

MINTEA DE COPIL A LUI TURING

Gheorghe M. Ștefan

Calculator: rareori în istorie s-a croit un nume mai nepotrivit! Dar și mai rar s-a întâmplat ca o unealtă să-și modifice mai dramatic rolul pe care l-a jucat și-l joacă în tehnosferă. Plugurile au fost inventate, perfecționate și folosite ca pluguri, iar nimeni nu are în vedere o schimbare a destinației lor. Majoritatea zdrobitoare a uneltelor pe care le-am inventat și dezvoltat și-au conservat nișa funcțională pentru care au fost inventate. Calculatorul trebuie să fie o invenție foarte specială dacă, la mai bine de un sfert de secol de la impunerea sa ca obiect tehnic ubicuu, constatăm încă evoluții spectaculoase și imprevizibile ale modului în care este folosit pentru a rezolva probleme din ce în ce mai direct legate de viața noastră cotidiană. Inițial a avut aplicații strict militare, apoi a fost folosit preponderent în scopuri științifice, de gestionare economică, sau producție industrială, pentru ca în ultimele decenii să devină componenta esențială a unor dispozitive fără de care prea mulți dintre noi nu mai pot concepe existența zilnică. Această evoluție spectaculară trebuie să posede o explicație. Ne aflăm în fața unui obiect tehnic neuzual, care s-ar putea să aibă o istorie complexă și o soartă specială. Modul în care s-a insinuat în destinul umanității este unic și cu certitudine datorat unei conexiuni speciale pe care o are cu esența naturii umane. Calculatorul, fără îndoială, nu poate fi numai o simplă exteriorizare¹ în tehnosferă a unor comportamente umane ce ar fi rămas altfel să se manifeste limitat la nivelul minții omului. Vom încerca să-i surprindem istoria apariției și evoluției cu gândul la rolul, greu predictibil, pe care-l va juca în destinul umanității.

Care este originea calculatoarelor? Când începe istoria acestor obiecte tehnice? Care a fost evoluția din spațiul conceptual care a dus la emergența acestui artefact? Răspunsurile la aceste întrebări sunt controversabile. Se pare că există mai multe istorii ale calculatorului. Distincte, dar nu total independente. În cele ce urmează vom evidenția o istorie superficială, evidentă sub forma apariției unor tehnobiecte specifice, și una profundă, mai puțin spectaculară, preponderent conceptuală, dar mai consistentă cu ceea ce în fond computația este. Oricât de diferite sunt cele două șiruri de evenimente, interferențele dintre ele nu pot fi neglijate.

O primă înlănțuire de evenimente ce poate fi evidențiată este legată de exteriorizarea în tehnosferă a capacității mentalului uman de a realiza operații aritmetice. Impunerea reprezentării zecimale a numerelor este dintru început legată direct de structura anatomică a membrilor anteriori. Instrumentul disponibil în mod natural a impus o reprezentare mentală zecimală pentru număr. O extensie directă a

calculului „pe degete” este abacul, o invenție folosită deja în Babilon în jurul anului 300 AC. În 1617, scoțianul John Napier inventează conceptul de *logaritm*, pe baza căruia construiește așa numitele „bastonașe ale lui Napier”, ce au condus la inventarea riglei de calcul în 1632, în uzul inginerilor până acum câteva decenii. Implicarea manualității în accelerarea calculului este radical depășită pentru prima dată prin extinderea tehnologiei orologiilor, larg răspândită deja la sfârșitul Evului Mediu². Astfel, în 1623, Wilhelm Schickard construiește „ceasul calculator”, prima mașină, bazată pe mecanisme cu roți dințate, care realiza calculul primind din exterior numai *numere și energie*. Independent de acesta, în 1642, Blaise Pascal realizează o mașină similară pentru a-i servi tatălui său la gestionarea strângerii impozitelor pentru regele Franței. Gottfried Wilhelm von Leibniz proiectează în 1671 și construiește în 1673 o mașină de calcul capabilă să efectueze și operația de înmulțire. Joseph Marie Jacquard construiește în 1801 o mașină de țesut automată, *programată* cu ajutorul unor *benzi perforate*. Charles Babbage și Herman Hollerith vor folosi, în mașinile pe care le vor proiecta sau construi, ideea lui Jacquard privind cartelele perforate. Iar pentru mașinile, din păcate nefinalizate, ale lui Babbage, Ada Byron va fi prima care va scrie *programe* în sensul pe care-l dăm astăzi termenului. Ajungem în preajma celui de-al Doilea Război Mondial, când situația tulbure nu permite să facem ierarhii sau să dăm priorități foarte precise. Ceea ce putem numai constata este o creștere a interesului pentru calculul automat, interes condiționat, din păcate, strict de cerințe militare. Djon Atanasov și Konrad Zuse, în jur de 1937, își dispută, în istoriile scrise după terminarea războiului, întâietatea realizării unor pași decisivi pe calea ce duce către calculatorul electronic de uz general. În Anglia, cerințele computaționale impuse de descifrarea mesajelor inamicului au condus la construcția mașinii *Colossus*, o mașină de calcul specializată, dedicată decriptării. Sfârșitul războiului permite intrarea în linie dreaptă în cursa pentru creșterea performanțelor, răspândirea, dar, mai ales, diversificarea aplicațiilor calculatoarelor electronice.

Istoria subtilă, mai puțin spectacular manifestată, a computerelor este legată de evoluții conceptuale ce au avut loc în logică, matematică sau științele cogniției încă din cele mai vechi timpuri. La întrebarea: *când începe istoria științei calculului?*, poate cel mai corect răspuns este: *în secolul al VI-lea AC, odată cu Epimenides cretanul*. Evenimentul la care ne referim este prima consemnare a unui comportament foarte special, tipic mentalului uman: conceperea unui enunț corect a cărui valoare de adevăr este indecidabilă. Într-adevăr, cretanul Epimenides rostește propoziția paradoxală: *Toți cretanii sunt mincinoși*. Odată rostită, propoziția declanșează un demers milenar de interpretare, care nu va produce un rezultat unanim acceptat decât în prima jumătate a secolului al XX-lea. Dacă propoziția este adevărată, atunci cretanul ce a rostit-o nu este mincinos și propoziția nu este adevărată. Dacă propoziția este falsă, atunci cretanul ce a rostit-o este mincinos și propoziția este adevărată³. Deci, valoarea de adevăr a propoziției este indecidabilă. Cum de este capabilă mintea omului să producă în mod coerent,

printr-o construcție rațională, o aserțiune indecidabilă? Credem că este vorba despre o proprietate esențială a profunzimilor existenței ce se manifestă la nivelul mentalului uman. Înțelegerea profundă a acestui fenomen, sau, mai concret, acomodarea mentalului la această straniu comportament este în curs, la două milenii și jumătatea de la prima lui consemnare și la mai bine de optzeci de ani de când a primit o explicație rațională. Într-adevăr, în 1931 Kurt Gödel elucidează originea formală a paradoxului, dar în continuare rămânem contrariați ori de câte ori mentalul nostru ne surprinde cu abilitatea lui de a se pune rațional în dificultate.

Există o istorie continuă a încercărilor de a desluși înțelesul formal și profund al procesului de generare a paradoxurilor. Noi vom sări direct în secolul al XIX-lea, când, în anii 1820, sunt inventate, de Nicolai Ivanovici Lobacevski și János Bolyai, precedați discret de Carl Friedrich Gauss, geometriile neeuclidiene. Cu această ocazie, se impune procedeul formal al stabilirii coerenței unei teorii formale prin izomorfismul cu o altă teorie formală. Nimeni nu contesta coerența geometriei euclidiene. Dar toată lumea punea în discuție oportunitatea celor neeuclidiene, tocmai propuse. Comunitatea matematică decide atunci validarea noilor teorii prin punerea în corespondență a propozițiilor acestora cu geometria clasică. În cazul în care oricărei construcții neeuclidiene îi va corespunde una euclidiană, atunci gradul de acceptare superior se va aplica ambelor teorii. Demersul a reușit. Izomorfismul geometriilor neeuclidiene cu cea euclidiană a fost probat, reușindu-se astfel acordarea unui statut de onorabilitate noilor construcții, chiar dacă intuiția matematică directă rămânea sub stare de șoc. Dar matematicienii erau deja pregătiți să accepte drept criteriu de validare mai curând stricta coerență internă a unei teorii, decât corespondența acesteia cu realitatea exterioară minții. Nici reducerea la coerența internă nu înlătură toate semnele de întrebare. Era oare geometria euclidiană coerentă, lipsită de contradicții interne? A urmat probarea izomorfismului ei cu alte teorii matematice. Pe rând, izomorfismul cu geometria analitică, algebra, aritmetica, teoria mulțimilor au fost probate, astfel încât spre sfârșitul secolului al XIX-lea Gottlob Frege trăia optimist aventura fundamentării logice a matematicii, când spațiul senin al teoriei mulțimilor este tulburat de forme riguros construite ale paradoxului lui Epimenides. Atât timp cât apariția paradoxurilor a fost considerată o suită de accidente stânjenitoare, problema nu a putut fi abordată cu șanse de rezolvare. David Hilbert este primul care pune problema într-un context suficient de larg. El a înțeles faptul că, pentru a proba consistența analizei matematice, nu se mai poate apela la reducerea acesteia la o altă teorie. Probarea consistenței trebuie făcută direct în interiorul teoriei. Începând cu faimoasa sa intervenție din Congresul Mondial al Matematicienilor din 1900, în care enunță lista celor 23 de probleme deschise din matematică, Hilbert formulează din ce în ce mai explicit programul său ce avea în centru *problema deciziei*: în orice sistem axiomatic trebuie să existe o procedură finită prin care asupra oricărei secvențe simbolice corect formulate se poate decide dacă este adevărată sau falsă.

Formularea problemei deciziei, prin precizia și generalitatea ei, permite intrarea în linie dreaptă pe calea soluționării formale a problemei puse de propoziții de tipul: *Eu mint*. În 1931, logicianul Kurt Gödel produce cel mai important rezultat negativ din istoria matematicii. Prin celebra sa teoremă de incompletitudine, care arată că în orice sistem formal, suficient de complex, se pot construi propoziții indecidabile, el stopează programul lui Hilbert și declanșează etapa decisivă a începutului *erei informaticii*. La numai 5 ani, în 1936, apar lucrările a patru matematicieni, care, în încercarea de a contura mai precis rezultatul lui Gödel, propun ceea ce astăzi numim cele patru modele de calculabilitate fondatoare. Alonzo Church, Stephen Kleene, Emil Post și Alan Turing publică lucrări teoretice prin care definesc riguros ce este calculul. Modelele sunt diferite, dar formal echivalente. Dintre cei patru, Turing este cel ce se va implica cel mai direct în fructificarea deschiderii oferite de închiderea programului lui Hilbert.

Titlul lucrării lui Turing, „On Computable Numbers, with an Application to the *Entscheidungsproblem*” („Asupra numerelor calculabile, în legătură cu *problema deciziei*”) arată punctul de pornire: problema deciziei (*Entscheidungsproblem*). Construcția ajutătoare pe care a folosit-o, mașina Turing (MT), reprezintă sugestia decisivă pentru conceperea și dezvoltarea mașinilor de calcul. Greu de găsit în istoria științelor și a tehnologiei o altă lucrare care să realizeze o conexiune mai directă dintre un rezultat teoretic fundamental și o realizare tehnologică revoluționară. MT este formată dintr-un *automat finit* care, evoluând în spațiul finit al stărilor sale, poate accesa și modifica conținutul unei benzi, oricât extinse, pe care se află simboluri ce aparțin unui alfabet finit. Numim calcul, procesul prin care, pornind dintr-o stare inițială, automatul accesează conținutul simbolic al benzii, pe care-l modifică printr-o secvență finită de acțiuni. Dacă automatul nu se oprește după un număr finit de pași, atunci calculul nu este posibil. Se poate construi o MT, s-o numim H, care primind pe bandă descrierea unei MT, s-o numim T, și conținutul benzii acesteia din urmă, notat cu B, să *decidă* dacă T, pornind din starea inițială, cu banda având conținutul B, se oprește sau nu după un număr finit de pași? Aceasta este celebra *problemă a opririi* (*halting problem*), echivalentul computațional al problemei deciziei, rezultat teoretic publicat de Turing în 1936. Implicațiile aparente trec mult dincolo de acest rezultat. Interesează în cel mai înalt grad consecințele profunde ale demersului celor patru matematicieni care, în 1936, sincronizați de rezultatul lui Gödel din 1931, au fundamentat ideea de calcul pornind de la explicarea unui mecanism aparent straniu. Aceste consecințe se așează, începând chiar din anii 1940, pe o traiectorie discretă și paralelă cu evoluția impusă și sprijinită de război, ca și de mecanismele pieții.

În încercarea de a aprofunda un mecanism ce ține de modul de funcționare a minții capabilă să genereze sentințe indecidabile, Turing realizează premisele exteriorizării în tehnosferă a unor mecanisme mentale care se eliberează de evidente limitări cantitative dar, pare-se, pierde proprietăți esențiale. Dintru

început, Turing și colegii săi sunt foarte interesați de limitările pe care le presupune exteriorizarea spectaculoasă realizată de știința și tehnologia calculului. Istoria subtilă a computației a fost ghidată de studii legate de comportamente profunde ale minții. Cu siguranță, ceea ce am obținut trebuie să conducă la reformulări comportamentale radicale ale modului în care mintea va fi înțeleasă și va evolua în interacția ei cu lumea ce emerge sub incidența tehnologiilor computaționale.

Imediat după terminarea războiului, începând cu sfârșitul anilor 1940, principalii contributory la domeniul noii științe a computației își îndreaptă atenția către folosirea calculatoarelor pentru aplicații legate de inteligența⁴ și autoreproducerea mașinilor. Înainte de a se dezvolta limbaje eficiente de programare, cercetătorii se grăbesc, dând dovadă de un optimism care astăzi ne face să zâmbim, să caute soluții pentru probleme din categoria celor care determinaseră cercetările ce au condus la apariția computerelor. Această „grabă” nu-i oprește pe gânditori de excepție ca Turing sau John von Neumann să-și pună probleme esențiale pentru care nici astăzi, după o evoluție fulminantă de mai bine de o jumătate de secol, nu avem încă soluții practice.

Ne aflăm în fața unui proces unic: entitățile asupra cărora dorim să acționăm devin agenți care preiau controlul acțiunii. Într-o recentă carte despre istoria calculatoarelor autorul face observația esențială care deosebește istoria superficială de cea profundă a calculului automat:

Before Turing, things were done to numbers. After Turing, numbers began doing things
(Înainte de Turing, lumea acționa asupra numerelor,. După Turing, numerele au început să acționeze asupra lumii).⁵

Într-adevăr, omul și mașinile pot opera asupra simbolurilor, dar pot, de asemenea, să pună simbolurile la lucru. Ne-am obișnuit să considerăm că în calculator este stocată informație și este prelucrată informația. Datele și programele dintr-un calculator sunt considerate informație. Este doar parțial adevărat!

Ce este informația? Nu orice structură simbolică este informație. Iar atunci când o structură simbolică are caracter informațional, acest fapt depinde și de context. Definiția de lucru⁶ pe care o folosim pentru informație este: *o structură sintactic ordonată care acționează prin înțelesul asociat*. Atunci, programul reprezintă informație în contextul mașinii de calcul, iar datele nu reprezintă informație pentru calculator. Datele pot avea un înțeles activ pentru utilizatorul calculatorului, tot așa cum programele pot avea un înțeles pentru utilizator doar dacă acesta este programator. Va trebui atunci să acceptăm faptul că un calculator *nu procesează informația, ci procesează date prin informație*.

Flexibilitatea și complexitatea funcțională pe care o au calculatoarele este dată exclusiv de *distincția* netă dintre structura simplă a mașinii și complexitatea maximă pe care informația (prin

programele aferente) o poate atinge. Această distincție dă instrumentului un caracter unic. Cu certitudine, ea reprezintă o exteriorizare a unui proces caracteristic mentalul uman.

Într-adevăr, peste un anumit nivel, complexitatea funcțională nu poate fi atinsă decât într-o *structură fizică simplă* suficient de extinsă, în care *informația complexă* este cât mai uniform distribuită. Dimensiunea unei structuri fizice, în natură sau artefacte, poate fi mare numai dacă este simplă. Informația este în mod natural complexă. Distribuirea ei într-o structură extinsă asigură extinderi funcționale imposibil de imaginat într-o realitatea pur fizic structurată.

Alan Turing a fost obsedat de posibilitatea construirii unor mașini de calcul inteligente. Foarte comentat este *testul lui Turing* pentru a determina dacă o mașină este sau nu inteligentă (o mașină este inteligentă dacă în dialog cu un utilizator uman, acesta din urmă nu realizează faptul că dialoghează cu o mașină; cam „subțire” acest test!). Mult mai puțin luată în considerare este o sugestie, cred mult mai importantă, făcută în același text⁷, referitor la modalitatea de a construi o mașină inteligentă:

În loc să construim un program care să simuleze mintea adultului, de ce nu am încerca să facem unul care să simuleze mintea unui copil? Printr-un proces de învățare, s-ar obține un creier adult. Este posibil să ne imaginăm mintea copilului ca pe un caiet cu file albe. O procedură elementară și multe pagini albe. (Procedura și scrierea sunt, din punctul nostru de vedere, sinonime). Speranța noastră este că, dat fiind procedurile elementare din mintea copilului, aceasta poate fi lesne programată. Învățarea unui program presupune cam același efort ca educarea unui copil.

În acest fel, simularea unui comportament mental ar porni cu o structură fizică simplă, dar suficient extinsă, astfel încât printr-un proces de *autoorganizare*, ghidat similar unui proces educațional, inteligența unei minți adulte să poată fi măcar aproximată. George Dyson o spune explicit în recenta lui carte⁸:

Calea către inteligența artificială, a sugerat Turing, este să construiești o mașină cu ingenuitatea și curiozitatea unui copil și să lași inteligența să evolueze... dacă, așa cum Turing credea, ai la dispoziție mintea unui copil, o poți dezvolta prin încercare și eroare, învățând din greșeli.

Turing propune o structură care, prin interacțiune cu mediul, se *in-formează*, adică își autoorganizează informația care-i controlează funcționalitatea. Structura fizică ar trebui dotată cu un minimum de funcționalitate (dată de programele de sistem), atât cât să-i poată permite susținerea

mecanismelor de autoorganizare. Acest minimum de funcționalitate ar trebui să susțină, măcar parțial, procesul evolutiv prin care creierul uman a ajuns ceea ce este. Se obține astfel o accelerare a procesului de formare prin care informația se structurează.

Sugestia lui Turing nu ne duce cu gândul la calcul, ci la auto-organizarea unei structuri informaționale. Principala sugestie pe care dezvoltarea științei și tehnologiei calculului o oferă, începând cu textul lui Turing din 1950, nu este aceea de a considera creierul un calculator complex. Creierul nu este un computer; de fapt el poate fi numai suportul fizic pe care se manifestă o funcționalitate condiționată de procese informaționale. Informația, în sensul structurii ordonate care acționează prin înțelesul asociat, distribuită în imensa rețea de neuroni a creierului uman, este cea responsabilă de procesele mentale *conștiente, subconștiente, inconștiente, supraconștiente, transconștiente, ... xxxconștiente*. Dar nu este vorba despre informația produsă prin tehnologii informaționale, sub forma programelor. Trebuie să căutăm o formă specială de informație care să poată da socoteală de ceva pentru care termenul de complexitate este prea sărac. Formele de manifestare ale mentalului sunt trans-complexe, în sensul că depășesc posibilitatea mentalului de a-și configura o atitudine coerentă în raport cu ele. Suspectăm conexiuni informaționale dincolo de cele intra-craniene, conexiuni ce se realizează prin câmpuri pur informaționale, independente de procesualitatea pur fizică (de ce nu *informația fenomenologică* propusă prin *Inelul Lumii Materiale* de Mihai Drăgănescu⁹).

Este foarte interesant cazul lui Christof Koch, colaborator direct cu Francis Crick. El publică în 2004 o carte¹⁰ despre investigarea structurală a creierului uman, în vederea deslușirii mecanismelor conștiinței. Este interesantă concluzia la care autorul ajunge:

Ne aflăm într-un moment unic din istoria științei. Tehnica de a descoperi și de a caracteriza modul în care mintea subiectivă emerge din creierul obiectiv ne stă la dispoziție. Următorii ani sunt decisivi¹¹.

Deci, o carte despre structura creierului care se încheie doar cu o promisiune. În următorii ani Christof Koch revine cu o nouă carte¹² în care abandonează abordarea structurală biologică în favoarea uneia bazată pe teoria informației¹³. Cauzalitatea de tip structural este considerată insuficientă pentru a da socoteală de mecanismele conștiente:

În ultima decadă a vieții sale, mereu dispus să-și schimbe ideile în lumina noilor descoperiri, Francis Crick a văzut în teoria informației un limbaj adecvat pentru o teorie a conștiinței. De ce? Pentru că în absența unei substanțe speciale, cum ar fi substanța gânditoare a lui Descartes, care conferă organismului, ca prin magie, subiectivitate,

*conștiința ar trebui să apară din interacțiunile cauzale dintre celulele hiperconectate ale creierului.*¹⁴

Cheia conștiinței este informația. O spune un cercetător care s-a străduit onest să afle sursa proceselor conștiente, mai întâi în structura biologică a creierului. Ajunge, după mai bine de șaiszeci de ani, să ofere argumente palpabile pentru a susține speculația lui Turing. Creierul nu este un computer deosebit de puternic, ele este o structură fizică de dimensiuni foarte mari (aproximativ 100 miliarde de neuroni puternic interconectați), a cărei funcționalitate este dată de informația distribuită, autoorganizată și, eventual, conectată la *informația fenomeologică profundă*, prin care toate mințile formează o unitate care depășește orice încercare de a fi abordată strict structural.

Teoria informației va putea fi folosită, cu certitudine, pentru a aborda problemele comportamentului mental, dar pentru aceasta ea va trebui extinsă dincolo de ceea ce este acum: o teorie pur cantitativă, folosită pentru dezvoltarea tehnicilor de comunicare. Fizicienii vor trebui, mai întâi, să-i găsească informației rolul fundamental, pe care Mihai Drăgănescu (în 1979) și John Archibald Wheeler¹⁵ (în 1990) l-au intuit și descris în teorii cadru. Teorii efective sunt așteptate. Micro-comunități, în care astfel de probleme sunt dezbătute, încep să se formeze. Un exemplu este *Foundational Questions Institute*, pe scurt *FQXi*, (vezi, pentru detalii, <http://www.fqxi.org>). Discuția cu un membru al acestei comunități mi-a confirmat existența acestor preocupări.

Informația din computere sau informația din lanțurile DNA reprezintă forme superficiale, susținute de un suport structural, ale informației fenomenologice profunde. Informația care fecundează structura creierului uman trebuie să fie rezultatul unei interacțiuni subtile dintre informația structurală și cea profundă. Se conturează astfel necesitatea unei abordări structural-fenomenologice, pentru care există semne încurajatoare dar nu s-a instituit încă un cadru formal.

Să ne întoarcem la visul lui Turing: simularea minții adulte. Este mintea adultă o realitate ce merită în așa măsură atenția noastră încât să o dorim multiplicată? Este mintea umană un model de comportament inteligent exemplar? Nu cumva mintea noastră ne-a dezamăgit de prea multe ori? Cred că, mai curând, trebuie să căutăm o soluție la derapajele mentalului individual ce se reflectă și în comportamente colective aberante. Aici a greșit Turing: și-a ales ca țintă mintea noastră cea de toate zilele, așa plină de slăbiciuni cum o știm. Înainte de a ne pune problema simulării minții ar trebui mai întâi să imaginăm, dacă este posibil, o versiune mai robustă a minții. Nu ducem lipsă de minți naturale, dar lipsesc mijloacele prin care să obținem, fără a atenta la *libertăți* naturale, un comportament mental coerent, prin creșterea ponderii atitudinilor *responsabile*. Binomul libertate-responsabilitate nu pare a-și manifesta prezența constructivă la nivelul mentalului uman. Mult mai util pare un asistent personal

(PAL¹⁶ – *Personal Assistant Linker*) cuplat la unul colectiv, care să ne permită buna temperare a comportamentelor individuale sau sociale. Acesta va avea o *inteligență complementară* care compensează disfuncționalitățile celei naturale.

Este posibilă o construcție tehnică care ar putea porni de la visul lui Turing și ar produce o *minte de copil*, care, mai apoi, învață pentru a dobândi *inteligența complementară* de care mentalul natural are nevoie? Putem deja întrevăde primii pași către o inteligență complementară, distribuită și accesibilă ubicuu. Rețeaua web și instrumentele personale de accesare reprezintă faza copilăriei, în sensul lui Turing, a unei inteligențe complementare, care are șansa de a oferi inteligențelor naturale posibilități inimaginabil largite întru binele sau răul comunității terestre. Rețeaua va deveni terenul pe care se vor confrunta tendințele „educaționale” cele mai diferite. Această confruntare va face din lumea noastră o lume mai bună sau mai rea. Cu ce emanații ale minților noastre naturale vom fecunda sau infesta inteligența complementară a imensului receptacol pe care-l reprezintă rețeaua? El a început deja, timid, să acționeze. Datele cu care-l alimentăm se structurează în informație care acționează din ce în ce mai imperativ. La un moment dat, rolul structurii informaționale, superior auto-organizată, va deveni atât de mare încât va avea posibilitatea de a scăpa controlului minților naturale. Spre norocul sau paguba minților naturale?

¹ Andre Leroi-Gourhan, în *Le geste et la parole*, vorbește despre capacitatea pe care ființa umană o are de a exterioriza în tehnosferă funcții pentru care nu-și dezvoltă decât abilități limitate, rămânând astfel deschisă practicării unor activități de maximă diversitate coordonate de un creier suprad dezvoltat.

² Gerbert d'Aurillac (papa Sylvestre al II-lea între 999 și 1003) este creditat cu invenția orologiului. A construit la Magdebourg în 995 primul orologiu istoric consemnat.

³ O formă mai simplă și mai clară a paradoxului este propoziția: *Eu mint*.

⁴ Termenul de *inteligență artificială* este introdus puțin mai târziu, în 1955 de către John McCarthy.

⁵ George Dyson: *Turing's Cathedral. The Origin of the Digital Universe*, Vintage Books, New-York, 2012. p. 250

⁶ Avem definiții acceptate de comunitatea științifică numai pentru **cantitatea** de informație. Informația posedă numai definiții parohial acceptate.

⁷ Alan Turing: "Computing Machinery and Intelligence", *Mind* **LIX** (236), October 1950, pp. 433–460

⁸ George Dyson: ... pp. 263-264.

⁹ Mihai Drăgănescu: *Profunzimirile lumii materiale*, Ed. Politică, 1979.

¹⁰ Christof Koch: *The Quest for Consciousness. A Neurobiological Approach*, Roberts & Co. Pub., 2004.

¹¹ *Ibid.*, p.314

¹² Christof Koch: *Consciousness: Confessions of a Romantic Reductionist*, The MIT Press, 2012.

¹³ Ceea ce la Mihai Drăgănescu, în 1979, era o speculație bazată pe tehnologiile informaționale și tradiția filosofică occidentală, la Christof Koch, în 2012, este consecința unui demers experimental realizat de un cercetător direct implicat în neurobiologie.

¹⁴ *Ibid.*, p. 123.

¹⁵ John Archibald Wheeler: "Information, physics, quantum: The search for links", in W. Zurek (ed.) *Complexity, Entropy, and the Physics of Information*. Addison-Wesley, 1990.

¹⁶ Gheorghe M. Ștefan: "Cyber-Physical Society – iDemocracy", în *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*, Vol.14, No.3, pp. 54-60, 2012. (accesibil la: <http://arh.pub.ro/gstefan/iDemocracy.pdf>)