaj natural, în termeni neutri, nu sub forma unor simboluri logice ; (d) trebuie analizate procesările realizate pentru fiecare silogism în parte, în loc să se aglumineze diferențele cu scopul de a descoperi un mecanism omogen.

Căutând să satisfacă aceste cerințe, modelarea propusă de Johnson-Laird arată că deducția silogistică se realizează în mai multe etape :

- (1) *reprezentarea premiselor* prin construcția unui model mental corespunzător. Psihologul britanic consideră că „subiecții își reprezintă o clasă prin imaginea unui număr arbitrar dintre membrii săi” (Johnson-Laird, 1980, p. 134) ;
- (2) *combinarea euristică* a reprezentărilor premiselor ;
- (3) asertarea unei mulțimi de concluzii sub forma *experimentului mental* ;
- (4) *testarea concluziilor* = selectarea numai a celor (acelei) concluzii care sunt conforme cu regulile logicii.

Deci, regulile logicii nu apar în ghidarea efectivă a raționamentului ce se desfășoară după reguli euristice, ci în selectarea concluziilor, în stadiul final, ca normă de validare. Dacă la Erickson *omul procedează logic*, dar erorile survin ca urmare a deficiențelor în reprezentarea informației, în modelul lui Johnson-Laird *omul procedează heuristic*, iar erorile sunt rezultatul insuficienței resurselor (de timp, atenție etc.) necesare pentru testarea logică a concluziilor obținute euristic.

Modelul lui Johnson-Laird, numit uneori „modelul analogic al silogismului”, este cel mai viabil, deși este pasibil de perfectări continue. El poate da seama de majoritatea erorilor de raționament, atât legate de forma logică (ex. : eroarea termenului mediu nedistribuit), cât și legate de conținutul premiselor (ex. : tendința subiecților de a deduce mai greu concluzii care, deși logic valide, contravin cunoștințelor lor anterioare). Nu înseamnă că modelul lui Erickson prezintă un interes istoric. Ambele abordări reprezentational-algoritmice ale silogismului sunt viabile, numai că modelul analogic este mai comprehensiv, explică mai multe date experimentale. Diferențele interindividuale în performanțele de raționament silogistic pot apărea atât din motivele reliefate în modelul lui Erickson, cât și datorită funcționării cognitive relevante de modelul lui Johnson-Laird.

9.2.4.2. Raționamentul ipotetico-deductiv

Inferența ipotetico-deductivă constă din două premise și o concluzie. Prima premisă este o implicație (o propoziție condițională) de genul „dacă p atunci q ”, unde p se numește antecedent, iar q – consecvent. A doua premisă constă în afirmarea sau negarea fie a antecedentului („ p este adevărat” ; „ p este fals”), fie a consecventului („ q este adevărat” ; „ q este fals”). Analiza psihologică a raționamentului condițional este mai puțin avansată decât în cazul celorlalte forme de raționament. Acest fapt se datorează, în primul rând, naturii ambigue a condiționalului. Sub una și aceeași expresie condițională se pot ascunde :

a) o relație de *antrenare logică*.

Exemplu: Dacă e ziuă, atunci e lumină.

E ziuă.

Deci, e lumină.

b) o *relație cauzală*.

Exemplu: Dacă plouă, asfaltul e ud.

Plouă.

Deci, asfaltul e ud.

c) o *regulă de producere*.

Exemplu: Dacă e frig, atunci aprinde focul.

E frig.

Deci, aprinde focul.

Ascunzând relații diferite, e de presupus ca și procesul efectiv de raționare să se desfășoare diferit. Deocamdată, cercetările asupra raționamentului condițional au pus în evidență faptul că multe erori provin din interpretarea propozițiilor conditionale ca bicondiționale, din inabilitatea de a utiliza informația din enunțurile condiționale negative și din greșita reprezentare a operatorului „non” (Sternberg, 1985).

9.2.4.3. Raționamentul liniar

Raționamentul liniar este o specie de raționament tranzitiv. El are două premise, fiecare descriind o *relație* dintre doi itemi. Cel puțin un item este prezent în ambele premise. Subiectului i se cere să determine relația dintre doi itemi neadiacenți (= care nu apar în aceeași premisă). De exemplu, se dau premisele :

Ion este mai mare ca George.

Nicu este mai mic ca George.

Se cere subiecților să stabilească cine este cel mai mare din cei trei.

Răspunsul corect este : „Ion este cel mai mare”. În locul relației „mai mare”, se pot pune alte genuri de relații : „mai bun”, „mai inteligent”, „deasupra”, „dedesubt” etc.

Pentru a explica modul în care subiecții au ajuns la această concluzie, s-au elaborat mai multe modele ale raționamentului liniar. Cel mai bine articulat este *modelul imagistic* care susține că deducerea concluziei are la bază operații asupra imaginilor (De Soto, 1965). Subiecții codează primii doi itemi sub forma unor imagini stilizate, ordonate după relația : „mai mare”. Aceste imagini sunt „fixe”. Cel de-al treilea termen este reprezentat – după cum arată rapoartele de introspecție – printr-o imagine *mobilă*, care e plasată față de celelalte două conform cu relația de ordonare după mărime. Concluzia, spun adepta modelului imagistic, constă în traducerea în expresie verbală a informației extrase din aranjarea spațială a imaginilor.

În replică, *modelul lingvistic* (Clark, 1980, Evans, 1984) pune accentul pe aspectele lingvistice ale raționamentului. H.H. Clark pornește de la premisa că „dificultățile principale inerente în multe probleme de raționament nu se datorează proceselor cognitive specifice acestor probleme, ci limbajului în care acestea sunt exprimate” (1980, pp. 112-113). Pentru a ilustra influența factorilor lingvistici în procesul de raționalizare, vom considera doar principiul congruenței elaborat de H.H. Clark. Potrivit acestui principiu, înainte de a deduce concluzia raționamentului liniar, subiecțul procedează la o reformulare a premisei a doua. În loc de „Nicu este mai mic ca George”, va formula „George este mai mare ca Nicu”. În acest fel, informația conținută în a doua premisă e făcută congruentă cu premisa I și cu întrebarea pusă subiecților. Abia apoi, după stabilirea congruenței informațiilor, se deduce concluzia. Există o serie de dovezi experimentale care susțin acest proces (Evans, 1984).

În ultima vreme se marșează pe o teorie mixtă asupra raționamentului liniar. Se consideră că în raționamentul liniar subiecții fac apel atât la operații lingvistice, cât și la operații spațiale. Mai întâi, ei decodează informația exprimată verbal în premise; apoi o recodează în imagini spațiale într-o formă care permite efectuarea inferenței tranzitive. În cele din urmă, procedează la recodarea verbală a concluziei (Sternberg, 1985).

9.2.5. Remarci generale

În finalul acestei analize a raționamentului în cadrul sistemului cognitiv uman merită făcute câteva remarci mai generale.

Întâi, aşa cum am mai spus, este timpul pentru o abordare unificată a raționamentului în interiorul științei cognitive. Logica și psihologia, confundate sau contrapuse până acum, își găsesc fiecare locul într-o analiză multinivelară a procesului racionativ. Logica vizează nivelul computațional, relația funcțional-logică dintre inputuri (premise) și outputuri (concluzie), în vreme ce psihologia abordează nivelurile reprezentațional-algoritmice, implementațional și cel al cunoștințelor.

În al doilea rând, orice raționament depinde de structura cognitivă în interiorul căreia se desfășoară. Atât inferențele inductive, cât și cele deductive presupun o mulțime de cunoștințe, adesea neexplicitate în premise, dar care sunt absolut necesare pentru desfășurarea raționamentului. Baza de cunoștințe se dovedește, din nou, un factor esențial al oricărei procesări cognitive. Din păcate, tocmai măsurarea ei este imposibil de făcut în momentul de față. Întotdeauna avem acces doar la o parte din cunoștințele de care dispune subiecțul – cele relevante sarcinii și o mică parte din cele nerelevante, dar care se pot detecta prin inferență lor cu primele. E greu însă de conceput un instrument de măsurare sau măcar de estimare a întregii baze de cunoștințe. Punerea la punct a unor astfel de metode ar însemna un progres imens în științele cognitive. Oricum, luând în considerare și alte date – cele oferite de descendența piagetiană, de pildă (Lamouroux, 1983) –, putem conchide că

dezvoltarea abilității de a raționa se face întotdeauna în strânsă legătură cu un anumit tip de cunoștințe.

În al treilea rând, să mai remarcăm că prelucrările care au loc în cazul raționamentului, care duc la transformarea inputului (premisele) în output (concluzia), operează asupra simbolurilor și sunt guvernate de anumite reguli. Ca atare, analiza raționamentului (și a rezolvării de probleme) dă câștig de cauză paradigmiei clasico-simbolice. Modelele subsimbolice (conexionește) devin tot mai inadecvate pe măsură ce ne deplasăm de la prelucrările periferice spre cele centrale.

9.3. Sumar

Rezolvarea de probleme este rezultanta funcționării interactive a tuturor componentelor sistemului cognitiv. O problemă apare atunci când subiectul intenționează să realizeze un scop sau să reacționeze la o situație stimul pentru care nu are un răspuns adecvat în memorie. Spațiul problemei (= reprezentarea internă a mediului problemei) este format din: starea inițială, starea finală și stări intermediare. Operatorii transformă o stare a problemei în alta. Dacă sunt specificate toate componente spațiului problemei, avem de-a face cu o problemă bine definită. Dacă cel puțin o componentă este nespecificată, problema este insuficient definită.

Principala metodă de cercetare a procesului rezolutiv este protocolul gândirii cu voce tare. Ca metode adjuvante, se recurge la: înregistrarea mișcărilor oculare, analiza sarcinii, analiza produselor intermediare ale activității etc.

După vectorul lor, strategiile rezolutive sunt prospective și retrospective. După certitudinea de obținere a soluției, distingem proceduri algoritmice și euristică. Euristicile sunt generale sau specifice, dependente de un domeniu de cunoștințe. Expertiza constă în mare măsură în îmbogățirea repertoriului de strategii euristice specifice. Sistemele de producere sunt formalisme utile de descriere a procesului rezolutiv. Un sistem de producere conține o secvență de reguli de producere. O regulă de producere este un dublet de tipul „dacă... atunci”, în care antecedentul este format dintr-o mulțime de condiții, iar consecventul dintr-un set de operatori care se aplică dacă aceste condiții se realizează.

Raționamentul este o metodă de a produce noi cunoștințe din cele deja existente pe baza unor mecanisme inferențiale. Există trei tipuri de raționament: inductiv, deductiv și liniar. Se poate induce o proprietate, o relație sau o structură. Deducția este analizată la nivel computațional de logica simbolică, iar la nivel reprezentativ-algoritmic, de psihologie.

Capitolul 10

ARHITECTURA SISTEMULUI COGNITIV UMAN

Motto : *Don't bite my finger, look where I'm pointing !¹*

(Mc Culloch, 1965)

În finalul acestei lucrări, vom căuta să integrăm rezultatele obținute până acum într-un model sintetic. Interesul va cădea nu pe procesările și structurile cognitive analizate în capitolele anterioare, ci pe modul în care ele *interacționează* în cadrul sistemului cognitiv. Altfel spus, vom încerca să oferim o schiță a *arhitecturii cognitive*. Aceasta e o întreprindere riscantă, dată fiind complexitatea cunoștințelor ce trebuie integrate și constrângerile lor reciproce, dar e de preferat unui rezumat cuminte și nestimulativ. În plus, arhitectura sistemului cognitiv uman poate constitui o sursă de inspirație pentru proiectarea arhitecturii unor sisteme artificiale inteligente.

10.1. Constrângeri metodologice

Arhitectura sistemului cognitiv, o sintagmă împrumutată din inteligența artificială, denotă un ansamblu de mecanisme stabile, subiacente comportamentului cognitiv în diverse situații. Aceste mecanisme sunt necesare și suficiente pentru a avea un comportament intelligent, fiind invariabile la cunoștințele sau intențiile care animă subiectul, adică sunt impenetrabile cognitiv. Pe scurt, arhitectura cognitivă este formată din totalitatea mecanismelor, cognitiv impenetrabile, necesare și suficiente pentru realizarea unui comportament intelligent. Mecanismele pe care le-am analizat până acum – cu excepția celor modulare – depind de baza de cunoștințe sau intenționalitatea subiecților, adică sunt cognitiv-penetrabile. De pildă, modul de organizare în chunksuri, categorizarea, căutarea în spațiul problemei, organizarea informației sub formă de rețele propoziționale sau scenarii cognitive, recunoașterea obiectelor etc. sunt influențate de cunoștințele de care dispune subiectul. Ce structură și mecanisme rămân, totuși, invariabile, cognitiv-impenetrabile, în spatele acestor prelucrări ?

1. Nu mă mușca de deget, uită-te încotro arăt !

Înainte de a oferi câteva răspunsuri posibile la această întrebare, să stabilim mai întâi constrângerile de care trebuie să țină seama orice modelare a arhitecturii cognitive. E greu de stabilit o listă *completă* a acestor cerințe la care ar trebui să se raporteze orice propunere de modelare a arhitecturii sistemului cognitiv uman. A. Newell, multă vreme preocupat de această chestiune, a stabilit o listă *minimală* de cerințe (Newell, 1980, 1992). Orice model al arhitecturii cognitive a subiectului uman trebuie construit în aşa fel încât :

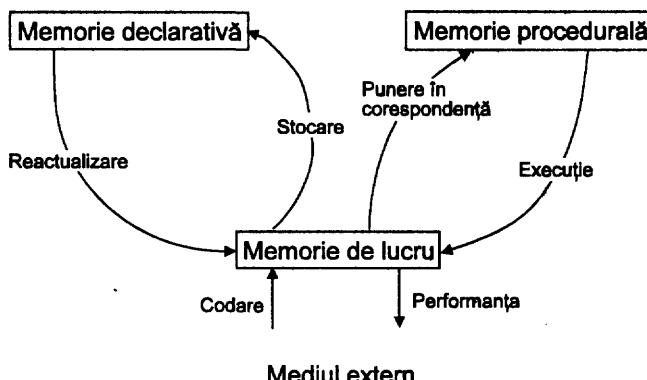
1. Să manifeste un comportament flexibil, în funcție de dinamica mediului.
2. Să facă dovada unui comportament intențional, adaptativ.
3. Să opereze în timp real.
4. Să opereze în medii complexe :
 - a) să poată percepă o cantitate imensă de detalii ;
 - b) să utilizeze o bază de cunoștințe considerabilă ;
 - c) să controleze un sistem motor cu mai multe grade de libertate.
5. Să utilizeze simboluri și abstractizări.
6. Să folosească limbaje naturale și artificiale.
7. Să învețe din mediu și/sau din propria experiență.
8. Să-și poată dezvolta abilitățile o dată dobândite (învățate).
9. Să trăiască autonom, dar în interiorul unei comunități sociale.
10. Să posede conștiință și identitate de sine.

Modelele de arhitectură cognitivă poartă marca paradigmelor de cercetare pentru care au optat cei care le-au propus. Arhitecturile neoconexiонiste sunt insuficient articulate, psihologii conexiонiști centrându-și deocamdată atenția pe demonstrarea viabilității modelelor lor pentru cazuri particulare. Generalizările pe care ei le fac sunt prea vagi și conțin multă „ideologie”, multă pleoară *pro domo*. Cel mai bine articulate sunt arhitecturile simbolice, care pornesc de la ideea că sistemul cognitiv uman este un *sistem fizico-simbolic*, iar arhitectura cognitivă urmează să surprindă mecanismele de procesare a informației, impenetrabile cognitiv, care guvernează operarea cu simboluri și structuri simbolice. Deocamdată, există doar modele notabile care merită schițate în acest context. Cel dintâi aparține lui J.R. Anderson și poartă denumirea de ACT* (se citește ACT steluță, deoarece este perfecționarea unei teorii prealabile ACT, Anderson, 1983, 1985). Cel de-al doilea aparține lui A. Newell și se numește sistemul SOAR (Newell, 1992).

10.2. ACT* ȘI SOAR

În figura 10.1 e prezentată schița arhitecturii cognitive conform modelului ACT* (Anderson, 1983).

Fig. 10.1. Modelul ACT* al arhitecturii cognitive



La baza modelului propus de J.R. Anderson se află sistemele mnezice și modul de accesare a acestora. Se presupune că sistemul preia informația codată simbolic și o stochează în memoria de lungă durată. Există două tipuri de MLD : a) *memoria declarativă*, organizată sub formă de rețele semantice sau propoziționale și b) *memoria procedurală*, organizată în sisteme de producere. Memoria de lucru este partea activată a memoriei de lungă durată. Ea conține producții sau cunoștințe declarative din MLD, precum și structuri simbolice noi, create prin regulile de producție. *Dacă* un anumit stimул, codat simbolic, intră în memoria de lucru, *atunci* sunt activate anumite cunoștințe sau producții din memoria declarativă sau procedurală. Așadar, accesul la MLD din memoria de lucru se face pe baza regulilor de producție, care vectorizează activarea (= arată ce cunoștințe din MLD trebuie activate la un moment dat, fiind date anumite condiții). De exemplu, dacă subiectul se confruntă cu o anumită problemă (problemă ţintă), atunci se activează structura de scopuri a problemei sursă (9.1.4.2). Dacă trebuie activată o anumită regulă de producere din memoria procedurală, atunci cunoștințele din memoria de lucru care reclamă această producție sunt puse în corespondență cu antecedentul regulii de producere din memoria procedurală, care activează acțiunea sau operația corespunzătoare din consecvent. Tot pe baza regulilor de producere se construiesc noi proceduri rezolvative în memoria de lucru. Se pot dobândi producții noi prin memorarea procedurilor rezolvative încununate de succes. Activarea regulilor de producere din memoria procedurală este un proces de activare competitivă : din mulțimea de proceduri activeate se desfășoară doar aceea care are valoarea de activare cea mai

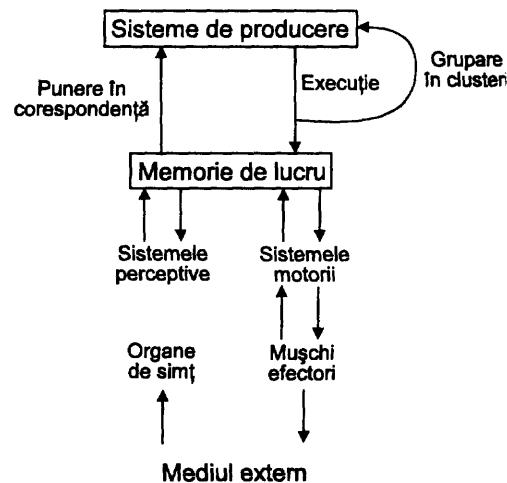
ridicată. Aceasta înseamnă că ea corespunde cel mai bine cunoștințelor și scopurilor pe care le are subiectul în memoria de lucru. Învățarea constă în modificarea și diversificarea (contextualizarea) regulilor de producere de care dispune subiectul.

Sistemul SOAR, construit de A. Newell și echipa sa de cercetare (vezi Newell, 1992), este prezentat succint în figura 10.2.

Spre deosebire de modelul ACT*, arhitectura SOAR presupune că există un singur tip de MLD, cunoștințele fiind organizate în sisteme de producere (memoria declarativă este assimilată cu antecedentul regulilor de producere). Memoria de lucru conține o structură ierarhizată de scopuri, un set de preferințe pentru ceea ce trebuie dus la îndeplinire la un moment dat și în ce ordine, conținuturi perceptive și comenzi motorii. Interfața cu lumea externă e realizată de sistemele perceptive și motorii. Când subiectul se confruntă cu o problemă, datele problemei din memoria de lucru sunt puse în corespondență cu un sistem de producere. Regulile de producere nu se activează secvențial, selectându-se doar cele cu valorile de activare mai ridicate – ca în modelul ACT* –, ci se activează în paralel. Selectia lor se face pe baza preferințelor și a structurii de scopuri pe care subiectul le are în memoria de lucru. Învățarea se realizează prin gruparea în chunksuri a procedurilor rezolvative eficiente. Comportamentul subiectului e văzut ca o deplasare în spațiul problemei, ghidată de structura de scopuri din memoria de lucru și de sistemele de producere din memorie.

Cele două tipuri de arhitectură sunt similare sub mai multe aspecte. Ambele presupun reprezentarea simbolică a stimулului și ambele utilizează sistemele de producere ca modalitate de stocare și construcție de noi cunoștințe. De asemenea, în ambele cazuri, memoria de lucru este văzută ca o parte activată a memoriei de lungă durată. Nu ne propunem analiza detaliată a acestor modele. Cei interesați pot găsi deplină satisfacție parcurgând studiul *Symbolic Architectures for Cognition* elaborat de Newell, Rosenbloom și Johnson-Laird (în Posner, 1990, cap. 3). Vom căuta, mai degrabă, să vedem spre ce fel de arhitectură cognitivă ne îndreaptă rezultatele experimentale și analizele teoretice prezentate pe parcursul acestei lucrări.

Fig. 10.2. Schița arhitecturii cognitive, după SOAR (vezi Newell, Rosenbloom și Johnson-Laird, 1990)



10.3. Schița unei noi arhitecturi cognitive

Să notăm mai întâi că *arhitectura sistemului cognitiv nu este omogenă*. S-a putut observa că rețelele conexioniste își dovedesc viabilitatea în modelarea recunoașterii stimulilor, a proceselor cognitive periferice în general (1.4.2, 2.3.5), precum și în descrierea anumitor modalități de organizare a cunoștințelor în memorie (7.3). Pe de altă parte, rezolvarea de probleme și raționamentul au pus în evidență importanța structurilor simbolice și a calculului simbolic (9.1.2, 9.1.4, 9.2). Coroborând aceste date, rezultă că sistemul cognitiv uman are o arhitectură duală: neuromimetică – pentru procesările periferice și simbolică (sau majoritar simbolică) – pentru procesările centrale. Deci, la realizarea unei sarcini participă atât mecanisme conexioniste, neuromimetice, cât și mecanisme simbolice. Ca atare, regulile de producere se dovedesc insuficiente pentru modelarea funcționării sistemului cognitiv, alături de ele trebuind să admitem și reguli pe baza cărora funcționează rețelele neconexioniste – regula delta, regula lui Hebb, regula retropropagării erorii etc. (1.4.2.1).

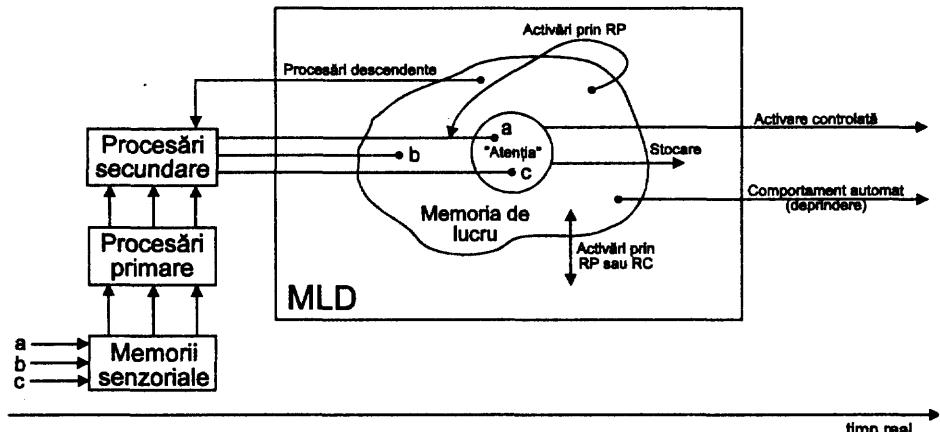
Stimulii pe care îi recepționează subiectul uman prin organele sale de simț pot fi de două categorii: a) stimuli inediti – cu care sistemul cognitiv nu s-a mai confruntat; b) stimuli cunoscuți – asimilați deja în structurile cognitive ale subiectului. După impactul lor² asupra receptorilor, ambele categorii de stimuli sunt reținute în memoriile senzoriale (6.1), timp în care se inițiază mecanismele modulare implicate în procesarea primară a informației perceptive (pentru informația vizuală, vezi 2.2). Caracteristicile nonaccidentale ale stimuliilor și organizarea lor pe baza principiilor gestaltiste activează o mulțime de cunoștințe din memoria de lungă durată a subiec-tului. Aceste cunoștințe activează formează memoria de lucru sau memoria de scurtă durată. Stimulii inediti reclamă o procesare mai laborioasă, deci activarea mai intensă a unor unități cognitive din MLD. Acestea, prin inhibiție laterală, reduc valoarea de activare a altor unități, aflate totuși în memoria de lucru. Cele mai activeate informații și mecanisme de procesare formează „câmpul atenției” (3.3.4). „Atenția” nu este o „facultate” autonomă pe care o putem manipula volitiv, ci o rezultantă a activării mai puternice a unei submulțimi din unitățile cognitive aflate în memoria de lucru. „Focalizarea” sau „comutarea” atenției înseamnă, de fapt, activarea unor conținuturi din memoria de lucru. Această activare se poate realiza fie în situația în care stimulul este inedit (activare automată, tradițional numită „atenție involuntară”), fie în situația în care, deși este cunoscut, stimulul este relevant pentru structura de scopuri pe care subiectul o are la un moment dat în memoria de lucru (în termeni tradiționali – „atenție voluntară”). Activarea unor unități datorită relevanței sau pertinenței lor pentru scopurile subiectului (3.4) se poate modela pe baza regulilor de producere (9.1.5). Dacă există anumite scopuri sau intenții, atunci se activează anumite proceduri și cunoștințe declarative.

2. Ne vom referi în special la stimuli vizuali, pentru care există rezultate mai concluzive în literatura de specialitate.

Cunoștințele și procesările ce se pot activa prin reguli de producere formează memoria explicită. E probabil ca memoria implicită să se activeze conform regulilor specifice rețelelor conexioniste. Cunoștințele din memorie sunt organizate sub mai multe forme: rețele semantice, rețele propoziționale, scheme și scenarii sau rețele neuromimetice (7.2.4-7.3). Modalitatea de organizare depinde de interacțiunea cu mediul și natura materialului memorat. Organizarea cunoștințelor nu este un proces strict intern, ci se desfășoară la interfața dintre mediul intern și mediul extern al subiectului (7.4). Categorizarea, procesarea imaginilor vizuale, rezolvarea de probleme, decizia și raționamentul se desfășoară fie în „câmpul atenției”, fie în memoria de lucru. Cunoștințele din memoria de lucru influențează procesările din câmpul atenției (6.3.2).

Aceleiași sau comportamentele pe care le realizează subiectul sunt fie automate, fie controlate. Cele automate sunt determinate de cunoștințele din memoria de lucru. Cele controlate sunt rezultanta procesărilor cunoștințelor și structurii de scopuri din partea cea mai activată a memoriei de lucru, adică „attenția”. Figura 10.3 prezintă schița arhitecturii cognitive, așa cum poate fi ea inferată din analiza teoretico-experimentală întreprinsă în această carte.

Fig. 10.3. Un model posibil al arhitecturii cognitive: a, b – stimuli cunoscuți; c – stimul inedit; RP – reguli de producere; RC – reguli care guvernează rețelele conexioniste.



Evident, arhitectura propusă nu este completă, dar este o tentativă de a surprinde interacțiunea dintre principalele mecanisme subiacente proceselor cognitive analizate pe parcursul lucrării. Cel puțin ca exercițiu util, merită să o comparăm cu constrângerile metodologice formulate de A. Newell.

1. Modelarea propusă permite un *comportament flexibil*, în funcție de dinamica mediului. Orice stimul nou, inedit, intră direct în „câmpul atenției”, fiind supus unei procesări mai laborioase. Stimuli cunoscuți sunt procesați sumar, dar ei pot face obiectul unor intense prelucrări în funcție de intenționalitatea subiectului. Schimbarea structurii de scopuri modifică relevanța stimulilor, deci, implicit, gradul lor de prelucrare.

2. Arhitectura propusă poate „subîntinde” un *comportament teleologic*. În afara de natura stimulilor, structura de scopuri (motivația) aflată în memoria de lucru este principala modalitate de activare a cunoștințelor și de coordonare a comportamentului.

3. Arhitectura permite funcționarea cognitivă în *temp real*. Ea ține seama de datele experimentale asupra duratei de desfășurare a fiecăruiu dintre mecanismele prezentate.

4. Pe baza ei, un sistem cognitiv poate opera în *medii complexe*. Mecanismele modulare de prelucrare primară a informației permit asimilarea unei cantități imense de stimuli, fără efort deosebit. Ele sunt preatentionale, irepresibile și impenetrabile cognitiv. Întreaga arhitectură consacrată bazei de cunoștințe un rol esențial, atât în procesarea secundară a informației senzoriale, cât și în toate prelucrările ce au loc la nivelul memoriei de lucru sau „attenției”. Accesarea bazei de cunoștințe se face fie prin reguli de producere, fie pe baza regulilor conexioniste. Modul de organizare a cunoștințelor în memorie facilitează una sau alta dintre aceste tipuri de reactualizări. Comportamentul este ghidat de cunoștințele și scopurile din „câmpul atenției” (comportament controlat) sau de cunoștințele și structura de scopuri activate în memoria de lucru.

5. Arhitectura permite *operarea cu simboluri* și structuri simbolice dar, spre deosebire de ACT* și SOAR, postulează și mecanisme subsimbolice, neuromimetice. Unul dintre minusurile arhitecturii propuse constă în faptul că ea nu rezolvă problema relației dintre structurile și procesările simbolice pe de o parte, rețelele și procesările neuromimetice – pe de altă parte.

6. Arhitectura propusă permite *receptarea și producerea limbajului natural* sau a limbajelor artificiale. Din păcate, limbajul este marele absent al acestei lucrări.

7. Arhitectura permite sistemului cognitiv uman să învețe din mediu sau din propria experiență. Pentru structurile simbolice, învățarea constă în contextualizarea regulilor de producție mai generale sau în dobândirea și stocarea în memorie de noi reguli. Pentru structurile subsimbolice, învățarea constă în modificarea ponderii conexiunilor dintre neuromimi pe baza regulilor cunoscute. Ambele tipuri de învățare sunt dependente de modul de organizare a bazei de cunoștințe prealabile.

8. Arhitectura face posibilă *dezvoltarea cognitivă*. Această dezvoltare vizează, în primul rând : (a) argumentarea bazei de cunoștințe ; (b) dezvoltarea mărimii memoriei de lucru ; (c) modificarea (optimizarea) regulilor de producere ; (d) optimizarea accesului la cunoștințele din MLD. O scădere a modelului propus constă în faptul că nu explică modul în care dezvoltarea cognitivă este influențată de dezvoltarea metacognitivă. (Metacogniția cuprinde cunoștințele pe care subiectul le are despre funcționarea propriului său sistem cognitiv și care pot optimiza funcționarea acestuia.)

9. Arhitectura propusă îi permite subiectului uman să ducă o *viață socială*, menținându-și *autonomia internă*. El poate selecta influențele sociale, poate împărtăși sau nu structura de scopuri care animă comunitatea din care face parte, poate decide pe baza propriilor sale cunoștințe și capacitați de calcul.

10. Arhitectura permite *emergența conștiinței* și construcția identității proprii, prin activarea și procesarea cunoștințelor despre viața internă a subiectului. E însă destul de neclar cum se realizează efectiv acest lucru.

La sfârșitul acestei confruntări cu cerințele metodologice ridicate în fața oricărui candidat la titlul de „arhitectură a sistemului cognitiv uman”, să observăm că modelul propus aici le satisface în mare măsură. El are însă și minusuri, unele semnalate deja în text. Comparață succint cu ACT* și SOAR, modelarea propusă pare mai flexibilă și mai concordantă cu rezultatele experimentale, admitând structuri și mecanisme subsimbolice. Ea este însă insuficient articulată, reclamând numeroase detalieri, precum și validare experimentală. Mai degrabă decât comprehensivă, arhitectura schițată se dorește stimulativă pentru noi investigații. Oricum, detectarea arhitecturii sistemului cognitiv uman este una dintre problemele majore ale cercetărilor actuale și de perspectivă din psihologia cognitivă. Cu tot riscul simplificării, integrarea masei immense de date experimentale și modelele locale acumulate până în prezent într-o arhitectură unică este o sarcină care *trebuie* abordată, altfel devine, pe zi ce trece, tot mai greu de surmontat, căci din construcția unor modele stângace și incomplete va apărea, în cele din urmă, modelul optimal, capabil să reducă toată complexitatea funcționării cognitive la o arhitectură elegantă și simplă. În știință, ca și în viață, singura opțiune viabilă este *construcția*.

GLOSAR

ACT* = (*Adaptive Control of Thought*), teorie propusă de J.R. Anderson pentru arhitectura cognitivă simbolică, bazată pe postularea a două tipuri de memorie de lungă durată (declarativă și procedurală), accesate din memoria de lucru pe baza regulilor de producere. Se citește ACT*, fiind o variantă îmbunătățită a unei teorii inițiale ACT.

activare = (în paradigma neoconexionistă) valoare care indică nivelul de activitate a unui neuromim. Ea se definește printr-un scalar pe un anumit interval, de către exploratorul rețelei.

algoritm = procedură rezolutivă dintr-un număr finit de pași, pe baza căreia soluția se obține cu certitudine. Aceeași funcție poate fi realizată de mai mulți algoritmi.

amnezie anterogradă = incapacitatea de a învăța noi cunoștințe declarative după o traumă. Cunoștințele procedurale (motorii) nu par a fi afectate de amnezia anterogradă.

amnezie retrogradă = pierderea memoriei despre evenimentele pe care le-aï trăit anterior unei traume.

amorsaj = efectul cunoștințelor anterioare asupra recunoașterii sau reamintirii itemilor test. Intensificarea răspunsului la un stimул prin administrarea prealabilă a unui stimул din aceeași categorie (engl. : *priming* ; franc. : *amorsage*).

analiză ascendentă = tip de procesări cognitive inițiate de caracteristicile fizice ale stimulului. De regulă, sunt impenetrabile cognitiv (engl. : *bottom-up analysis*, *data driven analysis* ; franc. : *analyse ascendante*).

analiză descendenta = tip de procesări cognitive monitorizate de baza de cunoștințe a subiectului (engl. : *top-down analysis*, *knowledge-driven analysis* ; termen sinonim : procesare descendenta ; franc. : *analyse descendante*).

analiza Fourier = metodă matematică de reprezentare a funcțiilor periodice prin serii de funcții trigonometrice periodice (serii Fourier). O funcție periodică e descompusă în armonicele sale, apoi recompusă prin sinteza lor. În ultimii ani, acest formalism se folosește pentru modelarea mecanismului de extragere a contururilor din variațiile periodice ale luminozității.

analiza mijloace-scop = strategie rezolutivă euristică bazată pe compararea succesivă a stării-scop cu starea actuală și reducerea diferenței prin aplicarea unor operatori.

bias = un input constant indus neuromimilor, independent de valoarea netinputului. Este asimilat cu o conexiune pe care rețeaua studiată ar putea să aibă cu o altă rețea ; utilizarea lui reduce posibilitatea unei explozii computaționale (engl. : *bias* ; franc. : *biais*).

calcul = combinare de simboluri sau valori de activare scalare pe baza unor reguli.

calculabilitate = proprietate a unei funcții de a fi calculabilă. O funcție e calculabilă dacă e general recursivă.

categorie = clasă de elemente instituită de subiect prin calculul similarității, ghidat de baza de cunoștințe.

câmp receptor = o mulțime de receptori (vizuali) care modulează activitatea unui neuron.

celule off-on = celule din zonele de proiecție cerebrală ale analizatorului vizual, cu activitate maximă înregistrată atunci când stimulul luminos este format dintr-un punct negru mărginit de un fond luminos.

celule on-off = celule din zonele de proiecție cerebrală ale analizatorului vizual, cu activitate maximă în condițiile în care stimulul luminos e mărginit de benzi negre.

chunks = modalitate de organizare a informațiilor în unități de sens, în funcție de scopurile sau baza de cunoștințe a subiectului.

ciclu = durata unei modificări complete a tuturor valorilor de activare ale unităților dintr-o rețea. Trebuie deosebit de epocă (= durata necesară pentru o reponderare a conexiunilor dintre unitățile rețelei). Ciclul se referă la modificarea *valorilor de activare*; epoca – la modificarea *ponderii* conexiunilor (engl.: *cycle*).

concept = proiecție mentală a unei categorii care specifică toate caracteristicile esențiale, necesare și suficiente pentru ca un obiect să poată aparține categoriei respective.

conexionism = (cunoscut uneori sub numele de neoconexionism) paradigmă de cercetare din științele cognitive bazată pe reprezentarea cunoștințelor prin rețelele neuromimeticice, semantic-opace și mecanisme paralele de procesare a informației (engl.: *(neo)connectionism*; termen analog: *prelucrări paralele distribuite*).

constrângeri naturale = caracteristici ale mediului fizic și ale biologiei organismului care circumscriu modul de prelucrare a informației (engl.: *natural constraints*).

detectori de trăsături = neuroni care se activează de fiecare dată când apare o anumită caracteristică a stimulului fizic. Conform cu Hubel și Wiesel, ei se împart în simpli, complecși și hipercomplecși (engl.: *feature detectors, traits detectors*).

efectul FAN = o explicație a interferenței (J.R. Anderson); cu cât sunt mai multe cunoștințe alocate unui nod dintr-o rețea semantică, cu atât mai dificilă este activarea lor.

efectul spațierii = îmbunătățirea performanțelor mnezice prin interpolarea unor itemi din alte categorii între itemii ce trebuie memorați.

epocă (iterație) = durata de reponderare a conexiunilor dintre neuromimii unei rețele. Trebuie deosebită de ciclu (= durata modificării valorilor de activare a tuturor neuromimilor). Ciclul se referă la activarea unităților, epoca la modificarea conexiunilor (engl.: *epoch*).

eritabilitatea trăsăturilor = caracteristică a rețelelor semantice, prin care o proprietate asociată cu un nod din rețea este moștenită de toate nodurile subordonate.

eroare = diferența dintre outputul dezirabil și outputul actual (în paradigma conexionistă).

euristică = strategie rezolutivă care poate duce la obținerea unei soluții corecte, dar nu ne garantează dacă aceasta e cea optimă, nici dacă se va obține cu certitudine.

faza de antrenament = fază în care o rețea este învățată să ofere un output actual cu abatere cât mai mică de la outputul dezirabil. Se prezintă succesiv perechi input-output și se modulează ponderea conexiunilor pe baza regulilor de învățare (engl.: *training mode; training trial*).

faza de testare = faza în care unei rețele i se administrează inputuri diferite de cele date în faza de învățare, pentru a vedea dacă outputul ei are o eroare neglijabilă față de outputul dezirabil.

fluid sangvin local = metodă de diagnostic bazată pe compararea debitului fluxului sangvin dintr-o zonă cerebrală cu rata optimă sau normală, pentru a constata eventualele disjuncții. Se utilizează și ca metodă de stabilire a ariilor cerebrale implicate în realizarea anumitor sarcini cognitive : se administrează sarcina și se notează zonele cerebrale în care fluxul sangvin s-a modificat.

geon = (*geometrical ion*) părțile în care se poate descompune un obiect pe baza segmentării sale în zonele de maximă concavitate locală. După Biederman, descompunerea obiectelor în geoni stă la baza recunoașterii.

grup de cuaternalitate = grup algebric utilizat de J. Piaget pentru reprezentarea proprietăților pe care le au operațiile logico-matematice sau formale (INRC – I = identitatea, N = negația, R = reciproca, C = corelativa).

habituaarea = reducerea intensității răspunsului la o stimulare repetată, care nu prezice impactul unor noi stimulații.

hartă psihologică = reprezentarea mentală a unei arii geografice, saturată în cunoștințele și reacțiile emoționale ale subiectului față de diverse puncte de pe această hartă. Proiecția subiectivă a unei hărți cartografice.

imagină mintală = reprezentare cognitivă a formei și configurației relative a unei multimi de obiecte, în absența acțiunii stimulilor vizuali asupra receptorilor specifici.

inhibiție laterală = inhibarea activității unui neuron datorită activării neuronilor vecini. Prin extensie, reducerea valorii de activare a unor unități cognitive datorită sporirii valorii de activare a unităților învecinate.

interferență proactivă = deteriorarea reamintirii cunoștințelor recent învățate datorită influenței cunoștințelor anterioare.

interferență retroactivă = deteriorarea reamintirii cunoștințelor anterior învățate datorită memorării de noi cunoștințe.

ipoteza codului dual = ipoteză lansată de A. Paivio, potrivit căreia configurațiile spațiale sunt mai bine reamintite decât cuvintele, datorită codării lor atât imagistic, cât și verbal.

ipoteza codului triadic = ipoteză (generată prin extensia teoriei lui A. Paivio asupra codului dual) potrivit căreia la stocarea scenelor sau a configurațiilor spațiale concură trei tipuri de reprezentări: imagistică, semantică și verbală.

logica predicatelor de ordinul I = logica legilor de raționare în funcție de structura propozițiilor elementare. Propozițiile elementare sunt descompuse în predicate despre variabile individuale (ex.: „ x are proprietatea P ” sau „ x se află în relația R cu y ”) și pot fi afectate cu cuantificatori. Logica predicatelor include și logica propozițiilor.

memorie de lucru = partea activată a memoriei de lungă durată, implicată în rezolvarea de probleme. Termen similar cu memoria de scurtă durată.

memorie de lungă durată = cunoștințele de care dispune sistemul cognitiv pe o durată mai lungă de timp (ex.: mai mare de 30 de secunde), cu o capacitate practic nelimitată.

memorie de scurtă durată = vezi memoria de lucru.

memorie ecoică = memorie senzorială pentru stimuli auditivi, cu durată de până la 1,5-2 secunde.

memorie episodică = memoria evenimentelor autobiografice, incluzând contextul (timpul, locul) în care au avut loc (engl. : *episodic memory*).

memorie iconică = memorie senzorială pentru stimuli vizuali cu durată de aproximativ 200 milisecunde.

memorie procedurală = totalitatea cunoștințelor despre *cum să faci ceva*. Se dobândește prin practică, este greu verbalizabilă și poate fi măsurată prin teste de memorie implicită (engl. : *procedural memory*).

memorie senzorială = tip de memorie specifică fiecărei modalități senzoriale, cu o durată de până la 1,5-2 secunde și capacitate nelimitată. Funcția ei probabilă este de a reține prezența stimулului în sistemul cognitiv până la inițierea unor procesări mai complexe.

memorie semantică = memorie pentru cunoștințele generale, factuale. Tip de cunoștințe prezent în dicționare și enciclopedii. Nu cuprinde informațiile despre obiecte particulare (engl. : *semantic memory*).

modelul computațional-geometric al categorizării = modelare a constrângerilor implicate în categorizarea bazată pe prelucrarea similarității. Constrângerile sunt exprimate sub formă de axiome (axioma minimalității, axioma simetriei și a minimalității în triunghi). Similaritatea se exprimă spațial și se măsoară geometric.

modelul computațional ansamblist al categorizării = model elaborat de A. Tversky, care consideră că procesarea similarității pentru a institui categorii e guvernată de o singură axiomă ansamblistă (vezi cap. 4).

modul cognitiv = mecanism de prelucrare a informației, irepresibil, preatențional, cu locație neurofiziologică precisă, încapsulat și impenetrabil cognitiv. Numai outputul acestui mecanism este accesibil celorlalte componente ale sistemului cognitiv. Modularitatea este specifică procesărilor „periferice” (perceptive).

modelul filtrelor atenției = clasă de modele conform cărora atenția constă în selectarea unui semnal din mai multe semnale disponibile, în vederea unei procesări mai elaborate. Are trei variante: *filtrajul timpuriu* (Broandbendt), *filtrajul târziu* (Norman) și *filtrajul atenuant* (Treisman). Modelarea neuromimetică a atenției și considerarea funcției sale de asigurare a unui comportament coherent face superfluu apelul la „filtre”.

memorie explicită (declarativă) = totalitatea cunoștințelor factuale despre *ce sunt* anumite lucruri. Este ușor de verbalizat, testabilă prin probe de recunoaștere și reproducere (engl. : *explicite/declarative memory*).

memorie implicită (nondeclarativă) = totalitatea cunoștințelor care influențează comportamentul, nonverbalizabile sau greu verbalizabile, testabile prin teste implice. Cuprinde cunoștințe procedurale, amorsajul și condiționarea clasică (engl. : *implicit/non-declarative memory*).

metoda loci = metodă clasică de memorare care constă în asocierea itemilor ce trebuie memorati cu diverse repere ale unui traseu binecunoscut de subiect.

nediscriminabile experimental = modele diferite care generează aceleași predicții validate experimental, astfel încât pe baza acestor predicții nu se poate selecționa modelul cel mai potrivit. Modelele neuromimeticice și cele simbolice ale categorizării sunt (deocamdată) nediscriminabile experimental, după L.W. Barsalou.

netinput = suma tuturor inputurilor receptate de un neuromim. În cazul cel mai simplu, valoarea sa este egală cu valoarea nivelului de activare a unei unități *u*.

La modul general, se calculează prin ponderarea valorilor outputurilor unor unități cu tăria conexiunilor lor cu unitatea pentru care se calculează netinputul (engl. : *netinput*).

nivel algoritmic-reprezentational = nivel de analiză a sistemului cognitiv centrat pe investigarea modului de reprezentare internă a inputului și outputului unei funcții, precum și a algoritmului care o poate implementa.

nivel computațional = nivel de analiză a sistemului cognitiv care vizează stabilirea relației funcționale dintre inputul și outputul unei funcții care trebuie calculată, precum și a regulilor (constrângerilor) pe baza cărora inputul se convertește în output.

nivelul cunoștințelor = analiza scopurilor și cunoștințelor declarative sau nondeclarative, care penetreză modul de procesare a informației sau de realizare a unui comportament.

nivel implementațional = analiza sistemului cognitiv la nivelul structurii sale fizice (ex. : neurobiologic, electronic) care realizează o anumită procesare a informației.

operator = acțiune sau operație mentală, care permite transformarea unei stări a problemei în altă stare, în condițiile satisfacerii unor constrângeri.

penetrabilitate cognitivă = proprietatea unui mecanism cognitiv de a fi influențat de baza de cunoștințe și intențiile subiectului. Procesările modulare și arhitectura cognitivă sunt cognitiv-impenetrabile (după Z. Pylyshyn) (engl. : *cognitive penetrability*).

perceptron = rețea neuromimetică binivelară, cu valori binare ale inputului și outputului, în care propagarea valorii de activare se face pe baza unei funcții liniare (engl. : *perceptron*).

pixel = unitate minimală în care se poate descompune o imagine perceptivă.

plauzibilitate neuronală = caracteristică a modelelor cognitive de a fi compatibile cu principalele date din neurobiologie.

potențiale evocate = activitatea electrică a unui neuron ca răspuns la o stimulare senzorială. Se înregistrează adesea, cu ajutorul unor electrozi implanți.

prelucrări paralele distribuite (PDP) = paradigmă de cercetare a sistemului cognitiv care consideră că informația nu e localizată, ci distribuită pe conexiunile dintre nodurile unei rețele, iar procesarea ei se face concomitent, de către mecanisme paralele (termen analog : neoconexionism ; engl. : *parallel distributed processing* – PDP).

principiul economiei stricte = principiul de construcție a rețelelor semantice (Collins și Quillian), potrivit căruia o proprietate era stocată o singură dată în rețea, la nivelul nodului care ocupă poziția cea mai înaltă în ierarhie.

problemă bine definită = problemă în care sunt specificate clar starea inițială, starea finală și operatorii de transformare a stărilor problemei (engl. : *well-defined problem*).

problemă insuficient definită = problemă în care una dintre componentele spațiului problemei (datele, starea finală sau blocul de operatori) nu este precizată (engl. : *ill-defined problem*).

problemă = situație care apare atunci când subiectul intenționează să-și realizeze un scop sau să reacționeze la o situație stimul pentru care nu dispune de un răspuns adecvat în memorie.

procesare descendentală = tip de prelucrare a informației dependent de baza de cunoștințe a subiectului. Tip de analiză, complementar analizei ascendente (engl. : *top-down processing, knowledge-driven procesing* ; franc. : *analyse descendante*).

proprietăți nonaccidentale = caracteristici ale schiței $2^{1/2}D$, relativ invariante în raport cu punctul de vedere al subiectului.

protocolul gândirii cu voce tare = metodă de studiere a procesului rezolutiv bazată pe verbalizarea operațiilor și cunoștințelor utilizate de subiect (engl. : *thinking aloud protocol*).

prototip = exemplar tipic al unei categorii. Poate avea referent real, fiind unul dintre elementele categoriei sau poate fi o construcție compozită, un „portret robot” al „elementului” unei categorii.

rata degradării = deteriorare spontană a stării de activare a unui neuromimic în funcție de timpul scurs de la ultima activare. De regulă, ea se stabilește de către exploratorul rețelei (engl. : *decay rate*).

rata învățării = rata de modificare a ponderii conexiunilor unei rețele neuromimetice în fază de învățare (engl. : *learning rate*).

regula delta = regulă de învățare bazată pe discrepanța dintre outputul actual și outputul dezirabil. Pentru reducerea erorii se modifică ponderea conexiunilor după formula $DW_{u,i} = lr(d_u - a_u) a_i$. Termen similar : regula Widrow-Hoff (engl. : *delta rule*).

regula retropropagării erorii = regulă de învățare în rețelele multinivelare, rezultată din generalizarea regulei delta. Pe baza erorii (= abaterea outputului actual de la outputul dezirabil) se modifică ponderea conexiunilor dintre unitățile de la fiecare nivel, în funcție de gradul lor de participare la apariția erorii (termen sinonim : *regula delta generalizată*; engl. : *back-propagation, generalized delta rule*).

regula lui Hebb = regulă de învățare a rețelelor care specifică cu cât va crește ponderea conexiunilor dintre două unități în funcție de produsul valorilor lor de activare. Se bazează pe sugestia lui D. Hebb că intensitatea sinapsei dintre doi neuroni crește dacă ei sunt activați simultan.

reguli de învățare = algoritmi sau ecuații pe baza căror se modifică ponderea conexiunilor unei rețele neuromimetice, în vederea reducerii erorii. Ex. : regula lui Hebb, regula delta, regula retropropagării erorii etc. (engl. : *learning rules*).

reguli de producere = perechi de tipul „dacă... atunci...”, în care antecedentul conține o mulțime de condiții, iar consecventul – o acțiune sau operatie ce trebuie executată dacă aceste condiții sunt îndeplinite (engl. : *production rule*).

repräsentare = proiecția internă, într-un sistem cognitiv, a mediului său extern. Reprezentările pot fi simbolice (= semantic transparente) sau subsimbolice (semantic opace).

rest de activare = valoarea de activare a unei unități rezultată în urma deteriorării de la ultima stimulare (engl. : *activation rest*).

rețea interactivă = o rețea neuromimetică în care unitățile sunt conectate bidirectional, iar valorile lor de activare se modifică într-o secvență de cicli. Sunt formate din unități ascunse și unități vizibile (engl. : *interactive network*).

rețea propozițională = modalitate de organizare a cunoștințelor în memorie și formalism de reprezentare a acestei organizări. Unitățile de bază ale rețelei sunt propozițiile sau aserțiunile simple. Ele sunt interconectate prin intermediul termenilor lor,

între care se stabilesc relații funcționale („obiect”, „subiect”, „relație”) sau relații de tipul „este un (o)” (engl. : *propositional network*).

rețea semantică = modalitate de organizare a cunoștințelor în memorie (și formalism de reprezentare a acestei organizări), formată din noduri și arce. Nodurile reprezintă concepte, iar arcele – relații semantice dintre concepte sau dintre acestea și proprietățile lor (engl. : *semantic network*).

rețea unidirecțională = rețea neuromimetică cu cel puțin două niveluri (input și output), în care activarea se propagă unidirecțional, de la unitățile input (prin unitățile ascunse) spre unitățile output (engl. : *feedforward network*).

SOAR = model al arhitecturii cognitive, propus de A. Newell. Se consideră că există un singur bloc mnezic, organizat în sisteme de producere. Activarea cunoștințelor se face în paralel, iar selecția e realizată pe baza structurii de scopuri sau preferințe din memoria de lucru.

strategie prospectivă = strategie rezolutivă pe baza căreia, aplicând diversi operatori de la starea inițială a problemei („ce se dă”), se obține starea finală („ce se cere”).

strategie retrospectivă = strategie rezolutivă în cadrul căreia, pe baza cunoașterii stării finale a problemei, se aplică blocul de operatori pentru a genera starea imediat anterioară celei finale și.a.m.d., până la generarea stării inițiale. Scopul se împarte în subscopuri, până când unul dintre ele corespunde datelor problemei (engl. : *working backward*; franc. : *stratégie retrospective*).

strategie rezolutivă = metodă de rezolvare a unei probleme. Principalele tipuri de strategii rezolutive sunt euristicile și algoritmii.

sistem de producere = o mulțime organizată de reguli de producere. Formalism utilizat pentru descrierea modului de organizare a cunoștințelor în memorie sau de accesare a lor (engl. : *production system*).

sistem fizico-simbolic = ipoteză lansată de H.A. Simon și A. Newell potrivit căreia orice sistem fizic care operează cu simboluri și structuri simbolice e capabil să se compore intelligent. Această idee se află la baza paradigmii simbolice din științele cognitive (engl. : *physical symbol system*).

stereopsis = disparitate retiniană, faptul că cei doi ochi văd același obiect din unghiuri diferite. Stă la baza calculului adâncimii.

testul Turing = test pe baza căruia se consideră că un sistem este intelligent dacă un observator extern nu poate discrimina outputurile sale de outputurile subiec-tului uman.

texton = mecanism modular de procesare a textului; unitate minimală a unei texturi.

unități cognitive (neuromimi) = nodurile dintr-o rețea conexionistă. Se caracterizează printr-o valoare de activare și prin mulțimea conexiunilor cu alte elemente din rețea.

validitate ecologică = calitate a unui model sau construct teoretic de a prezice comportamentele subiectului în lumea reală, naturală, din afara laboratorului (engl. : *ecological validity*).

Referințe bibliografice

- Allport, A. (1990), „Visual attention”, în *Foundation of Cognitive Science*, M.I. Posner (ed.), MIT Press, Cambridge, 1990.
- Anderson, J.R. și Bower, G.H. (1973), *Human Associative Memory*, Washington DC, Winton.
- Anderson, J.R. (1976), *Language, Memory and Thought*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum ASS.
- Anderson, R.C. și Pichert, J.W. (1978), „Recall of previously unrecallable information following a shift in perspective”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 17.
- Anderson, J.R. (1983), *The Architecture of Cognition*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Anderson, J.R. (1985), *Cognitive Psychology and Its Implications*, New York, W.H. Freeman.
- Anderson, J.R. (1987), „Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions”, în *Psychological Review*, 94, pp. 192-210.
- Arkes, H.R., și colab. (1981), „Hindsight bias among physicians weighing the likelihood of diagnosis”, în *Journal of Applied Psychology*, 66, pp. 252-254.
- Arseni, Golu, Dănilă (1983), *Psihoneurologie*, Ed. Academiei, București.
- Atkinson, R.C. și Shiffrin, R.M. (1968), „Human memory: A proposed system and its control processes”, în K. Spence și J. Spence, *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 2, New York, Academic Press.
- Baddeley, A.D. (1982), „Domains of recollection”, în *Psychological Review*, p. 89.
- Baddeley, A.D. (1986), *Working Memory*, Oxford, Clarendon.
- Bahrick, H.P. și Wittlinger, R.P. (1975), „Fifty years of memory for names and faces”, în *J. of Exp. Psychology General*, vol. 104.
- Banks și Flora, J. (1977), „Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons”, în *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, pp. 278-290.
- Barsalou, L.W. (1990), „On the indistinguishability of exemplar memory and abstraction in category representation”, în *Advances in Social Cognition*, vol. III, T.K. Srull și R.S. Wyer (eds.), Cambridge University Press.
- Barsalou, L.W. (1992), *Cognitive Psychology*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum ASS.
- Bechtel, W. (1985), „Contemporary connectionism: are the new parallel distributed processing models cognitive or associationist?”, în *Behaviorism*, nr. 1.
- Bechtel, W. și Abrahamson, A. (1991), *Connectionism and the Mind*, Basic Blackwell, Cambridge.
- Beck, A.T. (1976), *Cognitive Therapy and the Emotional Disorders*, New York, International University Press.
- Biederman, I. și colab. (1982), „Scene perception: Detecting and judging objects undergoing relational violations”, în *Cognitive Psychology*, 14, pp. 143-177.
- Biederman, I. (1987), „Recognition by components: A theory of human image understanding”, în *Psychological Review*, 94, pp. 115-147.
- Biederman, I. (1988), *Aspects and extinctions of a theory of human image understanding*, în Z. Pylyshyn, (ed.).
- Biederman, I. (1990), „Higher-Level Vision”, în *An Invitation to Cognitive Science*, vol. I.
- Bindra, D. (1984), „Cognition, its origin and future in psychology”, în *Annals of Theoretical Psychology*, J.R. Royce și L. Moss (eds.), Plenum Press, New York.

- Bisach, E. și Luzzatti, C. (1978), „Unilateral neglect of representational space”, în *Cortex*, 14.
- Bonnet, Cl. (1989), „La perception visuelle des formes”, în Bonnet Cl., Ghiglione R., Richard J.E. (eds.), 1990, *Traité de psychologie cognitive*, Dunod, Paris.
- Bonnet, Cl. (1990), „La perception visuelle des formes”, în Bonnet Cl., Ghiglione R., Richard J.F. (eds.), *Traité de psychologie cognitive*, vol. I, Dunod, Paris.
- Bower, G.H. și colab. (1979), „Scripts in memory for text”, în *Cognitive Psychology*, 11, pp. 177-220.
- Bower, G.H. (1981), „Mood and memory”, în *American Psychologist*, 36, pp. 129-148.
- Brewin, C.R. (1988), „Attribution therapy”, în *The New Development in Clinical Psychology*, F. Watts (ed.), Chichester.
- Broandbendt, D.E. (1958), *Perception and Communication*, New York, Pergamon.
- Brooks, L.R. (1968), „Spatial and verbal components of the act of recall”, în *Canadian J. of Psychology*, 2.
- Brown, J.S. și van Lehn, K. (1980), „Repair theory: A generative theory of bugs in procedural skills”, în *Cognitive Science*, 4, pp. 397-426.
- Bruce, C., Desimone, R., și Gross, C.G. (1981), „Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque”, în *J. of Neurophysiology*, 46.
- Bruner, J.S., Goodnow, J. și Austin, G.A. (1956), *A Study of Thinking*, New York, Wyley.
- Budsen, C. și Larsen, A. (1975), „Visual information of size”, în *J. of Exp. Psychology General*, nr. 1.
- Bunge, M., Ardila, R. (1987), *Philosophy of Psychology*, Academic Press, New York.
- Butler, B.G. (1974), „The limits of selective attention in tachistoscope recognition”, în *Canadian J. of Psychology*, vol. 28.
- Campione, J.C., Brown, A. și Bryant, N. (1985), *Individual differences in learning and memory*, în R.J. Sternberg (ed.), *Human abilities: An information-processing approach*, New York, Freeman.
- Card, S.K. și colab. (1983), *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- Carmichael, L., Hagan, H.P. și Walter, A. (1932), „An experimental study of the effect of language on the reproduction of visually perceived forms”, în *J. of Exp. Psychology*, vol. 15.
- Cavanagh, P. și Leclerc, Y.C. (1989), „Shape from shadows”, în *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, pp. 3-27.
- Ceașu, V. (1972), *De la incertitudine la decizie*, București, Ed. Militară.
- Chace, W.G. (1973) (ed.), *Visual Information Processing*, New York, Academic Press.
- Cherry, E.C. (1953), „Some experiments on the recognition of speech with one and with two ears”, în *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, pp. 975-979.
- Churchland, P.S. (1986), „Some seductive strategies in cognitive neurobiology”, în *Mind*, vol. 95.
- Claristensen-Szalanski, J. (1984), „Physicians use of probabilistic information in a real clinical setting”, în *J. of Exp. Psychology: Human Perc. and Perf.*, nr. 7.
- Clark, H.H. (1980), *Linguistic Processes in Deductive Reasoning*, în Johnson-Laird, Wason (eds.).
- Cole, M., Perez-Cruet (1964), „Prosopagnosia”, *Neuropsychologia*, 2, pp. 237-246.
- Conrad, R. (1964), „Acoustic confusion in immediate memory”, în *British Journal of Psychology*, 55, pp. 75-84.
- Cooper, L.A. și Shepard, R.N. (1973), „The time required to prepare for a rotated stimulus”, în *Memory și Cognition*, 1, pp. 246-250.
- Cowan, N. (1988), „Evolving conceptions of memory storage, selective attention and their mutual constraints within the human information-processing system”, în *Psychological Bulletin*, nr. 2.
- Craik, F.I. și Lockhart, R.S. (1972), „Levels of processing: A framework for memory research”, în *J. of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 11.

- Crowder, R.C. și Morton, J. (1969), „Precategorial acoustic storage (PAS)”, în *Perception și Psychophysics*, nr. 5.
- De Soto, C.B. și colab. (1965), „Social reasoning and spatial paralogic”, în *J. of Pers. and Soc. Psychology*, nr. 2.
- Dillon, J.T. (1988), „Levels of Problem Finding vs Problem Solving”, în *Questioning Exchange*, 2.
- Donahoe, J., Palmer, D. (1989), „The interpretation of complex human behavior: some reaction to Parallel Distributed Processing”, edited by J.L. McClelland, D.E. Rumelhart and PDP research group în *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, nr. 3.
- Dunker, K. (1945), „On problem-solving” (translated by L.S. Lees), *Psychological Monographs*, 58, nr. 270.
- Dumitriu, A. (1973), *Theoria logicii*, Ed. Academiei RSR, București.
- Eich, J.E. (1985), „Context, memory and integrated item/context imagery”, în *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11.
- Einstein, A. și Infeld, L. (1938), *The Evolution of Physics*, New York, Siomn și Schuster.
- Ellis, A. (1962), *Reason and Emotion in Psychotherapy*, New York, Lile Stuart.
- Erickson, K.A. și Simon, H.A. (1984), *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Evans, J.St. (1984), *Thinking and Reasoning*, London, Routledge and Keogon Paul.
- Farah, M.J. (1984), „The neurological basis of mental imagery: A componential analysis”, în *Cognition*, 18.
- Farah, M.J. (1988), „Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuropsychology”, în *Psychological Review*, 95.
- Feuerstein (1993), *L.P.A.D. – Learning Potential Assessment Device*, în S. Ionescu ed.
- Finke, R.A. și Shepard, R.N. (1986), „Visual functions of mental imagery”, în *Handbook of Perception and Human Performance*.
- Fischhoff, G. (1982), „For those condemned to study the past: Heuristics and biases in hindsight”, în D. Kahneman, P. Slovic and A. Tversky (Eds.), *Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge, England, Cambridge Univ. Press.
- Fodor, J.A. și colab. (1984), *The Psychology of Language*, New York, McGraw-Hill.
- Gardiner, H. (1987), *The Mind's New Science*, Basic Book, New York.
- Gelman, S.A. și Markman, E.M. (1986), „Categories and induction in young children”, *Cognition*, 23, pp. 183-209.
- Gentner, D. și Landers, R. (1985), „Analogical reminding: A good match is hard to find”, în *Proceedings of the International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Tucson, AZ.
- Gibson, J.J. (1950), *Perception of the Visual World*, Boston, Houghton.
- Gibson, J.J. (1966), *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Boston, Houghton.
- Gick, M.L. și Holyoak, K.J. (1980), „Analogical problem solving”, în *Cognitive Psychology*, 15, pp. 1-38.
- Glanzer, M. și Cunitz, A.R. (1966), „Two storage mechanisms in free recall”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, pp. 351-360.
- Godden, D.R. și Baddeley, A.D. (1975), „Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater”, în *British Journal of Psychology*, vol. 6.
- Gorman, R.P., Sejnowski, T.J. (1988), *Learned Classification of Sonar Targets Using a Massively-Parallel Network*, IEEE transactions (*apud* Churcland, 1990).
- Gray, J.A. și Wedderburn, A.A.I. (1960), „Grouping strategies with simultaneous stimuli”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, pp. 180-184.
- Greenwald, R. (1992), „New Look 3: Unconscious cognition reclaimed”, în *American Psychologist*, 6.

- Gross, C.G. (1973), „Inferotemporal cortex and vision”, *Progress in Physiological Psychology*, vol. 5, New York, Academic Press.
- Haber, R.N. (1983), „The impending demise of the icon: A critique of the concept of iconic storage in visual information processing”, în *Behavioral and Brain Sciences*, 6, pp. 1-54.
- Hadamard, J. (1975), *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Bordas, Paris.
- Hao, W. (1972), *Studii de logică matematică*, Ed. Științifică, București.
- Heckhausen, H. și Beckman, J. (1990), „Intentional action and action slips”, în *Psychological Review*, 97, pp. 36-48.
- Held, R. (1987), „Visual development in infant”, în *The Encyclopedia of Neuroscience*, vol. 2, Boston.
- Hirst, W. (1986), „The psychology of attention”, în J.E. Le Doux și W. Hirst (Eds.), *Mind and Brain: Dialogues in Cognitive Neuroscience*, Cambridge, Cambridge Univ.
- Hoc, J.M. (1987), *Psychologie cognitive de la planification*, Grenoble, PUG.
- Hoffman, D.D. și Richards, W. (1985), „Parts of recognition”, în *Cognition*, vol. 18.
- Hoggarth, R. (1988), *Judgement and Choice: The Psychology of Decision*, Chichester, Wiley.
- Holyoak, K.J. (1985), „The pragmatic of analogy and transfer”, în G.H. Bower (ed.) *The Psychology of Learning and Motivation*, New York, Academic Press.
- Hubel, D.H. și Wiesel, T.N. (1959), „Receptive fields of single neurons in the cat's striate cortex”, în *J. of Physiology*, 148.
- Hubel, D.H. și Wiesel, T.N. (1961), „Integrative action in the cat's lateral geniculate body”, în *J. of Physiology*.
- Hubel, D.H. (1988), *Eye, Brain, and Vision*, New York, W.H. Freeman.
- Hubel și colab. (1982), „ADDH asymmetrically dominated alternatives: Violation of regularity and similarity hypothesis”, în *J. of Consumer Research*, nr. 9.
- Hyde, T.S. și Jenkins, J.J. (1969), „Differential effects of incidental tasks on the organization of recall of a list of highly associated words”, în *Journal of Experimental Psychology*, 82.
- Hyde, T.S. și Jenkins, J.J. (1973), „Recall for words as a function of semantic, graphic and syntactic orienting tasks”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, pp. 471-480.
- Ingram, A. (ed.). (1987), *Information-Processing Approach to Clinical Psychology*, Cambridge.
- Ionescu, S. (1991), *Quatorze approches de la psychopathologie*, Nathan, Poitiers.
- Ionescu, S. (ed.), (1993), *La déficience intellectuelle*, Ed. Agence d'Arc, Ottawa.
- Janet, P. (1915), *Médication psychologique*, Paris, Armand Colin.
- Johnson-Laird, P.N. și colab. (1978), „The psychology of syllogisms”, în *Cognitive Psychology*, 10, pp. 64-99.
- Johnson-Laird, P.N. și Wason, P.C. (eds.), (1980), *Thinking: Reading in Cognitive Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Johnson-Laird, P.N. (1980), „Mental models in cognitive science”, în *Cognitive Science*, 4.
- Johnson-Laird, P.N. (1988), *The Computer and the Mind*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Johnson, E.J. (1989), „Effort and accuracy in choice”, în *Management Science*, vol. 31.
- Jules, B. (1971), *Foundations of Cyclopean Perception*, Chicago, Univ. of Chicago Press.
- Jules, B. (1981), „Textons, the elements of texture discrimination and their interactions”, în *Nature*, 81.
- Kahneman, D. (1973), *Attention and Effort*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Kahnei, H. (1986), *Problem Solving: A Cognitive Approach*, Milton Keynes, England, Open University Press.
- Kalat, J.W. (1988), *Biological Psychology*, Wadsworth Publ. Co., California.
- Kelly, H.H. (1992), „Common-sense psychology and scientific psychology”, în *Annual Rev. of Psychology*, vol. 34.

- Kerr, N.H. (1983), „The role of vision in «visual imagery» experiments : Evidence from the congenitally blind”, în *Journal of Experimental Psychology : General*, 112, pp. 265-277.
- Kihlstrom, J.F., Bornhart, T.M. și Tataryn, D.J. (1992), „The Psychological Unconscious, Found, lost and regained”, *American Psychologist*, 6.
- Kinchla, R.A. și Wolf (1979), „The order of visual processing”, în *Perception & Psychophysics*, vol. 25.
- Kinchla, R.A. (1992), „Attention”, în *Annual Review of Psychology*, vol. 43.
- Köhler, W. (1927), *The Mentality of Apes*, New York, Harcourt, Brace.
- Kolers, P.A. (1979), „A pattern analysing basis of recognition”, în L.S. Cernack și F.I.M. Craik (eds.), *Levels of Processing in Human Memory*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates.
- Kosslyn, M.S. și colab. (1978), „Visual images preserve metric spatial information : Evidence from studies of image scanning”, în *Journal of Exp. Psychology : Human Perception and Performance*, 4, pp. 47-60.
- Kosslyn, M.S. și colab. (1984), „Individual differences in mental imagery ability : A computational analysis”, în *Cognition*, vol. 18.
- Kosslyn, M.S. (1990), „Mental imagery”, în *An Invitation to Cognitive Science* (vol. 2), D.N. Osherson, S.M. Kosslyn, J.M. Hollerbach (eds), MIT, Cambridge.
- Kuhn, Th. (1976), *Structura revoluțiilor științifice*, București, Ed. Științifică și Enciclopedică.
- Kulcsar, T. (1988), „Implicații ale neurochimiei în psihologie”, în *Revista de Psihologie*, nr. 2.
- Lamouroux, G. (1983), *Perspectives piagetianennes*, Ed. Privat, Genève.
- Larkin, J. și colab. (1980), „Models of competence in solving physics problems”, în *Cognitive Science*, 4, pp. 317, 345.
- Larkin, J. (1981), „Enriching formal knowledge : A model for learning to solve textbook physics problems”, în J.R. Anderson (ed.) *Cognitive Skills and Their Acquisition*, Hillsdale, New York, Lawrence Erlbaum Associates.
- Le Doux, J.E. și Hirst, W. (1986) (eds), *Mind and Brain : Dialogues in Cognitive Science*, Cambridge, Univ. Press.
- Leplat, J. (1985), „Les représentations fonctionnelles dans le travail”, în *Psychologie française*, vol. 30.
- Lettvin, J.J., Maturana, H.R., McCulloch, W.S. și Pitts, W.H. (1959), „What the frog's eye tells the frog's brain”, în *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 47, 1940-1951.
- Lindsay, P.H. și Norman, D.A. (1977), *Human Information Processing*, New York, Academic Press.
- Loftus, E.F. (1974), „Activation of semantic memory”, în *American J. of Psychology*, vol. 86.
- Lowe, D.G. (1984), *Perceptual Organisation and Visual Recognition*, Ph.D. Standford, CA.
- Lynch, K. (1960), *The Image of the City*, Cambridge, MOSS, MIT.
- Madigan, S.A. (1969), „Intraserial repetition and coding processes in free recall”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8.
- Malt, B.C. și Smith, E.E. (1984), „Correlated properties in natural categories”, în *J. of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 23.
- Mandler, J.M. și Ritchey, G.H. (1977), „Long-term memory for pictures”, în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 3, pp. 386-396.
- Marr, D. și Poggio, I. (1976), „Cooperative Computation of Stereo Disparity”, *Science*, vol. 194.
- Marr, D. (1982), *Vision*, San Francisco, W.H. Freeman and Company.
- Marga, A. (1991), *Raționalitate, comunicare, argumentare*, Dacia, Cluj.
- Martindale, C. (1991), *Cognitive Psychology - A Neural Network Approach*, Pacific Grove, California.
- McClelland, J.L., Rumelhart, D.E. (1981), „An interactive model of context effects in letter perception : I. An account of basic findings”, în *Psychological Review*, 88, pp. 375-407.

- McClelland, Rumelhart și PDP Research Group (1986), *Parallel Distributed Processing : Exploration in the Microstructure of Cognition*, vol. I, II, Cambridge MA, MIT.
- McClelland, J.L. și Rumelhart, D.E. (1988), *Explorations in the Parallel Distributed Processing : A Handbook of Models, Programs and Exercises*, Cambridge, MIT Press.
- Mc Kay, D.G. (1973), „Aspects of the theory of comprehension, memory and attention”, in *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, pp. 22-40.
- Mc Neil și colab. (1982), „On the elicitation of preferences for alternative therapies”, in *New England Journal of Medicine*, 306, pp. 1259-1262.
- Medin, D.L. (1989), „Concepts and Conceptual Structure”, in *American Psychologist*, 12.
- Medin, D.L. și Ross, B. (1991), *Cognitive Psychology*, San Diego.
- Merikle, Ph.M. (1992), „Perception without awareness - Critical issues”, *American Psychologist*, 6.
- Metzler, J. și Shepard, R.N. (1974), „Transformational studies of the internal representations of three-dimensional objects”, în R.L. Solso (ed.), *Theories of Cognitive Psychology : The Loyola Symposium*, Hillsdale, NY, Lawrence Erlbaum Associates.
- Meyer, D.E. și Schvaneveldt, R.W. (1971), „Facilitation in recognition pairs of words : Evidence of a dependence between retrieval operations”, in *Journal of Experimental Psychology*, 90, pp. 227-234.
- Moyer, R.S. (1973), „Comparing objects in memory : Evidence suggesting an internal psychophysics”, in *Perception and Psychophysics*.
- Miclea, M. și Radu, I. (1987), „Une perspective psychologique sur le «probleme»”, in *Revue Roumaine des Sciences Sociales-Psychologie*, 1.
- Miclea, M. (1991), *Creativitatea*, în I. Radu (coord.), Sincron, Cluj.
- Miclea, M. (1991), *Creativitatea și arhitectura cognitivă*, în I. Radu (coord.), 1991.
- Miclea, M. (1997), *Stres și apărare psihică*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Milgram, S. (1970), „The experience of living in cities”, in *Science*, vol. 167.
- Milgram, S. și colab. (1972), „A psychological map of New York city”, in *American Scientist*, 2.
- Minsky, M. și Papert, S. (1969), *Perceptrons, an Introduction to Computational Geometry*, MIT Press.
- Minsky, M. (1975), „A framework for representing knowledge”, in P.H. Winston (ed.), *The Psychology of Computer Vision*, New York, Mc Graw Hill.
- Montgomery, H. (1983), „Decision rules and the search for a dominance structure”, in P. Humphreys (ed.), în *Analysing and Aiding Decision Process*.
- Moran, J. și Desimone, R. (1985), „Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex”, in *Science*, vol. 229.
- Moray, N. (1953), „Attention in dichotic listening : Affective cues the influence of instruction”, in *Quart. J. of Exp. Psychology*, vol. 11.
- Murdock, B.B. Jr. (1961), „The retention of individual items”, in *Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 618-625.
- Nadel, L. (1992), „Multiple memory systems : what și why ?”, in *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 1992.
- Naish, P. (1986), *What is hypnosis*, Academic Press, Oxford.
- Narayanan, A. (1986), „Memory models of man and machine”, in *Artificial Intelligence : Principles and Application*, M. Yazdani (ed.), London.
- Neimark, E.D. și Chapman, R.H. (1975), „Development of the comprehension of logical quantifiers”, in Falmage R.C. (ed.), *Reasoning : Representation and Processes*, Hillsdale N.J.
- Neisser, U. (1967), *Cognitive Psychology*, New York, Appleton.

- Nelson, D.L. și McEnvoy, C.L. (1979), „Doubts about depth”, în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 5.
- Nelson, D.L. și colab. (1979), „Encoding context and set size”, în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 8.
- Nelson, T.O. (1971), „Savings and forgetting from long term memory”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10.
- Nelson, T.O. (1977), „Repetition and depth of processing”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16.
- Nelson, T.O. (1978), „Detecting small amounts of information in memory : Savings for non-recognised items”, în *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 4.
- Newell, A. (1973), *Production systems : Models of Control Structures*, în W.G. Chace (ed.), New York.
- Newell, A. (1992), „Precis of Unified theories of Cognition”, în *Brain and Behaviour Science*, vol. 15, nr. 3.
- Norman, D.A. (1968), „Toward a theory of memory and attention”, în *Psychological Review*, 75, pp. 522-536.
- Norman, D.A. (1969), „Memory with shadowing”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21, pp. 85-93.
- Norman, D.A. și Rumelhart, D.E. (1975), *Explorations in Cognition*, New York, W.H. Freeman and Company.
- Norman, D.A. (1986), *Reflections on Cognition and Parallel Distributed Processing*, în McClelland și Rumelhart (eds.).
- Nosofsky, R.M. (1987), „Attention, similarity and the identification-categorisation relationship”, în *J. of Exp. Psychology*, vol. 115.
- Oden, G.C. (1987), „Concept, knowledge, and thought”, în M.R. Rosenzweig și L.W. Porter (eds.), în *Annual Review of Psychology*, 38, pp. 203-227.
- Osherson, D., Kosslyn, S.M. și Hollerbach, J.M. (1990), „Visual cognition and action”, în *Invitation to Cognitive Science*, vol. 2.
- Osherson, D.N., Kosslyn, S.M., Hollerbach, J.M., Smith, E.E. (1991), *An Invitation to Cognitive Science*, vol. I-III, The MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- Paivio, A. (1971), *Imagery and Verbal Processes*, New York, Holt, Rinehart și Winston.
- Palmer, S.E. (1975), „The effects of contextual scenes on the identification of objects”, în *Memory & Cognition*, 3, pp. 519-526.
- Palmer, S.E. (1977), „Hierarchical structure in perceptual representation”, în *Cognitive Psychology*, 9, pp. 441-474.
- Payne, J.W. și colab. (1982), „Contingent decision behavior”, în *Psychological Bulletin*, vol. 92.
- Payne, J.W. și colab. (1988), „Adaptive Strategy Selection in decision making”, în *J. of Exp. Psychology : Learning, Memory and Cognition*, vol. 14.
- Penfield, W. (1955), „The permanent record of the stream of consciousness”, în *Acta Psychologica*, 11.
- Penfield, W. și Perot, P. (1963), „The brain's record of auditory and visual experience”, în *Brain*, vol. 86.
- Petterson, L.R. și Petterson, M. (1959), „Short-term retention of individual items”, în *Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 618-625.
- Pichert, J. și Anderson, R.C. (1977), „Taking different perspectives on a story”, în *J. of Educational Psychology*, vol. 69.
- Plomp, R. (1964), „Rate of decay of auditory sensation”, în *J. of the Acoustical Society of America*, vol. 36.
- Pollack, J. și Pickett, J.M. (1964), „Intelligibility of excepts from fluent speech : Auditory vs structural context”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, pp. 79-84.

- Pomeratz, J.P., Sager, L.C. și Stoever, R.J. (1977), „Perception of wholes and their component parts: Some configural superiority effects”, în *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*.
- Posner, M.I. (1969), „Abstraction and the process of recognition”, în G.H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 3, New York, Academic Press.
- Posner, M.I. (ed.), (1990), *Foundation of Cognitive Science*, Cambridge, MIT Press.
- Preda, V. (1988), *Explorarea vizuală. Cercetări fundamentale și aplicative*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București.
- Preda, V. (1991), „Atenția”, în *Introducere în psihologia contemporană*, I. Radu (coord.), Sincron, Cluj.
- Predescu, C., Radu, I. (1990), „Valoarea și limitele exemplelor prototip în predarea fizicii”, în *Revista de pedagogie*, 1.
- Pylyshyn, Z., Fodor, J.A. (1988), „Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis”, în *Cognition*, vol. 28.
- Radu, I. (1974), *Psihologie școlară*, Ed. Științifică, București.
- Radu, I. și Miclea M. (1991), „Gândirea”, în I. Radu (coord.), *Introducere în psihologia contemporană*, Ed. Sincron, Cluj.
- Radu, I., Miclea, M., Albu, M., Moldovan, O., Nemeș, S., Szamosközy, Șt. (1993), *Metodologie psihologică și analiza datelor*, Ed. Sincron, Cluj.
- Ratliff, F. (1965), *Match Bands: Quantitative Studies on Neural Networks in the Retina*, San Francisco, Holden-Day.
- Reber, A.S. (1973), „What clicks may tell us about speech perception”, în *Journal of Psycholinguistic Research*, 2.
- Reber, A.S. (1989), „Implicit learning and trait knowledge”, în *Journal of Experimental Psychology : General*, 118, pp. 219-235.
- Reed, S.K. (1974), „Structural description and the limitations of visual images”, în *Memory and Cognition*, 2, pp. 329-336.
- Reed, S.K. și Johnson, J.A. (1975), „Detection of Parts in Patterns and Images”, în *Memory and Cognition*, 1.
- Reed, S.K. și Johnson, J.A. (1977), „Memory for problem solutions”, în G. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 11, Academic Press, New York.
- Regan, D. și colab. (1986), „Motion in depth and visual acceleration”, în *Science*, 13.
- Reicher, G. (1969), „Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material”, în *Journal of Experimental Psychology*, 81, 99-118.
- Richard, J.F. (1990), *Les activités mentales : comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Armand Colin, Paris.
- Rosch, E. (1973), „Natural categories”, în *Cognitive Psychology*, 7.
- Rosch, E. (1976), „Basic objects in natural categories”, în *Cognitive Psychology*, 3.
- Rosch, E. (1980), „Classification of real world objects: origin and representation in cognition”, în *Thinking, Reading in Cognitive Science*, P.N. Johnson-Laird, D.C. Wason (eds.), Cambridge University Press.
- Roșca, Al. (1981), *Creativitatea generală și specifică*, Ed. Academiei RSR, București.
- Roth, E.M. și Shoben, E.J. (1983), „The effect of context on the structure of categories”, în *Cognitive Psychology*, vol. 15.
- Roznovski, M. (1993), „Measures of Cognitive Processes: Their Stability and other Psychometric and Measurement Properties”, în *Intelligence*, 3.
- Rumelhart, D.E., Lindsay, P. și Norman, D.A. (1972), „A process model for long-term memory”, în E. Tulving și W. Donaldson (eds.), *Organisation of Memory*, New York, Academic Press.
- Rumelhart, D.E. și Siple, P. (1974), „Process of recognition tachistoscopically presented words”, în *Psychological Review*, 81, pp. 99-118.

- Rumelhart, D.E., Smolensky, McClelland, J.L. și Hinton, G.E. (1986), *Schemata and Sequential Thought Processes in PDP Models*, în McClelland și Rumelhart.
- Russell, B. și Whithead, A.N. (1915), *Principia Mathematica*, Cambridge University Press.
- Santa, J.L. (1977), „Spatial transformation of words and pictures”, în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 3, pp. 418-427.
- Schank, R.C. (1982), *Dynamic Memory*, Cambridge, England, Cambridge University Press.
- Segal, S.J. și Fueselo, V. (1970), „Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals”, în *Journal of Experimental Psychology*, 83, pp. 458-464.
- Selfridge, O.G. (1959), „Pandemonium : A Paradigm for learning”, în D.V. Blake și A.M. Uttley (eds.), *Proceedings of the Symposium on the Mechanization of Thought Processes*, London, H.M. Stationery Office.
- Seligman, M.E.P. (1975), *Helplessness : on Depression, Development and Death*, San Francisco, Freeman.
- Shallice (1982), „Specific impairment of planning”, în *The Neuropsychology of Cognitive Functions*, London.
- Shepard, R.N. (1962), „The analysis of proximities : Multidimensional scaling with an unknown distance function”, în *Psychometrika*, vol. 27.
- Shepard, R.N. (1967), „Recognition memory for words sentences and pictures”, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, pp. 156-163.
- Shepard, R.N. și Metzler, J. (1971), „Mental rotation of three-dimensional objects”, *Science*, 171, pp. 701-703.
- Shepard, R.N. (1974), „Representation of structure in similarity data. Problems and prospects”, în *Psychometrika*, vol. 39.
- Shepard, R.N. și Cooper, L.A. (1982), *Mental Images and Their Transformations*, Cambridge, MIT Press.
- Simon, H.A. și Newell, A. (1972), *Human Problem-Solving*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Simon, H.A. (1977), *Models of Discovery*, Cambridge Univ. Press, C.A., New York.
- Simon, H.A. (1981), *The Science of the Artificial*, 2nd ed., Cambridge, MA, MIT Press.
- Simon, H.A. (1990), „Invariants of human behavior”, în *Annual Review of Psychology*, vol. 41.
- Simon, H.A. și Kaplan, C.A. (1990), „In search of insight”, în *Cognitive Psychology*, vol. 22.
- Skinner, B.F. (1977), „Why I am not a cognitive psychologist”, în *Behaviorism*, 3, 1977.
- Slovic, P. și colab. (1980), *Facts versus fears : Understanding perceived risk*, în R. Schwing și W.A. Albers (eds.).
- Slovic, P. (1990), „Choice”, în *Invitation to cognitive science*, Osherson D. și colab., (eds.), vol. 3.
- Smith, S.M. și colab. (1986), „Environmental context-dependent recognition memory using a short term memory task for input”, în *Memory și Cognition*, 14.
- Smith, E.E. și colab. (1988), „Combining prototypes : A selective modification model”, *Cognitive Science*, 12, pp. 485-527.
- Smith, E. (1990), „Categorisation”, în *Invitation to Cognitive Science*, vol. 3.
- Spelke, E.S. (1990), „Principles of object perception”, în *Cognitive Science*, 14, pp. 29-56.
- Sperling, G.A. (1960), „The information available in brief visual presentation”, în *Psychological Monographs*, 74, Whole No. 498.
- Standing, L. (1973), „Learning 10,000 pictures”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, pp. 207-222.
- Sternberg, S. (1975), „Memory scanning : New findings and current controversies”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27, pp. 1-32.
- Sternberg, S. (1985), *Beyond IQ*, Cambridge University Press, MA New York.
- Stilling, S. și colab. (1987), *Cognitive Science : An Introduction*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Szamosközy, St. și Miclea, M. (sub tipar), *Strategii de procesare a informației vizuale*.

- Squire, L.R. și colab. (1993), „The Structure and organisation of memory”, în *Annual Review of Psychology*, vol. 44.
- Tinbergen, N. (1951), *The Study of Instinct*, Oxford, Oxford University Press.
- Townsend, J.T. (1990), „Serial vs Parallel Processing: Sometimes they look like Tweedledee and Tweedledee but they can (and should be) distinguished”, în *Psychological Review*, nr. 1.
- Treisman, A.M. (1960), „Verbal cues language and meaning in selective attention”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2, pp. 242-248.
- Treisman, A.M. (1969), „Strategies and models of selective attention”, în *Psychological Review*, vol. 76.
- Treisman, A.M. și Gormican, S. (1988), „Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries”, în *Psychological Review*, vol. 95.
- Tulving, E. (1983), *Elements of Episodic Memory*, New York, Oxford University Press.
- Tulving, E. (1984), „Precis of Elements of episodic memory”, în *The Behavioral and Brain Sciences*, 7.
- Turing, A.M. (1936), „On computable numbers”, în *Proc. London Math. Soc.*, serie 2, 24.
- Tversky, A. și Kahneman, D. (1974), „Judgements under uncertainty: Heuristics and biases”, în *Science*, 185, pp. 1124, 1131.
- Tversky, A. și Kahneman, D. (1981), „The framing of decisions and the psychology of choice”, în *Science*, 211, pp. 453-458.
- Tversky, A. și Kahneman, D. (1983), „Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgement”, în *Psychological Review*, 90, pp. 293-315.
- Tversky, A. și Hutchinson, J.W. (1986), „Nearest neighbour analysis of psychological spaces”, în *Psychological Review*, vol. 93.
- Vallesten, Th. (1980), *Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.
- Volpe, B.T., Le Doux, J.E., Gazzaniga, M.S. (1979), „Information-processing of visual stimuli in an «extinguished field»”, în *Nature*, vol. 282.
- Vorey, J.R. (1985), „Subliminal messages: between the Devil and the Media”, în *American Psychologist*, 11.
- Waern, V.J. (1985), „Learning computerized tasks as related to prior task knowledge”, în *International J. of Man-Machine Studies*, vol. 22.
- Waern, V.J. (1989), *Cognitive Aspects of Computer Support Tasks*, Chichester, Wiley.
- Wason, P.C. (1960), „On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task”, în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, pp. 129-140.
- Wason, P.C. (1970), „A conflict between selecting and evaluating information in an inferential task”, în *British J. of Psychology*, vol. 61.
- Wason, P.C. (1970), „Regression in reasoning”, în *British J. of Psychology*, vol. 60.
- Weber, R.P. (1985), *Basic Content Analysis*, Beverly Hills, C.A., Los Angeles.
- Weiskrantz, L. (1984), „Neuroanatomy of memory and amnesia: A case for multiple memory systems”, în *Human Neurobiology*, 6.
- Weinstein, N., Harris (1974), „Visual detection of line segments: An object superiority effect”, în *Science*, vol. 186.
- Wickens, D.D. și colab. (1963), „Proactive inhibition and item similarity in short-term memory”, în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2.
- Wickens, D.D. (1972), „Characteristics of word encoding”, în A.W. Melton și E. Martin (eds.), *Coding Processes in Human Memory*, Washington D.C.
- Yule, A.L. și Ulmann (1990), „Computational theories of low-level vision”, în *Invitation to Cognitive Science*, vol. 2.
- Zimbardo, V.R. (1992), *Introduction to Psychology*, Cambridge, M.A.



Bun de tipar : aprilie 1999. Apărut : 1999
Editura Polirom, B-dul Copou nr. 3 •
P.O. Box 266, 6600, Iași • Tel. și Fax (032) 214100 ; (032) 214111 ;
(032) 217440 (difuzare) ; E-mail : polirom@mail.dntis.ro
București, B-dul I.C. Brătianu nr. 6, et. 7 ;
Tel. : (01) 3138978 E-mail : polirom@dnt.ro

Tiparul executat la S.C. **LUMINA TIPO** s.r.l.
str. Luigi Galvani nr. 20 bis, sect. 2, București
Tel: 210.51.90; 210.58.33 Fax: 315.06.13

Psihologie

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Psihologia cognitivă prezintă o analiză detaliată a sistemului cognitiv uman (memorie, gândire, limbaj, percepție etc.) și a modului în care acesta prelucrează informațiile. Teoriile moderne – neoconexioniste, gestaltiste, neurofiziologice – sunt riguros descrise. Autorul propune el însuși un „model optim”, dörind să stimuleze cercetările ulterioare în domeniu.

Mircea Miclea este șeful Catedrei de Psihologie a Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, director fondator al revistei *Cogniție, Creier, Comportament*, președintele Asociației de Științe Cognitive din România, membru afiliat al Asociației Americane de Psihologie, al Societății Europene de Psihologie Cognitivă și al Consiliului Internațional al Psihologilor. Lucrări de autor: *Psihologie cognitivă* (Gloria, 1994) și *Stres și apărare psihică* (Presă Universitară Clujeană, 1997).

Collegium



Editura POLIROM
ISBN 973-683-248-1