DETERMINARE ŞI DEPENDENŢĂ

IONEL NARIȚA

Intensiunile sau sensurile, cum sunt culorile, sunetele, gusturile, formele, durerile etc., sunt mijloace prin care analizăm stările în care ne aflăm la diferite momente de-a lungul timpului. Intensiunile sunt surprinse cu ajutorul unor expresii numite *termeni* cum sunt „roșu”, „cerc”, „sunetul do” etc. Subiectul, analizând propriile stări, ajunge la propoziții de simțire, precum următoarele „Eu văd roșu”, „Eu aud un șuierat”, „Eu simt o durere”.

Pentru a reduce contradicțiile din cadrul propriilor stări, intensiunile sunt puse pe seama unor entități diferite de subiect, adică, plasate în spațiu, prin urmare nesubiective sau obiective, numite *obiecte*. În acest fel, se constituie propozițiile de observație: „*a* este roșu”, „*b* scoate un șuierat”, „*c* este acru”, „Mă doare dintele *d*”. Sintaxa acestor propoziții este „Fα”, unde „F” este o expresie numită *predicat* care trebuie să conțină un termen, pe când „α” exprimă un obiect, putând fi un nume, o notație sau o descripție definită[1].

Pe lângă intensiunile obținute prin simțire, există intensiuni construite, cum sunt cele teoretice sau cele comunicaționale. Primele sunt rezultatul unor operații asupra intensiunilor empirice, iar celelalte se constituie prin acte de comunicare. Din prima categorie fac parte *viteză*, *forță*, *energie*, *electron*, iar din a doua *președinte*, *sclav*, *cetățean* etc. De asemenea, există intensiuni de ordin superior, care se aplică altor intensiuni, ca în exemplul „Roșu este o culoare”. De această dată, subiectul propoziției nu exprimă un obiect, ci o intensiune, iar proprietățile propozițiilor de acest tip sunt diferite de ale celor de observație.

Pe lângă intensiune, termenii se caracterizează prin *extensiune* sau *clasă*. Clasa unui termen este alcătuită din toate obiectele care, pentru un evaluator dat, la un anume moment (într-un context determinat), satisfac intensiunea termenului. Spre deosebire de intensiune, care este intențională și constantă, extensiunea unui termen este naturală și dinamică, modificându-se de la un context la altul. De exemplu, termenul „pătrat” are aceeași intensiune în orice context, în vreme ce, obiectele care au formă pătrată sunt mereu altele, clasa evoluează odată cu timpul[2].

---

[1] N. J. Cutland, *Computability*, Cambridge U.P., Cambridge, 1997, p. 4.

[2] Martin D. Davis, Ron Sigal, Elaine J. Weyuker, *Computability, Complexity, and Languages*, Academic Press, London, 1994, p. 1.

1. SCALE

Intensiunile intră în diferite relații, constituind tipuri variate de sisteme de intensiuni. Ne oprim asupra sistemelor numite *scale*. Prin scală înțelegem un sistem de intensiuni S = /f_1, f_2, …, f_n/, ale cărui elemente sunt contrare între ele și sunt complementare în ansamblul lor. Cu alte cuvinte, în interiorul unei scale au loc relațiile:

$(\alpha)(f_i\alpha \ \& \ f_j\alpha)^*$ și

$(\alpha)v_i f_i\alpha$, unde $i \neq j$ și „*” reprezintă negația.

Un obiect nu satisface niciodată două sau mai multe elemente ale unei scale, dar trebuie să existe un element pe care îl satisface. Cu alte cuvinte, orice obiect, în orice context, satisface o singură intensiune, dintr-o scală. Scalele există și orice intensiune aparține unei scale. Fiecărei intensiuni, *f*, îi corespunde cel puțin o intensiune contrară, cum este negația sa, *f**. Sistemul /f, f*/ este o scală deoarece, conform principului noncontradicției, nu se poate ca vreun obiect să satisfacă atât o intensiune, cât și negația ei, deoarece ar rezulta că există contexte în care o propoziție și negația ei sunt ambele adevărate și, totodată, potrivit principiului terțului exclus, un obiect satisface, în orice context, intensiunea sau negația acesteia. Prin urmare, o intensiune și negația ei sunt atât contrare, cât și complementare, respectiv, alcătuiesc o scală.

Elementele unei scale pot fi exprimate prin termeni arbitrari, respectiv, fiecărui element îi este asociat un termen distinct, așa cum culorile sunt exprimate prin „roșu”, „galben” etc., sau putem apela la sisteme de termeni care să pună în evidență unele caracteristici ale scalei, utilizând diferite categorii de operatori, cum sunt *numerele*.

Numerele sunt expresii[3] construite pe un alfabet alcătuit din *cifre*. De pildă, putem folosi un alfabet care conține o literă și o pauză. Dacă litera este „1”, iar pauza este „0”, atunci putem construi oricâte numere dorim: 1011011101111… Aici, „1” este primul număr sau numărul „unu”, „11” este al doilea număr sau numărul „doi” etc. În mod obișnuit, numerele sunt expresii construite peste un alfabet conținând zece litere sau cifre la care se adaugă diverse semne de punctuație, când vorbim de exprimarea lor în baza zece[4]. Literele care compun numerele pot fi incluse în alfabetul limbajului natural, iar regulile după care numerele sunt construite, la fel, aparțin gramaticii acestui limbaj. Prin urmare, numerele sunt expresii ale limbajului natural, expresiile numerice sunt expresii lingvistice.

Numerele oferă avantajul că pot fi produse la nesfârșit, oferind prilejul de a exprima intensiuni din scale infinite. În cazul acestor scale, ar fi imposibil să asociem fiecărei intensiuni un termen separat deoarece ar necesita un număr infinit de convenții. În schimb, deoarece numerele alcătuiesc un sistem, ele pot fi asociate intensiunilor dintr-o scală pe baza unor convenții finite. Totodată, cu ajutorul

[3] Herbert B. Enderton, *Computability Theory*, Elsevier, Amsterdam, 2011, p. 4.

[4] Martin D. Davis, Ron Sigal, Elaine J. Weyuker, *op. cit.*, p. 4.

numerelor pot fi exprimate diverse relații dintre elementele unei scale care, în alt fel, ar necesita expresii complicate. În unele cazuri, numerele surprind operații sau transformări care pot fi aplicate pentru a obține diverse intensiuni dintr-o scală.

Pentru a asocia numere elementelor unei scale, se alege un element al scalei, numit *origine*, *R*. Să spunem că, din scala /f_0, f_1, f_2, …, f_n/, am ales f_0 ca origine R = f_0. Ținând seama de proprietățile scalelor, originea este compusa conjunctă a negațiilor tuturor celorlalte elemente ale scalei, respectiv, R = (f_1* o f_2* o … o f_n*). Negația originii este elementul *generic* al scalei, *S*, adică, S = R*. Prin urmare, elementul generic este compusul sumativ al tuturor elementelor scalei diferite de origine, S = (f_1 + f_2 + … + f_n). Am obținut că elementul generic este subordinat fiecărui element al scalei diferit de origine, cu alte cuvinte, elementele f_1, f_2, …, f_n ale scalei sunt specii ale intensiunii *S* sau aceasta este gen în raport cu intensiunile scalei diferite de origine.

Elementul origine și elementul generic alcătuiesc, la rândul lor, o scală, fiind fiecare negația celuilalt. Trebuie deosebit între origine și elementul generic deoarece, dacă nu am separa originea, ci am introduce un gen pentru toți termenii scalei, acesta ar fi o intensiune totală, care s-ar extinde asupra întregului univers și nu ar avea nicio relevanță.

Datorită faptului că elementul generic este gen în raport cu intensiunile scalei, acestea pot fi obținute prin adăugarea la acesta a câte unei diferențe specifice pentru fiecare dintre ele. Rolul numerelor este tocmai de a exprima aceste diferențe specifice. De aceea, introducând un termen pentru intensiunea generică a scalei, celelalte intensiuni pot fi exprimate aplicând acestui termen numere.

Dacă *S* este termenul generic, atunci elementele scalei sunt surprinse prin termeni care au sintaxa „xS”, unde *x* este un număr. De exemplu, intensiunile din scala înălțimilor sunt exprimate prin termeni precum „înalt de 1 m”, „înalt de 1,5 m”, „înalt de 2,7 m” etc. Asemenea termeni sunt alcătuiți din termenul generic „înalt” și un număr, la care se adaugă unitatea de măsură. Aceasta apare numai în anumite situații, atunci când numerele indică, printre altele, o transformare. Termenul „înalt” este gen pentru toate înălțimile și orice înălțime conține intensiunea acestui termen. Prin urmare, relația dintre gen și specii este dată de numere, acestea au rolul de a pune în evidență diferența specifică dintre genul *înălțime* și diferite specii de înălțimi.

Rolul numerelor în exprimarea elementelor unei scale este diferit în funcție de acea parte a diferenței specifice pe care o avem în vedere. În unele cazuri, ne putem opri doar la componenta minimă a diferenței, suficientă pentru a deosebi între elementele scalei. În schimb, în alte cazuri, prin numere se adaugă genului și alte intensiuni care privesc relația dintre elementele scalei sau operațiile prin care acestea pot fi obținute. În acest fel, deosebim mai multe tipuri de exprimări ale unei scale.

Reprezentarea *nominală* a unei scale presupune folosirea numerelor doar pentru relația de diferență între elementele scalei, numere diferite înseamnă doar că intensiunile cărora le sunt asociate se deosebesc între ele. De această dată, numerele pot fi atribuite oricum, oricăror elemente ale scalei, în mod arbitrar și convențional, jucând rolul unor termeni obișnuiți. Relația de diferență este antireflexivă și simetrică, prin urmare, reprezentarea nominală pune în evidență doar aceste caracteristici. Numerele s-ar putea atribui inclusiv prin tragere la sorți sau în orice alt mod aleatoriu și nu are importanță ce fel de numere folosim ori dacă sunt luate în considerare toate numerele dintr-un interval etc. De exemplu, scaunele dintr-o sală ar putea fi numerotate dar fără legătură cu poziția pe care o au în sală ci doar pentru a le identifica. Scaunul din sala *A* cu numărul *N* s-ar putea găsi în orice parte a sălii.

Dacă avem în vedere reprezentarea *ordinală*, atunci numerele pun în evidență o relație de ordine antireflexivă, antisimetrică și tranzitivă. Elementele scalei care au numere diferite se află într-o anumită ordine[5]. De pildă, în cazul locurilor dintr-un clasament, locul 1 este înaintea locului 2, iar acesta este înaintea locului 3 etc. Scaunele din sala de mai sus ar putea primi numere după locul în care se află la un moment dat unele față de altele, când numărul ar indica nu numai că avem de-a face cu un anumit scaun, dar și că acesta se află într-o anume poziție față de celelalte. Numerele pot exprima relații de ordine pentru că ele însele alcătuiesc un sistem, nu sunt expresii arbitrare. Exprimarea ordinală presupune o asociere sistemică a numerelor intensiunilor dintr-o scală. Dacă unei intensiuni i se atribuie un număr, următoarei trebuie să i se atribuie un număr mai mare sau mai mic în funcție de relația de ordine pe care dorim să o punem în evidență.

Reprezentarea *prin intervale* ne permite să evidențiem nu numai faptul că o intensiune este mai mare sau mai mică în cadrul unei scale, dar și *cu cât* este mai mare sau mai mică. De pildă, dacă un element al unei scale are numărul 3, iar altul numărul 3,5, înseamnă că al doilea este cu 0,5 unități mai mare decât primul. Față de situația dinainte, pe lângă faptul că un element este mai mare, putem spune și cu cât, care este diferența dintre ele.

Dacă folosim reprezentarea *prin rapoarte*, putem spune *de câte ori* o intensiune este mai mare sau mai mică față de alta. Acest tip de reprezentare deosebește intensiunile, le ordonează și indică mărimea diferențelor dintre ele. Ultimele trei tipuri de reprezentări au o componentă operațională. Ele arată ce transformări suferă un obiect pentru a satisface o anumită intensiune a unei scale.

Putem folosi orice fel de reprezentare în cazul unei scale, dar, în vreme ce reprezentarea nominală este potrivită pentru orice scală, celelalte nu pot fi aplicate corect oricărei scale, iar tentativa de a le folosi poate duce la erori de exprimare, raționare sau de acțiune. De aceea, scalele, la rândul lor, se clasifică în scale nominale, ordinale, de intervale și de rapoarte. În vreme ce reprezentarea nominală poate fi folosită pentru orice scală, reprezentarea ordinală are sens numai pentru ultimele trei, cea prin intervale pentru ultimele două, iar reprezentarea prin rapoarte doar pentru ultimul tip de scale.

De exemplu, în cazul scalei temperaturilor, putem folosi reprezentarea prin grade Celsius, care este prin intervale sau reprezentarea Kelvin care este prin rapoarte. Dacă folosim gradele Celsius, putem spune numai cu cât o temperatură este mai mare sau mai mică decât alta, nu și de câte ori, așa cum se întâmplă în cazul reprezentării Kelvin. Bunăoară, temperatura de 2^0C este cu patru grade mai

---

[5] Herbert B. Enderton, *op. cit.*, p. 131.

mică decât temperatura de 6^0C, dar nu este de trei ori mai mică. Dacă am încălzi un corp care are 2^0C de trei ori mai mult, nu am obține 6^0C. În schimb, dacă am avea de-a face cu aceleași temperaturi în grade Kelvin, prima temperatură ar fi de trei ori mai mică decât a doua[6].

Tentativa de a folosi la întâmplare diferite reprezentări numerice pentru scale unde acestea nu sunt potrivite se explică prin intensiunile operaționale pe care le oferă aceste reprezentări. De pildă, s-au dezvoltat diferite tentative de a folosi reprezentări ordinale și chiar de intervale sau rapoarte pentru scala inteligențelor. De aici se trag concluzii cu totul eronate că un ins care ar avea un „IQ" mai mare ar fi mai inteligent, ba mai mult, că ar fi cu atât sau de atâtea ori mai inteligent, deși oamenii nu pot fi ierarhizați în funcție de inteligență. De exemplu, din aceea că un boșiman se descurcă mai bine în condițiile deșertului Kalahari decât un american nu se poate trage concluzia că primul ar fi mai inteligent! Unii ar putea formula consecințe practice privind dreptul de a ocupa funcții de conducere sau dreptul de a avea urmași pe baza unor asemenea erori de reprezentare.

Am văzut cum pot fi exprimate, utilizând numere, speciile elementului generic al unei scale. Originea poate fi, la rândul ei, reprezentată numeric, de obicei cu ajutorul numărului „zero". În acest caz, expresia „0S" înseamnă în afara lui *S* sau *S**. De pildă, dacă revenim la scala înălțimilor, prin „înalt de 0 m" înțelegem *fără înălțime*. Totuși, numărul zero poate fi asociat și altor intensiuni, nu neapărat originii. În exemplul precedent, al scalei temperaturilor, pentru reprezentarea Celsius, expresia „temperatură de 0^0C" nu înseamnă „fără temperatură", ci indică o temperatură anume, pe când, în cazul reprezentării Kelvin, zero este atribuit originii. La fel, dacă avem în vedere scala timpului, momentul zero nu este în afara timpului, ci reprezintă o intensiune temporală. Prin urmare, în unele reprezentări, originii i se atribuie numărul zero, în altele aceasta este surprinsă printr-un termen distinct sau prin negativul genului.

Asocierea numerelor la diferite elemente ale unei scale are loc prin procedee diferite, în funcție de tipul de reprezentare avută în vedere. Pentru reprezentarea nominală, atribuirea are loc prin convenții diferite pentru fiecare intensiune a scalei. Reprezentanții unei comunități semiotice convin ca intensiuni diferite să fie asociate cu numere diferite. În cazul reprezentării ordinale, atribuirea numerelor ține seama de ordinea intensiunilor. Dacă unei intensiuni i se atribuie un număr, unei alte intensiuni i se atribuie un număr mai mare sau mai mic după relația sa cu prima.

Atribuirea de numere pentru reprezentările de intervale sau de rapoarte se realizează prin *măsurare*. Aici se alege un element al scalei căruia i se atribuie numărul zero (elementul nul) care coincide sau nu cu originea scalei. Apoi se alege o transformare *unitate* și se aplică elementului nul; intensiunea obținută astfel este asociată cu numărul „unu". Celorlalte intensiuni le sunt atribuite numere prin iterarea, inversarea, divizarea sau rotirea unității, ajungând la numere negative, raționale sau complexe.

---

[6] Scalele de rapoarte pot fi reprezentate și *logaritmic*. În acest caz, relația „cu cât" dintre numere reprezintă relația „de câte ori" între elementele scalei. De exemplu, scala *pH* este o reprezentare logaritmică a concentrației ionilor de hidrogen dintr-o soluție.

Cu toate că putem produce oricâte numere, există scale care au elemente atât de numeroase încât nu avem la dispoziție suficiente numere pentru a le exprima pe toate. De exemplu, în cazul scalei lungimilor, dacă alegem ca unitate raza, nu există niciun număr prin care să putem exprima lungimea cercului, iar dacă am alege lungimea cercului ca unitate, nu am găsi vreun număr pentru a exprima raza. La fel se întâmplă pentru latura și diagonala pătratului etc. În asemenea cazuri, se introduc notații care nu pot fi confundate cu numerele. De exemplu, pentru a exprima lungimea cercului, raportul dintre aceasta și dublul razei (diametru) este notat prin litera grecească *pi*. Nu putem spune că *pi* este un număr deoarece nu poate fi exprimat cu ajutorul cifrelor și asupra lui nu putem efectua operațiile obișnuite cu numere, cum ar fi adunarea.

2. PARAMETRI

Am văzut că elementele unei scale pot fi exprimate cu ajutorul termenului generic, la care adăugăm operatori, cum sunt numerele, ajungând la termeni cu sintaxa „xS", unde *x* este un număr, iar *S* este termenul generic. În acest caz, spunem despre scala respectivă că este un *parametru*, *S*, iar numerele respective sunt *valorile* parametrului. Un obiect oarecare satisface întotdeauna, în orice context, un singur element al scalei, prin urmare, relativ la un context, unui obiect îi corespunde o singură valoare a parametrului *S*. Totodată, dacă trecem de la un context la altul, doar valoarea parametrului se schimbă atunci când ne referim la un obiect anume. De exemplu, dacă într-un context are loc x_1Sa, în alt context are loc x_2Sa, unde x_1 și x_2 pot fi aceeași valoare sau valori diferite. Urmează că, valoarea unui parametru este *funcție de context* pentru un obiect dat[7].

Dacă ne oprim la doi parametri, *xS* și *yP*, un obiect ocupă câte o poziție pentru fiecare dintre cei doi parametri în fiecare context. Cu alte cuvinte, pentru orice obiect *a* există un singur *x* și un singur *y*, astfel încât xSa & yPa relativ la un context unic. Vom spune despre valorile *x* și *y* care se supun condiției amintite că sunt în relație de *corespondență* relativ la obiectul *a* în contextul respectiv.

O valoare a lui *S*, să spunem x_1, intră în corespondență cu valori diferite ale parametrului *P* după contextele pe care le avem în vedere pentru un obiect dat. Sunt posibile două situații, fie lui x_1 îi corespunde orice valoare a lui *P*, fie îi corespund doar unele valori. În primul caz, vom spune că parametrul *P* este *nedeterminat* în raport cu x_1, iar în al doilea, că *P* este *determinat* față de x_1 sau că x_1 determină valoarea parametrului *P* în diferite grade relativ la obiectul *a*. Dacă lui x_1 îi corespunde o singură valoare a lui *P* indiferent de context, spunem că x_1 determină *strict* valoarea parametrului *P* relativ la obiectul *a*. În acest caz, dacă valoarea corespondentă este y_1, atunci, în orice context unde are loc x_1Sa are loc și y_1Pa. Prin urmare, în toate contextele în care *S* ia valoarea x_1 pentru *a*, parametrul *P* ia valoarea y_1 pentru același obiect. De exemplu, faptul de a fi corb determină strict

[7] *Ibidem*, p. 93.

faptul de a fi negru, în schimb, faptul de a fi porumbel determină vag culoarea deoarece porumbeii au culori diferite, dar nu orice culoare.

În general, dacă orice valoare a lui *S* determină valoarea lui *P* pentru un obiect *a*, spunem că între cei doi parametri există o relație de determinare relativă la *a* sau că *S* determină *P* relativ la *a*. De asemenea, dacă orice valoare a lui *S* determină strict valoarea parametrului *P* relativ la *a*, atunci spunem că *S* determină strict *P* relativ la *a*. De această dată, relația dintre valorile parametrilor *S* și *P* este o funcție, respectiv, putem defini o funcție de la valorile lui *S* la cele ale lui *P*[8].

Relația de determinare nu este simetrică. Din aceea că *S* determină *P* relativ la *a* nu rezultă nimic cu privire la determinarea lui *S* de către *P*; nu este exclus ca valorile lui *S* să nu fie determinate în niciun fel de valorile lui *P* sau ca determinarea să fie mai slabă ori mai puternică. Chiar dacă există o funcție de la valorile lui *S* la cele ale lui *P* pentru *a*, nu înseamnă că de la *P* la *S* ar exista, de asemenea, o funcție. De aceea, trebuie să deosebim între parametrul *determinant*, acela care determină și parametrul *determinat*, ale cărui valori sunt determinate.

Dacă relația de determinare depinde de obiect, respectiv, pentru fiecare obiect are loc o altă relație între cei doi parametri, spunem că avem de-a face cu o relație *extensională*. Relația de determinare poate avea loc și indiferent de obiecte, numai datorită specificului intensiunilor celor doi parametri. Într-o asemenea situație, spunem că relația este *intensională*. Dacă un parametru determină intensional un alt parametru, atunci între cei doi parametri are loc o relație de *dependență*. În cazul în care parametrul *S* determină intensional parametrul *P*, spunem că valorile parametrului *P* depind de cele ale parametrului *S*. Dacă, într-un context, se realizează o anumită valoare a lui *S*, indiferent care este obiectul implicat, în acel context se realizează o valoare determinată a lui *P* indiferent de obiect, respectiv, valoarea lui *P* depinde doar de valoarea pe care o are parametrul *S*. Dacă determinarea intensională este nestrictă, relația de dependență se numește *stochastică*, iar dacă ar fi strictă, atunci dependența este *dinamică*.

Dacă un element al unui parametru depinde dinamic de un element al altui parametru, acestea se află într-o relație de ordinare sau ordonare și reciproc. De pildă, să presupunem că *yP* depinde de *xS*. În acest caz, ori de câte ori un obiect satisface *xS*, satisface și *yP*, respectiv, pentru orice obiect *a*, dacă are loc xSa, atunci are loc și yPa. Am obținut că termenul „xS” este subordonat (supraordinat) față de „yP”. Odată ce „xS” este supraordinat față de „f(x)P”, are loc „Toți *xS* sunt *f(x)P*”, de unde rezultă „Nici un f(x)*P nu este xS”. Aici, prin f(x)* trebuie să înțelegem orice valoare a parametrului *P* cu excepția f(x), odată ce intensiunile unui parametru sunt complementare.

Există situații în care relația de determinare are loc în același fel pentru elementele unei clase de obiecte și nu pentru orice obiect. O asemenea determinare este extensională și nu putem vorbi de dependență. Totuși, putem obține o relație de dependență dacă determinarea este luată în considerare de la compusa parametrului determinant și a clasei de obiecte. De exemplu, să spunem că, pentru

[8] Alonzo Church, „Din Introducere în logica matematică”, *Logică și filosofie*, Editura Politică, București, 1966, p. 164.

obiectele din clasa *C* parametrul *S* determină strict valorile parametrului *P* prin funcția f: S $\rightarrow$ P. Obținem o relație de dependență dacă redefinim funcția pe compusul SoC, respectiv, f: SoC $\rightarrow$ PoC este o relație de determinare intensională, deoarece are loc pentru orice obiect.

În acest caz, avem de-a face cu o relație de dependență *condiționată*, deoarece formula „$((p \ \& \ r) \supset (q \ \& \ r)) \equiv (r \supset (p \supset q))$" este validă. Prin urmare, funcția f: SoC $\rightarrow$ PoC poate fi exprimată condiționat: dacă sunt îndeplinite condițiile *C*, atunci există funcția f: S $\rightarrow$ P. Într-adevăr, în cazul în care PoC depinde strict de SoC înseamnă, conform celor de mai sus, că „SoC" este subordonat față de „PoC", având loc: $(\alpha)((xS\alpha \ \& \ C) \supset (f(x)P\alpha \ \& \ C))$, prin urmare: $C \supset (\alpha)(xS\alpha \supset f(x)P\alpha)$, adică, „xS" este subordonat față de „yP" sub condiția C.

De exemplu, relația p = k/V are loc numai pentru corpuri din clasa gazelor ideale. Dacă o definim ținând seama că este vorba de presiunea și volumul unui gaz ideal, obținem o relație de dependență, unde presiunea depinde invers proporțional de volumul corpului gazos. Această relație este prezentă pentru orice gaz ideal; dacă ieșim din clasa gazelor ideale, relația respectivă nu mai are loc și modul în care presiunea este determinată de volum se modifică de la un gaz la altul.

Nu putem confunda determinarea cu dependența. În cazul în care evaluatorul este dat, orice parametru este determinat în raport cu timpul. Cu toate acestea, nu orice parametru depinde de timp. De exemplu, traiectoria urmată de o pasăre în zbor este determinată în timp, în fiecare moment, pasărea are o anumită poziție în spațiu. Totuși, nu putem spune că zborul păsării depinde de timp, ci fiecare pasăre urmează o traiectorie proprie. În schimb, viteza unui corp care cade în apropierea suprafeței terestre depinde de timp, dacă trece mai mult timp, atunci viteza lui crește, iar această relație este valabilă pentru orice corp. În ambele cazuri avem de-a face cu determinare strictă, dar numai în al doilea putem vorbi de dependență.

Oriunde avem de-a face cu o relație de dependență, intervine o definiție, direct sau prin consecințele sale. De pildă, deseori se dă exemplul corbilor care sunt, cu toții, negri. În ciuda faptului că nu există excepții cunoscute, nu putem vorbi de o relație de dependență, respectiv, a fi corb nu depinde de a fi negru, în absența unei definiții corespunzătoare. Am putea defini corbul pornind de la o anumită configurație a materialului genetic al unei păsări, iar dacă o asemenea configurație genetică impune negrul, atunci avem de-a face cu o relație de dependență.

Dependența poate fi și parțială. Nu este exclus ca unele elemente ale unei scale să depindă de elemente ale altei scale, în vreme ce, pentru alte elemente să nu putem vorbi de dependență. De exemplu, dacă definim triunghiurile ca fiind poligoanele cu trei laturi, atunci a fi triunghi depinde de a fi poligon, pe când un non-triunghi poate fi la fel de bine poligon, cerc etc.

3. FUNCȚII CALCULABILE

Relația de determinare dintre doi parametri poate fi considerată întotdeauna o funcție. Dacă determinarea nu este strictă, codomeniul funcției este reprezentat de mulțimea părților valorilor parametrului determinat, iar în cazul determinării stricte, de mulțimea valorilor acestuia. De pildă, funcția f: S $\rightarrow$ P(P) este o relație de determinare nestrictă, pe când f: S $\rightarrow$ P este de determinare strictă.

Funcțiile corespunzătoare determinării extensionale depind de un obiect sau altul, respectiv, oricare ar fi un obiect, obținem o altă funcție. Dacă revenim la exemplul de mai sus, al zborului păsării, pentru fiecare pasăre există o altă funcție de la timp la poziția ocupată de aceasta. La fel, dacă avem în vedere modul în care se comportă oamenii, doi inși puși în condiții similare se vor comporta diferit. De aici nu rezultă că mediul[9] nu determină comportamentul, ci doar că modul în care are loc această determinare se modifică de la un agent la altul. De aceea, din modul în care se comportă un ins sau mai mulți, nu se poate trage nicio concluzie cu privire la modul în care s-ar comporta alte persoane. În cazul comportamentului uman, determinarea este extensională, comportamentul nu depinde de mediu, ci doar este determinat față de acesta.

Funcțiile extensionale nu sunt *calculabile*, respectiv, nu se poate elabora o metodă, un algoritm[10] prin care să stabilim ce valori ale parametrului determinat corespund unei valori a parametrului determinant[11]. Asemenea funcții există deoarece, așa cum am văzut, orice parametru are valori strict determinate în raport cu timpul, astfel că, aceste valori sunt în funcție de timp și o parte dintre aceste funcții sunt extensionale[12]. Funcțiile extensionale își schimbă parcursul de la un obiect la altul, prin urmare, de la o stare la alta. Chiar același obiect, odată ajuns într-o anumită stare, își modifică evoluția. În acest fel, valorile unei funcții de acest tip sunt influențate de valorile anterioare și nu urmează un traseu regulat, nu pot fi anticipate ori calculate. De pildă, uneori este invocată imposibilitatea de a calcula traiectoria urmată de o muscă în zbor. Teza că nu există încă o formulă de calcul în acest caz, deoarece nimeni nu a fost interesat în descoperirea ei, nu se susține deoarece avem de-a face doar cu un exemplu pentru o clasă întreagă de funcții necalculabile[13].

Unele funcții intensionale par că nu sunt calculabile pentru anumite situații, de pildă, chiar dacă știm lungimea laturii unui pătrat, nu putem calcula lungimea diagonalei pătratului, în ciuda faptului că, în acest caz, există o formulă de calcul. De această dată, imposibilitatea calculului rezultă din aceea că nu există suficiente numere pentru a exprima toate elementele scalei lungimilor, așa cum am văzut. Totuși, nu putem spune că funcția respectivă este necalculabilă, ci doar că nu este peste tot calculabilă numeric. Chiar dacă domeniul funcției include toate lungimile și fiecărei lungimi a laturii pătratului îi corespunde o lungime a laturii diagonalei, expresia numerică a lungimii diagonalei nu poate fi stabilită. În schimb, există procedee geometrice prin care, pornind de la latură, să poată fi obținută diagonala. Prin urmare, în ciuda unor asemenea aparente excepții, dacă există un algoritm[14]

[9] Roger Penrose, *Incertitudinile rațiunii*, Ed. Tehnică, București, 1999, p. 199.
[10] *Ibidem*, p. 48.
[11] Herbert B. Enderton, *op. cit.*, p. 1.
[12] *Ibidem*, p. 6.
[13] B. F. Skinner, *Science and Human Behavior*, Pearson Education, New York, 2005, p. 20.
[14] Roger Penrose, *op. cit.*, p. 187.

sau o metodă de stabilire a valorii funcției, spunem că funcția este calculabilă, chiar dacă nu sunt utilizate numere.[15]

Calculabilitatea este o proprietate a expresiilor, nu a intensiunilor. Când calculăm, nu trecem de la o intensiune la alta, ci de la o expresie la alta. De asemenea, nu putem limita calculul la numere, nici măcar la expresiile lingvistice. A reduce calculul la operații asupra unui alfabet, cum se încearcă în teoria algoritmilor, reprezintă o limitare care nu este necesară. Vechii greci calculau foarte bine cu ajutorul figurilor geometrice, prin care exprimau diferite intensiuni și nu putem vorbi de vreun limbaj sau vreun alfabet în acest caz.

Determinarea calculabilității[16] unei funcții este importantă deoarece funcțiile calculabile[17] servesc drept premise majore în raționamente explicative, predictive sau practice. În absența funcțiilor calculabile, explicația unui eveniment poate fi dată doar după ce evenimentul a avut loc, iar predicția este doar întâmplătoare. De pildă, utilizând formula distanței parcurse de un mobil care se mișcă rectiliniu și uniform, $s = v(t - t_0) + s_0$, putem explica de ce vehiculul se află la un moment într-o anumită poziție, putem prevedea unde se va afla după un anumit timp și putem raționa asupra operațiilor pe care ar trebui să le întreprindem pentru a aduce vehiculul într-o poziție intenționată.

În schimb, deoarece traiectoria muștei în zbor nu este asociată unei funcții calculabile[18], nu putem nici explica, nici prezice poziția muștei la un moment dat. Abia după ce musca s-ar afla într-o anumită stare, am putea explica observând care sunt circumstanțele realizării acelei stări. Chiar dacă am adopta o asemenea explicație, nu am putea-o aplica unei alte muște. Cu toate acestea, uneori avem succes în întreprinderea de a prinde musca din zbor pentru că, întâmplător, musca păstrează o anumită traiectorie, dar un asemenea succes nu se datorează calculului, ci șansei; oricând musca putea să își schimbe direcția de deplasare și acțiunea respectivă nu și-ar fi atins scopul.

Calculabilitatea este definită de multe ori în legătură cu mașina Turing[19], o funcție este calculabilă dacă valorile sale pot fi calculate cu ajutorul unei mașini Turing[20]. O asemenea definiție este vicioasă deoarece termenul „calculabilitate" presupune o operație care poate fi efectuată, pe când mașina Turing este imposibilă, nu numai în sensul că nu poate exista fizic, dar nici nu poate fi imaginată[21]. Cei care susțin că o asemenea mașină de calcul ar fi posibilă, ar trebui să ne spună cât ar cântări banda infinită[22] a mașinii și ce energie ar fi necesară pentru a deplasa capul de scriere la celulele de la infinit. De asemenea, banda infinită nu are niciun rost odată ce orice număr este finit, conform raționamentului:

---

[15] N.J. Cutland, *op. cit.*, p. 7.

[16] A. Mostowski ș. a., „Stadiul actual al cercetărilor de fundamentele matematicii", în *Logică și filosofie*, Editura Politică, București, 1966, p. 490.

[17] Nicholas Pippenger, *Theories of Computability*, Cambridge U. P., Cambridge, 1997, p. 141.

[18] Herbert B. Enderton, *op. cit.*, p. 3.

[19] *Ibidem*, p. 13.

[20] *Ibidem*, p. 15.

[21] Robert I. Soare, „The History and Concept of Computability", în *Handbook of Computability Theory*, Elsevier, Amsterdam, 1999, p. 15.

[22] Herbert B. Enderton, *op. cit.*, p. 13.

Unu este un număr finit. Succesorul oricărui număr finit este finit. Deci, orice număr este finit.

Pentru a evita asemenea obiecții cât și unele paradoxuri împotriva mașinii Turing[23], unii propun mașina Zeno, amintind de autorul eleat al celebrelor paradoxuri privind mișcarea. O asemenea mașină ar fi în stare să rezolve sarcini infinite sub condiția ca primul pas să necesite o unitate de timp, al doilea o jumătate de unitate de timp, iar al *n*-lea pas, 2^{-n} unități de timp.[24] Suma acestora este finită oricât ar fi *n*. Prin urmare, oricât de multe operații ar fi de efectuat pentru a duce calculul la bun sfârșit, s-ar ajunge la rezultat într-un timp finit. Dar, în acest caz, care ar trebui să fie viteza de mișcare a capului de scriere-citire a mașinii după *n* mutări?[25]

Oricum, nimeni nu a dat vreun exemplu de calcul făcut de o mașină Turing în care să utilizeze în întregime banda infinită, ci întotdeauna este implicată o porțiune finită din bandă[26]. Dacă definim calculabilitatea cu ajutorul mașinii Turing, obținem rezultatul absurd că a fi calculabil înseamnă să nu poată fi calculat:

1) funcție calculabilă = funcție care poate fi calculată;
2) funcție calculabilă = funcție calculabilă cu mașina Turing;
3) mașina Turing aparține clasei mașinilor care nu pot să existe (clasă vidă);
4) o mașină care nu poate să existe este o mașină care nu poate calcula nimic;
5) funcție care poate fi calculată = funcție care nu poate fi calculată.

A lega calculabilitatea de mașina Turing este analog cu a considera că oamenii pot ajunge pe Marte cu ajutorul unei nave spațiale care nu poate să existe. Distincția dintre calculabilitate și necalculabilitate este dată de distincția dintre funcțiile intensionale și cele extensionale, așa cum am văzut, iar calculabilitatea nu trebuie redusă la calculul cu cifre, respectiv, la transformarea după anumite reguli a unor expresii lingvistice în altele, ci trebuie să includă orice metodă care duce la valoarea funcției. De pildă, metoda geometrică a vechilor greci de a pune în evidență relațiile din interiorul unui triunghi sau de a construi diferite segmente sau figuri geometrice[27] trebuie avută în vedere când definim calculabilitatea unei funcții.

---

[23] Robert I. Soare, *op. cit.*, p. 12.

[24] Herbert B. Enderton, *op. cit.*, p. 139.

[25] Cristian S. Calude, Gheorghe Păun, *Computing with Cells and Atoms*, Taylor and Francis, London, 2000, p. 206.

[26] Roger Penrose, *op. cit.*, p. 97.

[27] De exemplu, diagonala unui pătrat cu latura egală cu unitatea poate fi comparată cu latura folosind un compas. S-ar putea obiecta că nu există compas perfect, dar această obiecție nu este aceeași ca și în cazul mașinii Turing. De această dată, nu este pusă în discuție calculabilitatea, ci se are în vedere corectitudinea calculului. Un compas perfect nu poate exista, dar poate fi utilizat unul imperfect. Mașina Turing nu poate exista nici perfectă, nici imperfectă.