LOGICISMUL LUI HINTIKKA. DE LA TEORIA SEMANTICĂ A JOCURILOR LA LOGICA IF (*INDEPENDENCE-FRIENDLY LOGIC*)

IOAN BIRIȘ

După cum se cunoaște, criza din fundamentele matematicii a luat o turnură dramatică în momentul conștientizării paradoxurilor. Or, după ce teoria lui Cantor despre mulțimi a fost pusă la temelia matematicilor, apariția de paradoxuri era considerată intolerabilă. Principalele strategii adoptate în epocă în vederea blocării intruziunii paradoxurilor au fost următoarele: a) intuiționismul lui Brouwer, menit să sublinieze îndeosebi procedeele de construcție a obiectelor matematice, evitând astfel construcțiile paradoxale; b) formalismul lui Hilbert, centrat pe ideea de fundamentare pur sintactică a matematicilor; c) logicismul dezvoltat în linia lui Frege, Russell și Whitehead, având ideea-forță de a fundamenta ansamblul matematicilor doar pe logică.

Istoriografia logicii din secolul XX va cunoaște însă un moment important – este vorba de anul 1967 – când apare lucrarea lui Jean van Heijenoort[1] (*De la Frege la Gödel...*), lucrare ce, după opinia lui Sébastien Richard, adunând pentru prima dată o serie de articole majore (cele mai multe netraduse până atunci în engleză), va contribui decisiv la cristalizarea imaginii unui Frege fondator al logicii moderne, oarecum în detrimentul altor autori ca Boole, Schröder sau Peirce[2]. Același autor (Jean van Heijenoort) va publica, tot în 1967, un articol – *Logic as Calculus and Logic as Langage* – care, de asemenea, va avea influență în constituirea concepției din ultimii ani cu privire la istoria logicii.

Despre ce este vorba? Punctul de plecare al discuțiilor inițiate de către Jean van Heijnoort se referă la mărturisirea lui Frege în legătură cu înscrierea sa în continuarea proiectului leibnizian de a crea un *calculus rationator* și o *lingua characteristica*. Prin *calculus rationator* se urmărea un „calcul al deducției", iar prin *lingua characteristica* era vizată o limbă exprimată cu ajutorul unor semne care să poată îndeplini rolul de a fi suport pentru un raționament. Pentru Jean van Heijnoort, cele două aspecte (calculul și limba) nu trebuie privite ca o uniune, ca un întreg, ci mai degrabă ca două abordări distincte ale logicii[3]. Din acest motiv istoria logicii din secolul XX s-a despărțit în două tradiții mai mult sau mai puțin opuse,

---

[1] Jean van Heijenoort, *From Frege to Gödel. A Source Book in Mathematical Logic, 1879–1931*, Harvard University Press, Cambridge/Massachusetts, 1967.

[2] Sébastien Richard, *La conception sémantique de la vérité. D'Alfred Tarski à Hintikka*, Academia Bruylant, Louvain-La-Neuve, 2008, p. 158.

[3] *Ibidem*, p. 159.

respectiv „logica în calitate de limbaj” și „logica în calitate de calcul”. Hintikka se va înscrie în această tradiție și va susține, în plus, că nu doar istoria logicii trebuie privită sub cele două aspecte, ci însăși relația noastră cu limbajul trebuie examinată din perspectiva celor două concepţii opuse. Astfel, limbajul poate fi considerat: a) ca medium universal; b) ca un calcul.

Aceste două tradiţii marchează întreaga istorie a logicii şi filosofiei analitice[4] de după Frege, în prima putând include pe Frege, pe Russell şi pe Wittgenstein, tradiţie pentru care este fundamentală teza „universalităţii limbajului”; în cea de-a doua este foarte importantă teza „limbajului-calcul”, teză la care aderă Boole, Peirce, Schröder, Löwenheim, Gödel, Carnap şi, într-o anumită măsură, Tarski. În conformitate cu prima tradiţie, din moment ce se acceptă universalitatea limbajului, rezultă că noi nu putem ieşi din limbaj şi că logica nu poate fi considerată ca un instrument, ca un organon, ci doar ca limbaj universal. Pentru a doua tradiţie, limbajul este mai degrabă „servitorul nostru”[5], ceea ce înseamnă că îl putem utiliza ca un calcul, adică logica poate fi legată de perspectiva model-teoretică. De unde ideea lui Hintikka după care „piatra unghiulară” a oricărei semantici constă în relaţia unei propoziţii cu modelele sale.

O consecință extrem de importantă din perspectiva limbajului ca medium universal este aceea că semantica este inefabilă (cum spune Hintikka), căci noi nu avem cum să ieșim din limbajul nostru pentru a judeca relațiile acestuia cu lumea (teză susținută și de către Wittgenstein). Cum se poate face logică într-o astfel de perspectivă? Hintikka răspunde că numai într-o manieră pur formală, dar se va ajunge la ceea ce el numește paradoxul formalizării. Pe de o parte, logicieni ca Frege și Wittgenstein, care au criticat ideile formaliste în fundamentele matematicii și și-au așezat logica lor pe temelii semantice, au ajuns ca, pe de altă parte, să fie printre logicienii cei mai importanți care dezvoltă ideea unui sistem logic pur formal.

În ceea ce privește tradiția limbajului-calcul, Hintikka o consideră intim legată de punctul de vedere model-teoretic (dezvoltat în cercetările lui Tarski). Totodată, atrage atenția Hintikka, în această tradiție este de maximă importanță ideea lui Wittgenstein a jocurilor de limbaj.

1. DE LA JOCURILE DE LIMBAJ LA O TEORIE GENERALA LOGICO-SEMANTICA

Pornind de la jocurile de limbaj semnalate de către Wittgenstein, Hintikka amintește că ideea profundă a lui Wittgenstein nu constă în observaţia după care limbajul poate fi folosit în modalităţi diferite, ci în sublinierea că semnificaţia descriptivă trebuie să fie mediatizată prin activităţile umane guvernate de reguli, respectiv de jocurile de limbaj[6]. Iată de ce ideea jocurilor de limbaj poate deveni

[4] În ceea ce urmează, ne bazăm pe unele idei și pasaje din lucrarea noastră, Ioan Biriș, *Filosofia și logica științelor sociale*, Editura Academiei Române, București, 2014, capitolul 6.4.

[5] Sébastien Richard, *op. cit.*, p. 162.

[6] Jaakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités* (avec un *Appendice inédit* de Gabriel Sandu, *Préfacé et traduit par* Manuel Rebuschi), Vrin, Paris, 2007, p. 52.

cheia de boltă a unei teorii logico-semantice. După opinia lui Hintikka, ar trebui să distingem între trei tipuri de jocuri de limbaj, aşa cum se poate vedea şi din tabelul care urmează[7]:

Tipul de joc	Jocuri semantice	Jocuri de verificare	Jocuri interogative
Ce arată o victorie	?	Adevăr logic	Cunoaşterea adevărului
Criteriul victoriei	Adevărul enunţului produs	Încheierea jocului	Încheierea jocului
Operaţionalizarea	A cerceta şi a găsi	Încercare de construire a unui contra-model	Chestionare şi inferenţă logică

Dacă jocurile semantice sunt jocuri constitutive pentru adevăr şi sunt, de asemenea, jocuri din exterior (*outdoor games*), jocurile de verificare sunt jocuri de căutare a adevărului şi sunt din interior (*indoor games*). Apoi, despre jocurile de verificare şi cele interogative se poate spune că sunt „jocuri contra naturii" în sensul teoriei jocurilor (adică jocuri în care tentativei de verificare a unui enunţ din partea unui subiect cunoscător i se opune, prin maşinaţiile sale, un fel de „geniu rău", care este „Natura"), precizează Hintikka.

Ideea lui Wittgenstein privind jocurile de limbaj se înscrie, însă, în spiritul vremii, în contextul mai larg al ceea ce este numit, cu sintagma „teoria jocurilor", drept o nouă teorie potrivită pentru înțelegerea mai adâncă a realității sociale, deci inclusiv a limbajului. Câteva detalii istorice îl vor ajuta pe cititor să înţeleagă mai bine lucrurile. Direcţia de cercetare care conduce până la urmă la afirmarea teoriei jocurilor trebuie căutată, pentru începuturile ei, în Şcoala austriacă de economie, în special în lucrările lui Karl Menger (1840–1921), considerat fondatorul Şcolii psihologice austriece. Pentru Menger, fenomenele economice sunt în esenţa lor fenomene umane, iar explicaţia acestora în resorturile ultime trebuie să se găsească în psihologie. Până la urmă, crede Menger, psihologia este aceea care trebuie să explice după ce mecanism sunt fixate valorile mărfurilor[8]. E drept, în acest fel nu trebuie să avem pretenţia că realizăm o „descriere pozitivă" a realităţii, dar este creată o realitate după gusturile personale.

Nu este lipsită de importanţă nici activitatea Cercului de la Viena în acest domeniu, tot pe linia deschisă de către Menger, mai ales dacă avem în vedere construcţia logicii ştiinţei de către Carnap în lucrarea sa *Der logische Aufbau der Welt*. Iar mai târziu, Wittgenstein va impune în mod decisiv sintagma „jocurilor de limbaj". Un merit aparte l-au avut şi unii matematicieni în anii '20 din veacul trecut, aşa cum au fost Emile Borel sau Ernst Zermelo. Dar hotărâtor se pare că a fost articolul lui Oskar Morgenstern, *Logistik und die Sozialwissenschaften*,

[7] *Ibidem*, p. 66.

[8] Vezi şi Emile James, *Histoire sommaire de la pensée économique*, 4[e] édition, Éditions Montchrestien, Paris, 1969, p. 197.

publicat în *Zeitschrift für Nationalökonomie* (1936), autor care, pe urmă, împreună cu John von Neumann, oferă lucrarea *Teoria jocurilor şi comportamentul economic* (1944), în care găsim deja o teorie completă a comportamentului social strategic[9]. Articolul lui Morgenstern este interesant mai ales pentru sublinierile pe care autorul le face în legătură cu importanţa logicii matematice, a „noii logici" ca disciplină formală pentru studiul comportamentului economic şi social. Iar *Teoria jocurilor şi comportamentul economic* „a marcat întreaga literatură economică de după război. Prelungită de cercetările lui Friedman, J. Marschak, L. Savage şi P. Samuelson, această operă bulversa psihologia lui «homo-œconomicus» şi constituia un progres considerabil pentru cercetarea strategiilor optimale ataşate diverselor situaţii"[10].

Care sunt paşii mari ai evoluţiei teoriei jocurilor? O primă etapă poate fi considerată aceea a începuturilor, de prin anii '20 din secolul XX până la sfârşitul celui de-al Doilea Război Mondial. Apoi, a doua etapă cuprinde perioada de la sfârşitul războiului până prin anii '60–'70 din secolul XX, perioadă în care, dincolo de dezvoltările şi rafinările ideilor lui Morgenstern şi von Neumann, au fost formulate şi o serie de paradoxuri şi obstacole greu de depăşit. Este o etapă în care, încurajaţi de cuceririle noii logici şi de aplicaţiile matematice în economie (calculul probabilităţilor, teoria grupurilor, iar von Neumann încurajase utilizarea teoriei ansamblurilor etc.), cercetătorii din domeniu foloseau cu predilecţie o metodologie deductivă de analiză. O a treia mare etapă este din anii '80 ai secolului XX încoace, când se poate vorbi de o adevărată „renaştere"[11] în cercetările de teoria jocurilor. Această „renaştere" se produce – mai ales sub influenţa lui Harsanyi – prin impunerea unei metodologii predilect inductivă de factură Bayes-iană (dintre studiile lui Harsanyi, o influenţă deosebită a avut studiul intitulat *Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players*), dar şi sub influenţa noilor aplicaţii din biologia evoluţionară (care au stimulat cercetările de teoria jocurilor pentru conflictele seriale) sau a confirmărilor empirice pentru soluţiile teoretice despre conflictele sociale. „Renaşterea" de care vorbim în domeniul teoriei jocurilor nu este doar metaforică, rezultatele obţinute de trei mari savanţi ai domeniului (Nash, Harsanyi şi Selten) fiind distinse cu Premiul Nobel pentru economie în 1994.

Până aici nu ne-am întrebat însă ce înţelegem prin teoria jocurilor, cum am putea defini ceea ce numim teoria jocurilor? Unul dintre cei trei câştigători ai Premiului Nobel, amintiţi mai înainte, e vorba de Reinhard Selten, sublinia la un moment dat că, dacă ar trebui să definească rapid teoria jocurilor, atunci ar spune cam aşa[12]: ea este modelarea matematică şi analiza interacţiunilor cu scop aflate în conflict şi cooperare. Dacă pentru Morgenstern şi von Neumann erau interesante de studiat formele normale şi cele extensive de joc, precum şi jocul de coaliţie şi

---

[9] Werner Leinfellner, care a lucrat timp de patru ani cu Oskar Morgenstern, îşi aminteşte că Morgenstern visa mereu la o teorie atotcuprinzătoare despre comportamentul social. Vezi Werner Leinfellner, *Introduction*, în vol. Werner Leinfellner, Eckehart Köhler (eds.), *Game Theory, Experience, Rationality*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London, 1998, p. 1.

[10] Emile James, *op. cit.*, p. 417.

[11] Werner Leinfellner, *op. cit.*, p. 2.

[12] Reinhard Selten, *Game Theory, Experience, Rationality*, în vol. Werner Leinfellner, Eckehart Köhler (eds.), *op. cit.*, p. 9.

strategiile maximax, respectiv maximin, pentru programul lui Nash erau centrale noţiunile de echilibru, de modelare a cooperării în cazul acţiunilor non-cooperative; mai târziu, pentru Harsanyi, de exemplu, devine foarte interesantă problema informaţiei incomplete şi reducerea acesteia la o informaţie completă; pentru Selten, trebuie lămurite strategiile de stabilitate evoluţionară şi modelele unei raţionalităţi strategice; iar logic şi filosofic vorbind, Hintikka va considera în ultimii ani că teoria jocurilor ne oferă o nouă logică, aşa-numita logică *IF*.

Fireşte, cele mai simple jocuri sunt cele cu doi agenţi. Dacă fiecare agent are scopul său, interesul său, am văzut că o dimensiune esenţială a raţionalităţii sociale este aceea a raţionalităţii în procesul de agregare a preferinţelor, adică raţionalitatea scopurilor. Cea de-a doua componentă importantă este raţionalitatea mijloacelor, altfel spus, în termenii teoriei jocurilor, raţionalitatea strategiilor. Căci, după cum se poate observa şi din definiţia lui Selten, se urmăreşte modelarea interacţiunilor, iar în acest cadru implicit modelarea strategiilor pe care agenţii le urmează, deoarece tocmai strategiile adoptate constituie mijloacele aflate la îndemână în procesul interacţiunii. Aşadar, teoria jocurilor este aceea care ne poate spune ceva despre raţionalitatea mijloacelor în acţiunile sociale.

Există însă o mare diversitate de situaţii de interacţiune şi, drept urmare, o diversitate de jocuri. Literatura de specialitate pe această temă este una vastă, numărul studiilor din domeniu crescând de la o zi la alta. Scopul nostru nu este de a trece în revistă această literatură, ci de a surprinde elementele mai importante pentru a contura ceea ce s-ar putea numi logica jocurilor. În vederea prezentării unei imagini cât mai sintetice cu privire la tipurile de jocuri, vom apela la lucrarea lui Martin Hollis, *Introducere în filosofia ştiinţelor sociale*, acest autor reuşind să ofere una din sintezele cele mai clare asupra subiectului[13]. După opinia lui Hollis, diversele jocuri pot fi încadrate în patru tipuri fundamentale: 1) jocuri de coordonare; 2) jocuri de tipul dilema deţinutului; 3) jocuri de tipul fricosului; 4) jocuri de tipul bătăliei sexelor.

După cum recunoaşte şi Hollis, aceste patru tipuri de jocuri fundamentale nu sunt singurele în viaţa socială, nu epuizează sfera acţiunilor sociale, cercetarea din domeniu putând evidenţia şi alte forme. Dar ele sunt suficiente pentru a ne face o imagine relativ clară, căci sunt acoperite zone extinse din viaţa indivizilor şi comunităţilor, aşa cum sunt toate situaţiile de coordonare a acţiunilor când nu există interese contrare, apoi situaţiile cu interese contrare, dar cu suprapunere parţială, cele de angajament şi luptă, de prestigiu, dar şi de supunere şi frustrare, de putere şi alienare, de comunicare şi necomunicare etc.

O problemă centrală pentru teoria jocurilor rămâne următoarea: cum se explică fenomenul social al cooperării? Pentru această teorie, un joc este cooperativ dacă jucătorii respectă înţelegerile, altfel este necooperativ. Dar a devenit clar că jucătorii trădează de obicei, deci suntem nevoiţi să ne întrebăm dacă jocurile necooperative pot da naştere la jocuri cooperative. Lecţia lui Hobbes este esenţială pentru teoria jocurilor, atrăgând atenţia că indivizii nu ajung singuri la cooperare,

[13] Martin Hollis, *Introducere în filosofia ştiinţelor sociale*, Editura Trei, Bucureşti, 2001. A se vedea în special capitolul 6, „Jocuri cu agenţi raţionali”.

dar, dacă sunt raţionali, pot fi de acord să creeze o putere – *Leviathanul* – , putere căreia nu i se mai pot sustrage pe urmă, ştiind că încălcarea înţelegerilor, a contractelor, va fi pedepsită. Avea Platon dreptate? Suntem răi prin natura noastră şi nu respectăm înţelegerile decât de frică? De ce nu funcţionează încrederea, aşa cum arată dilema deţinutului? Nu avem nici onoare? E raţional să ai onoare şi s-o respecţi? Este raţional să te comporţi iraţional? Sunt întrebări tulburătoare, însă teoria jocurilor ni le aduce în prim plan. Să recunoaştem că termenul de „încredere" nu este nici el destul de clar, apoi din analiza agenţilor raţionali ne lipsesc frecvent motivele acţiunii, respectiv sursele preferinţelor.

Putem reţine însă cel puţin următoarele dominante. În primul rând, accentul cade în întreaga teorie a jocurilor pe acţiunile agenţilor, deoarece studiul comportamental al acţiunilor ne poate explica în cele din urmă funcţionarea vieţii sociale. În al doilea rând, teoria face o simplificare dură, aproape toată sfera motivaţională este redusă la funcţia de utilitate, raţionalitatea sau iraţionalitatea deciziilor fiind judecată după speranţele de câştig ca utilitate, aşa cum se vede foarte limpede şi din diagramele jocurilor. Cu alte cuvinte, al doilea element dominant rezultat din analiza jocurilor este acela de strategie a jucătorilor, mai ales de strategie câştigătoare ca utilitate.

Dar ce legături se pot face între teoria jocurilor şi logică? Din moment ce jocurile sunt atât de relevante pentru explicarea socialului, înseamnă că tot în sfera acestora ar trebui să găsim şi logica sau logicile care dau seamă de acest domeniu. După cel de-al Doilea Război Mondial, jocurile cu doi agenţi sau chiar mai mulţi au devenit un instrument familiar pentru unele ramuri ale logicii şi teoriei sociale. Însă existenţa unor legături între logică şi jocuri poate fi stabilită cu mult înainte, după opinia unor autori astfel de relaţii s-ar regăsi chiar în silogistica aristotelică, dacă echivalăm regulile silogismului cu regulile unei dezbateri. Apoi, pe această filieră nu trebuie uitat că medievalii numiseră la un moment dat logica drept dialectică. Deci, n-ar trebui să constituie o surpriză faptul că, mai aproape de noi, Peirce propunea să interpretăm cuantificatorii în termeni de jocuri, iar Paul Lorenzen ne oferă în anii '50 din secolul XX o logică dialogică, un cadru în care dialogul să fie conectat cu fundamentele constructive ale logicii.

Aşa cum arată Manuel Rebuschi şi Tero Tulenheimo[14], putem vorbi imediat după cel de-al Doilea Război Mondial de o „turnură a jocurilor". S-au conturat în această perioadă trei orientări care utilizează instrumentele teoriei matematice a jocurilor. Astfel, o primă orientare este aceea a logicii dialogice, concepută iniţial ca o abordare pragmatică a logicii, dar reînnoită în ultima vreme prin infuzia de abordări non-standard din semantică. O a doua orientare este cea a teoriei semantice a jocurilor (GTS), iniţiată de către Hintikka în anii '70–'80 din secolul XX, orientare ancorată filosofic în ideea wittgensteiniană a jocurilor de limbaj şi în practicile umane guvernate de reguli. Cea de-a treia orientare are în fruntea ei pe Johan van Benthem şi alţi logicieni din Şcoala Olandeză, orientare afirmată în ultimii ani ai veacului trecut, care explorează relaţiile dintre logică şi jocuri, la

[14] Manuel Rebuschi et Tero Tulenheimo, *Introduction. Des Jeux en logique*, în *Philosophia Scientiae,* 8 (2), 2004.

confluenţă cu cercetări actuale din logicile modale şi epistemice. Pe lângă unele apropieri între aceste orientări, pot fi evidenţiate şi unele accente specifice, logica dialogică fiind mai interesată, de exemplu, de nivelul regulilor jocului, în timp ce teoria semantică a jocurilor vizează prin excelenţă nivelul strategiilor, iar Şcoala Olandeză se preocupă mai îndeaproape de studiul puterilor epistemice ale jucătorilor.

Un alt factor esenţial care a contribuit la apropierea teoriei jocurilor de abordările logice este acela al „turnurii dinamice" din cadrul semanticii formale[15]. Dacă primele teorii semantice – aflate în linia teoretizată de către Tarski – concepeau confruntarea unui limbaj formal (sau limbaj bine delimitat de cel natural) cu un model al unui domeniu de obiecte doar într-o manieră statică, din momentul în care semantica s-a orientat înspre analiza discursului s-a impus dinamica interpretării, adică fenomenul numit „turnura dinamică". Aşa s-a ajuns să se observe că, de exemplu, într-un şir ordonat de fraze, într-un discurs, e posibil să se mobilizeze informaţie care nu era conţinută direct în model. Această turnură dinamică sugerează inclusiv modificarea concepţiei tradiţionale despre semnificaţie, deoarece într-o perspectivă dinamică se poate modifica interpretarea în funcţie de contextul ulterior al discursului. Iar cu semantica dinamică se ajunge ca acţiunea agenţilor să-şi găsească un loc central şi în logică.

Mai mult, semantica jocurilor apelează explicit la ideea de interacţiune, iar când vorbim despre interacţiune suntem nevoiţi să discutăm şi despre strategiile jucătorilor. Aşa stând lucrurile, problema crucială pentru semantica jocurilor va fi atunci existenţa sau non-existenţa strategiilor câştigătoare[16], pentru că existenţa unei strategii câştigătoare ne semnalează adevărul sau validitatea în teoria jocurilor. Între noţiunile cele mai interesante şi mai cunoscute, născute din teoria matematică a jocurilor, se află aceea de *informaţie imperfectă*, noţiune care a fost introdusă apoi de către Jaakko Hintikka şi Gabriel Sandu în semantica jocurilor, rezultând o nouă logică – *logica IF*.

2. TEORIA SEMANTICĂ A JOCURILOR ŞI LOGICA IF

Pentru jocurile semantice este specific faptul că ele se constituie prin activitatea umană guvernată de reguli, de aceea interesează nu atât adevărul formal, ci îndeosebi adevărul material, în condiţiile în care, după cum am văzut şi din prezentarea jocurilor, mai ales în cazul dilemei deţinutului, jucătorii nu cunosc mişcările partenerilor. Pentru a face mai uşoară înţelegerea situaţiei, Hintikka ne propune să urmăm calea naturală a generalizării şi sistematizării pe bază de observaţii, adică într-un mod inductiv. Să luăm exemplul de joc cu doi agenţi: unul poate fi numit *verificator* (*V*) iniţial, iar celălalt *falsificator* (*F*) iniţial (ca în exemplele prezentate, unul poate coopera, celălalt poate defecta, unul respectă o înţelegere, celălalt trădează etc.). Un joc semantic (G) este întotdeauna asociat cu un anumit enunţ (S_0) cu care începe. Apoi, jocul poate trece prin diferite etape, astfel că S_0 poate fi contextualizat în S_i. Limbajul subiacent jocului poate constitui

[15] *Ibidem*, p. 1.
[16] *Ibidem*, p. 3.

un model **M**, iar pe această bază Hintikka, stabileşte următoarele reguli pentru jocurile semantice[17]:

– (R. $\vee$) (regula disjuncţiei): G($S_1 \vee S_2$) debutează cu alegerea de către verificator a lui S_i (i = 1 sau 2), iar jocul continuă ca în G(S_i);

– (R. $\wedge$) (regula conjuncţiei): G($S_1 \wedge S_2$) debutează cu alegerea de către falsificator a lui S_i (i = 1 sau 2);

– (R. E) (regula cuantificării existenţiale): G(($\exists x$) S [x]) începe cu alegerea de către verificator a unui membru din do(**M**), să spunem b, iar jocul continuă în G(S [b]);

– (R. A) (regula cuantificării universale): G(($\forall x$) S [x]) se derulează ca şi în regula anterioară, numai că de această dată cel care face alegerea este falsificatorul;

– (R. ~) (regula negaţiei): G(~ S) este ca şi G(S), numai că rolurile celor doi jucători au fost inversate;

– (R. At) (regula enunţului atomic): dacă A este un enunţ atomic (sau un enunţ de identitate) adevărat, atunci verificatorul câştigă jocul G(A) şi falsificatorul pierde. Şi viceversa, dacă A este un enunţ atomic (sau un enunţ de identitate) fals.

Având în vedere aceste reguli ale jocurilor semantice, Hintikka atrage atenţia că problema adevărului se pune aici doar euristic, în sensul că enunţul S este adevărat dacă şi numai dacă verificatorul iniţial are posibilitatea să aleagă întotdeauna acele aplicaţii ale regulilor de joc care permit prezervarea adevărului[18]. Această idee euristică ne poate conduce la o definiţie a adevărului pentru jocuri în limbajele aplicate de ordinul I:

– (R. T) (regula adevărului): S este adevărat în **M** dacă şi numai dacă există o strategie câştigătoare pentru verificatorul iniţial în jocul G(S) din **M**;

– (R. F) (regula falsităţii): S este fals în **M** dacă şi numai dacă există o strategie câştigătoare pentru falsificatorul iniţial în jocul G(S) din **M**.

În mod clasic, observă Hintikka, baza logicii sau, altfel spus, adevărata logică elementară este logica de ordinul întâi. Dar această credinţă este pur şi simplu o dogmă, iar în prezent sunt întrunite toate condiţiile ca această dogmă să fie respinsă[19]. De ce este necesară această respingere? Pentru că tratamentul logic de ordinul întâi este sintactic, ceea ce, e drept, permite realizarea de inferenţe formale. Însă pentru limbajele de ordinul întâi, dacă dorim să avem o definiţie semantică a adevărului, atunci o astfel de definiţie necesită un limbaj de ordinul doi sau teoria ansamblurilor, respectiv o teorie a modelelor. Dar teoria modelelor este o teorie matematică, iar logica de ordinul întâi nu poate administra modurile de inferenţă matematică, aşa cum sunt inducţia matematică, echipotenţa, problema infinitului etc. Noua situaţie impune un examen atent şi o reconsiderare a unor concepte-cheie

[17] Jaakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 54.
[18] *Ibidem*, p. 55.
[19] *Ibidem*, p. 24.

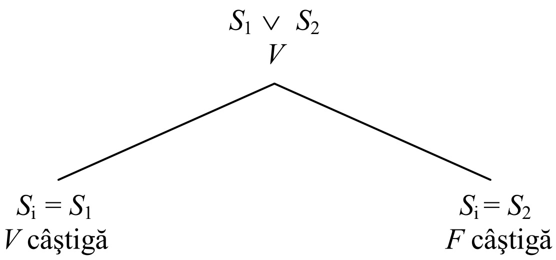
pentru logică şi matematică, aşa cum este cazul cuantificatorilor, adevărului, negaţiei, dependenţei logice, completitudinii, constructivităţii şi al altora de acest fel.

Să luăm un exemplu. Cum putem verifica – se întreabă Hintikka – un enunţ existenţial de forma $(\exists x)$ S $[x]$? După cum se poate observa, S $[x]$ nu are cuantificator. Atunci, în mod evident, pentru a verifica enunţul, ar trebui să găsim un individ, să spunem b, aşa încât să avem S $[b]$. Dar cum stau lucrurile în cazuri mai complexe? Dacă luăm un limbaj L de ordinul întâi, atunci – pentru a putea vorbi de adevăr şi fals în legătură cu acest limbaj – ar trebui să specificăm un model **M** al acestui limbaj în care să se vorbească de adevărul sau falsitatea enunţurilor din L, domeniul indivizilor din **M** fiind notat cu do(**M**). Să luăm acum un exemplu de enunţ din L de forma următoare: $(\forall x)$ $(\exists y)$ S $[x, y]$. Cum putem verifica acest enunţ? Evident, trebuie să fim în stare să stabilim o valoare, să spunem a, pentru x, apoi să găsim o valoare, să zicem b, pentru y, astfel încât S $[a, b]$ să fie adevărat. Deosebirea faţă de primul caz constă în faptul că, valoarea sau individul b, depinde de valoarea sau individul a din variabila x. Adică avem o dependenţă a lui b de modul în care a fost ales a. Comentând această situaţie[20], Hintikka spune că dacă alegerea lui a ar fi mai defavorabilă verificatorului, atunci Descartes probabil că ar explica situaţia prin ceva similar cu „geniul răului”, dar e mai rezonabil astăzi să facem apel la John von Neumann, care ne sugerează să judecăm o atare alegere ca fiind realizată de un opozant imaginar într-un joc strategic, joc ale cărui reguli le-am prezentat mai înainte.

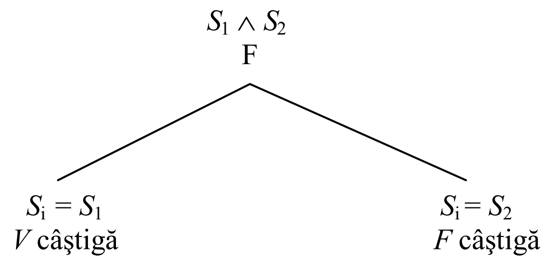
După cum am văzut, sistemul de reguli începe cu regula disjuncţiei. Acest fapt nu este întâmplător, deoarece, în teoria jocurilor, ipoteza fundamentală este aceea a posibilităţii de alegere pentru fiecare jucător, alegere între a fi de acord sau a fi împotrivă, între a coopera sau a defecta, între a fi încrezător sau a nu fi încrezător etc. Să spunem că avem următorul enunţ S : „Bucureşti se află în România sau Bucureşti se află în Ungaria”. Dacă discutăm acest enunţ din perspectiva teoriei jocurilor – notând G (S) –, atunci jucătorul verificator (V) începe prin a alege una din cele două propoziţii componente (S_i) din G (S_i), ceea ce înseamnă că verificatorul trebuie să-şi „asume” una sau alta din cele două propoziţii care alcătuiesc enunţul. Dacă verificatorul alege propoziţia atomică „Bucureşti se află în România” (S_1), va fi vorba de o propoziţie adevărată, ceea ce înseamnă că verificatorul câştigă, iar falsificatorul (F) pierde. Invers, dacă verificatorul alege propoziţia atomică „Bucureşti se află în Ungaria” (S_2), adică propoziţia falsă, el va pierde şi falsificatorul va câştiga.

Ceea ce este interesant aici e faptul că jucătorul verificator poate juca prost şi să piardă jocul când alege propoziţia falsă, dar el poate câştiga sistematic alegând propoziţia adevărată, adică poate avea o strategie câştigătoare, independent de alegerea falsificatorului. Fiind vorba de o disjuncţie, înseamnă că în momentul în care verificatorul alege propoziţia atomică adevărată, va fi adevărat întreg enunţul S, jocul îmbrăcând o formă extensivă, aşa cum se poate vedea şi în schema de mai jos:

[20] *Ibidem*, p. 54.



Dar aşa cum verificatorul poate avea o strategie câştigătoare (pornind de la disjuncţie), falsificatorul, la rândul său, poate avea şi el o strategie câştigătoare, însă plecând de la conjuncţie. Să spunem că enunţul nostru de mai sus este acum o conjuncţie, având forma: „Bucureşti se află în România şi Bucureşti se află în Ungaria”. Falsificatorul are prima mişcare, precum în următoarea descriere grafică:



Într-un asemenea caz, verificatorul nu poate câştiga decât dacă falsificatorul joacă prost[21], ceea ce înseamnă că în astfel de situaţii verificatorul nu are o strategie câştigătoare, în schimb falsificatorul deţine strategia câştigătoare, enunţul *S* fiind fals.

După cum se poate vedea şi din tabelul cuprinzând tipologia jocurilor în concepţia lui Hintikka, un joc semantic asociat unui enunţ este un joc de cercetare şi de descoperire, de găsire a ceva. În aceste situaţii, regulile jocurilor cu privire la cuantificatori sunt concepute ca generalizări ale regulilor pentru disjuncţie şi pentru conjuncţie[22]. Respectiv, enunţurile existenţiale – la fel ca disjuncţiile – sunt jucate de către verificatorul iniţial, iar enunţurile universale (rezultate din generalizarea conjuncţiei) sunt jucate de către falsificator. De exemplu, pentru enunţul „Toţi corbii sunt negri”, falsificatorul face alegerea, iar verificatorul, pentru a dovedi că acest enunţ este adevărat, va trebui să dispună de o strategie câştigătoare aşa încât, pentru orice obiect prezentat de falsificator, verificatorul să poată demonstra că acel obiect nu este corb sau că este negru. Aceasta înseamnă că enunţul nu poate fi verificat şi considerat adevărat doar printr-o parte finită a sa, ci numai dacă se dispune de o strategie care să permită dejucarea tuturor falsificărilor.

---

[21] Vezi şi Sébastien Richard, *La conception sémantique de la vérité. D'Alfred Tarski à Jaako Hintikka*, p. 178.

[22] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* L'Harmattan, Paris, 2005, p. 158.

Putem sublinia, pe baza celor stabilite până aici, că jocul semantic este relativ uşor de înţeles pentru cuantificatorii de ordinul întâi, aşa cum se întâmplă în jocurile cu două persoane, jocuri cu „sumă nulă”, unde un jucător câştigă, iar celălalt pierde. Limbajul este aşadar acela al predicatelor de ordinul întâi şi cuantificarea se face pe „indivizi”, demersul fiind unul de tip nominalist. Iar întreg jocul este supus regulilor pe care le-am văzut. Dar toate aceste reguli sunt aplicabile diferitelor propoziţii dacă acestea din urmă se află în formă normală negativă[23]. Aceasta înseamnă că simbolurile negaţiei nu trebuie să fie prefixate decât în faţa propoziţiilor atomice, semnificând faptul că jucătorii dintr-un joc semantic nu-şi inversează rolul decât după ce au fost efectuate celelalte alegeri[24].

Hintikka mai precizează, de asemenea, că teoria jocurilor nu ne oferă o definiţie a adevărului, ci mai degrabă ceea ce s-ar putea numi „condiţiile de adevăr” pentru propoziţiile din limbajul de ordinul întâi, condiţii formulate – după cum am văzut – în termeni de strategii. Dar aceste strategii pot fi formulate logic? Răspunsul lui Hintikka este pozitiv, acesta considerând că o strategie poate fi înţeleasă ca o clasă de „funcţii de alegere”, numite şi „funcţii Skolem”. Să luăm un exemplu dat de către Manuel Rebuschi[25], plecând de la următoarea formulă:

$$(\forall y)(\exists x)\, x > y.$$

Considerăm că această formulă este valabilă în domeniul numerelor naturale (**N**), iar simbolul „>” are semnificaţia obişnuită de „mai mare”. Acestei formule i se poate asocia o parte a unui joc, să spunem:

– Falsificatorul (*F*) alege $y = 4$; jocul continuă cu: $(\exists x)\, x > 4$.
– Verificatorul (*V*) alege $x = 7$; jocul continuă cu: $7 > 4$.
– $7 > 4$ este o formulă atomică adevărată, deci *V* câştigă.

Dar o strategie câştigătoare pentru *V* nu este aceea de a alege $x = 7$, ci de a putea alege sistematic,

indiferent ce valoare alege *F* pentru y, în aşa fel încât o valoare n pentru x să fie totdeauna superioară lui y. Aşadar, o strategie câştigătoare pentru verificator va fi o funcţie de alegere f, astfel încât: $(\forall y)\, f(y) > y$. De exemplu, o funcţie precum $f(y) = y + 3$ este o funcţie de alegere bună pentru o strategie câştigătoare a lui *V*. Însă, la urma urmei, nu interesează *această* funcţie concretă, ci *existenţa* unei funcţii de alegere (în fapt, a unui

---

[23] Jakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 78.

[24] Forma normală negativă poate fi conjunctivă sau disjunctivă. De exemplu, în cazul unei forme normale disjunctive trebuie să avem o disjuncţie de conjuncţii, în condiţiile în care $p \equiv q$ este logic echivalent cu $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$, iar $p \rightarrow q$ este logic echivalent cu $\sim p \vee q$. Apoi, pe baza legilor lui de Morgan avem $\sim (p \vee q)$ logic echivalent cu $\sim p \wedge \sim q$, şi $\sim (p \wedge q)$ logic echivalent cu $\sim p \vee \sim q$. Formula $p \wedge (q \vee r)$ este echivalentă logic cu $(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$, iar formula $(p \vee q) \wedge r$ este logic echivalentă cu $(p \wedge r) \vee (q \wedge r)$. În fine, un cuantificator de forma $\sim (\forall x)\, S$ este logic echivalent cu $(\exists x) \sim S$, şi un cuantificator de forma $\sim (\exists x)\, S$ este logic echivalent cu $(\forall x) \sim S$.

[25] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* L’Harmattan, Paris, 2005, p. 160.

ansamblu de funcţii de alegere), care să poată exprima în metalimbaj condiţiile de adevăr ale formulei de origine, adică:

$$(\exists f)(\forall y) f(y) > y.$$

În general, pe această bază putem proceda la suprimarea tuturor cuantificatorilor enunţurilor de ordinul întâi, simulând cuantificatorii existenţiali cu ajutorul funcţiilor de alegere (funcţii Skolem). Existenţa unor astfel de funcţii pentru o propoziţie de ordinul întâi ne asigură, de fapt, condiţiile de adevăr pentru acea propoziţie. Să observăm însă că aceste funcţii de alegere sunt entităţi de ordinul doi, ceea ce înseamnă că, adevărul, respectiv „condiţiile de adevăr" ale propoziţiilor din limbajul de ordinul întâi pot fi „traduse" în propoziţii de ordin secund, care afirmă existenţa unei anumite funcţii de alegere. Această trecere de la propoziţii de ordinul întâi la propoziţii de ordinul doi este numită punere în „formă normală Skolem" sau pur şi simplu „skolemizare". Prin „skolemizare" obţinem propoziţii de „formă prenexă", propoziţii în care toţi cuantificatorii sunt prefixaţi.

Relaţia dintre „skolemizare" şi teoria semantică a jocurilor (GTS), concluzionează Rebuschi, poate fi citită în două sensuri[26]: 1) semantica jocurilor furnizează o interpretare „naturală" pentru funcţiile Skolem; 2) skolemizarea unei formule furnizează condiţiile de adevăr pentru teoria semantică a jocurilor, formula din metalimbaj fiind un fragment de ordinul doi, adică o formulă compusă dintr-o cuantificare existenţială (de ordinul doi) asupra variabilelor funcţiei, urmată de o formulă de ordinul întâi. În consecinţă, teoria semantică a jocurilor (GTS) articulează trei planuri[27]: a) limbajul obişnuit de ordinul întâi cu formulele sale; b) metalimbajul în care sunt exprimate condiţiile de adevăr plecând de la funcţiile Skolem; c) interpretarea semantică *à la* Tarski sau conform GTS, ceea ce este echivalent dacă se admite axioma alegerii.

Iată-ne ajunşi acum în centrul noii logici, logica *IF*, dezvoltată de către Hintikka şi Gabriel Sandu[28] de pe la sfârşitul anilor 1980, o logică a cuantificatorilor informaţionali independenţi. Această logică s-a născut, după cum s-a putut observa şi până aici, din critica logicii standard de ordinul întâi, mai precis din analiza cuantificării în acest cadru. Aici vorbeşte Hintikka de „eroarea lui Frege". Cu ce a păcătuit Frege după opinia lui Hintikka? Ideile de bază ale logicii de ordinul întâi, subliniază logicianul finlandez, le găsim în teoria cuantificării, noţiunile de cuantificare existenţială şi universală având un rol crucial atât pentru funcţia deductivă, cât şi pentru funcţia descriptivă a logicii. Dar a spune că logica de ordinul întâi este logica cuantificatorilor înseamnă a susţine un semiadevăr[29]. Puterea expresivă a logicii de ordinul întâi, continuă Hintikka, nu rezidă în noţiunea de cuantificator în sine, ci în ideea de *cuantificator dependent*. De exemplu, în formula $(\forall x)(\exists y) S[x, y]$, cuantificatorul existenţial depinde de cuantificatorul universal. În termenii teoriei semantice a jocurilor, această dependenţă este una *informaţională*, întrucât atunci când verificatorul

[26] *Ibidem*, p. 161.

[27] *Ibidem*, p. 162.

[28] În introducere la *Les principes des mathématiques revisités*, Hintika face următoarea mărturisire: „majoritatea ideilor noi expuse în această carte au fost dezvoltate în strânsă colaborare cu Gabriel Sandu. În anumite situaţii, eu n-aş mai putea spune cine a găsit primul o anumită idee... Pe scurt, această carte datorează lui Gabriel Sandu mai mult decât pot eu să-mi dau seama" (p. 27).

[29] Jakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 76.

(V) alege, să zicem, o valoare pentru y , el ştie ce valoare a ales falsificatorul (F) pentru x, utilizând această informaţie pentru propria sa alegere.

În notaţia obişnuită din cadrul logicii de ordinul întâi, dependenţa cuantificatorilor este indicată de paranteze. Dar folosirea parantezelor în exprimarea de tip Frege-Russell este mai restrictivă decât utilizarea funcţiilor Skolem[30]. Putem observa, totodată, că puterea de influenţă a unui cuantificator este duală, deoarece, pe de o parte, el îşi exercită influenţa pe orizontală, în zona în care variabila este legată de cuantificator (oarecum „geografic", cum spune Rebuschi[31], în extensiune), iar pe de altă parte, există o influenţă şi pe verticală, în sensul că se produce o „ierarhie" logică prin funcţionarea dependenţei între cuantificatori. Datorită acestei dualităţi, Henkin va propune utilizarea unei cuantificări ramificate, iar Hintikka ne cere, de asemenea, să ţinem seamă de cele două sensuri diferite ale puterii cuantificatorilor.

Pentru a ilustra justificarea acestei cerinţe, apelăm tot la un exemplu formulat de către Manuel Rebuschi[32]. Să luăm următorul enunţ (S):

(1) O rudă (y) a unui ţăran oarecare (x) şi o rudă (u) a unui orăşean oarecare (z) se detestă reciproc.

Cum putem formaliza acest enunţ în cadrul logicii de ordinul întâi? Avem două posibilităţi, detestarea fiind reciprocă, deci putem porni de la primul, într-o formalizare, sau de la al doilea, în altă formalizare:

(2) $(\forall x)(\exists y)(\forall z)(\exists u)\, S[x, y, z, u]$;

(3) $(\forall z)(\exists u)(\forall x)(\exists y)\, S[x, y, z, u]$.

Fiecare dintre aceste formalizări pune unele probleme, atrage atenţia Rebuschi. În (2), alegerea rudei orăşeanului depinde de alegerea ţăranului (datorită forţei de influenţă a cuantificatorului universal ($\forall x$)), iar în (3), alegerea rudei săteanului depinde de alegerea orăşeanului (sub influenţa cuantificatorului universal ($\forall z$)). Aceste probleme apar din cauza exprimării de tip Frege-Russell cu ajutorul parantezelor.

Ce putem face pentru a slăbi restricţionarea prin paranteze? Putem rezolva lucrurile în aşa fel încât, de exemplu, în (2), cuantificatorul ($\exists u$) să poată fi plasat sub influenţa pe orizontală („geografic") a lui ($\forall x$), fără a fi supus şi influenţei pe verticală, influenţei ierarhice? Poate că pertinenţa unei astfel de operaţii este discutabilă, acceptă Rebuschi, dar aici interesează doar aspectul formalizării, care – pentru cuantificatorii dependenţi – nu ridică probleme. Această soluţie este oferită prin intermediul cuantificării ramificate, respectiv prin cuantificatorul Henkin:

[30] *Ibidem*, p. 78.

[31] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 162.

[32] *Ibidem*, pp. 162–163.

$$(4) \qquad \left.\begin{array}{l} (\forall z)(\exists u) \\ \\ (\forall x)(\exists y) \end{array}\right\rangle S[x, y, z, u]$$

Această formalizare este clar adecvată, însă ea nu poate fi pusă sub formă liniară, întrucât trece dincolo de limitele limbajului de ordinul întâi. „Aceasta înseamnă că logica standard de ordinul întâi impune o constrângere nejustificată de dependenţă mutuală sistematică a cuantificatorilor: dacă un cuantificator existenţial se află sub influenţa geografică a unui cuantificator universal, înseamnă că el depinde de acesta în mod logic (sau «ierarhic»)”[33].

Însă, din perspectiva teoriei jocurilor, ne putem întreba imediat ce facem în situaţiile în care jucătorii (precum în dilema deţinutului) decid independent unul de altul, adică fără să cunoască reciproc alegerile făcute? Un teoretician din domeniul de studiu semantic al jocurilor trebuie să-şi pună întrebarea următoare, subliniază Hintikka: e vorba de situaţii cu informaţie perfectă sau nu? Frege, fiind anacronic în raport cu o astfel de situaţie, ar răspunde că logica este un joc cu informaţie perfectă. Dar acest răspuns nu este doar arbitrar şi restrictiv, ci este unul fals, consideră Hintikka, din moment ce un astfel de răspuns exclude din sfera metodelor logice o clasă importantă de utilizări ale conceptelor noastre logice. Ce e de făcut în acest caz? E nevoie – spune Hintikka – să transformăm logica familiară şi tradiţională de ordinul întâi într-o logică mai puternică, adică una care să permită *independenţa informaţională* acolo unde notaţia curentă de tip Frege-Russell o interzice. Această nouă logică ar putea fi numită *logica de ordinul întâi independence-friendly* (*IF*), o logică ce este „cel puţin la fel de fundamentală ca şi logica obişnuită de ordinul întâi. Ea este veritabila noastră logică elementară”[34].

Pentru a marca independenţa între cuantificatori, Hintikka şi Sandu propun simbolul unei bare oblice „/” (*slash*), simbol care permite sublinierea independenţei cuantificatorilor în expresie liniară. De exemplu, în expresia $(\exists y \,/\, \forall x)$, spunem că operaţia de cuantificare existenţială pe variabila *y* este independentă de cuantificarea universală pe variabila *x*. În acest fel, de pildă, formula (4) de mai sus poate fi formalizată în următoarele trei modalităţi:

(5) $(\forall x)(\exists y)(\forall z)(\exists u \,/\, \forall x)\, S[x, y, z, u]$;

(6) $(\forall z)(\exists u)(\forall x)(\exists y \,/\, \forall z)\, S[x, y, z, u]$;

(7) $(\forall x)(\forall z)(\exists y / \forall z)(\exists \mathrm{u} \,/\, \forall x)\, S[x, y, z, u]$.

Se poate observa că cele trei formule de mai sus sunt echivalente cu formula (4), dar de această dată sub o formă liniară[35]. Prin introducerea barei oblice „/” s-a realizat trecerea de la logica obişnuită de ordinul întâi la logica *IF* de ordinul întâi.

[33] *Ibidem*, p. 163.

[34] Jakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 79.

[35] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 164.

Apoi, putem sublinia că condiţiile de adevăr din teoria semantică a jocurilor, aşa după cum s-a văzut deja, sunt exprimate destul de simplu cu ajutorul funcţiilor Skolem. În acest fel, dependenţa mutuală dintre cuantificatorii din logica de ordinul întâi este tradusă prin incluziunea reciprocă a ansamblurilor variabilelor-argument din funcţiile Skolem asociate. Iar dacă se trece la logica *IF* , funcţiile Skolem pot fi definite şi pentru ansambluri de variabile care nu sunt incluse unele în altele. Ca exemplu[36], putem vedea cum arată skolemizările pentru formulele (2), (3) şi (5) de mai sus:

(2') $(\exists \mathrm{f})(\exists \mathrm{g})(\forall x)(\forall z)\, S[x, \mathrm{f}(x), z, \mathrm{g}(x, z)]$;

(3') $(\exists \mathrm{f})(\exists \mathrm{g})(\forall x)(\forall z)\, S[x, \mathrm{f}(x, z), z, \mathrm{g}(z)]$;

(5') $(\exists \mathrm{f})(\exists \mathrm{g})(\forall x)(\forall z)\, S[x, \mathrm{f}(x), z, \mathrm{g}(z)]$.

Fireşte, aşa cum logica *IF* permite examinarea independenţei pentru cuantificatori, ea permite, în acelaşi timp, examinarea independenţei în cazul disjuncţiei. În astfel de cazuri, de exemplu, skolemizarea unei disjuncţii normale aflată după doi cuantificatori universali ne conduce la o funcţie cu două variabile:

$(\forall x)(\forall y)(S_1 \vee S_2)$

$(\exists \mathrm{h})(\forall x)(\forall y)((S_1 \wedge \mathrm{h}(x, y) = 0) \vee (S_2 \wedge \mathrm{h}(x, y) \neq 0))$

Însă dacă în aceeaşi disjuncţie vom avea independenţa unuia dintre cuantificatori, atunci rezultatul skolemizării va fi cu o singură variabilă:

$(\forall x)(\forall y)(S_1 (\vee / \forall y)\, S_2)$

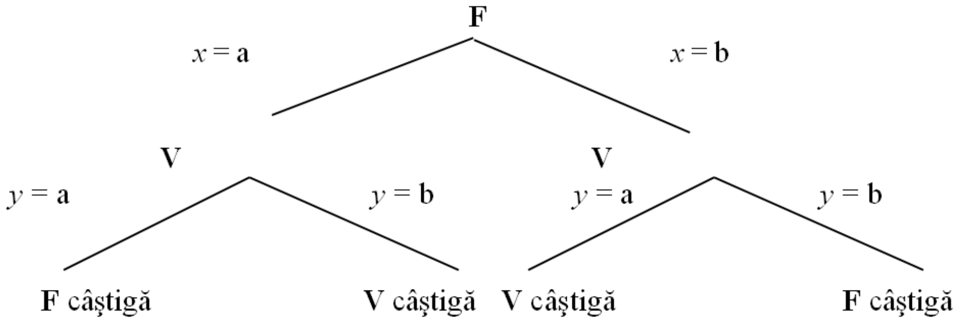
$(\exists \mathrm{h})(\forall x)(\forall y)((S_1 \wedge \mathrm{h}(x) = 0) \vee (S_2 \wedge \mathrm{h}(x) \neq 0))$

De fapt, formulele *IF* pot exprima pentru teoria semantică a jocurilor, aşa cum s-a constatat şi din cele prezentate până aici, atât situaţia de dependenţă a cuantificatorilor (tradusă în dependenţa informaţională a alegerilor de valori pentru variabile), cât şi situaţia de independenţă informaţională (care apare la nivelul interpretării semantice a jocului). Reprezentările grafice de mai jos pot evidenţia şi mai clar cele spuse aici, notând cu (**G**$_1$) jocul cu informaţie perfectă, iar cu (**G**$_2$) jocul cu informaţie imperfectă:

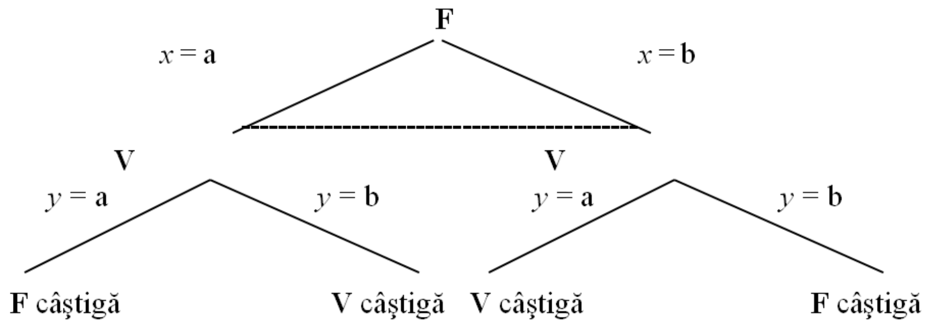
---

36 *Ibidem*.

($\mathbf{G_1}$) $(\forall x)\ (\exists y)\, x \neq y$



($\mathbf{G_2}$) $(\forall x)\ (\exists y/\forall x)\, x \neq y$



După cum se poate observa, în (**G₂**) verificatorul nu mai poate stabili poziţia sa între două noduri ale jocului, această situaţie fiind reprezentată prin linia punctată. De asemenea, putem vedea că verificatorul nu mai are o strategie câştigătoare uniformă, întrucât, în lipsa informaţiei perfecte, el nu mai are accesul continuu la respectiva strategie. Dar nici falsificatorul nu mai are o strategie câştigătoare, ceea ce înseamnă că, trecând de la logica tradiţională de ordinul întâi la logica *IF* de ordinul întâi, se va pierde principiul bivalenţei[37], deoarece formula *IF* jucată în ($\mathbf{G_2}$) nu este nici adevărată, nici falsă. Adică faptul că verificatorul nu deţine o strategie câştigătoare nu implică obligativitatea unei strategii câştigătoare pentru falsificator. În consecinţă, în logicile *IF* nu mai este valabil principiul terţului exclus. Respectiv, în orice model **M**, pentru orice propoziţie $ø$ dintr-un limbaj *IF*, nu este cazul că $ø \vee \sim ø$ este adevărată în **M**[38].

Nu întâmplător Hintikka înlocuieşte atunci negaţia contradictorie „ ¬” (slabă) cu negaţia tare „ ~ ” (duală) pentru logica *IF*. Negaţia contradictorie nu se poate găsi decât în faţa unei propoziţii închise, a unei propoziţii „întregi”, îmbrăcând de regulă forma următoare: $\neg S$ este adevărată dacă şi numai dacă S nu este adevărată, altfel este falsă. Numai că această formulă, după cum s-a văzut, nu este o „regulă

[37] *Ibidem*, p. 167.

[38] Sébastien Richard, *La conception sémantique de la vérité. D'Alfred Tarski à Jaako Hintikka*, p. 209.

de joc”, aşa cum este, în schimb, negaţia duală „ ~ ”, care se produce prin inversarea rolurilor jucătorilor. E drept, într-o logică *IF* extinsă, negaţia contradictorie poate fi păstrată în sensul că modelele în care enunţul ¬*S* este adevărat să fie complementarele modelelor în care enunţul *S* este adevărat.

Ţinând la respectarea – şi în plan logic, nu doar semantic – a regulilor de joc, Hintikka ţine de fapt la dezideratul ca logica *IF* să fie cu adevărat logica noastră naturală. Caracteristicile acestei logici naturale pot fi sintetizate, după opinia lui Rebuschi[39], în următoarele susţineri: a) noţiunile de cuantificator independent şi de independenţă informaţională nu pot fi ocolite, mai precis nu pot fi refuzate (de unde şi gluma lui Hintikka despre independenţa informaţională ca noţiune „mafiotă”, adică una ce nu poate fi „refuzată”); b) adevăratul subiect al logicii de ordinul întâi nu îl constituie cuantificatorii izolaţi, ci dependenţele şi independenţele reciproce între cuantificatori; c) nu există niciun motiv care să justifice constrângerea impusă de Frege cu privire la dependenţele mutuale între cuantificatori (respectiv folosirea parantezelor); d) independenţa informaţională este o trăsătură a limbajelor naturale.

Un alt element important şi specific pentru teoria semantică a jocurilor este faptul că acest tip de jocuri, aşa după cum am amintit în paginile anterioare, vizează jocuri constitutive pentru adevăr (constitutive prin strategiile câştigătoare), numite şi jocuri din exterior (*outdoor games*). Or, această caracteristică a jocurilor semantice ne obligă să punem în discuţie şi principiul compoziţionalităţii. După cum se cunoaşte, principiul compoziţionalităţii a mai fost numit şi „principiul lui Frege”. „În formularea sa obişnuită, acest principiu spune că semnificaţia unei expresii complexe este funcţie de semnificaţiile expresiilor sale componente”[40]. Acest principiu a constituit şi pentru Tarski una dintre presupoziţiile cele mai importante în definirea conceptului de adevăr. Adesea se consideră că dacă Frege a formulat acest principiu, Tarski în schimb este primul care l-a introdus în limbajele formale. Astfel, definiţia dată de către Tarski adevărului este considerată de către cei mai mulţi o definiţie compoziţională[41], în conformitate cu care adevărul unei expresii complexe este definit în funcţie de adevărul expresiilor simple componente, iar adevărul unei propoziţii simple se defineşte pornind de la atributul semantic de „satisfacere”.

Principiul compoziţionalităţii procedează în manieră inductivă, de la expresiile simple către cele complexe şi, în acelaşi timp, din interior către exterior. Însă, după cum am văzut când am prezentat principalele tipuri de jocuri, metodologia individualist-inductivă colapsează în final, adică nu mai funcţionează atunci când apare fenomnul de circularitate, respectiv când principiul tranzitivităţii este blocat, în astfel de situaţii trecându-se obligatoriu la metodologia holistă. Din acest motiv, principiul compoziţionalităţii eşuează şi în logica *IF*. Un joc semantic, după cum s-a putut observa deja, nu porneşte de la constituenţii cei mai simpli, ci

[39] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne*, p. 167.

[40] Jakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 136.

[41] Sébastien Richard, *op. cit.*, p. 199.

de la un enunţ întreg[42], luat în totalitatea sa, adică din exterior către interior, de la enunţul luat în ansamblul său înspre constituenţii cei mai simpli.

Aşadar, logica *IF* este nevoită să încalce principiul compoziţionalităţii, fiind o logică holistă. Prin natura lor însăşi, subliniază Hintikka, toate cazurile de independenţă între cuantificatori sau cele de independenţă informaţională[43], cazuri care nu pot fi tratate în logica obişnuită de ordinul întâi, nu pot decât să încalce principiul compoziţionalităţii. Ca atare, se impune o îmbunătăţire şi a notaţiei[44], astfel că, în loc să adăugăm pentru fiecare cuantificator o indicaţie despre cuantificatorii anteriori de care el depinde, putem adăuga fiecărui cuantificator lista de cuantificatori subsecvenţi plasaţi în afara sferei sale de influenţă. De exemplu, formula

$$(\forall x)(\forall z)(\exists y/\forall z)(\exists \mathrm{u}/\ \forall x)\, S[x, y, z, u]$$

va putea fi scrisă – folosind simbolul „//" (*double-slash*), care exprimă conversa relaţiei de independenţă „/" – în felul următor:

$$(\forall x /\!/ \exists \mathrm{u})(\forall z /\!/ \exists y)(\exists y)(\exists \mathrm{u})\, S[x, y, z, u].$$

Comparând cele două formule, se poate observa că, în ultimul caz, independenţa este anunţată de la început şi că regulile de formare din logica *IF* sunt independente de context.

În prezent se poate afirma că în logica *IF* se pun speranţe mari pentru explicarea relativ unitară a comportamentelor sociale şi pentru unificarea logicii după un secol de dispersie, de fărâmiţare, de aceea ea a fost prezentată şi ca o posibilă revoluţie[45]. Există aprecieri care susţin că logica *IF* oferă un nou fundament care poate fi comun semanticii limbilor naturale. În semantica jocurilor, pentru a înţelege o expresie, se impune să stăpânim un anumit joc semantic asociat. Aceasta permite să distingem între două niveluri de semnificaţie[46]: semnificaţia abstractă şi semnificaţia strategică. Primul tip de semnificaţie este definit prin regulile jocului, ştiindu-se că enunţul este adevărat dacă şi numai dacă verificatorul are o strategie câştigătoare. Al doilea tip de semnificaţie – semnificaţia strategică – e în legătură cu ideile ce se pot constitui despre strategiile câştigătoare, cunoaşterea semnificaţiei strategice fiind de fapt cunoaşterea funcţiilor Skolem care constituie strategia câştigătoare a lui *V*.

Semnificaţia strategică ajută la soluţionarea problemelor anaforice din semantica limbilor naturale, în contextul în care, după realizarea „turnurii dinamice", s-a conştientizat că, adesea, într-o suită de enunţuri, poate fi mobilizată

---

[42] Jakko Hintikka, *Les principes des mathématiques revisités*, p. 142.

[43] *Ibidem*, p. 139.

[44] *Ibidem*.

[45] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 171.

[46] *Ibidem*, p. 172.

informaţie care nu era conţinută direct în enunţurile izolate. Rezolvarea sau transformarea anaforică are în vedere, în general, stabilirea unui referent pentru pronumele „el", atunci când acesta apare în discursuri de genul următor[47]: „Un om se plimbă în parc. *El* fluieră". Pronumele anaforice erau tratate în teoria semantică a jocurilor (GTS) ca „descripţii ascunse" *á la* Russell, ceea ce înseamnă că aceste pronume primesc valori în ansamblul de alegeri care se fac contextual şi care sunt definite în cursul jocului[48]. Acest tratament prezintă însă inconvenientul că anafora este concepută doar în calitate de co-referinţă. Dar ne putem întreba imediat cum se soluţionează anaforele cu privire la obiectele fictive sau inexistente? Soluţia a fost găsită în decuplarea completă[49] a tratamentului semantic al anaforei de interpretarea referenţială a discursului[50], astfel că, în prezent, pentru perspectiva semantică a teoriei jocurilor, importantă nu este atât interpretarea model-teoretică ultimă a termenilor singulari, ci contează prin excelenţă fluxul informaţional care se difuzează de-a lungul jocului semantic[51]. Aceasta înseamnă că nu propoziţia individuală trebuie să fie în centrul atenţiei, ci „discursul", adică o unitate de sens mai cuprinzătoare (fraza, textul etc.)[52].

Să luăm următoarele exemple de enunţuri:

(1) Ion citeşte. El fumează.
(2) El fumează. Ion citeşte.

În cazul enunţului de tipul (1), ne atrag atenţia Manuel Rebuschi şi Tero Tulenheimo[53], succesiunea propoziţiilor este corectă, în timp ce în enunţul (2) succesiunea de propoziţii nu este corectă. O interpretare standard (*á la* Tarski) presupune să transformăm propoziţia „El fumează" în propoziţia „Ion fumează", ceea ce ne-ar conduce la o echivalare semantică a lui (1) cu (2) în virtutea comutativităţii conjuncţiei. Astfel, am avea:

(1) Ion citeşte şi Ion fumează.
(2) Ion fumează şi Ion citeşte.

Trebuie observat însă că deosebirea dintre cele două enunţuri iniţiale nu este legată în mod direct de proprietăţile statice ale modelului. În plus, o teorie semantică demnă de această denumire ar trebui să detecteze eroarea din (2) în mod

---

[47] *Ibidem*, p. 173.

[48] A se vedea Gabriel Sandu, *On the Theory of Anaphora: Dynamic Predicate Logic vs. Game-Theoretical Semantics*, în *Linguistics and Philosophy* 20, 1997.

[49] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 173.

[50] T. Janasik, G. Sandu, *Dynamic Game Semantics*, în J. Peregrin (ed.), *Meaning: The Dyanamic Turn*, Elsevier, Amsterdam, 2003.

[51] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 173.

[52] François Rivenc, Gabriel Sandu, *Entre logique et langage*, Vrin, Paris, 2009, p. 124.

[53] Vezi Manuel Rebuschi et Tero Tulenheimo, *Introduction. Des Jeux en logique*, în *Philosophia Scientiae,* 8 (2), 2004.

nemijlocit, fără a recurge la transformări precum cele arătate mai înainte. În enunţul iniţial (2) („El fumează. Ion citeşte”), rezolvarea anaforică eşuează, deoarece referentul lipseşte în prima propoziţie. În schimb, rezolvarea anaforică în enunţul iniţial (1) este înfăptuită indiferent dacă Ion citeşte sau nu, deoarece singura informaţie care contează pentru un joc în acest caz este aceea că e vorba de un „Ion”, ceea ce permite asigurarea unei strategii câştigătoare în jocul ce corespunde propoziţiei următoare.

În fine, putem semnala şi faptul că logica *IF* se poate extinde uşor în domeniul logicii modale, pentru că nimic nu ne opreşte să procedăm în aşa fel încât cuantificatorii despre lumile posibile să fie informaţional independenţi[54]. Iar un caz particular al logicii modale este furnizat de logica epistemică, un cadru în care distincţia tradiţională între cunoaşterea *de dicto* şi cunoaşterea *de re* poate fi reformulată mult mai avantajos. Astfel, distincţia *de re* / *de dicto* poate fi înlocuită cu aceea dintre *a cunoaşte că* (*knowing-that*) şi *a cunoaşte cine* (*knowing-wh*) (*cine, ce, dacă*...), aceasta din urmă fiind mult mai extinsă decât cunoaşterea *de re*.

Dar, la modul concentrat şi rezumativ, putem da cuvântul chiar lui Hintikka pentru a sublinia principalele contribuţii şi câştiguri ale logicii *IF* pentru jocurile semantice şi pentru teoria socială în general, precum şi pentru fundamentele matematicii în special. După cum s-a putut vedea din cele prezentate, conceptualizările din logica *IF*, depăşesc cu mult utilizările economice şi teoretic-decizionale. Între cele mai importante aspecte ale teoriei semantice a jocurilor şi ale logicii *IF* putem reţine următoarele[55]: 1) Conceptul crucial al teoriei jocurilor este acela de *strategie*, introdus explicit pentru prima dată de către von Neumann (sau Borel?, se întreabă Hintikka). În teoria semantică a jocurilor, conceptul de adevăr al unui enunţ este definit prin existenţa unei strategii câştigătoare a verificatorului (iniţial), iar falsitatea prin existenţa unei strategii câştigătoare a falsificatorului (iniţial); 2) Conceptul de *negaţie* este privit în altă lumină, iar legea terţului exclus devine echivalentă cu determinarea unui anumit joc semantic; 3) În jocurile semantice se obţine o bază logică mai puternică şi mai simplă care permite *independenţa informaţională*, adică logica *IF* de ordinul întâi în cadrul căreia legea terţului exclus nu se mai păstrează; 4) Logica *IF* implică *încălcarea principiului compoziţionalităţii*; 5) În teoria semantică a jocurilor, pentru verificarea probabilistică a adevărului poate fi utilizat *echilibrul Nash*; 6) *Funcţiile Skolem* ne furnizează condiţiile de adevăr pentru jocurile semantice.

S-a spus adesea că ambiţiile lui Hintikka sunt prea mari. Dar atunci când judecăm aceste ambiţii, poate e bine să ţinem seamă de câteva aspecte mai generale, aşa cum le prezintă şi Manuel Rebuschi în *Prefaţa* pe care o semnează la ediţia franceză a *Principiilor matematicii revizuite*. Desigur, titlul însuşi este

---

[54] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* p. 174.

[55] Jaakko Hintikka, *A Game Theory of Logic – A Logic of Game Theory*, în vol. Werner Leinfellner, Eckehart Köhler (eds.), *Game Theory, Experience, Rationality*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht/Boston/London, 1998.

provocator, el amintindu-ne de lucrarea *Principles of Mathematics* a lui Russell (1903), dar şi de intenţia lui Hintikka de a redeschide şantierul construcţiei de fundamente logice pentru matematici. Se ştie că problema fundamentelor matematicii s-a pus în mod dramatic în momentul în care, pornind de la teoria mulţimilor a lui Cantor, Bertrand Russell formulează paradoxul mulţimii tuturor mulţimilor. Însă, mai general, caracterul dramatic al paradoxurilor rezidă aproape în întregime, subliniază Rebuschi, în acea lege a logicii clasice care permite ca, pornind de la o contradicţie, să putem deriva orice enunţ: *ex falso quadlibet*. De exemplu, dacă este construit un paradox în aritmetică, atunci se poate infera la fel de bine că 2 + 2 = 4 sau că 2 + 2 = 5, conform legii logice *ex falso quadlibet*.

Hintikka îşi propune o abordare în întregime nouă a logicismului. Această abordare nouă vizează două nivele: un nivel filosofic, despre rolul jucat de logică; şi un nivel tehnic, cu privire la instrumentele logice utilizate. Logica are două funcţii importante, distincte, dar legate între ele. Pe de o parte, avem funcţia inferenţială (cu rol deductiv), iar pe de altă parte, întâlnim funcţia mijloacelor de expresie (cu rol descriptiv). În dezvoltările contemporane ale logicii, teoria demonstraţiei se ocupă de prima funcţie, iar teoria modelelor vizează cea de-a doua funcţie. Hintikka apreciază că s-a acordat o atenţie deosebită primei funcţii, ceea ce a adus în prim plan cerinţe precum aceea de completitudine semantică, iar în prezent ar fi nevoie de un accent sporit pentru funcţia a doua în scopuri fundaţionale.

Dacă înţelegem logica asemenea unui instrument de calcul, atunci nu mai e de mirare atitudinea lui Hintikka de a spera, după cum mărturiseşte în introducerea la *The Principles of Mathematics Revisited*, în pregătirea terenului pentru o revoluţie apropiată în fundamentele matematicii. Aceasta nu înseamnă că logica *IF* – de la care se aşteaptă „revoluţia” – nu prezintă şi anumite dificultăţi. Unii analişti se întreabă dacă logica *IF* este cu adevărat o logică de ordinul întâi. Pentru Feferman[56], de exemplu, în plan semantic nu este destul de clar dacă cuantificatorii independenţi sunt de ordinul întâi. Apoi, acelaşi autor, după ce recunoaşte utilitatea logicii *IF* în multiple domenii, se arată sceptic în ceea ce priveşte capacitatea acestei logici de a formaliza raţionamentele matematice. Iar pentru Rebuschi, logica *IF* se găseşte în plină dezvoltare, de aceea multe chestiuni ar fi încă „negociabile”. Dar în prezent – crede Rebuschi – logica *IF* prezintă cel puţin două aspecte bizare: incompatibilitatea în *IF* a obiectualităţii şi compoziţionalităţii; echivalenţa între logica *IF* de ordinul întâi şi un fragment de ordinul doi.

Însă cu toate aceste dificultăţi[57], fenomenul de independenţă informaţională, ignorat până acum, este pus în lumină tocmai de către această logică, de unde şi meritele ei. Există şi aprecieri foarte acide în legătură cu proiectul lui Hintikka. Sébastien Richard, la care am mai făcut trimiteri până aici, subliniază la un moment dat că, dacă programul lui Hintikka pare grandios, iar ambiţia filosofului

[56] Solomon Feferman, *What Kind of Logic is Independence Friendly Logic*?, în R. E. Auxier and L. E. Hahn (eds.), *The Philosophy of Jaakko Hintikka*, Open Court, Chicago, 2007.

[57] Manuel Rebuschi, *Quantification et indépendance informationelle*, în vol. Pierre Joray (ed.), *La quantification dans la logique moderne,* pp. 176–177.

finlandez este enormă, acestea nu-şi găsesc egal decât în „aroganţa”[58] sa şi în atenţia aproape meschină pe care a catadicsit s-o acorde redactării lucrării *Principiile matematicii revizuite* (1996), motiv pentru care lucrarea este plină de greşeli şi ridică multe dificultăţi de înţelegere. Acelaşi Richard sugerează că Hintikka ar trebui să fie mai modest, aşa cum sunt în general marii filosofi. Totuşi, acceptă Richard în cele din urmă, ideile lui Hintikka se dovedesc totdeauna foarte stimulatoare pentru dezbatere şi se constituie de fiecare dată într-o adevărată sfidare a gândirii, provocându-ne să renunţăm la prejudecăţile noastre în legătură cu logica şi cu posibilităţile acesteia de dezvoltare viitoare.

[58] Sébastien Richard, *op. cit.*, p. 157. Putem adăuga aici un amănunt personal. L-am audiat pentru prima dată pe Hintikka la Congresul Mondial de Filosofie de la Boston (1998), când modera o şedinţă de comunicări. Într-adevăr, filosoful finlandez nu se arăta prea prietenos cu cei care se abăteau de la subiect sau nu reuşeau să se încadreze în timpul alocat. Un participant, aflat în imediata mea apropiere, a exclamat şi el la un moment dat: ce arogant! În ceea ce ne priveşte, considerăm că nu trebuie amestecate unele trăsături de personalitate cu conţinutul ideilor autorului. Referitor la momentul amintit mai înainte, am rămas nu atât cu impresia unei atitudini arogante, ci mai degrabă cu impresia unui spirit disciplinat şi deschis, care nu înţelege să facă prea multe compromisuri.