

ALAN TURING: informatica, spionaggio e sesso

Piergiorgio Odifreddi

Gennaio 1992

Vita

Alan Turing morì suicida nel 1954 all'età di quarantadue anni, dopo aver mangiato una mela intinta nel cianuro. Durante la seconda guerra mondiale fu il cervello umano di un ente di spionaggio, e riuscì a decodificare il codice di trasmissione tedesco (l'*Enigma*), fornendo così alla marina inglese le comunicazioni nemiche su un piatto d'argento. Dopo la guerra tentò inutilmente di dare all'Inghilterra un altro vantaggio sostanziale, con la costruzione di un cervello elettronico universale (un computer moderno), basato sugli studi teorici che egli aveva effettuato da studente, a ventitrè anni, inventando quella che oggi si chiama *macchina di Turing*. A titolo di ringraziamento per i suoi servizi l'Inghilterra dapprima lo decorò con l'*Ordine dell'Impero Britannico*, poi lo fece membro della *Royal Society*, ed infine lo processò per atti osceni in quanto omosessuale (in una causa chiamata, secondo l'uso, *la Regina contro Turing*), condannandolo ad una cura ormonale che lo rese impotente e gli fece crescere il seno. Due anni dopo Turing si liberò definitivamente dei servizi segreti e dell'Inghilterra.

⁰Da *Sapere*, Ottobre 1994, pp. 31-35. Testo di una conferenza al Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino, 26 Gennaio 1995.

Folclore

Turing fu un uomo piuttosto colorito. Ebbe una passione per esperimenti ed invenzioni fin dall'infanzia (che prefiguravano un interesse per aspetti applicativi della scienza), e per la bicicletta e la corsa dall'adolescenza fino alla morte (che mostrano un interesse per l'attività fisica oltre che intellettuale, contrario alla cesura fra 'atleti' ed 'esteti' allora d'obbligo nella vita universitaria, e che sarà all'origine dei suoi guai). Il suo aspetto era trasandato, con la barba sempre lunga e le unghie sporche. Fu infantile (ad esempio, si fece regalare un orsacchiotto di pezza per Natale, a ventidue anni) e anti-academico (il che fu una delle cause per le sue ripetute difficoltà nell'avere un lavoro universitario: era ancora assistente a trentasei anni). Canticchiava per giorni l'incantesimo della strega malvagia di Biancaneve (sulla mela velenosa), quindici anni prima di scegliere tale metodo per suicidarsi. Seppellì lingotti d'argento durante la guerra in modo così sicuro da non riuscire a ritrovarli dopo la fine. Non sopportava gli sciocchi, ed abbandonava le conversazioni vuote e le compagnie idiote repentinamente, e senza una parola di commiato. Imparò a fare la maglia da una ragazza che aveva deciso di sposare, nonostante la propria omosessualità. Andava in bicicletta con la maschera antigas durante il periodo dell'impollinazione, per evitare la febbre da fieno, o avvolto in tera cerata gialla durante la stagione delle piogge. Legava la tazza da tè al termosifone con un lucchetto, per evitare che gli fosse rubata. Portava la giacca del pigiama al posto della camicia, e pretendeva di poter lavorare quando si sentiva (in particolare, di notte e fuori dell'orario di ufficio), anche sotto regime militare. Gettava nel cestino le lettere della madre senza leggerle, dicendo che ella stava certamente benissimo. Feceva calcoli, anche durante le conferenze pubbliche, con numeri in base 32 scritti all'indietro (come si dovevano inserire nel computer). Giocava a tennis nudo sotto un impermeabile, e non disdegnò di discutere con un bambino se Dio avrebbe preso il raffreddore se si fosse seduto sulla nuda terra.

Matematica

Il nome di Turing è oggi famoso soprattutto per la sua analisi del processo di computazione in termini di macchine astratte, dette appunto *macchine di*

Turing.¹ Egli le introdusse per dimostrare che l'attività matematica non è completamente meccanizzabile (ed è quindi impossibile in linea di principio sostituire i matematici con macchine), scoprendo da un lato una macchina (detta universale) che è in grado di svolgere i compiti di qualunque macchina calcolatrice presente o futura (simulandone un programma), e mostrando dall'altro che anche tale macchina ha i suoi limiti. Così facendo Turing introdusse la nozione di computer moderno, ed allo stesso tempo ne delimitò i limiti alla potenza teorica.

Il suo contributo è ancora oggi poco capito (al di fuori degli ambienti informatici), ed una delle sue conseguenze è il fatto che non è possibile progettare o costruire computers più potenti di quelli già attualmente in uso: le uniche innovazioni possibili, benchè sbandierate come *progressi* essenziali (ad esempio nello slogan di 'generazione n -sima', con $n = 5$ attualmente) non sono altro che *sviluppi* tecnologici relativi a dimensioni o efficienza.

La macchina di Turing fu ottenuta con un esperimento di pensiero analogo a quelli resi famosi dalla fisica moderna, ed in un certo senso è per l'informatica quello che l'equivalenza fra massa ed energia fu per l'energia atomica. In entrambi i casi, benchè applicazioni pacifiche e utili siano innegabilmente possibili, è bene ricordare (o, per le anime pure, scoprire) che sono state in realtà quelle militari e distruttive ad averne giustificato e guidato lo sviluppo.

A differenza di Einstein, il cui coinvolgimento con la costruzione della bomba atomica si limitò alla lettera che egli scrisse a Roosevelt, e che in seguito giudicò l'errore più grave della sua vita, Turing si immerse nella collaborazione con i servizi segreti inglesi, dapprima come spia (per la decifrazione dei codici tedeschi), e poi come agente segreto (per il collegamento con gli americani).

Spionaggio

A parte i giochi infantili in cui egli mandava messaggi codificati in modo rudimentale, Turing fu presto interessato a crittografia e crittoanalisi (rispettivamente, codifica e decifrazione di messaggi).² In seguito, egli paragonò

¹'On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem', *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 (1936) 230–265.

²In un certo senso, anche i suoi lavori sulla funzione Zeta sono legati alla crittografia (tale funzione codifica in un modo ingegnoso l'insieme dei numeri primi).

quest'ultima all'indagine sulla natura dell'universo fisico, in cui i messaggi corrispondono ai fenomeni osservabili (con la differenza, sostanziale, che i primi sono discreti ed i secondi continui), e le chiavi usate nella codifica alle costanti fisiche.

Benchè in una lettera del 1936 alla madre Turing esprimesse dubbi sulla moralità di vendere al governo metodi efficienti di criptografia (ai quali stava lavorando, e che dovevano rendere la codifica facile ma la decodifica praticamente impossibile senza chiave, come quelli odierni basati sulla decomposizione in fattori primi), egli abbandonò presto tali scrupoli, e già nel 1938 si arruolò nei servizi segreti.³

I successi dell'impresa criptoanalitica nel periodo bellico furono non solo esaltanti intellettualmente (la giustificazione adottata dai matematici in generale, e da Turing in particolare, come scusa per il loro coinvolgimento in tali imprese), ma essenziali per la conoscenza dei piani del comando tedesco, il che permise enormi vantaggi difensivi ed offensivi, evitando grandi perdite alla flotta alleata ed infliggendone a quella tedesca.

Informatica

Il lavoro sulla criptoanalisi pose chiaramente agli alti comandi inglesi un problema centrale dell'era informatica: che fare della massa di informazioni a disposizione? Il risultato fu l'aumento a dismisura dei compiti e delle dimensioni (fino a 10.000 uomini) dell'organizzazione segreta che era stata preposta alla decodifica dei messaggi tedeschi: essa si impossessò dell'analisi e dell'elaborazione dell'informazione, scavalcando i normali canali militari, e divenendo un contropotere con accesso diretto al governo e l'appoggio personale di Churchill, al di fuori dei normali controlli politici e, ovviamente, con nuovi gestori (che finirono per esautorarono gli scienziati veri e propri, Turing in particolare). La stessa esistenza di tale organismo rimase segreta

³Dal punto di vista della collaborazione militare Turing, senza essere il migliore, non fu certo il peggiore scienziato. Si ricordino, fra gli irriducibili, Von Neumann (che calcolò personalmente l'altezza perchè la bomba atomica su Hiroshima producesse il massimo di distruzioni), e Teller (che negli anni '50 denunciò Oppenheimer e diresse il progetto sulla bomba all'idrogeno americana, e negli anni '80 fornì a Reagan l'idea delle *Guerre stellari*). O, fra i pentiti, Oppenheimer e Sacharov (che ebbero poi anch'essi il benservito dai governi che avevano contribuito ad armare in modo nucleare, dirigendo rispettivamente i progetti per la bomba atomica americana e la bomba all'idrogeno sovietica).

ben oltre la fine della guerra (fino agli anni '70), a riprova degli interessi in gioco dietro la produzione e la gestione dell'informazione di massa.⁴

Da un punto di vista più pratico, il lavoro di decriptazione aveva mostrato agli inglesi in generale, ed a Turing in particolare, la necessità di effettuare numeri enormi di calcoli, e la auspicabilità di poterli automatizzare. Un analogo insegnamento era stato dato agli americani in generale, ed a Von Neumann in particolare, dal progetto Manhattan per la bomba atomica. In Inghilterra e negli Stati Uniti si incominciò quindi il lavoro per la costruzione di calcolatori elettronici. In realtà, in questo gli alleati erano stati preceduti a loro insaputa in Germania, dove Konrad Zuse aveva progettato e realizzato a partire dal 1938 calcolatori prima meccanici e poi elettronici (puntualmente usati, poichè tutto il mondo è paese, per la messa a punto delle V2).

Turing si era fatto le ossa nel campo ingegneristico durante la guerra, costruendo dapprima una moltiplicatrice elettrica, lavorando in seguito ad una macchina analogica a ruote dentate per il calcolo degli zeri della funzione Zeta, ed infine portando a termine un sistema elettronico per la codifica e decodifica della voce umana.

Ma egli non si dimostrò interessato al progetto di costruzione del primo calcolatore elettronico inglese (il *Colossus*). La sua idea era più ambiziosa: costruire non una macchina specializzata, per quanto potente, ma un *computer programmabile* nel senso odierno, cioè una versione fisica della sua macchina universale. Questo avrebbe permesso, in particolare, di spostare i problemi futuri dall'ingegneria (cioè dalla costruzione di macchine ancora più potenti) alla programmazione a tavolino di una stessa macchina. Questa idea era venuta nel frattempo anche a Von Neumann, che ben conosceva il lavoro teorico di Turing sulle macchine universali.

I due progetti che ne scaturirono (l'*ACE* di Turing e l'*ENIAC* di Von Neumann), non lasciavano dubbi sull'uso che si intendeva fare di tali macchine: 'tavole di tiro' nel primo caso, 'bombe, razzi, propellenti ed alti esplosivi' nel secondo. Turing era ovviamente meno dotato, in questo, del genio del male; ma al momento di una temporanea e parziale approvazione del progetto *ACE* il Ministero rettificò subito la sua inadeguatezza, parlando anch'esso di 'bombe, ogive, razzi e missili guidati'.

⁴Si ricordino, a questo proposito, l'elezione negli Stati Uniti di Ted Turner (il proprietario della *CNN*) a uomo dell'anno 1991 da parte della rivista *Time*, e la nomina in Italia di Silvio Berlusconi (il proprietario della *Fininvest*) a presidente del consiglio nel 1994.

Però, mentre gli Stati Uniti si buttarono a capofitto nel progetto (pur non riuscendo a realizzarlo fino al 1952, e dovendo quindi effettuare i calcoli per la bomba all'idrogeno con metodi, letteralmente, anteguerra), l'Inghilterra preferì finanziare progetti meno ambiziosi e buttò così al vento la possibilità di mantenere il suo vantaggio tecnologico, firmando la condanna per il suo declino. Turing finì a lavorare ad uno di quei progetti a Manchester, introducendo una serie di innovazioni oggi universalmente adottate (l'inizializzazione, la memoria temporanea, la compressione nella rappresentazione dei dati, il generatore di numeri casuali, i sottoprogrammi, la 'library', il manuale di utilizzo, la verifica di correttezza dei programmi, addirittura il *modem*), ma senza riuscire a realizzare il suo vero sogno.

Intelligenza Artificiale

I problemi connessi con l'attività mentale furono centrali negli interessi di Turing. La macchina di Turing è soltanto un primo passo nell'analisi delle possibilità cerebrali, e pretende di formalizzarne soltanto le attività meccaniche (o di *razionalità* 'bassa'). In particolare, esclude del tutto l'*intuizione*, che Turing affrontò in un lavoro del 1939,⁵ in cui propose un modello che separa i passi in cui questa interviene (in un certo senso, come discontinuità) da quelli del processo razionale: il modello consiste dunque di una progressione di sistemi formali, ciascuno dei quali aggiunge ai precedenti una nuova intuizione, e da essa trae tutte le possibili conseguenze razionali. Tale lavoro diede inizio ad uno spostamento di prospettiva, dalle *limitazioni* delle macchine che erano l'oggetto dello studio di Turing all'inizio della sua ricerca, alle loro *potenzialità*.

Il progetto *ACE*, oltre alle ovvie applicazioni belliche, parla anche della macchina universale come di un 'cervello'. Turing cita apertamente la possibilità di farla giocare a scacchi,⁶ ed in seguito alzò il tiro, inserendo fra i possibili obiettivi l'apprendimento, la robotica, la traduzione da una lingua all'altra, la matematica e, al solito, la crittografia (quest'ultimo obiettivo

⁵'Systems of logic based on ordinals', *Proceedings of the London Mathematical Society*, 45 (1939) 161-228.

⁶Turing scrisse e sperimentò nel 1951 il primo programma di scacchi. Poiché non c'erano computers adeguati in circolazione, egli fu costretto a fare i conti a mano. Il programma perse comunque la partita contro il suo avversario umano (un amico di Turing) dopo 29 mosse.

fa venire in mente l'accezione inglese della parola 'intelligence', che significa appunto 'spionaggio', e stimola ad associare un senso meno eroico ma forse più realista alle parole *Artificial Intelligence*).

In breve, Turing divenne (parallelamente a Norbert Wiener negli Stati Uniti) il profeta dell'Intelligenza Artificiale, e la espose dapprima e difese poi in una serie di conferenze, dibattiti (anche radiofonici) ed articoli. Il suo contributo teorico nel campo fu una definizione operativa del pensiero, col cosiddetto *test di Turing*:⁷ se una macchina si comporta (nel senso di rispondere a domande) in modo indistinguibile da una persona, allora pensa.

Inutile dire che, per ora, gli unici computers che abbiano passato il test di Turing di cui si abbia esplicita notizia si trovano in romanzi di fantascienza, da *2001: Odissea nello spazio* di Arthur Clarke (1968) a *L'uomo di Turing* di Harry Harrison e Marvin Minsky (1992).

Chimica

Il lavoro informatico (teorico e pratico) e la criptoanalisi non esaurirono l'attività intellettuale di Turing. Egli produsse risultati in logica (le progressioni formali citate), nella teoria dei gruppi, nella teoria dei tipi, nell'analisi (lo studio di metodi per il calcolo degli zeri della funzione Zeta di Riemann).

Soprattutto, Turing diede un contributo sostanziale alla morfologia,⁸ aprendo la strada alla spiegazione della crescita degli organismi viventi, e al loro prendere forme geometriche di dimensioni non commensurabili a quelle delle cellule di partenza. Tipici casi particolari del problema riguardano la disposizione delle foglie, la formazione di macchie di colore (ad esempio, striscie) sulla pelle degli animali, lo sviluppo di animali simmetrici come le stelle marine, via via sino alla crescita degli organi umani o del corpo in generale.

Il problema era complementare a quello risolto da Watson e Crick, all'incirca allo stesso tempo, per il *DNA*: non come le molecole si formassero secondo l'informazione genetica, ma come un composto chimico desse origine ad una struttura biologica regolare; in altre parole, come l'informazione codificata in modo *unidimensionale* nella sequenza lineare del *DNA* potesse tradursi nella costruzione di un animale *tridimensionale* di forma specifica.

⁷'Computing machinery and intelligence', *Mind*, 59 (1950) 433-460.

⁸'The chemical basis of the morphogenesis', *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 237 (1952) 37-72.

Turing riuscì ad analizzare casi particolarmente semplici, in termini di rottura di un equilibrio instabile,⁹ ed il suo lavoro fu il primo passo nello studio dei fenomeni descritti da equazioni non lineari (divulgati in anni recenti dai lavori sulla termodinamica irreversibile di Prigogine, premio Nobel per la chimica nel 1977¹⁰). Dopo la sua morte furono ritrovati abbozzi di articoli per la spiegazione dello sviluppo delle margherite, e delle pigne d'abete.

(Omo)sessualità

Turing ricavava (come egli stesso dichiarò) un piacere sessuale dalla matematica, e si suicidò per motivi direttamente collegati alla sua omosessualità: è dunque rilevante sottolineare, almeno di passaggio, i seguenti momenti e aspetti della sua vita.

L'infanzia, in cui dapprima entrambi i genitori, e poi il solo padre, furono assenti per anni (perchè impegnati in India nel servizio civile). Il sistema totalitario delle public schools inglesi (che tendeva a plasmare gli individui in modo che essi recitassero la propria parte entro la struttura del sistema), e quello feudale di Cambridge (che insegnava a ripudiare la morale corrente e la saggezza convenzionale, ed era un'isola di dissenso sessuale, con famosi esponenti come l'economista Keynes, il romanziere Forster e il matematico Hardy). Il primo amore giovanile, che morì di tubercolosi da ragazzo durante la loro amicizia, rimasta ineguagliata nella memoria di Turing per purezza, intensità e romanticismo. Gli innumerevoli tentativi di approcci abortiti, fra compagni di scuola prima e colleghi o amici poi. Gli scarsi rapporti soddisfacenti (apparentemente, con una eccezione nel 1937 e nonostante la sua intraprendenza appena citata, soltanto negli ultimi cinque anni della sua vita Turing ebbe rapporti sessuali). Le battute di caccia notturne, nei bar e nelle strade di Manchester, e le gite a sfondo sessuale, in Norvegia, Francia e Grecia.

Fu appunto la relazione con uno dei ragazzi raccattati per strada ad essere 'scoperta' dalla polizia, quando Turing rispose troppo sinceramente (e dunque

⁹Un tipo diverso di soluzione, in termini di comunicazione cellulare regolata da specifiche molecole morforegolatrici, è stato dato da Gerald Edelman, premio Nobel per la medicina nel 1972. Si veda il suo *Topobiologia*, Bollati Boringhieri, 1993.

¹⁰Si veda ad esempio Ilya Prigogine e Isabelle Stengers, *La nuova alleanza* (Einaudi, 1981), e la citazione in esso (benchè solo nell'edizione inglese, del 1984) del lavoro di Turing.

avventatamente) ad alcune domande, dopo aver sporto denuncia per un furto subito. Il reato era perseguibile d'ufficio: Turing fu processato per atti osceni gravi (su sua testimonianza!), e condannato, con le conseguenze già descritte.

Conclusione

Lo schizzo biografico appena tracciato è sufficiente ad evidenziare l'interesse, oltre che dell'opera di Turing, anche della sua vita. Non stupisce dunque che egli sia stato soggetto non soltanto di una appassionante biografia, ma anche di una fortunata *pièce* teatrale.¹¹ In particolare, ci sembra che siano due gli aspetti su cui la vita di Turing ci spinge a meditare.

Da un punto di vista sociologico, la situazione degli omosessuali nella società inglese nella prima metà del secolo.¹² Essa costrinse Turing a condurre una difficile vita di doppiezza: oltre che per le sue preferenze sessuali, anche per il suo coinvolgimento in attività coperte dal segreto militare.

Da un punto di vista storico, le ambigue finzioni che cercano di presentare la scienza come neutrale, e la politica come responsabile del suo cattivo utilizzo. L'attività di Turing mostra chiaramente come l'informatica sia nata e cresciuta per fini militari, e come il suo recente e terrificante uso nella Guerra del Golfo non sia che l'ultimo anello (per il momento) di una pesante catena che rischia di imprigionarci in un mondo che neppure Kafka e Orwell avevano potuto immaginare. Turing si chiese se la macchine possono pensare, ma avrebbe forse fatto meglio a preoccuparsi del ruolo di questo eventuale 'pensiero' nella vita degli stati moderni.

¹¹Andrew Hodges, *Storia di un enigma*, Bollati Boringhieri, 1991; e Hugh Whitmore, *Breaking the code*, 1986 (di Whitmore si veda anche 'Writing about Alan Turing', in *Mathematical Intelligencer*, 13 (1991) 26-30).

¹²La società americana non era da meno: nel 1950 undici stati permettevano ancora la castrazione obbligatoria di omosessuali (che fu effettivamente praticata in 50.000 casi, un numero pari alle 'vittime' americane della guerra in Vietnam), e fino al 1970 gli Stati Uniti negavano loro impieghi governativi e visto di ingresso.