

Maniac

i la gran ruptura en la física

Daniel Climent Giner
Professor de Ciències

El primer ordinador, la màquina que va obrir la porta als avanços més importants del segle XX, va rebre el nom de Mathematical Analyzer, Numerical, Integrator and Computer, més conegut per la sigla en anglès, MANIAC.

La idea havia sigut concebuda per un geni anomenat János (John) von Neumann, un jueu hongarès nascut a Budapest (1903) i mort a Washington (1957) al voltant del qual gira el llibre de Benjamin Labatut anomenat justament MANIAC.

El llibre sorprèn i atrapa des del començament en presentar un calidoscopi de reflexions de físics i matemàtics de primer nivell sobre la seua professió, tot tractat amb un ritme de thriller que et deixa sense alè.

Estructurat com una mena de tríptic, les dues primeres parts aborden el trànsit de la física d'objectes a la de partícules, i el de la física material i analògica a la matemàtica, abstracta i digital. Uns canvis de paradigma que durien a resultats tan notables i controvertits com ara la bomba atòmica, la computació, la destrucció dels fonaments lògics de les matemàtiques, l'univers digital i la intel·ligència artificial.

La tercera part del llibre gravita al voltant del go, el joc més complex que s'ha inventat per ara, i l'afició compartida pels membres del projecte Manhattan destinada a la construcció de la bomba atòmica, que tenia com a campió el director científic, Robert Oppenheimer. El capítol descriu el desafiament el 2016 entre el líder mundial del go, el sud-coreà Lee Sedol, i AlphaGo, l'algoritme automillorable d'intel·ligència artificial dissenyat pel prodigi matemàtic anglès Demis Hassabis [1].

Tornant a von Neumann, el geni al voltant del qual gira el llibre, cal apuntar que tot i no formar part del Manhattan, hi era requerit quan calia desentrellar aquells problemes físics i matemàtics que l'equip no aconseguia resoldre. Era, per dir-ho d'alguna manera, una mena de deus ex machina, una deïtat que, provinent de fora de l'escenari, era introduïda per una màquina (organitzativa) per resoldre una situació. O, millor dit, un deus ex Mars (Déu vingut de Mart), per seguir la broma compartida entre els millors científics de l'època, que deien que realment els hongaresos eren fills d'uns marcians que havien visitat la Terra temps enrere.

Alguns d'eixos marcians eren, a més, jueus, com molts altres capdavanters en les matemàtiques i la física; jueus molt sovint integrats en les societats d'acollida en renunciar (ells o els seus pares) a la seua religió i fer-se protestants, catòlics, agnòstics o no creients. Formarien part d'aquest

El llibre sorprèn i atrapa des del començament en presentar un calidoscopi de reflexions de físics i matemàtics de primer nivell sobre la seua professió, tot tractat amb un ritme de thriller que et deixa sense alè.

grup de jueus, assimilats o no, els ja esmentats Klara Dan, János von Neumann i Gábor Szegő; els físics i premis Nobel Niels Bohr, Max Born, Hans Bethe, Wolfgang Pauli, James Franck, Lev Landau, Gustav Herz i Albert Einstein; el matemàtic i físic Hermann Weyl; el físic Otto Frich; el matemàtic i filòsof Ludwig Wittgenstein; el més conegut de tots, Albert Einstein; i també Paul Ehrenfest, deixeble de Ludwig Boltzmann i potser el més respectat per tothom per la seua equanimitat. Un Ehrenfest amb el qual comença el llibre de manera especialment tràgica: amb el seu suïcidi després d'haver assassinat el seu fill, amb síndrome de Down i amenaçat per les lleis nazis de puresa ètnica.

Molts d'eixos científics de primera fila apareixen en MANIAC com a actors-narradors en eixe calidoscopi de visions científiques, xocs de personalitats, context polític i plantejaments ètics en el trànsit entre la física clàssica i la moderna. Uns personatges molts dels quals també fan aparició com a secundaris en el film Oppenheimer, de Christopher Nolan, Oscar a la millor pel·lícula del 2023.

Un aspecte que paga la pena destacar és la quantitat d'eixes eminències que eren creients, i que fins i tot feien de la religió o de l'espiritualitat un fulcre per a les seues aportacions.

En el llibre es tracten, a més dels reptes i avanços científicotècnics, altres qüestions que sorprenen i preocupen, com el fet que entre les mentes més prodigioses que van il·luminar el camí de les matemàtiques i de la física, una proporció notable acabaven en la demència. En serien exemples el pare de la teoria de conjunts, Georg Cantor, el pioner de la mecànica estadística i del concepte d'entropia Ludwig Boltzmann, el matemàtic i biòleg Nils Barricelli, el lògic Kurt Gödel, o el premi Nobel d'economia 1994 John Nash (recreat en la pel·lícula *A beautiful mind* (Una ment meravellosa, 2001), epígon de la teoria dels jocs iniciada per John von Neumann, també embogit en les últimes etapes de sa vida.

La gran ruptura

Farcit d'anècdotes, MANIAC combina les peripècies emotives i vitals dels actors-narradors amb els desafiaments físics, matemàtics, lògics i ètics a què feien front en l'albada d'un nou món.

La revolució, però, estava en marxa i es manifestava imparable a remolc de la mecànica quàntica i dels principis d'incertesa de Heisenberg i d'exclusió de Pauli. Una revolució sumida també en l'angoixa generada per la destrucció dels basaments formals de les matemàtiques a causa dels teoremes d'incompletesa de Gödel o els diferents tipus d'infinits de Georg Cantor, o per von Neumann quan advertia que, en el cas que un sistema fora complet, aleshores seria inconsistent i, per tant, poc fiable.

Així, doncs, estava fent-se un salt en el buit, d'un món racional a un altre d'irracional en el qual les antigues constriccions lògiques, lingüístiques o ètiques anaven camí de ser substituïdes per una mena de desenvolupament autònom dels engranatges conceptuals.

Era com si el geni de la llàntia d'Aladí, alliberat de la seua presó, haguera permès accedir a molta més riquesa i poder d'allò imaginable al mateix temps que els creadors, desconexors de la lògica inherent a allò que havien alliberat, quedaren exposats a dinàmiques que ja no serien capaços de controlar, com potser estiga passant ara amb la intel·ligència artificial. I un dels qui més va contribuir a fregar la llàntia va ser John (János) von Neumann.

El personatge central de la trama

Hongarès, jueu convertit al catolicisme, físic, matemàtic i, finalment, dement, János von Neumann va ser no tan sols un prodigi des de la infància, sinó que al llarg de sa vida faria aportacions excepcionals en matemàtiques, física, tecnologia, informàtica, filosofia de la intel·ligència artificial, economia i, fins i tot, biologia teòrica.

El premi Nobel de física Eugene Wigner, també jueu i hongarès, que treballava juntament amb eminències com ara Albert Einstein, Max Planck, Paul Dirac o Werner Heisenberg, opinava que no coneixia ningú tan ràpid i agut com von Neumann, fins al punt d'afirmar que «en aquest món hi ha dos tipus de persones: John von Neumann i tota la resta». Una opinió que, val a dir, era compartida per l'elit científica del moment.

En física, von Neumann va fer contribucions capdavanteres en camps com ara la hidrodinàmica i la mecànica quàntica, mentre que en matemàtiques va treballar en anàlisi funcional, geometria, estadística i topologia. Amb poc més de vint anys, va escriure Fonaments matemàtics de la mecànica quàntica, el primer esquema matemàtic sòlid per a entendre la nova disciplina que marcava la ruptura entre la física clàssica i la moderna.

Von Neumann va ser l'impulsor de la teoria de jocs, una branca de la matemàtica aplicada que estudia les estratègies per a maximitzar els guanys i els mecanismes que guien les deci-

sions i els resultats que se'n deriven fruit de la interacció, la qual cosa té usos en camps tan diversos com l'economia i la guerra. Una teoria que assoliria un desenvolupament extraordinari i que li hauria valgut el premi Nobel d'economia d'haver estat instituït.

Pel que fa a la informàtica, el primer computador electrònic, Colossus (1943), havia sigut creat per l'equip d'Alan Turing durant la Segona Guerra Mundial per intentar desxifrar els missatges codificats per la màquina criptogràfica alemanya Enigma.

En paral·lel, i sense saber res de la ultrasecreta existència del Colossus, John Mauchly i J. Presper Eckert, de la Universitat de Pennsilvània, van dissenyar un computador a instàncies de l'Armada dels EUA i destinat a calcular trajectòries balístiques Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC, 1945), una màquina que va mostrar la seua versatilitat quan també va ser capaç de resoldre les difícilíssimes equacions associades a la predicció de l'oratge.

Un aspecte ben interessant lligat a aquests avanços, tant tecnològics com socials, i a la societat oberta que també es construïa, és que de la programació de l'ENIAC s'encarregaven les Top Secret Rosies, set dones el reconeixement a les quals va tardar dècades a fer-se públic.

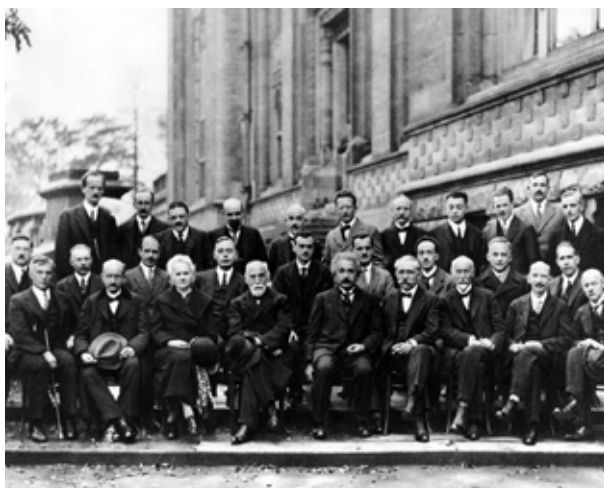
A totes elles caldria afegir també el nom de Klara Dan, esposa de von Neumann amb el qual va treballar com a programadora en el primer ordinador pròpiament dit, MANIAC, dissenyat per a realitzar simulacions en el projecte de detonació de la bomba H.

A diferència dels models anteriors, MANIAC no era tan sols una calculadora, sinó un instrument molt més complex. Estava basat en l'anomenada arquitectura de von Neumann, amb els quatre components fonamentals que ja reconeixem en els actuals ordinadors domèstics i també en els gegantins supercomputadors que gestionen el núvol o big data:

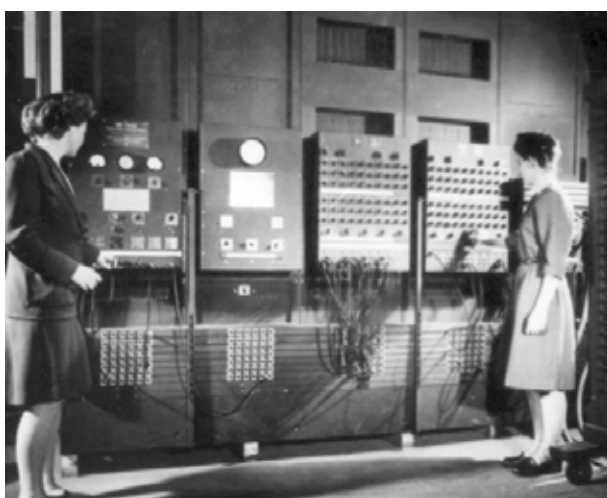
- 1) Una entrada per introduir la informació, el teclat;
- 2) Una memòria en què s'emmagatzema la informació perquè un altre component,
- 3) la CPU (Unitat Central de Processament, el cervell de l'ordinador), pugui treballar-hi.
- 4) Una eixida (monitor) per a visualitzar els resultats.

Von Neumann, esdevingut conseller àulic dels grans mandataris i amb una història personal marcada pel fet de ser un jueu perseguit pels nazis i un hongarès que veia la seua pàtria ocupada i subjugada pels comunistes soviètics, va proposar un atac nuclear preventiu contra l'URSS. Més tard, quan ja aquesta s'havia fet amb la bomba atòmica, von Neumann va arribar a ser el màxim ideòleg de la doctrina MAD o Mutual Assured Destruction (destrucció mútua assegurada), un plantejament en què l'ús d'armament nuclear per qualsevol dels bàndols implicaria la completa destrucció dels dos contendents. I en eixe sentit va dissenyar els protocols d'actuació en cas d'una crisi nuclear [2].

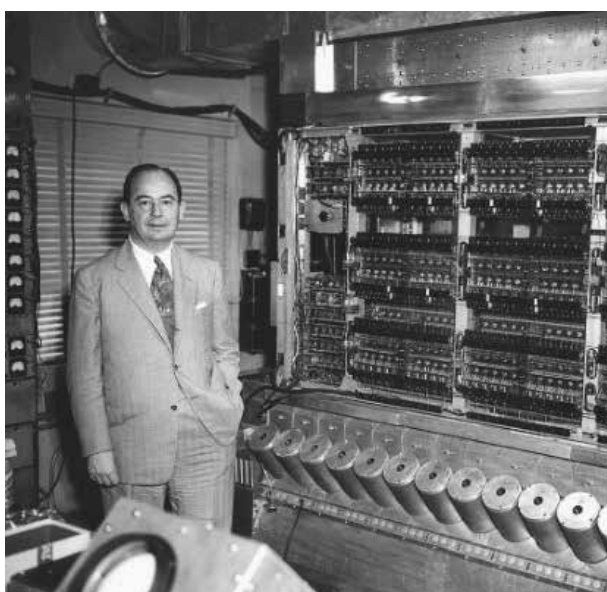
Altres camps en què va excel·lir von Neumann va ser el de la biologia teòrica, al qual va fer apor-



Famosa foto dels participants en la cinquena Conferència Solvay de 1927



Betty Jean Jennings i Frances Bilas, dues de les set calculistes que feien operar l'ENIAC en la Moore School of Electrical Engineering. Fotografia de l'exèrcit dels EUA



John von Neuman l'any 1952 davant el primer ordinador plenament operatiu, MANIAC, en l'Institute for Advanced Study, a Princeton (Nova Jersey). La memòria era de 1.024 paraules, equivalent a 5,1 kilobytes (kB). Font: Arxiu de l'IAS

tacions notables. Per situar-ho en context, l'any 1944 el físic quàntic Erwin Schrödinger, austríac, va publicar el llibre *What Is Life? The Physical Aspect of the Living Cell* (Què és la vida? L'aspecte físic de la cèl·lula viva). El llibre va representar una gran revolució en la biologia en anticipar idees tan rupturistes com que el material hereditari hauria de ser de mida petita i permanent en el temps, una molècula regular però aperiòdica, propietat que li permetria codificar un nombre quasi infinit de possibilitats amb una petita quantitat d'àtoms [3].

Doncs bé, i continuant amb la biologia molecular, poc després de finalitzar la Segona Guerra Mundial, von Neumann hi va fer una altra aportació: físicomatemàtiques, va formular els conceptes d'autòmata cel·lular i d'estructures autoreplicatives, tot obrint el camí a la invenció de màquines capaces de produir-ne d'altres més complexes fins a arribar a intel·ligències artificials capaces d'aprendre i d'evolucionar autònomament.

Notes

1 A punt d'acabar l'article s'han fet públics els resultats dels Premis Nobel de 2024, i un dels tres guardonats amb el de Química ha sigut Demis Hassabis per l'elaboració d'un model d'Intel·ligència Artificial, l'Alpha Fold 2, capaç de predir l'estructura tridimensional de qualsevol dels 200 milions de proteïnes conegudes tridimensional a partir de la seua seqüència d'aminoàcids. Un problema la resolució del qual ha tardat 50 anys en tindre una resposta convincent i que obre una quantitat enorme de perspectives en diferents camps de la biomedicina o la indústria, entre altres.

2 L'any 1963 el director cinematogràfic Stanley Kubrik va dirigir la pel·lícula *Dr. Strangelove or How I Learned to Stop Worrying and Love the Bomb* ("Dr. Amor estrany o com vaig aprendre a deixar de preocupar-me i estimar la bomba"; 1963), retitulada en castellà com "¿Teléfono rojo? Volamos hacia Moscú".

El film era una paròdia de la guerra freda, de la doctrina MAD i d'aquells que es creuen capaços de manejar i controlar tan immens i perillós poder. Per als espectadors més assabentats, el personatge que actua de consultor en el gabinet de crisi, el Dr. Strangelove era una mena de caricatura d'un amoral John von Neumann hibridat amb uns altres bel·licistes, el jueu-hongarès i 'pare de la bomba' l'Edward Teller, i l'expert en coets Wernher von Braun, de passat nazi i amb un fort accent alemany. I no tant, malgrat algunes lectures interessades, Henry Kissinger, jueu bavarès durant molts anys secretari d'estat del USA, ja que aquest era un fervent partidari de la distensió; com també ho eren Nixon, Ford i Reagan, malgrat la mala fama que arrosseguen en determinats ambients autoanomenats progressistes, d'esquerres i sovint poc democràtics i/o prosoviètics.

3 Nou anys més tard eixa hipòtesi seria confirmada (1953) quan el nord-americà James Watson i l'anglès Francis Crick van proposar l'estructura en doble hèlix per al DNA, la molècula encarregada de conservar i transferir la informació que definia els éssers vius; la idea va sorgir a partir de la interpretació de les dades cristal·logràfiques sobre l'estructura molecular dels àcids nucleics obtingudes pel britànic neozelandès Maurice Wilkins, que havia participat en el projecte Manhattan, i l'anglojueva Rosalind Franklin (morta el 1958). El model valdria als tres primers el Premi Nobel de medicina de 1962 sense que ni tan sols citaren les contribucions de la quarta, que ja havia mort; un estigma que els va acompanyar tota la vida.