

**Libris**.RO

Respect pentru oameni și cărți

# FIZICA VIITORULUI

CUM VA INFLUENȚA ȘTIINȚA  
DESTINUL OMENIRII  
ȘI VIAȚA DE ZI CU ZI  
ÎN ANUL 2100

**MICHIO  
KAKU**

Traducere din engleză de  
Constantin Dumitru-Palcus

**3**  
TREI

151. *Continuum* este un plan extradimensional al existenței, locuit de o rasă de ființe extrem de puternice, hiperinteligente, cunoscute sub numele de Q. atitudinea lor față de treburile ființelor non-Q, care trăiesc în spațiul normal sau în numeroasele dimensiuni paralele cu a lor, este de indiferență generală, excepția fiind interesul față de dezvoltarea și progresul omenirii.

152. Kenichi Ohmae, *The End of the Nation State: The Rise of Regional Economies* (New York: Free Press, 1995), p. 45.

153. Benjamin Franklin, scrisoare către Joseph Priestley, citat în Cornish, p. 173.

154. [http://www.brainyquote.com/quotes/authors/i/immanuel\\_kant\\_2.html](http://www.brainyquote.com/quotes/authors/i/immanuel_kant_2.html).

155. [http://www.brainyquote.com/quotes/topics/topic\\_science4.html](http://www.brainyquote.com/quotes/topics/topic_science4.html)

156. <http://www.brainyquote.com/quotes/keywords/democracy.html>

157. [http://www.brainyquote.com/quotes/authors/g/george\\_bernard\\_shaw\\_2.htm](http://www.brainyquote.com/quotes/authors/g/george_bernard_shaw_2.htm).

158. Citat în Rhodes, p. 61.

### Capitolul 9: O zi de viață din anul 2100

159. [http://thinkexist.com/quotation/the\\_roots\\_of\\_violence-wealth\\_without\\_work/191301.html](http://thinkexist.com/quotation/the_roots_of_violence-wealth_without_work/191301.html).

Mulțumiri .....	9
Introducere .....	21
Previzuni pentru următorii 100 de ani	
1. Viitorul computerelor. ....	51
Mintea domină materia	
2. Viitorul inteligenței artificiale. ....	129
Ascensiunea mașinilor	
3. Viitorul medicinei. ....	219
Perfecțiune și mai mult decât atât	
4. Nanotehnica. ....	311
Totul sau nimic	

5. Viitorul energiei.....	375
Energie din stele	
6. Viitorul călătoriilor spațiale.....	453
Către stele	
7. Viitorul bogăției.....	523
Învingători și învinși	
8. Viitorul omenirii.....	577
Civilizația planetară	
9. O zi de viață din anul 2100.....	621
Lecturi suplimentare.....	649
Note.....	657

MICHIO  
KAKU  
FIZICA  
VIITORULUI

## 1. VIITORUL COMPUTERELOR. MINTERA DOMINĂ MATERIA

*„Orice om ia limitele propriiei sale viziuni  
drept limitele omenirii.“*

— ARTHUR SCHOPENHAUER

*„Niciun pesimist n-a descoperit vreodată secretele  
stelelor, n-a navigat prin ținuturi necunoscute și n-a deschis  
un nou paradis pentru spiritul uman.“*

— HELEN KELLER

Îmi amintesc cu claritate cum stăteam în biroul lui Mark Weiser din Silicon Valley în urmă cu aproape douăzeci de ani, în timp ce el îmi explica viziunea lui asupra viitorului. Gesticulând cu înfrigurare, îmi vorbea despre o nouă revoluție pe cale să aibă loc și care urma să schimbe lumea. Weiser făcea parte din elita specialiștilor

în computere, lucrând la Xerox PARC (Palo Alto Research Center, unde s-au produs pentru prima oară calculatorul personal, imprimanta laser și arhitectura de tip Windows cu interfață grafică pentru utilizatori), dar era un rebel, un iconoclast care zdruncina din temelii ideile general acceptate și totodată membru al unei trupe de rock.

Pe atunci (pare că a trecut o viață între timp), computerele personale erau ceva nou, abia începuseră să pătrundă în viețile oamenilor, pe care îi încânta ideea de a-și cumpăra computere desktop pentru a efectua operații de calcul tabelar și ceva procesare de text. Internetul rămânea o provincie izolată, populată de oameni de știință ca mine, care făceau schimb de ecuații cu colegii de breaslă într-un limbaj misterios. Se purtau discuții aprinse ce încercau să stabilească dacă nu cumva cutia asta așezată pe birou va ajunge să dezumanizeze civilizația cu privirea ei rece, neiertătoare. Până și analistul politic William F. Buckley s-a văzut nevoit să apere procesorul de text în fața intelectualilor care protestau la adresa lui și refuzau măcar să atingă un computer, numindu-l instrument al filistinilor.

În această perioadă de controverse, Weiser a născocit termenul de „ubiquitate a computerelor“. Văzând dincolo de computerele personale, el a prezis că, într-o bună zi, cipurile vor deveni atât de ieftine și de abundente încât se vor răspândi în întregul mediu înconjurător — în haine, în mobilă, în pereți, chiar și în corpurile noastre. Și toate vor fi conectate la internet, partajând date, făcându-ne viața mai plăcută, monitorizându-ne toate dorințele. Oriunde ne-am duce, cipurile se vor afla în preajmă, îndeplinindu-ne în tăcere toate dorințele. Mediul va fi viu.

Pentru acele vremuri, visul lui Weiser era bizar, chiar absurd. Majoritatea computerelor erau încă scumpe și nici măcar nu erau conectate la internet. Ideea că miliarde de cipuri minuscule vor fi cândva ieftine ca apa de la robinet era considerată o nebunie.

Apoi l-am întrebat de ce era așa sigur de această revoluție. Mi-a replicat calm că puterea de calcul a computerelor creștea exponențial, fără vreo limită previzibilă. Fă și tu calculele, mi-a sugerat el. Era doar o chestiune de timp. (Din păcate, Weiser nu a trăit să vadă materializându-se revoluția pe care a prezis-o, fiindcă a murit de cancer în 1999.)

Forța motrice aflată la baza viselor profetice ale lui Weiser este așa-numita lege a lui Moore, o regulă empirică ce a guvernat industria computerelor vreme de peste cincizeci de ani, stabilind ritmul de evoluție a civilizației moderne cu o precizie de ceasornic. Legea lui Moore afirmă, pur și simplu, că puterea de calcul a computerelor se dublează la fiecare optsprezece luni. Formulată prima oară în 1965 de Gordon Moore, unul dintre fondatorii Intel Corporation, această lege simplă a revoluționat economia mondială, a generat o nouă și fabuloasă bogăție și ne-a modificat ireversibil stilul de viață. Când trasezi graficul prețului în permanentă scădere al cipurilor de computer și progresele lor rapide în ceea ce privește viteza, puterea de procesare și memoria, vei obține o linie remarcabil de dreaptă care se întoarce în timp până în urmă cu cincizeci de ani. (Este vorba despre o curbă logaritmică. De fapt, dacă prelungim graficul, astfel încât să cuprindă tehnologia tuburilor vidate și chiar mașinile de calcul mecanice, linia se poate extinde cu mai bine de 100 de ani în trecut.)

Adeseori, creșterea exponențială este greu de înțeles, deoarece mintea noastră gândește liniar. Iar creșterea este atât de graduală, încât uneori nu poți să percepi deloc schimbarea. Dar, cu trecerea deceniilor, poate modifica totul în jurul nostru.

În conformitate cu legea lui Moore, la fiecare Crăciun, noul tău joc de computer este de aproape două ori mai puternic (în privința numărului de tranzistori) decât cele de anul trecut. Mai mult, cu trecerea anilor, această creștere progresivă devine monumentală. Printre felicitările primite cu ocazia zilei de naștere, găsim adesea, de exemplu, câte una cu un cip care ne cântă „La mulți ani“. În mod remarcabil, cipul acela are mai multă putere de calcul decât dețineau forțele aliate în 1945. Hitler, Churchill sau Roosevelt ar fi făcut moarte de om ca să pună mâna pe acel cip. Și noi ce facem cu el? După ce trece ziua de naștere, aruncăm felicitarea și, odată cu ea, și cipul. Astăzi telefonul celular are mai multă putere de calcul decât toată aparatura NASA din 1969, când primii doi astronauți au pus piciorul pe Lună. Jocurile video, care consumă cantități imense de putere de calcul ca să simuleze niște situații 3D, folosesc mai multă putere de calcul decât calculatoarele din deceniul trecut. Un Sony PlayStation din zilele noastre, care costă cam 300 de dolari, are puterea unui supercomputer militar din 1997, care costa milioane de dolari.

Putem remarca diferența dintre creșterea liniară și creșterea exponențială a puterii computerelor atunci când analizăm cum vedeau oamenii viitorul computerelor în 1949, când Popular Mechanics emitea predicția conform căreia computerele vor crește liniar în viitor, probabil doar

dublându-și sau triplându-și cu timpul puterea de calcul: „Dacă astăzi un calculator precum ENIAC este echipat cu 18 000 de tuburi vidate și cântărește 30 de tone, computerele viitorului s-ar putea să aibă doar 1 000 de tuburi vidate și să cântărească doar 1 tonă și jumătate“.<sup>8</sup>

(Mama Natură apreciază puterea exponențială. Un singur virus poate pune stăpânire pe o celulă umană, forțând-o să creeze mai multe sute de copii ale sale. Crescând cu un factor de 100 la fiecare generație, un virus poate genera 10 miliarde de virusuri în doar cinci generații. Nu e de mirare că un singur virus poate infecta corpul omenesc, cu mii de miliarde de celule sănătoase, și să vă pricopsească cu o răceală în doar o săptămână.)

Și nu doar că a crescut puterea de calcul a computerelor, dar și felul în care este furnizată această putere s-a schimbat în mod radical, cu implicații uriașe pentru economie. Putem să vedem această progresie, deceniu după deceniu:

- **Anii 1950:** Computerele bazate pe tuburi cu vid erau niște instalații gigantice care ocupau camere întregi cu hățșuri de cabluri, bobine și oțel. Doar armata era îndeajuns de bogată ca să finanțeze asemenea monstruoziități.
- **Anii 1960:** Tranzistorii au înlocuit tuburile cu vid în construcția computerelor, iar calculatoarele de tip mainframe au pătruns treptat pe piața comercială.
- **Anii 1970:** Plăcile cu circuite integrate, conținând sute de tranzistoare, au creat minicomputerul, care era de mărimea unui birou mare.



- **Anii 1980:** Cipuri conținând zeci de milioane de tranzistoare au făcut posibile computerele personale, care încap într-o servietă.
- **Anii 1990:** Internetul conectează sute de milioane de computere într-o rețea unică de computere, la nivel planetar.
- **Anii 2000:** Ubicuitatea tehnologiei de calcul a eliberat cipul din chingile computerului, și astfel cipurile au fost răspândite în mediul înconjurător.

Așa încât vechea paradigmă (un singur cip în interiorul unui computer desktop sau laptop) este înlocuită de o nouă paradigmă (mii de cipuri răspândite în fiecare obiect, cum ar fi mobila, aparatura electrocasnică, fotografiile, pereții, mașinile și hainele, toate vorbind între ele și conectate la internet).

Când cipurile sunt inserate într-un aparat electrocasnic, acesta se transformă în mod miraculos. Când cipurile au fost inserate în mașinile de scris, acestea au devenit procesoare de text. Când au fost introduse în telefoane, acestea au devenit telefoane celulare. Aparatele de pinball au devenit jocuri video. Pick-upurile au devenit iPod-uri. Avioanele au devenit aparate mortale, de tip Predator. De fiecare dată o industrie a fost revoluționată și a renăscut. În cele din urmă, aproape toate obiectele din jurul nostru vor deveni inteligente. Cipurile vor ajunge să fie atât de ieftine încât vor costa mai puțin decât ambalajele din plastic și vor înlocui Țodul de bare. Companiile care nu-și transformă produsele într-unele inteligente se pot trezi scoase din competiție de concurența care o face.

Desigur, vom continua să fim înconjurați de monitoare de computer, dar ele vor semăna cu tapetul, cu ramele de tablouri sau cu pozele de familie, și mai puțin cu computerele. Imaginați-vă toate picturile și fotografiile care ne decorează locuințele astăzi; acum închipuiți-vă că fiecare dintre ele este animată, se deplasează și se conectează la internet. Când vom ieși din casă, vom vedea imaginile mișcându-se, deoarece pozele mobile vor costa la fel de puțin ca și cele statice.

Destinul computerelor — asemenea altor tehnologii de masă, precum electricitatea, hârtia sau apa curentă — este să devină invizibile, adică să dispară în textura vieților noastre, să fie pretutindeni și nicăieri, tăcute și ducându-ne la îndeplinire dorințele.

Astăzi, când intrăm într-o încăpere, căutăm în mod automat întrerupătorul de lumină, deoarece presupunem că în zidărie este îngropată instalația electrică. În viitor, primul lucru pe care-l vom face la intrarea într-o incintă va fi să căutăm portalul de internet, pentru că vom presupune că respectiva încăpere este inteligentă. Așa cum spunea cândva romancierul Max Frisch: „Tehnologia este tendința de a aranja lumea în așa fel încât să nu fie nevoie să o experimentăm“.<sup>9</sup>

Legea lui Moore ne permite de asemenea să prezicem evoluția computerului în viitorul apropiat. În deceniul următor, cipurile vor fi combinate cu senzori hipersensibili, astfel încât să poată detecta bolile, accidentele și situațiile periculoase și să ne alerteze înainte ca acestea să scape de sub control. Vor putea să recunoască, până la un punct, vocea și chipul oamenilor și să le convertească

într-un limbaj formal. Vor fi capabile să creeze în întregime lumi virtuale la care astăzi abia dacă îndrăznim să visăm. În jurul anului 2020, prețul unui cip s-ar putea să scadă în jurul valorii de 1 penny, acesta fiind azi costul maculaturii. Atunci vom avea milioane de cipuri distribuite peste tot în mediul nostru înconjurător, executându-se fără crâncire ordinele.

În sfârșit, termenul de „computer“ ca atare va dispărea din limba engleză.

Pentru a putea discuta progresele viitoare ale științei și tehnologiei, am împărțit fiecare capitol în trei perioade: viitorul apropiat (de astăzi până în 2030), jumătatea secolului (din 2030 până în 2070) și, în sfârșit, viitorul îndepărtat, din 2070 până în 2100. Aceste perioade sunt doar niște aproximări grosiere, dar arată cadrul temporal pentru diferitele tendințe descrise în această carte.

Dezvoltarea rapidă a puterii de calcul a computerelor până în anul 2100 ne va da o forță precum cea a zeilor pe care cândva i-am venerat, permițându-ne să controlăm lumea din jurul nostru numai prin puterea gândului. La fel ca respectivii zei, care puteau să mute obiecte și să remodeleze existența cu o simplă mișcare a mâinii sau cu un semn al capului, și noi vom fi în stare să controlăm lumea din jurul nostru cu puterea minții. Ne vom afla în contact mental permanent cu cipurile răspândite în mediu, iar acestea ne vor îndeplini în tăcere ordinele.

Îmi amintesc că am urmărit cândva un episod din *Star Trek* în care echipajul astronavei *Enterprise* ajunsese pe o planetă locuită de zeii din mitologia greacă. În fața lor stătea impunătorul zeu Apollo, o siluetă uriașă care putea să-i uimească și să-i copleșească pe membrii echipajului cu

fapte de factură divină. Știința secolului XXIII era lipsită de forța necesară pentru a ține piept unui zeu care guvernase cerurile cu mii de ani în urmă, în Grecia Antică. Dar, de îndată ce membrii echipajului și-au revenit din șocul provocat de întâlnirea cu zeii greci, și-au dat curând seama că trebuie să existe o sursă pentru această putere, că Apollo trebuie să se află în contact mental cu un computer central și o sursă de energie care îi execută dorințele. Imediat ce echipajul a localizat și distrus rezerva de energie, Apollo a fost redus la starea de muritor obișnuit.

Aceasta e doar o poveste de tip Hollywood. Totuși, extrapolând descoperirile radicale care se fac acum în laborator, oamenii de știință pot să-și imagineze ziua în care și noi am putea folosi controlul telepatric asupra computerelor, căpătând astfel puterea lui Apollo.

## VIITORUL APROPIAT {PREZENT – 2030}

### OCHELARI ȘI LENTILE DE CONTACT PENTRU INTERNET

Azi putem comunica cu internetul prin intermediul computerelor și al telefoanelor celulare. Dar în viitor internetul va fi pretutindeni — în pereți, în mobilă, pe panourile publicitare și chiar în ochelarii și lentilele noastre de contact. Când vom clipi, vom intra online.

Există mai multe moduri prin care putem pune internetul pe o lentilă. Imaginea poate fi transmisă

de ochelarii noștri, prin intermediul cristalinelor din ochi pe retine. Imaginea poate fi de asemenea proiectată pe suprafața cristalinelor, care vor acționa ca un ecran de proiecție. Sau ar putea fi atașată de rama ochelarilor, ca o mică lentilă de bijutier. Când privim în ochelari, vedem internetul, ca și cum ne-am uita la un ecran de cinema. Apoi îl putem manipula cu un dispozitiv manual, care controlează computerul printr-o conexiune wireless. Am putea, de asemenea, să mișcăm pur și simplu degetele prin aer ca să controlăm imaginea, dat fiind că poziția degetelor este recunoscută de computer.

Oamenii de știință de la Universitatea din Washington au lucrat la perfecționarea displayului retinal virtual (VRD), în care lumini de culoare roșie, verde și albastră sunt trimise direct pe retină. Cu un câmp vizual de 120 de grade și o rezoluție de  $1\,600 \times 1\,200$  de pixeli, afișajul VRD poate produce o imagine strălucitoare, naturală, comparabilă cu cea proiectată într-o sală de cinematograf. Imaginea poate fi generată cu ajutorul unei căști sau al unor ochelari.

În anii 1990, am avut prilejul să probez acești ochelari pentru internet. Era o versiune incipientă, creată de oamenii de știință de la Media Lab din cadrul MIT. Arătau ca niște ochelari obișnuiți, doar că aveau o lentilă cilindrică lungă de cam 1,25 centimetri atașată în colțul din dreapta al lentilei. Puteam să văd prin ochelari normal, fără probleme. Dar, dacă loveam ușor cu degetul rama ochelarilor, lentila micuță cobora în fața ochiului. Privind prin lentilă, puteam să deslușesc limpede un întreg ecran de computer, aparent doar un pic mai mic decât un ecran standard de PC. Am fost

surprins de claritatea imaginii, aproape ca și cum ecranul s-ar fi aflat foarte aproape de ochii mei. Apoi am luat un dispozitiv, cam de mărimea unui telefon celular, cu butoane. Apăsând butoanele, puteam să controlez cursorul de pe ecran și chiar să tastez instrucțiuni.

În 2010, pentru emisiunea pe care o realizam la Science Channel, m-am deplasat la Fort Benning, Georgia, să văd cum funcționează ultima versiune a „Internetului pentru câmpul de luptă”, realizată de armata americană și denumită Land Warrior. Mi-am pus pe cap o cască specială cu un ecran miniatural atașat lateral. Când am adus ecranul în fața ochilor, am putut vedea deodată o imagine surprinzătoare: întregul câmp de luptă cu X-uri care indicau pozițiile trupelor aliate și ale celor inamice. Remarcabil, „ceața de război” era ridicată, senzorii GPS localizând cu precizie pozițiile tuturor trupelor, tancurilor și clădirilor. Acționând un buton, imaginea se schimba cu repeziune și punea internetul la dispoziția mea pe câmpul de luptă, cu informații despre vreme, dispunerea pe teren a trupelor aliate și inamice, precum și elemente de strategie și tactică.

O versiune mult mai avansată a dispozitivului va avea internetul transmis direct prin intermediul lentilelor de contact, prin inserarea unui cip și a unui display LCD în plastic. Babak A. Parviz și grupul lui de cercetători de la Universitatea Washington din Seattle deschid acum drumul lentilelor de contact cu internet, proiectând prototipurile care, în cele din urmă, s-ar putea să ne schimbe felul în care accesăm rețeaua.

El prevede că o aplicație imediată a acestei tehnologii ar putea să-i ajute pe diabetici să-și regularizeze