NORBERT
WIENER

dumnezeu
şi golem, s.a.

IN ROMÂNEȘTE DE: EDMOND NICOLAU ȘI LUCIA NASTA

NORBERT WIENER
GOD AND GOLEM, Inc.
A Comment on Certain Points where
Cybernetics Impinges on Religion

The M.I.T. Press
Massachusetts Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts — 1964

București — 1969

NORBERT WIENER

Dumnezeu şi Golem, S.A.

Comentariu asupra cîtorva puncte de contact între cibernetică şi religie

EDITURA ŞTIINŢIFICĂ

COPERTA ŞI SUPRACOPERTA DE:
TUDOR MIRONESCU

DEDICATĂ LUI PIET HEIN
PENTRU ÎNCURAJAREA ŞI CRITICILE SALE

Cuvînt introductiv

Eseul filozofic — categorie în care intră fără îndoială și *Dumnezeu și Golem, S.A.* — poate fi abordat de cititor atît direct, cît și ghidat de un comentar. Istoria ne arată însă un lucru demn de reținut: majoritatea comentariilor făcute de-a lungul secolelor au căzut azi pradă uitării, în timp ce operele comentate adesea își păstrează și azi întreaga lor valoare, fie că e vorba de opere științifice — ca *Elementele* lui Euclid, fie de opere de artă cum ar fi *Divina comedie*, fie de lucrări filosofice — și știm cît de scurtă e, de cele mai multe ori, viața comentariilor filosofice.

Iată de ce considerăm că în special în cazul eseului, gen care ține, fără îndoială, și de domeniul artei, comentariul trebuie redus la un minimum.

Cum însă anul trecut s-au împlinit două decenii de la publicarea lucrării *Cibernetica*, a aceluiași Norbert Wiener, lucrare ce a constituit actul de naștere al acestei noi științe, atît de caracteristică epocii noastre, credem că este indicat a prezenta unele aspecte esențiale ale activității lui Wiener, în măsura în care aceasta este

revelatoare pentru geneza a ceea ce se numește azi cibernetică. În același timp, credem că nu ar fi lipsită de interes nici o privire asupra evoluției concepțiilor referitoare la cibernetică.

Acest cadru general va permite, implicit, o mai bună înțelegere a tezelor expuse în prezenta lucrare. Născut în 1894, Norbert Wiener a fost un „copil minune": la mai puțin de 12 ani, terminase colegiul; la mai puțin de 15 ani își luase licența și la mai puțin de 18 ani era doctor în științe. A urmat apoi o lungă activitate didactică și științifică, ce a continuat neîntrerupt pînă la sfîrșitul vieții (1964).

Lista lucrărilor sale științifice este amplă, însă fără îndoială că ceea ce caracterizează opera sa științifică este atît posedarea tehnicii matematice într-un grad foarte înalt, cît, mai ales, găsirea unității acolo unde mai înainte exista o diversitate aparentă. Această caracteristică o regăsim în studiile sale privind ingineria, fizica și biofizica.

Tocmai această trăsătură este caracteristică și pentru geneza ciberneticii. Istoricul acestei geneze îl găsim expus chiar în *Cibernetica:* noua știință s-a născut tocmai din schimbul de păreri dintre fiziologi, automatiști și matematicieni.

După părerea noastră, ideea fundamental nouă pe care o descoperă Norbert Wiener este tocmai posibilitatea de a trata în mod unitar, fenomene de naturi diferite, cum sînt cele privind ființele vii și dispozitivele tehnice. Acest studiu se bazează pe circulația semnalelor în sisteme de naturi diferite, și așa după cum arată N. Wiener, un rol esențial în acest studiu îl are circulația informației și studiul proprietăților sistemelor, independent de natura lor.

Cibernetica reprezintă deci un nou punct de vedere și în același timp adîncirea unor idei materialiste de origine veche. Ulterior, cibernetica a abordat realități mai complexe: sistemul om-mașină și sistemele economice sînt astăzi studiate și ele cu aparatul cibernetic.

Evident, cibernetica este rezultatul unui lung proces istoric, corespunde dezvoltării fiziologiei — în special a sistemului nervos —, logicii matematice, radiocomunicațiilor, automaticii. Teoria informației descoperită ceva mai înainte de Cl. Shannon și criteriul de stabilitate a sistemelor automate descoperit de Nyquist, pregătiseră terenul în această direcție.

Apariția cibernetică a produs reacții violente. Alături de entuziaști, au existat și fanatici care o negau în mod total. Astăzi însă, după limpezirea pe care a adus-o timpul, rezultă clar că cibernetica nu mai poate fi fetișizată.

În bună măsură, cibernetica se confundă cu teoria sistemelor, dar, spre deosebire de ea, aduce în plus ideea centrală a orientării studiului spre eficacitatea sa, măsurată în raport cu necesitățile omului.

Din punct de vedere filosofic, cibernetica se situează pe poziții materialiste: admite existența unei realități exterioare conștiinței, realitate care poate fi cunoscută și stăpînită de către om. În scrierile sale, N. Wiener abordează adesea teme filosofice. Lucrarea *Dumnezeu și Golem, S.A.* se situează pe linia lucrărilor în care un savant, bun cunoscător al propriului său domeniu, încearcă să abordeze probleme filosofice fundamentale. Este evident însă că Wiener, ca și alți savanți, sînt lipsiți, uneori, de cunoștințe filosofice complete. Poziția pe care se situează el în lucrarea de

față nu este în nici un caz marxistă și există chiar unele pasaje cu idei antimarxiste.

Cititorul care citește lucrarea în mod obiectiv, și care posedă un minim de pregătire ideologică, va combate singur și cu ușurință aceste idei antiștiințifice.

Nu este de loc intenția noastră să-l apărăm pe Wiener. Apare însă evident că în condițiile în care el a fost educat și în care a activat, nu a avut posibilitatea unei cunoașteri mai aprofundate a filosofiei marxist-leniniste.

În orice caz, pare demn de laudă faptul că, deși a activat într-o societate capitalistă, în care s-a bucurat de funcții importante, totuși Wiener, în numeroase lucrări, și în special în cea prezentă, atrage atenția asupra pericolului pe care îl reprezintă războiul nuclear pentru societate cît și asupra grijii pe care trebuie s-o avem atunci cînd încredințăm calculatoarelor sarcina rezolvării unor probleme grave, pline de consecințe pentru destinul omenirii.

Nu ne propunem să rezumăm aci cartea. Ea se citește cu plăcere și este plină de idei interesante, oferind numeroase subiecte de meditație pentru cei care nu evită sistematic efortul propriu de înțelegere.

Dumnezeu și Golem, S.A. este ultima lucrare a unui mare specialist al acestui secol și lectura ei ne pune în contact cu modul de gîndire al creatorului ciberneticii. Chiar dacă nu putem fi totdeauna de acord cu soluțiile date de acesta, contactul cu un mare spirit rămîne totuși deosebit de fructuos.

E. NICOLAU

Prefață

Cu cîțiva ani în urmă, în lucrarea *Oamenii în slujba oamenilor*[1] am prezentat cîteva dintre implicațiile etice și sociologice ale lucrării mele anterioare, *Cibernetica*[2] — un studiu asupra reglajului și comunicațiilor la mașini și la ființe vii. În vremea aceea cibernetica era o idee relativ nouă, iar efectele ei științifice și sociale nu erau prea bine cunoscute. Acum însă, după ce au trecut mai bine de cincisprezece ani, cibernetica s-a afirmat îndeajuns atît pe plan social cît și științific pentru a justifica o carte nouă într-un domeniu înrudit.

Șomajul, consecință a automatizării, nu mai este o problemă de conjunctură, ci a devenit azi o dificultate vitală și gravă a societății moderne. Ideile enunțate de cibernetică, de unde erau planuri de viitor și pioase nădejdi, au devenit azi o tehnică efectiv aplicată în

[1] Norbert Wiener, *The Human Use of Human Beings; Cybernetics and Society,* Houghton Mifflin Company, Boston, 1950.

[2] Norbert Wiener, *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine,* The Technology Press and John Wiley & Sons, Inc., New York, 1948.

inginerie, în biologie, în medicină și în sociologie, suferind o considerabilă dezvoltare în cadrul unei discipline autonome.

Pentru a descrie efectele acestor idei asupra societății, eticii și religiei am ținut mai multe serii de conferințe și cred că a sosit momentul să încerc o sinteză a concepțiilor mele în această direcție, să privesc mai îndeaproape consecințele sociale ale ciberneticii. Cartea de față este consacrată cîtorva aspecte ale acestor consecințe, și, deși am reținut ideile și multe dintre observațiile mele din *Oamenii în slujba oamenilor*, în cele ce urmează voi expune problema mai amănunțit și mai complet.

Țin să-mi exprim aici recunoștința față de numeroșii mei prieteni de dincoace și de dincolo de Oceanul Atlantic, mai ales d-lui Piet Hein de la Rungsted Kyst din Danemarca, d-lui Lawrence Frank de la Belmont, Massachusetts, profesorului Karl Deutsch de la Universitatea Yale și altora pentru criticile aduse, care mi-au fost de mare folos. Țin să-i mulțumesc, de asemenea, secretarei mele, d-na Eva-Maria Ritter, pentru ajutorul acordat la pregătirea acestui material.

Ciclul de conferințe pe care le-am ținut în ianuarie 1962 la Universitatea Yale și seminarul organizat în vara aceluiași an în cadrul Colocviilor Filozofice Internaționale de la Royaumont în apropiere de Paris, mi-au oferit prilejul de a-mi formula ideile. Dar, deși această carte cuprinde materiale din expunerile mele la cele două manifestări sus-menționate, ele au fost complet revizuite și reformulate.

Mulțumesc tuturor celor ce m-au ajutat în această muncă.

Sandwich, New Hampshire
30 august, 1963.

NORBERT WIENER

I

N-am de gînd să discut aici religia și știința în ansamblul lor, ci doar cîteva aspecte ale științelor care m-au preocupat, și anume știința comunicațiilor și aceea a controlului, ce mi se par a fi aproape de frontiera unde știința se întîlnește cu religia. Voi căuta să evit paradoxele logice aproape inevitabile în enunțurile extremiste (dar curente) ale religiei, care folosește concepte absolute. Dacă în legătură cu cunoașterea am folosi atributul de „atotștiutor", în legătură cu puterea am folosi atributul „atotputernic" iar cu privire la credință ne-am referi la o divinitate unică, ne-am trezi învăluiți într-o serie de subtilități metafizice chiar înainte de a fi început studiul raporturilor dintre religie și știință.

Și totuși, există numeroase probleme referitoare la cunoaștere, putere și credință ce intră în conflict cu cîteva dintre cele mai recente progrese ale științei și pe care le putem discuta fără a face uz de noțiunile absolute, înconjurate de atîtea elemente afective și de atîta evlavie, încît o discuție obiectivă asupra lor devine

aproape imposibilă. Cunoașterea este o realitate, puterea este o realitate și credința este o realitate, iar aceste realități pot fi cercetate de om, independent de dogma acceptată. Fiind realități, ele pot fi studiate, iar în cadrul acestui studiu, observațiile privitoare la cunoaștere, la putere și la credință pot fi transpuse și în alte domenii, mai ușor accesibile metodelor folosite în științele naturii, fără a-i impune cercetătorului atitudinea *„credo quia incredibile est"*[1].

S-ar putea spune că întrucît pornesc discuția în afara religiei, am deplasat subiectul și evit să discut relațiile dintre știință și religie, adică așa după cum s-ar bănui după orientarea generală a acestui eseu. De aceea, socot să este bine să-mi definesc de la început atitudinea, să precizez unghiul prin care vreau să privesc problema, eliminînd astfel toate tezele străine preocupării mele. După cum am spus, m-am ocupat vreme de mai mulți ani de comunicații și reglaj la mașini și la organisme vii, de noile metode tehnice și fiziologice legate de aceste noțiuni și de consecințele pe care aceste tehnici le au în satisfacerea intereselor umane. Cunoașterea este inextricabil legată de comunicație, de puterea de control, iar evaluarea intereselor umane este legată de etică și de latura normativă a religiei. Așadar, reexaminarea ideilor noastre asupra acestor probleme în lumina celor mai recente dezvoltări teoretice și tehnice înseamnă, de fapt, un studiu revizuit al relațiilor dintre știință și religie. Totuși, această carte nu poate fi considerată un studiu în adevăratul înțeles al cuvîntului, dar poate fi o introducere indispensabilă la o cercetare a științei și relațiilor ei cu religia.

[1] Cred ceea ce este de necrezut. — *N.T.*

Intr-un studiu de acest fel, dacă vrem să ajungem la un rezultat, trebuie să ne dezbărăm de suprastructura prejudecăților formale pe care le folosim pentru a apăra omagiul cuvenit lucrurilor sfinte, mai presus de cele comune; dar, de fapt, aproape întotdeauna facem apel la acele prejudecăți pentru a scăpa de senzația penibilă pe care o avem atunci cînd sîntem obligați să privim în față realități neplăcute și comparații periculoase.

Pentru ca acest eseu să aibă o oarecare valoare, el trebuie să aducă probe reale în sprijinul unor probleme reale. Spiritul în care îmi voi dezvolta tema va fi acela al unei săli de operație și nu acela al unui ceremonial funebru cu bocete, ca la mort. Falsa pudoare nu-și are locul aici, ba ar fi chiar păcat să adoptăm atitudinea medicului din veacul trecut care se apropia de patul bolnavului în redingotă neagră și-și ascundea acele de seringă sub reverul de mătase al pelerinei sale.

Religia, oricare ar fi conținutul ei, seamănă adesea cu salonul unei case de fermă din New England[2], cu obloanele închise, cu flori de ceară sub un clopot de sticlă pe cămin, cu portretul bunicului așezat pe un stativ și împrejmuit cu trestie poleită și un armoniu din lemn de nuc negru la care nu se cîntă decît la nunți sau înmormîntări. Sau, pe plan moral, am putea spune că este corespondentul unui dric napolitan, un car negru somptuos, cu geamuri de sticlă gravată, cu cai împodobiți cu penaje negre, care chiar și cu prilejul morții trebuie să fie mărturia unei anumite situații sociale sau cel puțin a aspirațiilor la o situație. Religia este o problemă serioasă ce trebuie despărțită riguros

[2] Stat din America de Nord.

de orice considerente personale, lipsite de valoare cînd este vorba de religie ca atare.

Am vorbit despre straturile de prejudecăți suprapuse ce ne stau în cale cînd vrem să ne apropiem de aceste probleme pe terenul vital și comun unde știința se întîlnește cu religia. A vorbi despre Dumnezeu și om pe același plan, este o impietate. Asemenea lui Descartes, trebuie să respectăm demnitatea Omului, tratîndu-l pe baze cu totul diferite de acelea pe care tratăm animalele inferioare. Evoluția și originea speciilor înseamnă profanarea valorilor umane și, așa după cum au susținut primii darviniști, promovarea acestor idei este foarte primejdioasă pentru omul de știință care trăiește într-o lume plină de bănuieli față de știință.

Dar chiar și în domeniul științei este periculos să alergi în contra curentului de reguli și ierarhii acceptate. În nici un caz nu este îngăduit să situăm ființele vii și mașinile pe același plan. Ființele vii sînt ființe vii în toate părțile lor componente; în timp ce mașinile sînt confecționate din metale și alte substanțe neorganizate, și nu au nici o componentă a cărei structură, oricît de fină ar fi ea, să sugereze o funcție conștientă sau, cît de cît, orientată spre un scop. Fizica — cel puțin așa se crede în general — nu ține seama de scop; iar apariția vieții este ceva cu desăvîrșire nou.

Dacă respectăm toate aceste tabu-uri, putem deveni celebri prin gîndire sănătoasă și conservatoare, dar vom contribui foarte puțin la progresul științei. Omul de știință, omul de litere luminat și cinstit, ca și clericul luminat și cinstit au datoria să susțină și să analizeze idei eretice și interzise, chiar dacă pînă la urmă le resping. Ba, mai mult decît atîta, respingerea lor nu trebuie să constituie premisa unui exercițiu intelectual

lipsit de conținut, a unei speculații care de la bun început să fie socotită un joc în care ne angajăm pentru a dovedi că avem o minte deschisă. Aici este vorba despre un exercițiu mintal serios, ce trebuie să se desfășoare în mod autentic și nu are valoare decît dacă implică riscul real al unei erezii; iar dacă erezia, la rîndul ei, implică riscul unei damnațiuni spirituale, oricine trebuie să aibă curajul de a-și asuma cinstit acest risc. Un calvinist ar spune: „Ești gata să fii blestemat pentru o mai mare glorie a Domnului?"

Așadar, mă refer la o atitudine critică cinstită în spiritul unei cercetări științifice, atitudine greu de evitat în discuțiile problemelor religioase, unde cu atîta ușurință se recurge la false superlative. Am semnalat în cele de mai sus dificultățile intelectuale ce decurg din noțiunile de atotputernicie, atotștiință etc. Ele apar în forma lor cea mai brutală în întrebările batjocoritoare ale necredinciosului care vine nepoftit la adunările religioase: „Poate face Dumnezeu o piatră atît de grea încît nici El să n-o poată ridica?" Dacă nu poate, înseamnă că puterea Lui este mărginită, sau cel puțin așa pare să fie; iar dacă poate s-o ridice, și asta înseamnă o limitare a puterii Lui.

Am putea ieși din încurcătură dacă am considera o asemenea întrebare ca un simplu calambur, dar, ea este mai mult decît atîta. Paradoxul dintr-însa este unul dintre nenumăratele paradoxe ce roiesc în jurul noțiunii de infinit, în formele sale multiple. Așa bunăoară, cea mai simplă discuție a infinitului în matematici generează noțiunea de zero supra zero, infinit supra infinit, de infinit ori zero sau infinit minus infinit. Acestea se numesc *forme nedeterminate,* iar dificultatea lor intrinsecă rezidă, în esență, în faptul că infinitul nu se conformează regulilor obișnuite ale unui număr sau

ale unei cantități, așa încît ∞/∞ pentru matematician nu înseamnă decît limita lui x/y, întrucît atît x cît și y tind spre infinit. Raportul ∞/∞ poate fi egal cu 1 dacă $y=x$, sau egal cu 0 dacă $y=x^2$, sau poate avea valoarea de ∞ dacă $y=1/x$ și așa mai departe.

Apoi, există un alt gen de infinit ce apare la numărare. Se poate demonstra că și această noțiune duce la paradoxe. Cîte numere există în clasa tuturor numerelor? De data aceasta se poate demonstra că întrebarea nu este justă, pentru că oricum s-ar defini un număr, numărul tuturor numerelor este mai mare decît oricare număr în parte. Acesta este unul din paradoxele Frege-Russell, implicînd întreaga complexitate a teoriei tipurilor.

Adevărul este că superlativele „atotputernic" și „atotștiutor" nu sînt niște superlative reale, ci doar niște formule arbitrare pentru a exprima o foarte mare putere și o foarte mare cunoaștere. Ele exprimă un sentiment de evlavie și nu sînt un enunț ce poate fi susținut la nivelul unei discuții metafizice. Dacă Dumnezeu este mai presus de intelectul uman și nu poate fi cuprins în forme intelectuale — și aceasta este o poziție care cel puțin poate fi susținută — ar fi necinstit să ne batem joc de intelectul uman ca atare, străduindu-ne să încadrăm pe Dumnezeu în forme intelectuale avînd un sens foarte bine definit. De aceea, cînd dăm peste situații-limită ce par a arunca oarecare lumină asupra unor afirmații întîlnite în general în cărțile de religie, mi se pare nedrept să le înlăturăm pentru simplul fapt că le lipsește atributul absolut, infinit și desăvîrșit, care caracterizează de obicei enunțurile religiei.

Această afirmație dă cheia scopurilor urmărite în cartea de față. Vreau să pun în discuție unele situații

ce au un aspect religios și au fost descrise în cărțile religioase, dar în același timp prezintă o perfectă analogie cu situații întîlnite în știință și mai ales în noua știință, a ciberneticii, știința comunicației și reglajului, fie la mașini, fie la organisme vii. Am de gînd să folosesc analogii mărginite la situații caracteristice ciberneticii, pentru a aduce astfel puțină lumină unor situații analoge din religie.

În această încercare, firește, mă văd silit să recurg la oarecare violență pentru a putea încadra situațiile din religie în schema mea cibernetică. Îmi dau bine seama de ceea ce fac și n-am decît scuza că, dacă anatomistul n-ar fi folosit bisturiul, n-ar fi existat știința anatomică și că bisturiul anatomistului este un instrument ce explorează țesuturile numai prin acte de violență.

II

După aceste considerații preliminare, voi intra în tema acestei mici lucrări.

Cred că în cibernetică există cel puțin trei idei ce mi se par importante din punctul de vedere al religiei; una dintre ele se referă la mașinile ce pot învăța, alta la mașinile ce se pot reproduce și în sfîrșit, a treia, se referă la coordonarea dintre mașină și om. Și, pot să spun că asemenea mașini există. Dr. A. L. Samuel de la International Business Machines Corporation a elaborat un program cu ajutorul căruia calculatorul poate juca o partidă a jocului de dame, iar apoi poate învăța, sau cel puțin pare a învăța pentru a-și perfecționa jocul pe baza propriei sale experiențe[1]. Întrucît am făcut anumite afirmații ce se cer confirmate sau cel puțin clarificate, voi consacra un capitol al acestei cărți lămuririi lor.

[1] A. L. Samuel, *Some Studies in Machine Learning, Using the Game of Checkers,* în „I.B.M. Journal of Research and Development", vol. 3, pp. 210—229, 1959.

Capacitatea de a învăța este o însușire atribuită în general exclusiv sistemelor conștiente și aproape întotdeauna sistemelor vii. Învățătura este un fenomen întîlnit în forma lui cea mai caracteristică la om și reprezintă unul dintre atributele omului ce se leagă de acele aspecte ale vieții sale care la rîndul lor se lasă lesne asociate cu viața religioasă. De altfel, nici nu se poate concepe ca o ființă, incapabilă să învețe, să fie preocupată de religie.

Dar mai există un alt aspect al vieții legat în mod natural de religie. Se crede că Dumnezeu l-a făcut pe om după chipul și asemănarea Lui, iar propagarea speciei umane poate fi și ea interpretată ca o funcție în care o ființă vie creează alta, după chipul și asemănarea sa. În dorința noastră de a înălța pe Dumnezeu față de om și pe Om față de materie este firesc să susținem că mașinile sînt incapabile să creeze mașini după chipul și asemănarea lor, că aici este vorba despre o împărțire riguroasă a sistemelor în sisteme vii și în sisteme lipsite de viață, împărțire care, la rîndul ei, duce la separarea dintre creator și creatură.

Dar oare situația se prezintă într-adevăr astfel? Voi consacra un capitol al acestei cărți unor considerații care, după părerea mea, arată că mașinile sînt perfect capabile să creeze mașini după chipul și asemănarea lor. Tema pe care o voi trata în acest context este în același timp de o înaltă tehnicitate și de o mare precizie. Bineînțeles că nu trebuie considerată ca un model valabil al procesului de reproducere biologică și mai puțin ca un model complet al creației divine, dar nu se poate spune că este lipsită de importanță, întrucît lămurește ambele concepte sus-amintite.

Așadar, aceste două părți din prelegerile adunate în volumul de față pot fi considerate reciproc complementare. Învățarea este un proces ce se desfășoară în viața individului, în *ontologie*. Reproducerea biologică este un fenomen ce se desfășoară în viața speciei, în filogenie; dar, specia învață întocmai cum învață și individul. Selecția naturală susținută de Darwin nu este altceva decît un fel de învățare a speciei, fenomen ce acționează în condițiile impuse de reproducerea individului.

Al treilea grup de probleme din această carte se referă, de asemenea, la aspecte ale învățării și se ocupă de relațiile dintre mașină și ființa vie și de sistemele în a căror construcție intră elemente de ambele feluri. Ca atare, cuprinde considerații cu caracter normativ, și mai precis, cu caracter etic. De aceea, tratează cîteva dintre cele mai importante capcane morale ce par să amenințe oamenii din generația actuală și este strîns legată de multe tradiții și legende ale omenirii privitoare la magie și altele asemenea.

Voi începe cu mașinile capabile să învețe. Se numește un sistem organizat cel care transformă un anumit mesaj de intrare într-un mesaj de ieșire, conform unui principiu de transformare dinainte stabilit. Dacă acest principiu de transformare se apreciază după anumite criterii de performanță și dacă metoda de transformare este în așa fel pusă la punct încît să tindă la îmbunătățirea performanței sistemului, conform criteriilor stabilite, se spune că sistemul este capabil să *învețe*. Un sistem de tip foarte simplu, avînd criterii de performanță ușor de aplicat, este orice joc ce se joacă după niște reguli fixe și unde criteriul performanței este cîștigarea partidei după regulile stabilite.

Printre aceste jocuri există unele cu o teorie perfectă; acestea sînt lipsite de interes. Jocul *Nim**, după cum îl definește Bouton, și jocul *ticktacktoe*** fac parte din această categorie. În aceste cazuri se poate elabora, teoretic, cea mai bună tactică de joc, cunoscută pînă în cele mai mici amănunte. Jucătorul (fie primul, fie al doilea) poate fi întotdeauna cîștigător sau cel puțin poate face remiză, dacă urmează tactica indicată. Teoretic, orice joc poate fi adus la această formă — aceasta este, de altfel, părerea lui John von Neumann — dar de îndată ce un joc a fost astfel formulat, își pierde orice interes și nu poate fi socotit ca o distracție.

Pentru o ființă atotștiutoare, cum ar fi Dumnezeu, jocul de șah sau de dame sînt jocuri din categoria definită de von Neumann, dar întrucît oamenii n-au putut elabora pînă azi teoria completă a tacticii lor, ele constituie prilej de competiție a perspicacității și inteligenței jucătorilor. Totuși, aceste jocuri nu se joacă după metoda sugerată în teoria lui von Neumann. Adică jucătorul nu face cea mai bună mișcare posibilă; presupunînd că adversarul său va face cea mai bună mișcare posibilă, acesta fiind la rîndul său convins că partenerul său va face cea mai bună mișcare posibilă și așa mai departe, se ajunge cînd unul dintre jucători cîștigă, sau jocul se repetă. De fapt, posibilitatea de a juca un joc după metoda lui von Neumann înseamnă să fii în posesiunea unei teorii complete a jocului respectiv, ceea ce echivalează cu banalizarea lui.

Problema învățării, mai ales aceea a mașinilor care învață să joace anumite jocuri, pare să fie destul de

* A se vedea explicația din *Anexă*.

** *Idem*.

străină de religie. Şi totuşi, există o problemă religioasă de care se pot lega aceste noţiuni: problema jocului dintre creator şi o creatură. Acesta este subiectul Cărţii lui Iov[2] ca şi acela al *Paradisului Pierdut*[3].

În ambele opere religioase diavolul este prezentat în competiţie cu Dumnezeu pentru sufletul lui Iov sau pentru sufletul omenirii în general. Dar, după dogmele ebraică şi creştină, diavolul este creatura lui Dumnezeu. Orice altă ipoteză ar duce la un dualism moral, asemănător cu zoroastrismul sau apropiat de manicheism, excrescenţa hibridă a unei combinaţii între zoroastrism şi creştinism.

Aşadar, dacă diavolul este o creatură a lui Dumnezeu, tema Cărţii lui Iov şi cea a *Paradisului Pierdut* reprezintă un joc între Dumnezeu şi o creatură a sa. La prima vedere, un asemenea joc pare a fi o competiţie neleală. Numai un nebun se poate lua la întrecere cu un Dumnezeu atotputernic, atotştiutor; or, după cîte se pare, diavolul are o isteţime excepţională. Orice răscoală a îngerilor rebeli este de la început sortită eşecului. Pentru a dovedi această afirmaţie nu este necesară o rebeliune satanică de proporţiile celei descrise de Lord Byron în poemul său *Manfred*. Pentru că, dacă fiinţa atotputernică trebuie să recurgă la bombardamentele cereşti ale tunetelor, înseamnă că nu este atotputernică ci doar foarte puternică, în acest caz lupta îngerilor s-ar fi putut termina cu victoria lui satana urcat pe tronul ceresc, Dumnezeu fiind aruncat în focul de veci.

[2] Capitol din Vechiul testament. — *N.T.*

[3] *Paradisul Pierdut,* celebră epopee, în douăsprezece cînturi, scrisă în versuri albe de John Milton, renumit poet englez (1608—1674). Tratează ideea din mitologia creştină privind izgonirea din paradis a lui Adam şi Eva. — *N.T.*

Deci, dacă nu ne pierdem în dogmele atotputerniciei și atotștiinței, conflictul dintre Dumnezeu și diavol este un conflict real, iar Dumnezeu nu este tocmai atotputernic în sensul absolut al cuvîntului. El este angajat într-un conflict cu creatura sa și nu este exclus să piardă bătălia. Și totuși, această creatură este creată prin voința lui și, după cîte se pare, întreaga sa posibilitate de acțiune derivă de la Dumnezeu și numai de la el. Poate oare intra Dumnezeu într-o competiție serioasă cu creatura sa? Oare un creator, *oricare* ar fi el, chiar un creator cu puteri mărginite, poate intra într-o competiție serioasă cu creația sa?

Inventatorul, constructorul unor mașini cu care poate să joace jocuri, și-a asumat rolul unui creator cu puteri mărginite, indiferent de natura mecanismului construit de el. Această afirmație este valabilă mai ales în cazul mașinilor care profită de experiență în perfecționarea jocului lor. După cum am spus mai sus, asemenea mașini există. Cum funcționează ele? Ce rezultate au dat?

În loc să funcționeze după schema teoriei lui von Neumann, ele acționează într-un mod mult mai apropiat de metoda jucătorului om. La fiecare fază, aceste mașini sînt supuse unor constrîngeri ce reduc numărul de posibilități ale mișcării următoare, obligîndu-le să adopte atitudinea impusă de regulile jocului. Una dintre aceste mișcări trebuie să fie aleasă conform criteriilor normative ale unui joc bun.

Aici, experiența jucătorului om furnizează mai multe soluții ce pot fi folosite în găsirea acestor criterii. În cazul jocului de șah sau al jocului de dame, în general, nu este bine să se piardă piese și de obicei este bine să se scoată din joc piesele adversarului. Jucătorul care-și păstrează mobilitatea și libertatea de alegere, ca și jucătorul care-și asigură dominația pe un

număr mare de careuri, are o situație mai bună decît adversarul său care a pierdut aceste avantaje.

Aceste criterii ale unui joc bun sînt valabile în tot timpul jocului; dar, există și alte criterii specifice unei anumite faze a jocului. Către sfîrșitul partidei, cînd au mai rămas puține piese pe tabla de șah, exercitarea unor presiuni tactice asupra adversarului pentru înfrîngerea definitivă este mult mai dificilă. La începutul jocului, piesele sînt așezate în așa fel încît ele să fie cît mai imobile și impotente — acesta este un factor mult mai important la șah, decît la jocul de dame — și pentru a le scoate din calea jucătorilor respectivi, fie în ofensivă, fie în defensivă, trebuie să desfășoare o serie de mișcări. Apoi, avînd în vedere marea varietate de piese de șah, în comparație cu jocul de dame, șahul oferă un număr mai mare de criterii speciale pentru un joc bun, criterii a căror impartanță a fost confirmată printr-o experiență seculară.

Aceste considerente pot fi combinate (fie aditiv, fie într-un mod mai complicat) spre a da un indice de calitate pentru mișcarea următoare a mașinii. Aici se procedează, în oarecare măsură, arbitrar. După aceea, mașina face comparație între indicii de calitate ai mișcărilor reglementare posibile și alege mișcarea cu indicele cel mai mare. Iată o modalitate de automatizare a mișcării ce urmează.

Această automatizare a mișcării următoare nu este, neapărat și nici nu este întotdeauna, o alegere optimă, ci o alegere oarecare, pe baza căreia mașina își poate continua jocul. Pentru a aprecia această metodă de automatizare a unui joc, trebuie să facem abstracție de toate imaginile mecanizării specifice a dispozitivelor tehnice folosite, ca și de aspectul fizic al omului, așa cum apare el la jucătorul obișnuit. Din fericire, acest

deziderat se realizează ușor, cu atît mai mult cu cît se practică în mod curent în jocul de șah prin corespondență.

La jocul de șah prin corespondență un jucător îi comunică celuilalt, prin poștă, mișcările făcute, așa încît singura legătură între cei doi jucători este un document scris. Chiar și în acest gen de joc, un jucător experimentat își formează foarte curînd o imagine a personalității adversarului său, adică a personalității lui de șahist. Își va da seama dacă adversarul său este pripit sau prudent; dacă poate fi păcălit ușor sau dacă este plin de subtilități; dacă descoperă șiretlicurile partenerului sau dacă poate fi iarăși și iarăși păcălit cu aceeași strategie elementară. Toate acestea se pot afla, repet, fără nici o altă comunicare în afară de mișcările jocului.

Din acest punct de vedere, jucătorul, fie el om sau mașină, dacă joacă pe baza unui simplu tabel de indici de calitate, stabilit o dată pentru totdeauna și imuabil, va da impresia unui șahist cu personalitate bine conturată. De îndată ce adversarul i-a descoperit punctele slabe, ele sînt valabile în tot timpul jocului. Dacă o stratagemă a fost bună, ea va fi întotdeauna utilizabilă împotriva lui. Pentru stabilirea acestei tehnici nu se cere un număr prea mare de partide.

Cele de mai sus se referă la jucătorul mecanizat care nu învață. Totuși, nimic nu-l împiedică pe jucătorul mecanizat să joace într-un mod mai inteligent. În acest scop nu i se cere decît să țină evidența partidelor și jocurilor anterioare. Astfel, la sfîrșitul fiecărei partide sau secvențe de partide de un anumit fel, mecanismul său este reglat în vederea unei utilizări cu totul diferite.

La elaborarea indicelui de calitate se introduc anu-

mite constante alese după diferite criterii. Importanța relativă a constantei de comandă, a constantei de mobilitate și a constantei numărului de piese ar fi putut fi 10 : 3 : 2, în loc de 9 : 4 : 4. Noua misiune a mașinii de reglare este să analizeze partidele jucate, ținînd seama de rezultatele obținute, și să elaboreze un indice de calitate nu al jocurilor efectuate, ci al criteriilor alese pentru aprecierea acestor jocuri.

Astfel, indicele de calitate este mereu reevaluat, așa încît configurațiile ce se întîlnesc mai ales în jocurile cîștigătoare să aibă un indice mai mare, iar cele întîlnite cu precădere în jocurile pierzătoare să aibă un indice de calitate mai mic. Jocul va continua cu acest nou indice de calitate ce poate fi stabilit în mai multe feluri, diferind doar în detalii. Drept rezultat, mașina care joacă se va transforma mereu într-o altă mașină, conform desfășurării ultimului joc. Aici, experiența și succesul atît ale mașinii cît și ale adversarului său, omul, vor avea un rol bine definit.

Cînd jucăm împotriva unei astfel de mașini, care absoarbe o parte a personalității sale de jucător din personalitatea adversarului, ne vom afla în fața unui mecanism a cărui personalitate de jucător nu este absolut rigidă. Adversarul va observa că stratagemele reușite în trecut nu-i mai aduc succese în viitor. Mașina poate dobîndi o stranie subtilitate.

Se poate spune că toată această neașteptată inteligență a mașinii a fost creată de proiectantul și programatorul ei. Într-o privință așa este, dar nu se poate susține fără rezervă că toate noile deprinderi ale mașinii au fost în detaliu prevăzute de constructorul ei. Dacă lucrurile ar sta astfel, omului nu i-ar fi greu să-și domine propria creație. Dar, istoricul mașinii lui Samuel arată contrariul.

De fapt, după ce a funcționat circa o zi, vreme destul de îndelungată mașina lui Samuel nu s-a mai lăsat dominată de creatorul ei. Totuși, după cum mărturisește Samuel, la început el nu era expert în jocul de dame, dar după oarecare practică și învățătură a putut cîștiga partida jucată cu propria-i creație. Nu trebuie însă trecut cu vederea faptul că a existat o vreme cînd mașina era permanent cîștigătoare. Cîștiga și învățase să cîștige; iar metoda ei de a învăța nu se deosebea, în principiu, de aceea a omului care învață jocul de dame.

Adevărul este că, în ceea ce privește tacticile de joc, posibilitățile de alegere ale mașinii sînt, desigur, mai reduse decît acelea ale omului, dar nu este mai puțin adevărat că nici omul nu are la dispoziție un număr nelimitat de tactici. Alegerea jucătorului om este mărginită numai de limitele inteligenței și imaginației sale; dar acestea sînt impedimente reale și foarte importante, iar natura lor, în esență, nu diferă de limitările mașinii.

Așadar mașina pentru jocul de dame joacă un joc destul de bun dacă studiază mai atent ultima partidă, dobîndind ceva mai multă dibăcie pentru aplicarea „loviturii de grație" și apropiindu-se de măiestria unui campion al acestui joc. Astăzi competițiile în jocul de dame nu mai prezintă interes pentru că oamenii au ajuns să posede o tehnică de rutină; dar s-ar fi putut spune că mașina specializată în jocul de dame a distrus importanța lui ca joc. De aceea, nu este de mirare că oamenii au început să se întrebe dacă nu cumva șahul va avea aceeași soartă; dar cînd se va produce oare această catastrofă?

Mașini jucătoare de șah sau mașini care să joace o bună parte dintr-o partidă de șah, există; dar, deocamdată ele au performanțe slabe. În cel mai bun caz, aces-

loa nu depășesc nivelul unei partide jucate de amatori fără pretenții, și foarte rar ating nivelul unor buni șahiști. Aceasta, pentru că șahul este mult mai complex decît jocul de dame, atît prin piesele și mișcările posibile, cît și prin marea varietate a tacticilor aplicabile în diferitele faze ale partidei. Întrucît pentru mecanizarea jocului de dame trebuie să se țină seama de considerente relativ puțin numeroase, iar tacticile din diferitele faze ale partidei nu variază prea mult, tehnica folosită în acest joc nu poate fi adaptată la șah.

Și totuși, părerea generală a prietenilor mei, aceia care sînt buni jucători de șah, este că zilele șahului, ca ocupație interesantă pentru oameni, sînt numărate. Ei cred că în zece pînă la douăzeci și cinci de ani, mașinile speciale pentru jocul de șah vor ajunge la o măiestrie atît de mare, încît, chiar dacă școala sovietică cu metodele ei cam mecanizate a favorizat supraviețuirea șahului vreme atît de îndelungată, va veni ziua cînd șahul nu va mai constitui o distracție pentru oameni.

Dar, oricum ar fi, vor rămîne multe alte jocuri care vor pune la încercare mintea inginerului constructor de mașini. Printre acestea este Go, jocul practicat în Orientul Îndepărtat, în care există șapte sau mai multe grade de măiestrie recunoscute. Și apoi, războiul și afacerile reprezintă conflictul de interese opuse, ce seamănă mult cu jocurile și, ca atare, pot fi formulate în așa fel încît să poată deveni partide cu reguli bine definite. De fapt, nu am motive să cred că nu s-ar putea ajunge la asemenea formule stabilite ca modele spre a determina politica ce ar duce la apăsarea Marelui Buton care ar putea incendia globul în vederea unor evenimente noi — și mai puțin supuse voinței omenești.

În general, mașina capabilă să joace un joc se poate folosi pentru îndeplinirea automată a oricărei

funcțiuni *dacă realizarea acestei funcțiuni este supusă unui criteriu de calitate obiectiv și bine definit.* La jocul de dame și șah indicele de calitate rezidă în cîștigarea partidei conform regulilor acceptate. Aceste reguli, cu totul diferite de criteriile optime ale unui joc *bun*, sînt simple și inexorabile. Nici un copil inteligent nu le poate pune la îndoială după ce a luat cunoștință de ele. Există, desigur, multe îndoieli asupra modului, cum se poate cîștiga o partidă; dar o dată cîștigată sau pierdută, nu mai rămîne nici o umbră de îndoială.

Condiția principală pentru ca un efort uman să poată fi interpretat ca o partidă de joc este posibilitatea stabilirii unor criterii obiectiv valabile pentru determinarea calitativă a performanței realizate prin efortul respectiv. În caz contrar, jocul devine lipsit de sens ca în cazul partidei de crochet din povestirea *Alice în țara minunilor*, unde mingile erau arici care se dezghemuiau, ciocanele erau flamingi, arcurile erau soldați de carton care umblau încoace și-ncolo pe cîmp, iar arbitrul era Regina Inimilor, care mereu schimba regulile jocului și-i trimitea pe jucători la călău ca să-i decapiteze. În asemenea împrejurări, nu se poate cîștiga și nu se poate învăța o tactică eficientă, pentru că nu există criterii de reușită.

Totuși, dacă criteriile obiective ale succesului au fost stabilite, jocul învățării poate fi jucat și este mult mai aproape de modul cum oamenii învață să joace diferitele jocuri decît de imaginea jocului dată în teoria lui von Neumann. Desigur, tehnica învățării jocului se va folosi în multe domenii ale efortului uman, domenii rămase încă în afara sferei de acțiune a acestui sistem. Dar, după cum vom vedea în cele ce urmează, stabilirea condițiilor rigide ale unei bune performanțe pune multe probleme.

III

Învățarea la care ne-am referit în cele de mai sus este învățarea efectuată de individ, proces ce se desfășoară în cursul vieții sale personale. Dar există un alt tip de învățare, de egală importanță: învățarea filogenetică, sau învățarea în cursul evoluției speciei. Una dintre formele acestui gen de învățare a fost descris de Darwin în teoria selecției naturale.

Baza selecției naturale rezidă în trei elemente. Primul este ereditatea, adică faptul că o anumită plantă sau un anumit animal dă o progenitură după chipul și asemănarea sa. Al doilea se bazează pe constatarea că această progenitură nu este cu totul aidoma, ci poate varia după condiții supuse, de asemenea, eredității. Aici este vorba despre variație și în nici un caz despre moștenirea caracteristicilor dobîndite, teorie foarte discutabilă. Al treilea element al evoluției, după Darwin, rezidă în faptul că nenumăratele posibilități de variație spontană sînt limitate sau ajustate prin diferența de viabilitate a diferitelor tipuri de variații, dintre care majoritatea tinde la reducerea probabilității de conti-

nuare a speciei, deși unele, foarte puține, contribuie la perpetuarea ei.

Supraviețuirea și transformarea speciei, adică evoluția, nu sînt fenomene simple, ci dimpotrivă, foarte complicate. Așa, bunăoară, există un tip foarte important de variație de ordin mai înalt: variația variabilității. După cum se știe, mecanismul eredității și al variației implică procese funcționale expuse în teoria lui Mendel și procese structurale descrise în fenomenul mitozei, adică dublarea și separarea genelor, agregarea lor în cromozomi, legătura dintre aceștia și celelalte procese aferente.

Dar, la baza acestor procese de o complexitate fantastică se află un fenomen foarte simplu, și anume: în prezența unui mediu nutritiv adecvat, format din acizi nucleici și aminoacizi, molecula dintr-o genă, formată la rîndul ei dintr-o combinație de specificitate foarte subtilă de aminoacizi și acizi nucleici, poate face ca mediul să se transforme în alte molecule, corespunzînd fie aceleiași gene, fie altor gene, cu variații relativ foarte mici față de ea. S-a crezut că acest proces este perfect analog cu cel prin care molecula unui virus, un gen de parazit molecular al unei gazde, avînd rolul unui mediu nutritiv, poate aduna în jurul său din țesuturile gazdei alte molecule ale aceluiași virus. Acest act al multiplicării moleculei, fie dintr-o genă, fie dintr-un virus, pare să reprezinte o fază avansată în analiza procesului vast și complicat al reproducerii.

Omul îl creează pe om după chipul și asemănarea sa. Acesta pare a fi ecoul sau prototipul actului de creație prin care se crede că Dumnezeu l-a făcut pe om după chipul și asemănarea lui. Se poate oare petrece ceva asemănător în cazul mai puțin complicat (și poate

mai ușor de conceput) al sistemelor lipsite de viață, pe care le numim mașini?

Ce este imaginea unei mașini? Oare această imagine, concretizată într-o mașină, poate da un tip mai general, fără o indentitate specifică și particulară, care să reproducă mașina inițială fie în mod absolut, fie într-o formă modificată ce ar putea fi construită ca o variație? Iar mașina nouă, varianta, poate avea rolul unui prototip, întocmai cum ea s-a născut din prototipul ei?

Scopul prezentului capitol este să răspundă la aceste întrebări, încercînd, desigur, să dea răspunsuri pozitive. Cele ce voi spune sau, mai bine zis, cele expuse de mine în termeni mai tehnici în altă parte[1] și ideile schițate aici sînt ceea ce matematicianul numește *teoremă de existență*. Voi descrie o metodă după care mașinile se pot reproduce. Nu vreau să spun însă că este unica metodă pentru înfăptuirea acestei reproduceri, nici nu susțin că reproducerea biologică se desfășoară în același mod, pentru că, desigur, procesul diferă. Totuși, oricît de mare este deosebirea între reproducerea mecanică și cea biologică, ele sînt procese paralele, cu rezultate similare, iar descrierea unuia poate aduce sugestii importante în studiul celuilalt[2].

Pentru a discuta în mod rațional problema unei mașini care construiește alta, după chipul și asemănarea ei, trebuie să precizăm noțiunea „imagine", adică ceea ce înseamnă „chip și asemănare". De la început trebuie să facem deosebirea între imagine și imagine.

[1] Norbert Wiener, *Cibernetica*, Editura Științifică, București, 1966.

[2] Pentru ca schema reproducerii genelor prin divizarea spiralei duble de ADN (acid dezoxiribonucleic) să fie completă, trebuie să aibă o dinamică adecvată

Pygmalion a sculptat statuia Galateei după chipul și asemănarea iubitei visate de el, dar după ce zeii i-au dăruit viață, ea a devenit imaginea mai reală a iubitei sale și n-a mai fost o imagine *picturală* ci o imagine *operativă*.

Un strung de copiat — care lucrează după un șablon — poate da imaginea unui model de pat de pușcă, ce poate fi folosit ca atare, dar aceasta numai pentru că rolul îndeplinit de patul de pușcă este foarte simplu. Pe de altă parte, un circuit electric poate îndeplini o funcție relativ complicată, iar imaginea lui, așa după cum este reprodusă de o presă de imprimat cu cerneală metalică poate funcționa ca circuitul pe care-l reprezintă. Aceste circuite imprimate sînt foarte apreciate în electrotehnica modernă.

Așadar, pe lîngă imagini picturale, putem obține și imagini operative. Aceste imagini operative, care îndeplinesc funcțiile originalului după care au fost reproduse, pot prezenta o similitudine picturală, după cum pot să nu semene cu originalul. Dar și într-un caz și în celălalt, ele pot înlocui originalul în acțiunea sa și aceasta este o similitudine mult mai profundă. De aceea, vom studia posibilitatea reproducerii mașinilor sub aspectul acestei similitudini operative.

Ce este o mașină? Dintr-un punct de vedere putem considera mașina ca un motor primordial, o sursă de energie. Dar în această carte nu vom porni de la acest aspect. Pentru noi mașina este un mecanism care transformă mesajele de intrare în mesaje de ieșire. Din acest punct de vedere mesajul este o secvență de cantități reprezentînd semnale din mesaj. Aceste cantități pot fi curenți sau potențiale electrice, dar nu se mărginesc numai la aceste forme, natura lor putînd fi

foarte variată. Și apoi, semnalele componente pot fi distribuite continuu sau discontinuu în timp. Mașina transformă un număr de asemenea mesaje de intrare într-un număr de mesaje de ieșire, și în orice moment, fiecare mesaj de ieșire depinde de mesajele de intrare pînă la acel moment. Inginerul, în limbaj tehnic, ar spune că mașina este un traductor cu intrări multiple și ieșiri multiple.

Majoritatea problemelor pe care le vom discuta aici nu diferă prea mult de cele ce se pun în cazul traductorilor cu un singur semnal de intrare și un singur semnal de ieșire. Inginerul ar putea crede că ne ocupăm de o problemă pe care o cunoaște foarte bine: problema clasică a circuitului electric, cu impedanța sau admitanța sa, sau cu funcția de transfer.

Și totuși, nu este tocmai așa. Impedanța și admitanța, și funcția de transfer sînt noțiuni ce pot fi folosite, cu un grad oarecare de precizie, numai în cazul circuitelor liniare, adică a circuitelor unde însumarea intrărilor în serie într-un timp dat corespunde cu suma ieșirilor respective. Aceasta este situația la rezistențele pure, la capacitanțele pure, la inductanțele pure și la circuitele formate exclusiv din aceste elemente conectate conform legii lui Kirchhoff. În aceste cazuri, intrarea adecvată pentru verificarea circuitului este un potențial de intrare cu oscilații sinusoidale a cărui frecvență poate varia și a cărui fază și amplitudine pot fi determinate. Ieșirea va fi, de asemnea, o succesiune de oscilații cu aceeași frecvență și, dacă o comparăm cu intrarea, sub aspectul amplitudinii și fazei, circuitul sau traductorul poate fi perfect caracterizat.

Dacă însă circuitul este neliniar, bunăoară, dacă cuprinde redresori, limitatori de tensiune, sau alte dispozitive similare, semnalul de intrare sinusoidal nu mai

reprezintă un semnal de intrare de verificare adecvat[3]. În acest caz, intrarea sinusoidală nu va produce în general o ieșire sinusoidală. Ba mai mult decît atîta, putem spune că, riguros vorbind, nu există circuite liniare, ci numai circuite mai mult sau mai puțin apropiate de liniaritate.

Intrarea de verificare pe care o alegem pentru analiza circuitelor neliniare — de altfel, ea poate fi folosită și în cazul circuitelor liniare — are un caracter statistic. Teoretic, spre deosebire de intrarea sinusoidală, ce trebuie variată pe întreaga gamă a frecvențelor, ea este un *ansamblu* statistic unic de intrări, care poate fi folosit pentru toți traductorii, și se cunoaște sub denumirea de zgomot alb. Generatoarele de zgomot alb sînt aparate binedefinite și pot fi comandate după cataloagele publicate de diferite firme producătoare de aparate electrice[4].

Informația de ieșire a unui traductor excitat de un mesaj de intrare dat, este un mesaj ce depinde deopotrivă de mesajul de intrare și de traductor ca atare. În condiții obișnuite traductorul este un nod de trans-

[3] În cele ce urmează, vom numi semnalul de intrare mai scurt: „intrare". — *N.T.*

[4] Voi încerca să explic aici ce este zgomotul alb în electricitate. Electricitatea nu este un fluid continuu, ci constă dintr-un flux de particule încărcate, fiecare cu aceeași sarcină. În general, ele nu curg la intervale fixe, ci au o distribuție întîmplătoare în timp, ce se suprapune peste fluctuațiile curgerii uniforme independente pentru intervale de timp disjuncte. Astfel se produce un zgomot cu spectru de frecvență uniform. Aceasta adeseori constituie un neajuns care limitează puterea liniei de transmitere a mesajului. Există, totuși, cazuri, ca cel de față, unde aceste perturbări sînt tocmai cele care sînt necesare și există în comerț aparate pentru producerea lor. Ele se cunosc sub denumirea de generatori de zgomot alb.

formare a mesajelor, iar elementul important este mesajul de ieșire, adică mesajul de intrare transformat. Există însă cazuri întîlnite mai ales atunci cînd mesajul de intrare poartă un minimum de informații, și cînd se poate spune că mesajul de ieșire este aproape în întregime produsul traductorului. Nu se poate concepe un mesaj de intrare care să conțină mai puține informații decît curentul întîmplător de electroni care formează zgomotul alb. Așadar, debitul unui traductor stimulat de un zgomot alb întîmplător poate fi conceput ca un mesaj produs de acțiunea traductorului.

Într-adevăr, acesta reprezintă acțiunea traductorului pentru orice mesaj de intrare posibil. Aceasta, datorită faptului că pe o perioadă de timp limitată, există o posibilitate limitată (destul de redusă) ca zgomotul alb să stimuleze orice mesaj posibil, cu orice grad de precizie finit. Astfel, statistica mesajelor provenite dintr-un traductor dat în condițiile unor mesaje de intrare cu zgomot alb statistic standardizat reprezintă imaginea operativă a traductorului, și deci, se poate concepe ca ele să fie folosite la reconstituirea unui traductor de eficiență egală, sub altă formă fizică. Ceea ce înseamnă că dacă știm cum anume un traductor va răspunde la aplicarea la intrare a unui zgomot alb, *ipso facto*, știm cum va răspunde la orice mesaj de intrare.

Traductorul—mașină, concepută ca instrument și ca mesaj, sugerează un gen de dualitate la care fizicienii țin atît de mult, și anume dualitatea ce decurge din caracterul de undă și particulă. Dar mai sugerează și alternanța biologică a generațiilor, exprimată atît de spiritual (nu știu dacă de Bernard Shaw sau de Samuel Butler) în butada: găina nu reprezintă decît modul în care un ou ouă un alt ou. Trematoda, care invadează ficatul ovinelor, nu este decît o altă fază a

unei specii de paraziți care infectează anumiți melci de baltă. Așadar, mașina poate genera un mesaj, iar mesajul poate genera o altă mașină.

Mai în glumă, mai în serios, eu am lansat ideea că se poate concepe ca o ființă omenească să fie transmisă pe calea telegrafului. Mărturisesc însă că ingeniozitatea mea este departe de a face față dificultăților implicate de acest fapt și că nu intenționez să sporesc grijile căilor ferate ridicînd în fața lor o nouă concurență din partea Societății Americane de Telegraf și Telefoane. Actualmente și, probabil, atîta vreme cît specia umană va dăinui, ideea nu este realizabilă, și totuși, ea poate fi concepută.

Dar, independent de dificultățile realizării acestei idei în cazul omului, ea poate fi perfect realizabilă în cazul mașinilor nu prea complexe construite de om. Mă refer la metoda prin care traductorii neliniari se pot reproduce. Mesajele, concretizînd funcțiunea unui traductor dat, vor concretiza nenumăratele realizări ale unui traductor cu imagine operativă identică. Printre acestea există cel puțin o concretizare cu structură mecanică de tip special, iar eu propun să reconstituim tocmai această concretizare din mesajul purtător al imaginii operative a mașinii.

Descriind concretizarea particulară aleasă pentru schema operativă a mașinii ce urmează să fie reprodusă, voi descrie și aspectul formal al schemei. Pentru ca această descriere să nu fie o simplă fantezie, ea ar trebui exprimată în termeni matematici, dar limbajul matematic nu poate fi înțeles de cititorul nespecialist căruia îi este destinată această carte. De aceea, sînt nevoit să renunț aici la precizie. Dar, întrucît am expus aceste idei în limbaj matematic[5], socot să mi-am

[5] Norbert Wiener, *Cibernetica.*

făcut datoria față de specialiști. Iar dacă mă opresc aici, înseamnă că nu-mi îndeplinesc datoria față de cititorii pentru care scriu această lucrare, dîndu-le impresia că am enunțat doar cîteva posibilități vagi, lipsite de conținut. Pe de altă parte însă, o expunere amănunțită a ideilor mele asupra acestei teme mi se pare cu desăvîrșire inutilă. De aceea, mă voi mărgini să parafrazez doar cît pot mai bine aspectul matematic legat de adevărata esență a problemei.

Chiar și în acest caz, mă tem că paginile ce urmează vor prezenta unele dificultăți. Cititorilor care vor să le evite, le recomand să sară peste această parte. Am scris-o numai pentru aceia a căror curiozitate este atît de vie, încît îi va îndupleca să parcurgă textul, în pofida prevenirilor mele.

IV

Așadar, cititorule, eu te-am prevenit în mod cinstit; orice obiecție la cele ce urmează este o armă ce se poate întoarce împotriva ta!

O mașină, bunăoară un traductor liniar, poate fi înmulțită la o constantă; iar două mașini se pot însuma. Reamintim că noi considerăm că semnalul de ieșire al unei mașini este un potențial electric, despre care presupunem că poate fi citit în gol dacă folosim aparatele moderne cunoscute sub denumirea de repetoare catodice. Cu ajutorul potențiometrelor și/sau transformatoarelor, informația de ieșire a unui traductor poate fi înmulțită la orice constantă pozitivă, sau negativă. Dacă avem două sau mai multe traductoare separate, putem însuma potențialele lor de ieșire pentru aceeași intrare, dacă le așezăm în serie; astfel obținem un mecanism complex al cărui debit la ieșire va fi egal cu suma ieșirilor părților sale componente, fiecare ieșire fiind înmulțită la un coeficient pozitiv sau negativ corespunzător.

Deci, putem introduce în analiza și sinteza mașinilor noțiunile binecunoscute de dezvoltări polinomiale și de serii. Acestea sînt noțiuni curente în cazul dezvoltărilor trigonometrice și al seriilor lui Fourier. Pentru a forma o asemenea serie nu ne trebuie decît un șir de traductoare competente, cu ajutorul cărora vom obține forma standard pentru realizarea și, deci, dublarea unei imagini operative.

O asemenea serie de mașini elementare pentru reprezentarea aproximativă a tuturor mașinilor cu un anumit grad de precizie există și sînt cunoscute. Explicația acestei afirmații în termeni matematici prezintă o operație destul de complicată, dar pentru matematicianul care, întîmplător, va citi aceste pagini, țin să spun că pentru orice mesaj de intrare aceste mecanisme dau produse ale polinoamelor lui Hermite cu coeficienții Laguerre din trecutul mesajului de intrare. Acest fapt este într-adevăr tot atît de specific și tot atît de complicat cît pare a fi la prima vedere.

Cum se pot procura aceste aparate? Cred că în momentul de față nu le putem găsi în magazinul nici unei firme de aparate electrice; totuși ele se pot construi conform unor specificații precise. Părțile lor componente vor fi pe de o parte rezistențe, capacitanțe și inductanțe, piese obișnuite la aparate liniare. Pentru a obține liniaritatea pe lîngă cele de mai sus, sînt necesari multiplicatori care admit două potențiale la intrare, dînd la ieșire un potențial egal cu produsul primelor două. Asemenea aparate se găsesc în comerț și chiar dacă sînt cam costisitoare, avînd în vedere numărul de aparate necesare, prin perfecționarea și dezvoltarea acestor produse, cu timpul prețul lor va scădea. În orice caz, cheltuiala este neînsemnată față de posibilitățile pe care construcția le oferă. Un ase-

menea aparat, extrem de interesant, care funcționează după principii piezoelectrice a fost construit în laboratorul profesorului Dennis Gabor[1] de la Colegiul Imperial de Știință și Tehnică. Utilizarea lui diferă în multe privințe de cea indicată de mine în cele de mai sus, dar servește și la analiza și sinteza mașinilor arbitrare.

Revenind la aparatele speciale despre care am vorbit, trebuie să spun că ele au trei proprietăți grație cărora se pretează la analiza și sinteza mașinilor generale. În primul rînd ele formează un agregat închis de mașini. Ceea ce înseamnă că dacă le combinăm cu coeficienți adecvați, putem obține aproximația oricărui tip de mașină. În al doilea rînd ele pot fi în așa fel proporționate, încît să aibă o funcționare normală, în sensul că pentru un impuls aleator cu putere statistică egală cu unitatea să dea la ieșire mesaje cu putere unitară statistică. Și, în al treilea rînd, ele sînt ortogonale. Aceasta înseamnă că dacă luăm două dintre ele, le aplicăm același zgomot alb standardizat la intrare, și multiplicăm semnalele lor de ieșire, produsul acestor ieșiri, luat ca medie statistică pe întreg domeniul zgomotului alb de la intrări, va fi egal cu zero.

În dezvoltarea unei mașini de această formă, analiza se face tot atît de lesne ca și sinteza. Să presupunem că avem o mașină de forma unei „cutii negre", adică o mașină care execută o operație stabilă, bine definită (și nu trece la oscilații spontane), dar are o structură internă inaccesibilă și necunoscută nouă. Să presupunem apoi că avem o „cutie albă", sau

[1] D. Gabor, *Electronic Inventions and their Impact on Civilization.* Prelegere Inaugurală, ținută la 3 martie 1959, la Imperial College of Science and Technology, Universitatea din Londra, Anglia.

o mașină a cărei structură o cunoaștem și știm că reprezintă unul din termenii de dezvoltare a „cutiei negre". Dacă bornele de intrare ale ambelor cutii sînt legate de același generator de zgomot alb iar bornele de ieșire sînt legate la un multiplicator care multiplică mesajele lor de ieșire, produsul lor calculat ca media întregii distribuții de zgomot alb a intrării lor comune va fi format din coeficienții cutiei albe în dezvoltarea cutiei negre, ca suma tuturor cutiilor albe, luate cu coeficienții corespunzători.

Se pare că acest lucru nu se poate realiza, deoarece ar presupune studiul sistemului pentru întreaga scară statistică a intrărilor de zgomot alb. Și totuși, există o circumstanță importantă care ne permite să evităm această dificultate. Există în fizica matematică o teoremă care, în anumite cazuri, ne permite să înlocuim media distribuțiilor cu media în timp, nu în fiecare caz izolat, ci într-o serie de cazuri cu probabilitatea egală cu 1. În cazul particular al zogomotului alb, se poate demonstra riguros că toate condițiile pentru valabilitatea acestei teoreme sînt îndeplinite. Așadar, media întregului ansamblu posibil de zgomot alb necesar pentru a obține coeficientul cutiei albe în construcția cutiei negre, poate fi înlocuită cu o medie de timp și astfel putem obține coeficientul cerut de probabilitatea 1. Deși aceasta din punct de vedere teoretic nu este o certitudine, în practică este echivalentă cu certitudinea.

Pentru aceasta trebuie să putem face media în timp a unui potențial. Din fericire, aparatele pentru obținerea unor asemenea medii de timp sînt bine cunoscute și ușor de procurat. Ele sînt formate numai din rezistențe, capacitanțe și dispozitive pentru măsurarea potențialelor. Astfel, tipul sistemului nostru poate fi uti-

lizat deopotrivă pentru analiza și pentru sinteza mașinilor. Dacă îl folosim pentru analiza mașinilor și după aceea folosim același aparat pentru sinteza unei mașini conform acestei analize, vom avea reproducerea imaginii operative a mașinii.

La prima vedere, s-ar părea că această operație implică o intervenție umană. Dar, mult mai ușor decît analiza și sinteza mașinii, se poate face ca citirile analizei să nu apară ca niște măsurări pe o scară, ci sub forma reglării mai multor potențiometre. Așadar, în măsura în care numărul termenilor disponibili și tehnica construcției de mașini ne permit, am izbutit ca o cutie neagră necunoscută nouă, să-și transfere schema de acțiune, prin propria-i funcționare, la o cutie albă complexă, inițial capabilă să preia *orice* schemă de acțiune. Aici ne aflăm în fața unui fenomen foarte asemănător cu cel ce se petrece în actul fundamental al reproducerii materiei vii. Și în cazul nostru un substrat, capabil să ia numeroase forme, în speță structuri moleculare, este constrîns să ia o formă particulară în prezența unei structuri — o moleculă — care posedă această formă.

Cînd am prezentat filozofilor și specialiștilor în biochimie această expunere despre sisteme ce se multiplică, toți mi-au replicat:

„Dar cele două procese sînt complet diferite! Orice analogie între ceea ce este viu și ceea ce este lipsit de viață este o argumentare superficială. Procesul multiplicării biologice este, desigur, cunoscut în toate amănuntele și nu are nimic comun cu procesul invocat de dumneata în legătură cu multiplicarea mașinilor.

Pe de o parte, mașinile sînt confecționate din fier și alamă, iar structura lor chimică mai fină n-are nimic comun cu funcțiile lor ca piese componente

ale unei mașini. Materia vie însă este vie pînă la cele mai fine părți ale ei, cum este molecula, elementul caracteristic al aceluiași gen de materie. Și apoi, multiplicarea materiei vii se produce printr-un proces a cărui schemă este bine cunoscută, în care acizii nucleici determină formarea lanțului de aminoacizi, iar acest lanț, la rîndul lui, este dublu, format dintr-o pereche de spirale complementare. Cînd acestea se separă, fiecare își strînge rezidurile moleculare necesare pentru a reconstitui spirala dublă a lanțului inițial".

Este limpede că procesul de reproducere a materiei vii diferă în detalii de procesul de reproducere a mașinilor, schițat în cele de mai sus. După cum arată Gabor în lucrarea menționată, există și alte modalități pentru ca o mașină să se reproducă; asemenea mașini sînt mult mai puțin rigide decît cea sugerată de mine și mai apropiate de fenomenul multiplicării materici vii. Materia vie are, desigur, o structură fină mult mai specifică pentru funcția și multiplicarea sa în comparație cu părțile componente ale unei mașini lipsite de viață. Această afirmație nu pare a fi tot atît de valabilă în cazul mașinilor mai noi care funcționează după principiile fizicii solidului.

După toate probabilitățile însă, nici sistemele vii nu au viață dincolo de nivelul moleculei. Ba mai mult decît atîta, admițînd toate diferențele existente între sistemele vii și cele mecanice obișnuite, nu se poate nega fără rezerve că sistemele de un tip pot lămuri în oarecare măsură sistemele de celălalt tip. Această observație este valabilă în cazul convertibilității reciproce a structurii spațiale și a celei funcționale pe de o parte și a mesajelor în timp pe de alta. Procesul reproducerii, așa cum este cunoscut azi, desigur nu reprezintă complet

desfășurarea acestui fenomen. Trebuie să existe o comunicație între moleculele genelor și reziduurile ce se găsesc în lichidul nutritiv, iar această comunicație trebuie să aibă o dinamică proprie. Orientarea fizicii moderne ne îndreptățește să credem că fenomene de natură radiantă oferă terenul pentru dinamica unei asemenea comunicații. De aceea, nu este corect să afirmăm categoric că procesele de reproducere a mașinilor nu au nimic comun cu reproducerea ființelor vii.

Oamenilor prudenți și conservatori enunțurile de acest fel li se par mai puțin riscate decît afirmațiile pripite în sprijinul analogiei. Totuși, pe cît este de periculoasă afirmația unei analogii bazate pe probe insuficiente, pe atît este de periculoasă respingerea ei fără dovada pertinentă a șubrezeniei ei. Onestitatea intelectuală nu este identică cu refuzul de a-ți asuma un risc intelectual, iar refuzul de a discuta o ipoteză nouă și tulburătoare nu implică o aleasă ținută etică.

De fapt, ideea că atît credința în creația lui Dumnezeu care l-a făcut pe om și pe animale, pe fiecare după soiul lor, cît și posibilitatea ca mașinile să se reproducă, fac parte din aceeași categorie de fenomene și *este* tulburătoare din punct de vedere afectiv, întocmai cum speculațiile lui Darwin asupra evoluției și originii omului au fost tulburătoare. Dacă comparația omului cu maimuța a fost ofensatoare pentru orgoliul uman, mi se pare o ofensă mult mai mare asemuirea lui cu o mașină. Fiecare sugestie de acest gen este condamnată, cum era cu veacuri în urmă păcatul vrăjitoriei.

Am vorbit despre ereditatea mașinii și evoluția după teoria lui Darwin bazată pe selecția naturală. Pentru ca genetica mașinii să fie baza unui gen de evoluție prin selecție naturală, ea trebuie explicată prin variație și transmiterea ereditară a variațiilor. Tipul

de genetică a mașinii sugerat de noi permite ambele situații. Variația apare sub forma lipsei de precizie în realizarea procesului de copiere pe care l-am discutat, în timp ce mașina copiată în exemplul cutiei albe constituie un prototip ce poate fi recopiat. De fapt, în timp ce la copierea inițială cu o singură fază, copia reprezintă aidoma imaginea operativă a originalului, dar forma exterioară nu este identică, în faza următoare a copierii se menține structura spațială, iar copia este identică și sub acest aspect.

Este limpede că în procesul de copiere, copia anterioară servește ca original, ceea ce înseamnă că variațiile în ereditate se păstrează, chiar dacă ele sînt supuse unor variații ulterioare.

V

Am spus că așa după cum în trecut păcatul vrăjitoriei era condamnat, mulți gînditori condamnă azi speculațiile ciberneticii moderne. Dar, nu trebuie să uităm că dacă, nu mai demult decît cu două sute de ani în urmă, un savant ar fi susținut că poate face mașini care să învețe anumite jocuri sau care se pot procrea, desigur ar fi fost îmbrăcat în „șanbenito", haina de sac purtată de victimele inchiziției și ar fi fost deferit organelor civile cu recomandarea ca să nu se facă vărsare de sînge. Așa se petreceau lucrurile dacă victima n-ar fi putut convinge pe vreun mare potentat că este în stare să transforme metalele nepreținoase în aur, așa cum rabinul Löw de la Praga a reușit să-l convingă pe împăratul Rudolf* că prin formulele sale magice a izbutit să insufle viață Golemului său de argilă. Chiar și astăzi, dacă un inventator ar putea dovedi unor fabricanți de mașini de calcul că magia sa le-ar putea

* A se vedea explicația din *Anexă.*

fi de folos, el ar putea face magie neagră pînă în ziua „judecății de apoi", fără ca cineva să-l ia în seamă.

Ce este vrăjitoria și pentru ce este ea considerată păcat și condamnată? Pentru ce ritualurile ridicole de magie neagră sînt privite cu atîta ostilitate?

Magia neagră trebuie explicată prin prisma omului drept-credincios, departe de orice erezie. Pentru ceilalți, ea nu este decît un ceremonial lipsit de sens și de decență. Cei ce o practică sînt mult mai credincioși decît s-ar părea la prima vedere. Elementul principal în magia neagră este dogma creștină consacrată, în virtutea căreia preotul realizează un adevărat miracol și, prin ritualul slujbei religioase, cuminecătura se transformă în sîngele și trupul lui Hristos.

Creștinul drept-credincios și vrăjitorul sînt deopotrivă de acord că, după ce miracolul sfințirii jertfei pentru cuminecătură s-a săvîrșit, elementele divine dintr-însa pot săvîrși și alte miracole. Dar, mai mult decît atîta, ei sînt de acord că miracolul transsubstanțiunii nu poate fi realizat decît de un preot hirotonisit după toate regulile cuvenite. De asemenea, ei recunosc faptul că preotul care a dobîndit astfel harul nu-și poate niciodată pierde puterea de a face acest miracol, iar dacă încearcă să-l înfăptuiască fără a fi îmbrăcat în odăjdiile reglementare, el va fi osîndit la chinurile iadului.

În asemenea condiții, nu e de mirare ca unui suflet de om, blestemat dar ingenios, să-i fi venit ideea de a intra în posesiunea cuminecăturii magice pentru a-i folosi puterea spre beneficiul său personal. Aici, și nu în cine știe ce orori diavolești, rezidă păcatul esențial al magiei negre. Forța magică a sfintei cuminecături este inițial bună, dar utilizarea ei în alte sco-

puri decît pentru preamărirea lui Dumnezeu este un păcat de moarte.

Acesta este păcatul atribuit în Biblie[1] lui Simon vrăjitorul, care le-a oferit apostolilor bani în schimbul puterilor miraculoase ale creștinilor. Îmi pot închipui cît de uluit și supărat a fost bietul om aflînd că aceste puteri nu erau de vînzare și că apostolul Petru* a refuzat o afacere care lui Simon i se părea cinstită, dreaptă și rentabilă. Iată o atitudine binecunoscută multor inventatori care au refuzat să-și vîndă invenția, în ciuda condițiilor foarte avantajoase oferite de cîte un magnat al industriei moderne.

Dar, oricum ar sta lucrurile, pentru dogma creștină, simonia, adică cumpărarea și vînzarea serviciilor bisericii și a puterilor supranaturale implicate în ceremonialul lor, este păcat. Dante o enumeră printre cele mai mari păcate și așază în fundul iadului pe unii dintre cei mai de seamă practicieni ai simoniei din vremea lui. Și totuși, simonia a fost un păcat foarte răspîndit în rîndurile clerului înalt din lumea în care a trăit Dante și, de bună seamă, a dispărut în lumea mai rațională și rațională din ziua de azi.

A dispărut! A dispărut. Oare a dispărut? Poate că puterile acestei ere a mașinilor nu sînt chiar supranaturale: dar trebuie să recunoaștem cel puțin că depășesc posibilitățile naturale ale omului de rînd. Poate că azi nu ne simțim datori să închinăm aceste mari puteri preamăririi lui Dumnezeu, dar totuși nu se cuvine să le folosim în scopuri deșarte sau egoiste. Există un păcat ce rezidă în folosirea magiei inerente

[1] Noul testament, **Faptele apostolilor, cap. 8.**

* A se vedea explicația din *Anexă*, la ***Simonie.***

automatizării moderne în scopuri personale sau pentru dezlănțuirea groazei apocaliptice a războiului nuclear. Dacă vrem să-i dăm un nume, să-i zicem simonie sau vrăjitorie.

Pentru că, indiferent dacă credem sau nu în Dumnezeu și în preamărirea lui, sînt fapte care nu ne sînt îngăduite. Spre deosebire de cel ce a fost Adolf Hitler, noi n-am ajuns încă la culmile acelei indiferențe morale mai presus de Bine și Rău. Și, atîta vreme cît mai avem o urmă de discernămînt etic, utilizarea unor forțe mari în scopuri josnice va reprezenta echivalentul moral perfect al vrăjitoriei și simoniei.

Atîta vreme cît se pot construi automate, fie în teorie, fie efectiv din metal, studiul construcției și teoriei lor este o stare îndreptățită a curiozității omenești, iar inteligența umană este zădărnicită dacă i se limitează curiozitatea. Există însă aspecte ale mobilelor ce duc la automatizare care depășesc limitele unei curiozități justificate și sînt cu păcat. Pe acestea le voi exemplifica prin tipul particular al inginerului sau organizatorului de întreprindere care are *cultul mecanismelor*.

Cunosc prea bine acest gen de oameni în lumea în care trăiesc, dominată de sloganurile întreprinderii libere și economiei bazate pe profit. Ei pot exista și există și în lumea cu totul altfel decît a noastră, unde domină dictatura Proletariatului, marxismul și comunismul. Puterea, și goana după putere, din păcate, sînt realități ce se pot învălui în diferite veșminte. Printre marii preoți devotați puterii sînt mulți care privesc cu neliniște faptul că puterea omenească este mărginită, mai ales faptul că aceste limitări au la bază instabilitatea și incertitudinea oamenilor. Tipul conducătorului de acest fel poate fi identificat după colaboratorii pe care și-i alege: blajini, fără personalitate, complet

supuși și de aceea, aproape întotdeauna, ei nu sînt în stare să facă nimic de îndată ce funcția lor de organe de acțiune a creierului șefului lor încetează. Sînt capabili de acțiuni mari, dar n-au inițiativă, sînt șambelanii haremului de idei pe care le întreține sultanul.

Printre argumentele pe care adoratorii mecanismelor le invocă în sprijinul cultului lor pentru mașinile care nu cunosc limite omenești în viteză și precizie, mai există unul ce cu greu se poate determina în cazuri concrete, dar care totuși trebuie să aibă un rol precumpănitor. Este dorința de a scăpa de răspunderea personală în cazul unei hotărîri periculoase sau dezastruoase, punînd răspunderea fie pe seama întîmplării, fie pe seama șefilor sau a conducerii politice care nu se lasă discutată, sau a unui dispozitiv mecanic ce nu poate fi perfect înțeles, dar se presupune a avea obiectivitate. Așa se explică purtarea naufragiaților sleiți de puteri, ce trag la sorți pentru a decide care dintre ei să fie primul mîncat de ceilalți. Astfel a încercat să se apere cu abilitate defunctul Eichmann. Așa se explică pentru ce unui pluton de execuție i se dau printre cartușele bune și cîteva cartușe oarbe. Tot astfel va încerca, desigur, să-și salveze conștiința și slujbașul care va apăsa butonul în viitorul (și ultimul) război atomic, indiferent de tabăra din care face parte. Dar acesta este un vechi truc folosit în magie... un truc plin de consecințe tragice: jurămîntul de a sacrifica pe prima creatură vie întoarsă dintr-o expediție periculoasă.

Cînd un asemenea stăpîn își dă seama că unele dintre funcțiile umane ale sclavilor săi pot fi încredințate mașinilor, este încîntat. În cele din urmă el constată chiar că noul său supus este eficient, ascultă-

tor, fără surprize în munca prestată, fără murmur, iute și fără nici o pretenție să i se dea considerație.

Asemenea supuși sînt prezentați în piesa *R.U.R.* a lui Čapek. Sclavul din Lampă n-are nici o pretenție. Nu cere o zi liberă pe săptămînă și nici un aparat de televiziune în aripa unde locuiesc servitorii. De fapt, nu cere nici un fel de locuință, ci apare orișiunde, dacă cineva freacă Lampa. Cînd idealurile urmărite de om sau pînzele bărcii sale plutesc contrar vîntului moralității, sclavul său nu-l va reproba niciodată, nici măcar cu o privire întrebătoare. Acum, sînteți liberi să vă cîrmuiți viața în voia destinului!

Acest tip de conducător reprezintă pe vrăjitor în adevăratul înțeles al cuvîntului. Împotriva acestui gen de vrăjitor se ridică nu numai doctrinele religioase, ci și bunul simț omenesc acumulat în cursul veacurilor din legende, mituri și din operele scrise de literații conștienți. Totul pledează în favoarea tezei că vrăjitoria nu este numai un păcat ce duce la iad, ci chiar o primejdie pentru viața făptuitorului. Este o sabie cu două tăișuri care mai devreme sau mai tîrziu va tăia în carne vie.

Povestea *Pescarul și Djini*, din *O mie și una de nopți*, este foarte nimerită în acest context. Un pescar, aruncîndu-și năvodul la țărmul Palestinei, scoate din apă un vas de lut sigilat cu sigiliul lui Solomon. Rupe sigiliul, din vas iese fum și ia forma unui djini **uriaș.** Făptura îi spune că el este unul dintre răzvrătiții duși la închisoare de marele rege Solomon; că în primul moment s-a gîndit să-l răsplătească cu putere și bogăție pe cel care-l va elibera, dar că, în cursul veacurilor, a hotărît să-l ucidă pe primul muritor pe care-l va întîlni, mai ales pe cel care îi va dărui libertatea.

Spre norocul lui, pescarul pare să fi fost om istet, cu darul lingușirii. Bazîndu-se pe orgoliul djinului, îl convinge să-i arate cum de o făptură atît de mare a putut fi închisă într-un vas atît de mic, și djinul intră din nou în oală. Pescarul închise capacul, îi lipi gura și aruncă vasul în mare, felicitîndu-se că a scăpat dintr-o asemenea primejdie și trăi mai departe fericit.

În alte povești eroul principal nu se întîlnește așa din întîmplare cu forțele magice, ci ajunge mai aproape de catastrofă sau este chiar victima lor. În poemul lui Goethe, *Ucenicul Vrăjitor*, tînărul factotum care curăța veșmintele magice ale stăpînului său, mătura pe jos și cără apă, rămîne o dată singur acasă. Deși primise poruncă să umple butoiul cu apă, avea vreme să tîndălească, acea libertate care este mama tuturor invențiilor. (În aceeași situație se afla băiatul care îngrijea de motorul lui Newcomen și, așa, din întîmplare, atinse sfoara supapei pe care trebuia să o tragă la capul de cruce dînd astfel ideea mecanismului de supape automat.) Tînărul ucenic, reamintindu-și cîteva formule magice auzite de la stăpînul său, îi poruncește măturii să care apă. Mătura îndeplini porunca prompt și conștiincios. Cînd butoiul se umplu și apa începu să se reverse, băiatul își dădu seama că nu știe vorbele rostite de magician pentru a pune mătura la locul ei. Băiatul era cît p-aci să fie înecat, cînd magicianul se întoarse acasă, spuse formula magică și îi trase ucenicului o strașnică și binemeritată ocară.

Și aici catastrofa finală este evitată printr-un *deus ex machina*. Un scriitor englez de la începutul secolului nostru, W. W. Jacobs, a dezvoltat acest principiu pînă la ultima sa concluzie logică în povestirea inti-

tulată *Laba Maimuței*[2], una din bucățile clasice ale literaturii de groază.

În această povestire, o familie de muncitori englezi cinează în bucătărie. Feciorul pleacă la fabrică la lucru, iar părinții bătrîni ascultă poveștile istorisite de musafirul lor, un sergent major întors din serviciul militar pe care îl făcuse în India. Vorbindu-le despre magia indienilor, le arată laba uscată a unei maimuțe, un talisman vrăjit de un sfînt indian așa încît are puterea de a împlini cîte trei dorințe exprimate de trei proprietari succesivi ai talismanului. Și voia să le arate că este o nebunie să încerci să scapi de soartă.

Le spuse că nu cunoștea primele două dorințe ale primului proprietar, dar că în ultima a cerut moartea. El era al doilea proprietar, dar pățaniile lui au fost prea cumplite pentru a le povesti. Tocmai cînd întinse mîna să arunce laba în văpaia focului, gazda îl opri și, în ciuda stăruințelor sergentului major, ceru să i se dea suma de 200 lire sterline.

Curînd după aceea bate cineva la ușă și intră un domn foarte solemn din partea societății unde lucra fiul său. Cu toate menajamentele posibile le spuse că fiul lor a murit într-un accident la uzină și că fără a se considera răspunzător de accidentul de muncă, societatea ia parte la durerea familiei și le oferă suma de 200 lire ca o ușurare.

Părinții erau înnebuniți, dar mamei îi veni ideea să ceară întoarcerea fiului lor. Afară se făcuse întuneric, vîntul sufla năprasnic. Iarăși se aud bătăi în ușă. Părinții recunoscură bătăile fiului lor care intră, dar

[2] W. W. Jacobs, *The Monkey's Paw*, în volumul *The Lady of the Barge*, Ed. Dodd, Mead and Company; apărută și în volumul *Modern Short Stories*, Ashmun, Margaret, Ed. The Macmillan Co., New York, 1915.

nu în carne și oase. Povestea se termină cu a treia dorință: să plece spiritul fiului din casă.

Tema principală a acestor povești este primejdia magiei. Se pare că esența problemei rezidă în faptul că magia acționează în mod foarte special, în sens literal riguros; adică dacă îi împlinește omului dorința, i-o împlinește dîndu-i exact ceea ce a cerut, nu ce ar fi vrut să aibă sau ceea ce ar fi dorit. Dacă cineva cere 200 de lire sterline și nu precizează că nu vrea să aibă această sumă cu prețul vieții fiului său, va primi cele 200 de lire, dar nu se știe dacă fiul său va rămîne în viață sau va muri.

Magia automatizării și în special magia unei automatizări în care mecanismele învață pot avea aceeași gîndire strict literală. Dacă vrem să jucăm un joc conform anumitor reguli și reglăm mașina așa încît să joace pentru victorie, nu putem obține decît înfrîngerea adversarului, dar mașina nu va ține seama de nici un alt considerent în afară de victorie conform regulilor stabilite. Dacă se joacă o partidă de război unde victoria este interpretată într-un sens convențional, victoria va fi urmărită cu orice preț, chiar exterminînd tabăra inițiatorului, dacă condiția ca aceasta să supraviețuiască nu este prevăzută explicit în definiția victoriei din regulile după care se programează mașina.

Acesta este mai mult decît un paradox verbal inocent. Eu, desigur, nu am nici o informație pentru a contrazice presupunerea că Rusia și Statele Unite, amîndouă sau una din ele, cochetează cu ideea de a folosi mașini capabile să învețe, așa încît mașinile să hotărască momentul în care trebuie apăsat butonul bombei atomice, *ultima ratio* a lumii în care trăim.

Ani și ani de-a rîndul toate armatele au jucat partide de război, iar aceste partide au fost întotdeauna în

întîrziere față de cerințele momentului. S-a spus că în fiecare război generalii buni au dus ultimul, iar cei răi au dus penultimul război. Ceea ce înseamnă că regulile jocului de război niciodată nu sînt puse la punct față de situația reală.

Această afirmație a fost întotdeauna valabilă, deși în perioade cu războaie de lungă durată, a existat de obicei un corp de războinici călîți care s-au luptat în condiții ce n-au variat prea repede. Acești lucrători experimentați sînt singurii „experți" în adevăratul sens al cuvîntului. În momentul de față nu există experți în războiul atomic; nu există oameni care să fi trăit un conflict în care ambele tabere să fi dispus de arme atomice și să le fi folosit. Distrugerea orașelor noastre, demoralizarea popoarelor noastre, foametea și boala, ca și distrugerile secundare (care pot fi mult mai grave decît numărul morților în urma exploziei și a deșeurilor imediate) în cazul unui război atomic se cunosc numai ipotetic.

De aceea, cei ce-și închipuie că în cazul acestui nou tip de catastrofă națiunea lor va avea foarte puțin de suferit din cauza efectelor secundare și are șanse mari de supraviețuire pot și, desigur, se îmbracă cu mîndrul veșmînt al patriotismului. Dacă războiul prin el însuși înseamnă autodistrugere, iar operațiile militare și-au pierdut orice sens, armata și marina, la rîndul lor, nu-și mai au rostul, iar bieții generali și amirali leali vor fi dați afară din slujbă. Societățile fabricante de proiectile nu vor mai avea la dispoziție piața ideală în care toate produsele lor pot fi folosite o singură dată și nu se păstrează pentru a face concurență mărfurilor ce urmează să fie fabricate. Clerul și-ar pierde entuziasmul și exaltarea demne de o cruciadă. În concluzie, cînd există un joc de război care să programeze o asemenea campanie, mulți vor fi cei ce nu se gîndesc

la consecințe și vor cere cele 200 de lire, dar vor uita să spună că nu vor să-și sacrifice fiul.

Întotdeauna este posibil să cerem un lucru, altul decît cel pe care-l dorim cu adevărat; această posibilitate este mai gravă atunci cînd procesul prin care ni se împlinește dorința este indirect, iar măsura în care dorința ne-a fost împlinită nu este lămurită decît la sfîrșitul procesului. De obicei, dacă dorințele ni se împlinesc, ele se realizează printr-un proces de reacție, unde măsura împlinirii țelurilor intermediare se obține prin comparație cu ceea ce am anticipat. În acest proces reacția trece prin noi și putem da înapoi înainte de a fi prea tîrziu. Dacă însă, mecanismul de reacție intră în construcția unei mașini ce nu poate fi controlată decît după ce scopul final a fost atins, posibilitățile unei catastrofe sînt uriașe. Nu mi-ar plăcea de fel să fac prima încercare a unui automobil reglat prin mecanisme fotoelectrice de reacție, dacă n-ar exista pe undeva o manetă cu ajutorul căreia aș putea prelua comanda în cazul cînd m-aș vedea intrînd de-a dreptul într-un copac.

Oamenii încîntați de mașini adeseori au iluzia că într-o lume cu un înalt grad de automatizare ingeniozitatea omenească va fi mai puțin solicitată decît în ziua de azi și astfel vor scăpa de problemele dificile, așa cum s-ar fi întîmplat cu un sclav roman care, fiind în același timp filozof grec, ar fi gîndit în locul stăpînului său. Dar această idee este desigur greșită. Un mecanism orientat spre un scop nu va urmări cu orice preț țelurile *noastre*, decît dacă îl vom construi anume în acest scop, iar în proiectarea lui trebuie să prevedem toate etapele procesului pentru care a fost construit; nu este îngăduit să privim în perspectivă numai pînă într-un anumit punct, cu speranța că vom putea

merge mai departe cu analiza în momentul cînd apar noi dificultăți. Sancțiunile inerente erorilor de prevedere, deși sînt destul de mari acum, vor crește enorm cînd automatizarea va fi folosită din plin.

Actualmente este la modă teoria că s-ar putea evita unele pericole, mai ales cele asociate cu războiul atomic, grație așanumitelor dispozitive care *nu dau greș*. La baza acestei ipoteze se află ideea că chiar dacă un aparat nu funcționează perfect, modalitățile defecțiunilor sale pot fi dirijate în așa fel încît să fie inofensive. Spre exemplu, dacă se rupe o pompă, este mult mai bine să se rupă după ce-și elimină apa, în loc să explodeze sub presiune. În fața unui pericol particular și cunoscut tehnica mecanismelor care nu dau greș este justificată și utilă. Dacă, de pildă pericolul este îndepărtat, dar radical pentru speța umană, implicînd exterminarea ei, numai un studiu foarte serios al societății îl va dezvălui ca pericol înainte ca să fim victimele lui. Contingențele primejdioase de acest gen nu sînt prevăzute cu o etichetă deslușită. Astfel, tehnica care nu dă greș, chiar dacă este necesară pentru a evita o catastrofă umană, cu siguranță nu poate fi socotită ca o măsură de precauțiune suficientă.

Pe măsură ce tehnica izbutește să construiască mașini din ce în ce mai perfecționate pentru a îndeplini funcții umane, ea trebuie să se deprindă să formuleze, din ce în ce mai bine, țeluri umane. În trecut, viziunea parțială sau necorespunzătoare a scopurilor urmărite de om era relativ inofensivă, pentru că realizările tehnice erau limitate, iar executarea operațiilor care implicau o justă apreciere a țelurilor umane era dificilă. Acesta este unul dintre nenumăratele cazuri în care neputința omenească a fost o pavăză în fața forțelor distructive ale nebuniei oamenilor.

Cu alte cuvinte, deși în trecut multe primejdii s-au abătut asupra omenirii, ea le-a putut face față mai ușor, pentru că, adeseori, pericolul venea numai dintr-o singură parte. Cînd marea amenințare e foametea, sporirea producției de produse alimentare poate înlătura primejdia. Pe vremea cînd mortalitatea era mare (mai ales mortalitatea infantilă era ridicată) și medicina era foarte puțin eficientă, viața individului avea o valoare deosebită; de aceea oamenii se puteau înmulți în voie. Presiunea exercitată însă de amenințarea foametei era ca presiunea gravitației, la care, prin firea lucrurilor, se adaptează mușchii, oasele și tendoanele omului.

Modificarea survenită în tensiunile vieții moderne, determinată deopotrivă de apariția unor eforturi noi și dispariția celor vechi, este foarte asemănătoare cu noile probleme ale zborurilor cosmice. În starea de imponderabilitate creată într-un vehicul spațial, forța constantă pe o singură direcție, pe care omul contează atît de mult în viața cotidiană, nu mai există. Cosmonautul dintr-un asemenea vehicul trebuie să se țină de niște manete, să agite flacoanele cu alimente și băutură înainte de a le consuma, trebuie să țină seama de diferite auxiliare direcționale pentru a ști în ce poziție se află și, deși se pare că sub aspect fiziologic starea lui nu este prea mult afectată, el nu se simte la largul lui. Așadar, gravitația este, aproape în egală măsură, aliatul și adversarul nostru.

Întocmai după cum atunci cînd nu e foamete supraproducția de alimente, lipsa de planificare, risipa și belșugul devin probleme serioase, progresele medicinei contribuie la suprapopulație, care, azi, devine cel mai mare pericol al omenirii. Vechile principii pe baza cărora oamenii au trăit atîta vreme ca de pildă „un

ban economisit este un ban cîștigat", nu mai sînt valabile fără rezerve.

Într-o seară am luat masa cu un grup de medici; vorbeau fără reticențe și erau destul de stăpîni pe sine pentru a nu risca să spună lucruri compromițătoare. Astfel începură a vorbi despre posibilitatea unui atac radical împotriva bolii cunoscute sub denumirea de „bătrînețe". După părerea lor, medicina poate porni la luptă împotriva acestei boli, și s-ar putea ca într-un viitor nu prea îndepărtat, moartea inevitabilă să fie amînată la o dată nedefinită, devenind un accident, cum pare a fi la sequoia[3] și la unii pești.

Nu vreau să spun că această perspectivă este o certitudine (și sînt convins că nici ei nu aveau pretenția că susțineau un adevăr indiscutabil), dar prestigiul persoanelor de față — printre ei se află și un laureat al premiului Nobel — era prea mare pentru a-mi permite să resping, fără ezitare, această ipoteză. Oricît de plăcută ar părea la prima vedere, în realitate această perspectivă este înspăimîntătoare și, în primul rînd, pentru medici. Pentru că un singur lucru este limpede: omenirea, ca atare, n-ar putea supraviețui dacă se prelungesc nedefinit toate viețile ce se nasc. Aceasta pe de o parte pentru că proporția oamenilor dependenți va depăși mult pe aceea a celor ce trebuie să-i întrețină, iar omenirea ar fi atît de grevată de datorii față de oamenii din trecut, încît ar fi cu desăvîrșire nepregătită pentru a face față problemelor noi ale viitorului.

Este de neconceput ca toate viețile să fie prelungite fără nici o discriminare. Dar dacă există posibili-

[3] Sequoia, gen de conifer ce crește în California și ajunge la înălțimea de 130 m.

tatea unei prelungiri nedefinite, pentru medici se naște o problemă morală: hotărîrea de a pune capăt unei vieți, sau refuzul de a o prelungi. Ce va deveni, în acest caz, prestigiul tradițional al profesiunii medicale, preoții luptei împotriva morții și slujitorii milei? Eu îndrăznesc să afirm că există și în prezent cazuri cînd medicii fac uz de această misiune a lor și hotărăsc să nu prelungească o viață inutilă și chinuită. Cred că adeseori refuză să taie cordonul ombilical al unui monstru; sau cînd un bătrîn, suferind de un cancer inoperabil, este victima acelui „prieten al bătrînilor", pneumonia hipostatică, ei îi vor dărui moartea mai ușoară și nu-l vor lăsa să-și dea obolul pînă la ultima fărîmă de suferință la care-l condamnă supraviețuirea. De cele mai multe ori acest **lucru** se petrece pe tăcute și cu discreție; și numai cînd vreun nerod se trezește vorbind, încep să vuiească tribunalele și jurnalele despre „euthanasie".

Dar ce se va întîmpla atunci cînd aceste decizii nu vor fi rare și trecute sub tăcere, ci se vor impune nu în cîteva cazuri speciale, ci aproape în fața fiecărei morți? Ce se va întîmpla atunci cînd pentru fiecare bolnav medicul nu va fi numai salvatorul său, ci și omul care-i aplică pedeapsa capitală? Oare va putea supraviețui medicul acestei sarcini de a alege între bine și rău? Dar oare însăși omenirea va putea suporta această nouă rînduială?

Este relativ ușor să promovezi binele și să combați răul, cînd răul și binele stau față-n față pe două linii bine definite și cînd cei de pe cealaltă parte sînt dușmanii noștri netăgăduiți, iar cei din tabăra noastră ne sînt aliați de încredere. Dar ce se va întîmpla cînd, de fiecare dată și în fiecare situație, trebuie să ne întrebăm unde ne stau prietenii și unde ne sînt duș-

manii? Sau, ceea ce este și mai grav, ce se va întîmpla cînd hotărîrea este încredințată unei forțe magice implacabile sau unei mașini ce nu se lasă înduplecată, căreia să-i punem întrebările, fără a înțelege cu adevărat operațiile procesului prin care ea elaborează răspunsul? Putem, oare, avea încredere în acțiunea labei de maimuță căreia i-am cerut în dar suma de 200 de lire sterline?

Nu! Viitorul nu dă prea multe speranțe celor ce cred că, mașinile, noii noștri sclavi, ne vor oferi o lume în care nu mai trebuie să gîndim. Ele ne vor putea ajuta, dar cu prețul unor sacrificii supreme din cinstea și inteligența noastră. Lumea viitorului va însemna o luptă din ce în ce mai acerbă împotriva limitărilor inteligenței umane și nu un hamac comod în care să ne legănăm și să fim serviți de sclavii noștri roboți.

VI

Așadar, una dintre marile probleme ale viitorului este relația dintre om și mașină și funcțiile ce urmează a fi atribuite acestor doi factori. La prima vedere, mașina prezintă cîteva avantaje evidente. Are o acțiune mai rapidă și mai uniformă, sau cel puțin poate avea aceste proprietăți, dacă este bine proiectată și construită. Un calculator digital poate îndeplini într-o zi munca de un an a unui întreg colectiv de calculatori și va executa această muncă cu minimum de erori.

Pe de altă parte însă, omul prezintă cîteva avantaje care nu sînt lipsite de importanță. În afară de faptul că pentru un om cu bun simț țelurile umane sînt de importanță capitală în relațiile dintre om și mașină, aceasta din urmă este mult mai puțin complicată decît omul și în diversitatea acțiunilor este incomparabil mai puțin orientată spre un scop. Se știe că volumul neuronului din materia cenușie a creierului omenesc este de ordinul 1/1 000 000 mm^3, și că cel mai mic tranzistor realizabil în momentul de față[1] este de circa

[1] Astăzi, prin tehnica circuitelor integrate, volumul tranzistoarelor a fost redus de sute de ori. Aceasta nu schimbă însă concluziile autorului. — *N.T.*

1 mm³; deci, din punctul de vedere al volumului redus, neuronul este superior tranzistorului. Dacă considerăm că materia albă a creierului este echivalentă cu cablarea circuitului unui calculator, iar fiecărui neuron îi atribuim echivalența funcțională a unui tranzistor, calculatorul echivalent unui creier omenesc ar urma să aibă volumul unei sfere cu diametrul aproximativ de 19,5 metri. Astăzi, nu se poate construi un calculator cu o textură de densitate similară aceleia a creierului, iar un calculator cu o capacitate comparabilă cu aceea a creierului ar trebui să ocupe un edificiu foarte mare, poate chiar cît un zgîrie-nori. În comparație cu calculatoarele existente în prezent, trebuie să recunoaștem că creierul prezintă unele avantaje corespunzătoare uriașei lui dimensiuni operative, incomparabil mai mare decît era de așteptat pe baza dimensiunii sale fizice.

Unul dintre principalele avantaje ale creierului pare să fie capacitatea lui de a mînui idei vagi, insuficient definite. Calculatoarele mecanice, sau cel puțin calculatoarele din ziua de azi, sînt aproape incapabile să-și programeze acțiunea în cazul ideilor neprecise. De altfel, în poeme, romane, picturi... creierul pare să poată lucra foarte bine cu date pe care calculatorul le-ar respinge ca informe.

Dați deci omului cele ce sînt ale omului și calculatorului cele ce sînt ale calculatorului. Aceasta pare a fi politica cea mai inteligentă atunci cînd folosim laolaltă omul și mașina în acțiuni comune. Această politică este tot atît de departe de omul cu cultul mecanismelor, cît este de omul pentru care folosirea oricărui auxiliar mecanic al intelectului uman i se pare o fărădelege și degradarea ființei omenești. Ceea ce ne trebuie

acum este un studiu obiectiv al sistemelor care implică atît elemente umane, cît și mecanice. În aceste sisteme nu trebuie să acordăm preferință nici tendințelor mecaniciste și nici celor antimecaniciste. După părerea mea, un asemenea studiu este în curs și ne permite să sperăm într-o mult mai bună înțelegere a automatizării.

Asemenea sisteme mixte își găsesc cea mai bună utilizare în construcția protezelor, a aparatelor ce înlocuiesc membrele sau organele senzoriale afectate. Piciorul de lemn înlocuiește piciorul de carne și sînge, iar omul cu picior de lemn reprezintă un sistem format din piese mecanice și din elemente umane.

Cred că proteza clasică în formă de stîlp nu este interesantă, întrucît înlocuiește membrul pierdut într-un mod foarte simplist, după cum nici proteza de lemn dăltuită după forma piciorului nu este mai interesantă. În Rusia, în Statele Unite și în altă parte există un grup de oameni, din care fac parte și eu, care studiază membrele artificiale. Această cercetare se bazează pe principii foarte interesante și aplică într-adevăr idei cibernetice.

Să presupunem că un om și-a pierdut mîna de la articulația carpiană; pierzîndu-și și cîțiva mușchi care servesc la desfacerea și strîngerea degetelor, dar în montul antebrațului s-au păstrat intacți mușchii care în mod normal mișcă mîna și degetele. Cînd aceștia se contractă, ei nu mai pot genera mișcarea mîinii și a degetelor, dar produc anumite efecte electrice cunoscute sub denumirea de potențiale de acțiune. Acestea pot fi prinse de electrozi adecvați, putînd fi apoi amplificate și combinate prin circuite cu tranzistoare. Astfel, prin intermediul unor motoare electrice alimentate cu

putere furnizată de la baterii electrice sau de acumulatoare adecvate, aceste efecte pot fi puse în situația de a comanda mișcările unei mîini artificiale; bineînțeles, semnalele care controlează mișcările sînt transmise prin circuite cu tranzistoare. Partea nervoasă centrală a aparatului de control de obicei este aproape intactă și trebuie folosită.

Asemenea mîini artificiale au fost construite în Rusia și au permis unor invalizi cu mîna amputată să-și reia munca. Acest rezultat se datorește faptului că semnalul nervos care producea contracția musculară, înainte de amputare, funcționează, controlînd motorul care pune în mișcare mîna artificială. Astfel omul învață mult mai ușor și aproape natural folosirea acestor mîini.

Totuși, mîna artificială nu are simț tactil, iar mîna este în același timp un organ de pipăit și de mișcare. Dar, pentru ce n-ar simți mîna artificială? Se pot ușor introduce capsule dinamometrice[2] în degetele artificiale, care, la rîndul lor, să transmită impulsuri electrice la un circuit corespunzător. Acesta poate pune în funcțiune mecanisme care acționează asupra epidermei vii, adică asupra pielii ce acoperă montul. Aceste mecanisme pot fi niște vibratoare. Cu ajutorul lor putem produce pe cale mecanică o senzație tactilă, ce poate fi folosită pentru a înlocui senzația tactilă naturală, absentă. Dar pe lîngă acestea, mai există în mușchii mutilați și elemente chinestetice care pot fi și ele folosite în mod constructiv.

[2] S-au realizat astfel de proteze cu capsule tensometrice în degetele artificiale. —*N.T.*

Iată deci posibilitatea unei tehnici noi în construcția protezelor reprezentînd sisteme mixte, formate atît din elemente umane cît și din elemente mecanice. Acest tip de construcții nu trebuie să se mărginească numai la înlocuirea unor membre pierdute. Există o proteză pentru părți pe care omul nu le are și nu le-a avut niciodată. Delfinul înaintează în apă cu ajutorul aripilor sale și evită obstacolele urmărind reflecția sunetelor emise de el. Dar oare elicea unui vapor este altceva decît o pereche de aripi artificiale, iar aparatul de măsurat adîncimea mării cu ultrasunete[3] este altceva decît un mecanism pentru detectarea și emiterea de sunete asemenea celui de care dispune delfinul? Aripile și motoarele cu reacție ale avionului înlocuiesc aripile vulturului, radarul îi înlocuiește ochii, iar sistemul nervos care combină aceste două organe este suplinit de pilotul artificial și de alte asemenea mecanisme de navigație.

Așadar, sistemele combinate umano-mecanice pot avea o largă utilizare practică; iar în anumite situații ele sînt indispensabile. Din cele de mai sus am văzut că mașinile capabile să învețe trebuie să acționeze conform unei norme de bună performanță. În cazul mașinilor care joacă jocuri, unde mișcările permise sînt în prealabil stabilite în mod arbitrar, iar scopul jocului este să cîștige partida conform unei serii de reguli admisibile, în baza unei convenții riguroase ce stabilește condițiile de cîștigare sau de pierdere a partidei. Această normă nu pune probleme. Există însă o serie de activități, pe care le-am dori ameliorate prin procese

[3] Lonarul. — *N.T.*

de învățare și în care succesul activității însăși urmează să fie apreciat pe baza unui criteriu ce implică ființe umane, și unde problema reducerii acestui criteriu la reguli formale este departe de a fi ușoară.

Domeniul în care automatizarea devine din ce în ce mai necesară, și eventual automatizarea învățării devine din ce în ce mai necesară, este acela al traducerii mecanice. Avînd în vedere situația metastabilă a tensiunii internaționale actuale, Statele Unite și Rusia sînt dominate de o preocupare identică, dar opusă, de a ști ce gîndește și ce spune fiecare dintre ele. Întrucît în ambele țări numărul traducătorilor competenți este limitat, fiecare dintre ele studiază posibilitatea traducerii mecanice. În oarecare măsură ambele au reușit în această strădanie, dar nici calitatea literară și nici inteligibilitatea acestor traduceri n-au fost suficiente pentru a fi primite cu entuziasm. Nici unul dintre aparatele mecanice pentru traduceri n-a dat rezultate satisfăcătoare, mai ales atunci cînd informațiile importante depindeau de precizia traducerii.

Se pare că modalitatea cea mai promițătoare pentru mecanizarea traducerilor rezidă în mașina capabilă să învețe. Pentru ca o asemenea mașină să funcționeze, trebuie să existe criterii precise ale unei traduceri bune. Aceasta înseamnă unul dintre următoarele două lucruri: sau o listă completă a unor reguli obiectiv aplicabile pentru a stabili cînd o traducere este bună, sau un organ oarecare capabil să aplice un criteriu de bună performanță, independent de aceste reguli.

Criteriul normal al unei traduceri bune este inteligibilitatea. Cei care citesc textul tradus trebuie să înțeleagă textul întocmai ca cei care îl citesc în original.

Aplicarea acestui criteriu este destul de dificilă. Dar există altul, poate insuficient, dar necesar. Să presupunem că avem *două* mașini de tradus, independente; bunăoară una care traduce din limba engleză în daneză, și alta din daneză în engleză. După ce un text din engleză a fost tradus în daneză de prima mașină, textul va fi introdus în a doua mașină pentru a fi tradus din daneză în engleză. Textul final trebuie să fie echivalent cu textul inițial, după aprecierea unei persoane cunoscătoare a limbii engleze.

Rațional se poate concepe o serie de reguli bine-definite în vederea unei asemenea traduceri, reguli ce-i pot fi încredințate unei mașini. Ele pot fi atît de perfecte încît dacă traducerea este conformă acestor reguli, ea să satisfacă criteriile stabilite. Cred însă că știința lingvistică n-a ajuns încă atît de departe încît să poată elabora o serie de asemenea reguli aplicabile și nici în viitorul apropiat perspectivele nu promit un asemenea progres. Din cauza acestei situații, mașina de tradus are șanse de eroare. Iar dacă o acțiune sau o măsură politică importantă urmează să fie hotărîtă pe baza materialului furnizat de o mașină de traducere, o eroare neînsemnată sau chiar posibilitatea unei erori poate avea consecințe foarte grave, disproporționate față de eroare.

De aceea, cred că cele mai mari șanse pentru a obține o traducere mecanică satisfăcătoare le oferă, cel puțin la început, înlocuirea sistemului mecanic pur cu un sistem mecanico-uman, care să cuprindă un om traducător, deopotrivă critic și expert, care să instruiască mașina asemenea unui învățător de școală elementară. Poate că într-o fază mai avansată, memoria

mașinii va absorbi suficientă învățătură umană pentru a se putea lipsi de ajutorul omului, în afară de cîteva cursuri de împrospătare a cunoștințelor, din cînd în cînd. Pe această cale, mașina va ajunge la maturitate lingvistică.

Dar nici acest sistem de lucru nu va înlătura cu desăvîrșire din serviciul de traduceri necesitatea unui lingvist expert, capabil să controleze și să verifice munca mașinii. Astfel, el va putea, sau ar trebui să poată, prelucra o cantitate mult mai mare de traduceri decît dacă n-ar avea la îndemînă sistemul mecanic. După mine, în cel mai fericit caz, nu ne putem aștepta la mai mult din partea traducerii mecanice.

Pînă aici am vorbit despre nevoia unui factor critic sensibil la valori umane, cum este de pildă un sistem de traducere unde, în afara elementului critic, totul este mecanizat. Dar, dacă elementul uman intervine în calitate de critic, este rațional să fie introdus și în alte faze. La o mașină de traducere nu este neaparat necesar ca elementul mecanic al mașinii să ne dea o singură traducere completă. El ne poate da mai multe versiuni ale aceleași faze, conform regulilor gramaticale și lexicografice stabilite, lăsîndu-i criticului-om sarcina grea de verificare și selecționare a textului cel mai corespunzător. Nu este neapărat necesar ca atunci cînd se folosește mașina la traduceri, să i se încredințeze ei efectuarea unei traduceri complete, chiar dacă se presupune că după aceea traducerea va fi îmbunătățită printr-o analiză critică de ansamblu.

Ceea ce am spus despre mașinile de tradus este deopotrivă valabil, sau poate și mai valabil pentru mașinile folosite în diagnosticele medicale. Acestea

intră cu precădere în toate planurile medicinei viitorului. Ele vor ajuta la descoperirea elementelor necesare medicului pentru diagnostic, dar mașinilor nu li se cere să pună diagnosticul fără medic. Dacă s-ar folosi o mașină medicală pentru efectuarea tuturor investigațiilor și a diagnosticului, este foarte probabil ca, mai devreme sau mai tîrziu, să producă multă boală și multe decese.

O problemă înrudită, unde elementele mecanice și umane urmează să fie folosite împreună, este aceea a invențiilor, pe care am discutat-o cu dl. Gordon Raisbeck de la societatea „Arthur D. Little, Inc.". Sub aspectul funcționării, invenția trebuie analizată nu numai în funcție de elementul nou, inventat, ci și de modul cum invenția poate fi și va fi folosită de om. Această a doua parte a problemei este adesea mai dificilă decît prima și nu dispune de o metodologie bine definită. Ne aflăm, deci, în fața unei probleme de dezvoltare, care în esență este o problemă de învățare, nu numai a sistemului mecanic, ci a unui sistem mecanic combinat cu elementul social. Iată încă un caz unde trebuie să analizăm cele mai bune posibilități de utilizare a mașinii și a omului împreună.

O problemă similară și destul de stringentă este utilizarea și dezvoltarea aparatelor militare paralel cu evoluția tacticii și strategiei. Și în acest caz, problema operațională nu poate fi separată de aceea a automatizării.

Problema adaptării mașinii la condițiile prezente prin utilizarea adecvată a inteligenței traducătorului, a medicului sau a inventatorului nu se pune numai în momentul de față, ci se cere rezolvată încontinuu. Dez-

voltarea continuă a artelor și a științelor înseamnă că nu ne putem mulțumi cu atotștiința unei singure epoci. Această afirmație este adevărată mai ales în cazul dirijării sociale și acela al organizării sistemelor de învățare în politică. Într-o perioadă de relativă stabilitate, chiar dacă ea nu se manifestă în filozofia vieții, oamenii își puteau permite să nu țină seama de pericolele viitoare, ca de pildă cele ce au apărut în fața generației actuale: creșterea vertiginoasă a populației, bomba atomică, dezvoltarea și extinderea medicinei și altele. Cert este că în cursul timpului trebuie să ne revizuim vechile idealuri, iar noile planuri de optimizare trebuie să țină seama de aceste fenomene. Baza homeostazei individuale sau a speciei, mai devreme sau mai tîrziu, trebuie reconsiderată. Aceasta înseamnă, cum am spus într-un articol scris pentru revista „Voprosî Filosofii" de la Moscova[4], că deși știința contribuie într-o măsură considerabilă la homeostaza colectivității, contribuția ei trebuie analizată și stabilită aproape de fiecare generație. Fie-mi îngăduit să remarc aici faptul că atît în Est cît și în Vest, homeostaza epocii actuale a fost stabilită cu intenția de a permanentiza concepțiile unei vremi de mult trecute. Marx a trăit în mijlocul primei revoluții industriale iar noi ne aflăm acum în miezul celei de-a doua. Adam Smith aparține fazei aproape incipiente și mai învechite a primei revoluții industriale. Homeostaza permanentă a societății nu se poate construi pe

[4] N. Wiener, *Science in Society*, în „Voprosî Filosofii", nr. 7, 1961.

ipoteza rigidă a unei permanențe complete a „marxianismului", nici pe o ipoteză similară despre concepția standardizată a întreprinderii libere și a economiei bazate pe profit. Nu forma rigidității este înspăimîntătoare, ci rigiditatea însăși, oricare ar fi ea.

Am socotit că în acel articol trebuia să atrag atenția asupra rolului homeostatic al științei, protestînd în același timp împotriva rigidității în aplicațiile științei. Cînd am trimis articolul la „Voprosî Filozofii", am prevăzut că atitudinea mea față de rigiditate va întîmpina o puternică reacție; într-adevăr, articolul meu a fost însoțit de un articol mult mai lung, care arăta erorile poziției mele privite dintr-un punct de vedere strict marxist. Sînt convins că dacă articolul meu original ar fi fost publicat mai întîi aici[5], ar fi întîmpinat o reacție similară și aproape egală din punctul de vedere al prejudecăților noastre care, chiar dacă nu sînt exprimate formal și cu aceeași rigiditate, sînt, totuși, foarte puternice. Teza pe care doresc s-o susțin nu este nici procomunistă și nici anticomunistă, ci este împotriva oricărei rigidități. De aceea îmi exprim aici ideile într-o formă care, pe cît posibil, să nu dea impresia unei aprecieri a diferenței dintre pericolele ce rezidă în aceste rigidități opuse, dar paralele. Morala la care vreau să ajung este că dificultățile inerente stabilirii unei orînduiri cu adevărat homeostatice a societății nu pot fi înlăturate prin înlocuirea unei serii de scheme ce nu sînt supuse unei reconsiderări continue, cu altă serie de scheme de aceeași natură.

[5] În Statele Unite. — *N.T.*

Dar în afară de mașinile de traducere și cele pentru jocul de dame, mai există și alte mașini capabile să învețe. La unele dintre ele programarea se poate face pe cale pur mecanică, la altele, ca de pildă la mașina de traducere, este necesară intervenția unui expert-om, în calitate de arbitru. După părerea mea, însă, utilizările celui de-al doilea gen de mașini depășește cu mult utilizările primului. Și apoi, nu trebuie să uităm că în jocul războiului atomic nu există experți.

VII

Iată-ne la sfîrșitul expunerii în care am arătat mai multe analogii valabile între anumite postulate ale religiei și fenomenelor studiate în cibernetică, și, în limitele rațiunii, am mers destul de departe, pentru a arăta cum ideile ciberneticii pot dezvălui problemele morale ale individului. Mai există însă un domeniu în care ideile ciberneticii își găsesc aplicație în probleme de ordin etic: cibernetica societății și a speciei umane.

Chiar de la începuturile preocupărilor mele în cibernetică, mi-am dat perfect de bine seama că toate aspectele controlului și comunicației, aplicabile în tehnică și în fiziologie, se puteau aplica deopotrivă în sociologie și în științele economice. Cu toate acestea însă, în mod deliberat, m-am ferit să insist în egală măsură asupra acestora din urmă. Motivele atitudinii mele le voi expune în cele ce urmează. Cibernetica, dacă nu este matematică, nu este nimic, dacă nu *in esse*[1], atunci *in*

[1] În existență.

posse[2]. După părerea mea, sociologia matematică și economia matematică sau econometria sufereau de un neajuns: greșita înțelegere a modului cum matematicile își găseau aplicații în științele sociale și a posibilităților oferite de tehnicile matematice în aceste domenii. De aceea, n-am vrut să mă pronunț, întrucît eram convins că orice îndrumare ar fi dat naștere unui torent de lucrări superficiale și eronate.

Fizica matematică a ajuns să fie una dintre marile victorii ale epocii moderne. Și totuși, abia în cursul acestui secol, au fost înțelese așa cum se cuvine sarcinile specialistului în fizica matematică, mai ales în comparație cu acelea ale specialistului în fizica experimentală. Pînă la perioada critică 1900—1905 se credea, în general, că întregul repertoriu al ideilor din fizica matematică fusese epuizat de lucrările lui Newton: că timpul și spațiul, masa și momentul, forța și energia erau noțiuni lămurite o dată pentru totdeauna, și că în viitor fizica nu avea altceva de făcut decît să elaboreze modele, în termenii acestor noțiuni, pentru fenomenele ce nu fuseseră încă exprimate în acești termeni.

Cercetările lui Planck și acelea ale lui Einstein au demonstrat însă că sarcinile fizicianului nu erau atît de simple. S-a văzut că la începutul secolului al XVIII-lea categoriile fizicii nu fuseseră definitiv stabilite și că fizicianul din zilele noastre nu poate lucra pe baza conceptelor newtoniene, care nu sînt suficiente pentru a face observații cantitative asupra universului, așa încît să se pornească la experiențe, pe baza cărora

[2] În posibilitate.

să se poată face observații noi și să se elaboreze date aplicabile în tehnică. Astăzi observatorul nu mai este un înregistrator nevinovat al propriilor sale observații obiective, ci dimpotrivă, i se cere o participare activă în experiențele sale. Atît în teoria relativității, cît și în aceea a cuantelor, rolul cercetătorului în modificarea observațiilor este departe de a fi neglijabil. Astfel a luat naștere pozitivismul logic al zilelor noastre.

Succesele fizicii matematice au trezit invidia specialiștilor în științele sociale, care n-au înțeles atitudinile intelectuale grație cărora fizica matematică a dobîndit atîta putere. Utilizarea formulelor matematice a însoțit dezvoltarea științelor naturii și a devenit o modă în științele sociale. Așa după cum popoarele primitive și-au părăsit portul național adoptînd moda occidentală și parlamentarismul, crezînd că prin aceste ritualuri magice și prin schimbarea veșmintelor vor ajunge deodată la nivelul civilizației și tehnicii moderne, economiștii și-au luat obiceiul de a expune ideile lor, destul de puțin precise, în limbajul calculului infinitezimal.

Această atitudine este dovada faptului că ei nu au mult mai mult discernămînt decît unele dintre tinerele națiuni ale Africii preocupate să-și afirme drepturile. Matematicile aplicate în științele sociale și modelele din fizica matematică folosite în aceste domenii reprezintă matematicile și fizica matematică de pe la anul 1850. Econometricianul va dezvolta o teorie complicată și ingenioasă a cererii și ofertei, a stocului de mărfuri, a șomajului și alte asemenea, ignorînd complet, sau numai în parte, metodele prin care aceste cantități greu sesiza-

bile pot fi observate sau măsurate. Ei au față de teoriile lor cantitative atitudinea plină de respect și fără îndoieli pe care au avut-o fizicienii dintr-o epocă mai puțin sofisticată față de noțiunile fizicii newtoniene. Foarte puțini economiști își dau seama că, dacă doresc să imite metodele fizicii moderne și nu numai aspectele ei exterioare, economia matematică trebuie să înceapă cu o analiză critică a acestor noțiuni cantitative și a mijloacelor adoptate pentru culegerea și măsurarea lor.

Dacă în fizică este foarte dificilă culegerea unor date valabile, în economie și în științele sociale culegerea unor date pe lungi perioade de timp, așa încît informațiile să aibă o semnificație reală pe întregul ansamblu al datelor, este mult, mult mai dificilă. Spre exemplu, datele referitoare la producția de oțel își schimbă semnificația nu numai la fiecare invenție care schimbă tehnica fabricării oțelului, ci și la fiecare schimbare socială și economică ce influențează mersul afacerilor și industria în general, și, în particular, deodată cu fiece procedeu tehnic care modifică cererea de oțel sau stocurile existente și natura materialelor de pe piață. Bunăoară primul zgîrie-nori construit cu aluminiu în loc de oțel va influența întreaga cerere de oțel pentru construcții, așa după cum primul vapor cu motor diesel a răsturnat dominația indiscutabilă a navei cu aburi.

Așadar, jocul economic este un joc unde regulile trebuie să sufere revizuiri temeinice, cel puțin din zece în zece ani, și seamănă îngrijorător de mult cu jocul de crochet al Reginei, din *Alice în țara minunilor*, amin-

tit în cele de mai sus. În asemenea condiții, ar fi o eroare să se măsoare precis cantitățile respective. A pretinde că unor cantități, vagi prin natura lor, li se pot atribui valori precise, nu este nici util și nici cinstit, și orice pretenție de a aplica formule precise acestor cantități vag definite este o rușine și o pierdere de vreme.

Aici este cazul să menționăm cîteva dintre lucrările recente ale lui Mandelbrot. Acest autor a demonstrat că piața mărfurilor este prin însăși natura ei, atît sub aspect teoretic cît și sub aspect practic, supusă unor fluctuații întîmplătoare evidente din analiza neregularităților ei, și că acest fenomen este mult mai impetuos și mai profund decît se credea, iar obișnuitele aprecieri aproximative neîncetate asupra dinamicii pieței urmează să fie aplicate cu mult mai multă prudență decît pînă acum, sau, eventual, s-ar putea renunța la ele.

Deci, științele sociale sînt un domeniu foarte puțin favorabil pentru verificarea teoriilor ciberneticii, mult mai puțin favorabil decît științele biologice, unde cercetările se fac în condiții mult mai uniforme la scara de timp inerentă domeniului. Aceasta, pentru că, spre deosebire de societatea în ansamblul ei, ființele omenești, sub aspectul structurii lor fiziologice, s-au schimbat foarte puțin de la epoca de piatră și pînă azi; iar în viața individului sînt perioade destul de lungi în care condițiile fiziologice, în general, se schimbă încet și previzibil. Totuși, nu vreau să spun că ideile ciberneticii nu se pot aplica în sociologie și în științele economice, ci mai degrabă aș susține că ele ar trebui veri-

ficate în științele tehnice și în biologie, înainte de a fi aplicate într-un domeniu atît de inform.

Ținînd seama de aceste precauțiuni, analogia curentă dintre societate, concepută ca un corp cu viață politică și corpul individului uman, este îndreptățită și utilă. Acest organism politic trebuie să țină seama de o serie de considerente etice, cum trebuie să țină seama și religia în acele părți unde, în esență, nu este altceva decît o parafrazare a eticii.

VIII

Astfel se încheie această serie de eseuri unite prin faptul că tratează întreaga temă a activității creatoare, de la Dumnezeu pînă la mașină, sub egida uneia și aceleași categorii de noțiuni. După cum am spus, mașina este corespondentul modern al Golemului creat de Rabinul de la Praga. Întrucît am căutat să discut activitatea creatoare sub un singur titlu, fără a o împărți în bucăți separate, aparținînd lui Dumnezeu, omului și mașinii, cred că n-am abuzat de libertatea ce i se cuvine, în mod normal, unui autor, atunci cînd am intitulat-o

DUMNEZEU ȘI GOLEM, S.A.

Anexă

Nim: Joc la care participă doi parteneri. În forma cea mai simplă, constă în următoarele: pe rînd, cei doi jucători iau obiecte din două grămezi. De fiecare dată un jucător ia, numai dintr-o grămadă, numărul de obiecte ales de el. Pierde jucătorul care ia ultimul obiect. Se poate complica, mărind numărul grămezilor, sau impunînd ca numărul obiectelor care se iau, să fie cuprins între două limite.

Ticktacktoe: Joc poziţional, la care participă doi parteneri. Iniţial se trasează două linii paralele şi alte două perpendiculare pe acestea, formînd astfel nouă căsuţe. Pe rînd, cei doi jucători marchează cîte o căsuţă cu cîte un semn propriu — de obicei x sau o. Cîştigă acel jucător, care reuşeşte să marcheze trei căsuţe în linie dreaptă, paralelă cu liniile iniţiale. În cazul în care nici unul din jucători nu cîştigă, partida are un rezultat nul.

Rudolf II de Habsburg (1552—1612), împărat germanic, între 1576 şi 1611. La curtea sa alchimiştii şi astrologii au cu-

noscut o epocă foarte prosperă. A sprijinit pe Tycho-Brahe şi pe Kepler, care, sub ochii săi, au întocmit *Tabelele rudolfiene.*

Simonie — În textul lui Wiener apare o eroare: În „Faptele apostolilor", referirea se face la Petru, şi nu la Paul.

Redactor: AUREL JOLTEA
Tehnoredactor: VICTORIA STĂNCULESCU

Dat la cules 12. 11. 1968. Bun de tipar 17. 02. 1969. Apărut 1969. Tiraj 8400+140+40 ex. legate 1/1. Hîrtie ofset A de 80 g/m². Format 50×80/16. Coli editoriale 3,24. Coli de tipar 5,50. A. 16.354/1968. Indici de clasificare zecimală: pentru bibliotecile mari 001, pentru bibliotecile mici 001.

Întreprinderea Poligrafică Cluj, str. Brassai nr. 5—7,
Cluj — Republica Socialistă România. Comanda nr. 889/1969.

EDITURA ŞTIINŢIFICĂ

Lei 4,75