

LA FILOSOFIA DEI LABIRINTI: DAL MITO ALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Raffaele Mascella
Dipartimento di Scienze della Comunicazione,
Università degli Studi di Teramo
rmascella@unite.it

1. Dal mito alla matematica ricreativa

In una prima grossolana indicazione possiamo affermare che un labirinto è una struttura, per solito di vaste dimensioni, costruita con un ingresso, una uscita, una serie intricata di vie in modo tale che una volta entrati ci sia difficile trovare l'uscita. Nel linguaggio comune è anche un sinonimo di rompicapo.

Il labirinto più famoso e leggendario appare nelle opere mitologiche come Labirinto di Cnosso, giunto a noi sul verso di monete cretesi di epoca minoica. Di questo labirinto si disse che una struttura così ingannatrice così ingegnosamente concepita non fu mai vista al mondo allora ed in epoche successive.* Labirinti architettonici di questo tipo non erano rari nel mondo antico.

In alcune iscrizioni rupestri della Val Camonica, circa 1500 a.C., fra immancabili immagini rituali di dischi solari e segni geometrici, guerrieri e scene di danze, appare spesso la raffigurazione schematica e simbolica del labirinto. Spesso rappresentato in forma circolare, il labirinto camuno coincide fin troppo con l'immagine simbolica del labirinto di Cnosso. E la stessa immagine, unita spesso all'onnipresente spirale cosmica, simboleggiante l'eternità, si ritrova non solo nell'area mediterranea e microasiatica ma anche nel nordeuropa, nelle tracce lasciate dalle civiltà megalitiche della fascia atlantica e dalle popolazioni celtiche in Irlanda e Scandinavia meridionale. Anche in Egitto lo schema labirintico non è sconosciuto. Erodoto parla di un labirinto, in parte da lui stesso visitato, con circa 3000 camere, sviluppato su due piani con edifici collegati ed un muro esterno che li racchiude.

* Si narra che esso venne fatto costruire dal Re Minosse nell'isola di Creta per rinchiodervi il mostruoso Minotauro, nato da una irreale unione tra la moglie del re e un toro. Questo labirinto era un complesso intrico di strade contornate da alti muri, stanze con molte porte, cunicoli e gallerie. Il mitico architetto ideatore fu un tale Dedalo, che a costruzione ultimata venne fatto rinchiodere, dal Re Minosse, assieme al figlio Icaro, perché non potessero rivelarne i segreti costruttivi. Il geniale Dedalo costruì delle ali, che applicò con la cera alle spalle sue e di suo figlio. Entrambi allora uscirono volando, unico modo di uscire nell'immaginario collettivo di allora, ma il figlio Icaro colpito da orgoglio volò troppo vicino al Sole, la cera che teneva le ali si sciolse ed Icaro precipitò miseramente verso il basso. Minosse impose che ogni anno sette giovani e sette fanciulle di Atene, fossero date in pasto al Minotauro. Fu l'eroe Teseo che aiutato da un lungo filo, donatogli da una tale Arianna, filo che aveva lasciato scorrere lungo il percorso, riuscì ad orientarsi e a muoversi nel labirinto, trovare il mostro e ucciderlo.

Nel Cristianesimo i fedeli si ritrovano spesso a dover costruire e frequentare veri e propri labirinti sotterranei dal disegno intricato e dagli accessi oscuri e pericolosi: le catacombe, rifugio e nascondiglio oltre che luogo di culto e di sepoltura dei defunti.

Ma fin dai primi secoli d.C. si realizza una interessante fusione del pensiero classico con quello cristiano, ovvero, il trascorrere tortuoso e faticoso della vita, dalla nascita fino alla conclusione, che da una parte era semplicemente nel regno dei morti, dall'altra era nel paradiso celeste. La cultura cristiana, infatti, già nel IV secolo affianca gli eroi classici con il simbolismo cristiano; e così la Chiesa, così come Arianna, indica la strada per raggiungere la meta finale al centro della schema, ovvero la Gerusalemme celeste, il Regno dei cieli.

Molte cattedrali cristiane edificate in tempo medievale avevano così schemi labirintici incastonati nei loro pavimenti, in realtà nell'iconografia tradizionale semplici schemi unicursali, ovvero "falsi labirinti" (una sola strada tortuosamente aggrovigliata su se stessa ma del tutto priva di biforcazioni od incroci), successivamente quasi tutti distrutti da canonici scandalizzati, tra il XVII e il XVIII secolo, perché sembra che le persone, invece di seguire le funzioni, iniziavano a camminarci sopra, seguendone le giravolte e cercandone la soluzione. E questo pareva inaccettabile. Ma il loro significato simbolico, prima di essere smarrito, era comunque profondo, ad indicare il percorso dei fedeli, impegnati in un cammino terreno ascetico e mistico.

Per altri versi il labirinto ha rappresentato anche il lungo e tortuoso cammino iniziatico che l'eroe affronta per poter incontrare il mostro, cammino che può essere abbreviato e semplificato solo dal consiglio e dalla saggezza di chi è già iniziato. Così come Dedalo, artefice e creatore del labirinto nonché co-responsabile della nascita del Minotauro, che suggerisce ad Arianna il famoso stratagemma del filo.

Dunque il labirinto nella storia rappresenta e concentra in sé una serie di miti e simboli, da quelli profondamente radicati nella nostra coscienza a quelli ottenuti con rielaborazioni successive sia dal punto di vista architettonico che simbolico, avvenute in un ampio intervallo di tempo e di spazio. Perciò si passa dal "viaggio iniziatico" dei popoli primitivi al "cammino della salvezza" dei cristiani, dalla "discesa degli inferi" alla "peregrinazione impedita" ed alla "ricerca della conoscenza".

E anche la letteratura ne ha tenuto conto. Lo scrittore inglese Joseph Addison scrisse un'interessante opera su Rosamunda dalla quale Algernon Charles Swiburne trasse il poema drammatico "Rosamunda" il cui tema centrale è un labirinto.[†] Lo stesso Shakespeare cita questi curiosi labirinti fra il selvatico e il verde che ornavano i prati davanti le Chiese. E poi esempi più diretti, come quello di James Joyce, la cui intera opera, non a caso, è un gioco labirintico con il lettore. O Umberto Eco che incarna in modo spettacolare il concetto labirintico della conoscenza, attraverso la biblioteca-labirinto de *Il nome della rosa*, anche se questa immagine, in realtà, è presa a prestito dalla labirintica *Biblioteca di Babele* di Borges.

Anche nell'arte barocca vi è interesse per il labirinto come ornamento o passatempo, anche se scevro di qualsiasi connotazione mistica o religiosa. I grandi palazzi patrizi vedono il sorgere di giardini ornati da siepi che formano percorsi labirintici, ad uso dei giochi di società dei loro nobili ed annoiati signori. Famoso il labirinto tardo-rinascimentale

[†] Nel XII secolo il Re d'Inghilterra Enrico II fece costruire, in un parco a Woodstock, il cosiddetto Rosamunda's Bower (rifugio di Rosamunda), ai fini di nascondere la sua amante Rosamunda alla moglie Eleonora d'Aquitania. Il rifugio era al centro di un intricato labirinto. Tuttavia la moglie Eleonora ricorrendo alla tecnica del filo di Arianna arrivò al centro del labirinto e costrinse la bella rivale a bere un potente veleno e quindi a tornare con il suo filo nei suoi regali appartamenti.

creato nel 1690 per il Palazzo di Hampton Court, residenza di Guglielmo d'Orange. Nei primi anni del '900 nell'Indiana (USA) precisamente ad Harmony una setta di emigrati tedeschi edificò un labirinto di siepi che fu preso come simbolo della tortuosità del peccato e sulla difficoltà a trovare la retta via. Il labirinto fu distrutto e poi riedificato nel 1942 su disegni forse non originali.

Il labirinto viene studiato dal punto di vista geometrico e matematico, perfino da Leonardo. Da allora in poi, e fino ad oggi, esso si insinua spesso inconsapevolmente nell'arte, nella musica, nella pittura in mille e mille modi che è difficile descriverli tutti.

Ma apparentemente oggi cosa ci rimane dei labirinti? Ad una prima occhiata profana la loro conoscenza sembra legata esclusivamente al gioco, come capitolo della matematica ricreativa. Ed infatti i "matematici" si sono occupati dei labirinti, in particolare di quelli classici, cioè senza incroci.

Con un po' di formalismo, un (e,u) -labirinto può essere definito come un grafo nel quale sono dati un certo numero e di vertici detti entrate ed un certo numero u di vertici detti uscite con le condizioni seguenti:

1. esistono nel grafo cammini che da ogni entrata conducano ad almeno una uscita,
2. il numero v dei vertici è molto grande rispetto ad e ed u ,
3. il numero dei cammini entrata-uscita è molto piccolo rispetto a v ,
4. il numero di archi (link) è elevato.

Limitandoci agli $(1,1)$ -labirinti, detti semplicemente labirinti, ci si può chiedere: quanti ne esistono? Per meglio dire: è possibile classificare tutti i labirinti?

Numerando in modo progressivo dall'esterno verso l'interno del labirinto le circonvoluzioni che lo compongono, ad ogni labirinto si può associare la sequenza numerica con cui vengono percorse le circonvoluzioni; chiamando "livello del labirinto" il numero massimo di circonvoluzioni che lo compongono (con il cerchio esterno indicato convenzionalmente dal numero zero), Phillips ha classificato i labirinti fino al livello 22. E fino a questo livello, il loro numero risulta essere di 73.424.650.

I matematici (e gli informatici) hanno cercato anche delle regole che permettessero di trovare in modo efficiente la via da percorrere. Se di un labirinto si possiede la pianta si può procedere con un metodo tipicamente esaustivo, cioè percorrendo tutti i cammini, magari in maniera ordinata (tanto per semplificarsi la vita...) annerendo tutti i cammini che ad un certo punto si chiudono. Alla fine si trova necessariamente il cammino che porta all'uscita.

Diverso è il problema dell'individuo che percorre un labirinto di cui non ha la pianta. Potremmo pensare, con un piccolo sforzo di immaginazione, che sarebbe come trovarsi nel fiabesco mondo piatto di Abbott, in cui le figure geometriche piane si muovono in condizioni visuali ridotte, ovvero senza l'uso della tridimensionalità. E qui, senza voler approfondire troppo la questione, qualunque tipo di ricerca di una via, un monumento, un edificio, è approssimabile, stavolta non in senso matematico, alla ricerca di una soluzione labirintica. Una regola pragmatica, in questo caso, è quella della mano destra. Se percorro un $(1,1)$ -labirinto in cui tutti i muri sono tra loro collegati (cioè è "semplicemente connesso") tenendo la mano destra sempre a contatto del muro prima o troverò l'uscita. Ma se si tratta di un labirinto "moltepiamente connesso" ritornerò all'entrata. E lo stesso problema nasce quando vi è invece un centro da raggiungere poiché eventuali cammini che girano attorno al centro (pensate ad un cerchio con un buco) portano al punto di partenza. La mancanza di tali cammini circolari chiusi corrisponde alla semplice connessione delle figure piane. Problemi analoghi nascono nel caso di labirinti con un numero maggiore di entrate. Dunque abbiamo a che fare con una questione matematico-informatica, modellizzabile come problema di visite in un grafo, in cui la topologia dello schema non è secondaria rispetto alla ricerca di soluzioni "semplici".

Ma esiste un algoritmo che possa risolvere un labirinto? La risposta è positiva e un algoritmo può essere dedotto da alcune regole dovute ai matematici francesi G. Tarry e M. Trémaux, alla fine del XIX secolo. Esse sono riportate nel libro di Edouard Lucas, *Récréations Mathématiques* (vol. I, 1882), e sarà nostra cura preparare la traduzione integrale commentata di quest'opera.

Di questo algoritmo, conosciuto come algoritmo di Trémaux, o meglio di una sua versione semplificata, si avvale anche il padre della teoria dell'informazione C. Shannon, e qui siamo infine giunti alla connessione con il nostro discorso che si diramerà nei prossimi paragrafi, ovvero alla connessione tra labirinti e calcolatori. All'ottava "Cybernetics Conference" del 1952, Shannon presentò un piccolo robot semovente, una specie di topolino denominato "Teseo", in grado di imparare ad uscire da un labirinto sconosciuto, proprio come un topo di laboratorio. Il labirinto era articolato su un quadrato 5x5, che poteva essere modificato disponendo diversamente i muretti divisorii, e anche l'obiettivo da raggiungere poteva essere così cambiato a piacimento.

Nella versione semplificata, l'algoritmo eliminava dal percorso trovato i rami inutili ed i giri viziosi per potere successivamente ripercorrere lo stesso labirinto lungo un tragitto più breve (anche se non precisamente ottimale). Tutto ciò, grazie ad una duplice strategia. Da un lato, quella di tipo esplorativo, per muoversi nel labirinto, dall'altro quella relativa all'obiettivo da raggiungere.

Molte furono già le prime evoluzioni del topo "Teseo-Trémaux". Il robot solutore di Jariosh Deutsch di Oxford utilizza scorciatoie e ripropone le strategie anche su un labirinto topologicamente equivalente ad uno dato e da lui conosciuto. Questi furono i rudimenti iniziali di questi robot allo stato embrionale.

Nel 1951, quando era ancora studente, lo stesso M. Minsky nella costruzione dello Snarc (Stochastic Neural-Analog Reinforcement Computer), la prima rete neurale artificiale del mondo, modellò il processo di apprendimento di cui un topo si avvale quando cerca di uscire da un labirinto.

Tutto ciò avveniva alle soglie di un nuovo movimento culturale prima che informatico-teorico inteso a studiare il comportamento intelligente degli uomini e degli animali e a riprodurlo sulle macchine. In altre parole, l'intelligenza artificiale.

2. I labirinti degli ipertesti

Da tempo sono comparsi nel mondo letterario i cosiddetti "ipertesti", che sono di fatto nuovi oggetti testuali. Essi sono caratterizzati dal fatto di essere registrati su di una memoria magnetica/ottica/elettronica invece che su carta, ovvero per dirla in altri termini, basati su dispositivi di memoria ad accesso casuale, che permettono di raggiungere direttamente ogni singola unità, e ciò diversamente da quanto accade nei dispositivi ad accesso seriale, nei quali si devono scorrere tutti i dati prima di giungere a quello desiderato.

Questa loro caratteristica ne consente modalità di lettura e principalmente d'uso ben diverse da quelle del tradizionale libro a stampa. Si aprono così una serie di interrogativi che toccano da vicino i mutui rapporti tra i concetti di autore, opera, lettore, sequenzialità.

Per definire un ipertesto, o se vogliamo di ipermedia, accettando anche un compromesso attualizzante con la multimedialità, possiamo asserire che esso è un grafo i cui vertici o nodi sono oggetti di varia natura (file, immagini, filmati, musica, informazioni codificate) e i cui lati o archi sono i link tra i nodi colleganti le varie informazioni. Forse vi sono molti ingressi, teoricamente anche tutti i vertici sono ingressi, e molte uscite, forse tutti i vertici

ancora. I numeri non sono sempre quelli di pochi cammini e molti vertici, gli obiettivi appaiono pure differenti: nel procedere in un cammino vogliamo impadronirci di molti vertici-informazioni, ma le strutture matematiche sottese sono le medesime ed anche le metodologie per andare da un ingresso, quale che sia, ad una uscita, quale che sia.

Gli ipertesti più semplici sono, in prima analisi, files di testo registrati su memoria magnetica in cui le singole sotto-unità (che possono essere indifferentemente pagine, capitoli, paragrafi, frasi, brani, ecc.) non sono disposte, e quindi leggibili, secondo un ordine sequenziale (come le pagine, o i paragrafi, o i capitoli, all'interno di un libro), bensì secondo un grafo ovvero secondo un ordinamento reticolare. Ne consegue che da ogni sotto-unità di un ipertesto, che è di per se un nodo (vertice del grafo) si può accedere direttamente a qualsiasi altra sotto-unità/nodo ad essa collegata. I collegamenti tra le sotto-unità sono chiamati *links*, e sono legami arbitrari che l'amministratore dell'ipertesto crea liberamente, e che può modificare secondo le successive esigenze. L'ipertesto dunque per sua iniziale costruzione non è mai definitivo.

Oggi nessuno si meraviglia più del fatto che è possibile parlare con chiunque in qualunque parte del mondo, usando il telefono; allo stesso modo è ormai quasi-possibile - sempre via telefono - leggere e scrivere testi in qualunque angolo del mondo.

Si profila nell'ipertesto una dimensione molto più ampia, che non era così ovvia quando fin dal 1990 cominciarono a girare le affermazioni, definite utopiche e visionarie di Vannevar Bush e Ted Nelson, che concepirono l'idea di un macrosistema di relazioni tra nodi testuali, che potesse permettere all'utente di andare (navigare) fra testi sparsi ai quattro angoli dell'universo, e non solo tra testi, purché collegati per via telematica. L'Ipertesto, in questo senso, non sarebbe solamente un testo più complesso, denso di collegamenti interni; sarebbe l'insieme di tutti i testi esistenti, e di tutte le loro relazioni.

A titolo di esempio vediamo cosa succede leggendo un ipertesto. Sullo schermo del computer appare una schermata iniziale con varie indicazioni (frecce, rimandi, parole azzurre sottolineate, o altro), che stanno ad indicare come da quel punto con un semplice click su una parola si può "saltare" verso un altro nodo dell'ipertesto, e cioè verso un'altra unità testuale. Scegliendo una di queste opzioni con il sistema di puntamento, mouse o frecce di direzione, ci si trova in automatico in un altro elemento testuale, che a sua volta presenta un'altra serie di links verso altri nodi, tra i quali è possibile scegliere di nuovo; e così via.

L'atteggiamento è identico a quello di Teseo che si muove nel labirinto. Ad ogni passo vanno fatte delle scelte. Il leggere su uno schermo e non su carta, almeno dal punto di vista teorico dovrebbe essere irrilevante, ma chiaramente non è così se non ci si abitua e appare invece chiaro come molte siano le differenze rispetto ad un testo "normale". In più, proprio perché abbiamo consapevolezza della difficoltà di orientamento nella navigazione tra i meandri testuali, l'ausilio tecnologico, il browser, ne conserva memoria, passaggio dopo passaggio, liberandoci da uno sforzo cognitivo paragonabile a quello effettivamente utilizzato nei concetti testualizzati.

Vediamo un rapido elenco degli aspetti principali, presentandoli così come compaiono all'osservazione empirica:

- 1) *Manca di sequenzialità.* È la caratteristica che più colpisce il lettore di un ipertesto, già la prima volta che vi si accosta. Il lettore "naviga" da un nodo testuale ad un altro in totale libertà, senza dover rispettare nessun ordine e scegliendo liberamente tra i links disponibili. Il limite a questa libertà è dato esclusivamente da quanti nodi l'autore ha inserito nell'ipertesto, e dai collegamenti che ha istituito tra di essi.

- 2) *Possibilità di letture multiple.* Il lettore si accorge facilmente che in un ipertesto non c'è una lettura unica ma la lettura o l'ascolto o la visione dipendono dalla scelta della sequenza dei link determinata esclusivamente dalle scelte che si compiono volta per volta, durante il percorso di lettura, non prima. Del resto per "lettura" intendiamo l'ordine con cui i singoli elementi costituenti i nodi scelti appaiono alla nostra attenzione. Questo ordine, nel caso del libro, dipende dalla successione delle pagine così come sono state rilegate, secondo la volontà dell'autore.
- 3) *Multimedialità.* Da un testo è possibile aprire collegamenti ad altri files, di genere non testuale, quindi è possibile incorporare brani musicali, immagini fisse e filmati. Il concetto di nodo è quindi estremamente largo e può comprendere oggetti testuali di varia natura, aprendo notevoli possibilità in campo didattico e saggistico. Si potrebbe dire che tutto questo si può fare anche mettendo insieme un libro, un registratore audio e un registratore video; ma così facendo andrebbe indubbiamente persa quell'unità testuale che invece nell'ipertesto multimediale è racchiusa in un solo apparecchio che - nel caso di un computer portatile - non è ormai più grande di un libro.
- 4) *Organizzazione reticolare delle unità testuali.* L'utente di un ipertesto si rende conto facilmente che ogni nodo è connesso contemporaneamente con molti altri. Non hanno senso i concetti assoluti di "pagina precedente", "pagina seguente" ed ogni nodo può essere il successivo di molti altri, ed essere a sua volta il punto di partenza per diversi altri.
- 5) *Espandibilità del testo e non distinzione autore/lettore.* Il testo su memoria magnetica non è mai definitivo. Si incrina il concetto di testo come qualcosa di definito, di delimitato. In parte perché è impossibile controllare i bordi dell'ipertesto. Ad un ipertesto l'autore/lettore può aggiungere in qualsiasi momento nuovi elementi, con i soli limiti del sistema *hardware* di cui dispone: può aggiungere la traduzione del testo, o diverse traduzioni in più lingue; può aggiungere commenti, note, annotazioni; può aggiornare la bibliografia, può aprire nuovi collegamenti, ecc. L'utente può inoltre passare da "autore" a "lettore" essendo queste in un testo interattivo di due "modalità" che si possono scambiare a piacimento.
- 6) *Cooperazione.* Un ipertesto può essere costruito da autori fisicamente lontani ma intellettualmente vicini essendo le distanze annullate dal potersi muovere nel cosiddetto cyberspazio.

Ampliamo l'idea di labirinto verso altri aspetti. La moltiplicazione delle possibilità di scelta, l'ansia dello smarrimento, il gusto dell'esplorazione, la convinzione di trovare un significato nascosto sotto il groviglio dei percorsi, sono tutti elementi che abbiamo visto caratterizzare gli ipertesti, e che d'altra parte rimandano direttamente anche alla simbologia del labirinto e alle varie forme con cui questa figura archetipica riaffiora costantemente nelle arti e nella letteratura.

Il più grande ipertesto conosciuto è Internet. In esso ogni vertice è ingresso ed uscita. La ricerca di un filo d'Arianna è ugualmente importante anche se per scopi differenti. Il sapere sostituisce il trovare l'uscita, ma forse l'uscita è un'uscita da un problema intricato, è un procurarsi informazioni corrette, e così via. L'accostamento ipertesto-labirinto è estremamente ovvio, ed è tra le prime cose che vengono in mente usando un ipertesto; d'altra parte evocare il labirinto semplicemente come generico richiamo figurale lascia in

ombra l'interesse epistemologico che, in vari campi del sapere, si è sollevato intorno ai concetti - connessi con il labirinto - di rete, di molteplicità, di complessità.

Circa la complessità, secondo noi operativa, questa sembrerebbe essere data dalla qualità. Internet secondo molti è un enorme immondezzaio all'interno del quale poche e rare perle del sapere potranno essere un domani evidenziate da brillanti algoritmi intelligenti, creati dall'uomo ma capaci di operare in proprio.

E proprio la figura del labirinto è stata sottoposta ad un intenso lavoro di rielaborazione teorica e di classificazione tipologica, secondo la quale per Rosenstiehl anche i labirinti si possono suddividere in tre grandi categorie: unicursali, arborescenti e ciclomatici.

- a) Il *labirinto unicursale* lo si può immaginare come un serpente arrotolato, oppure una fune avvolta su se stessa. L'impressione di groviglio inestricabile è in realtà un'illusione, in quanto chi segue il corpo del serpente non corre il rischio di sbagliare, lo percorre tutto dall'inizio alla fine, curva dopo curva. Il labirinto unicursale dunque è un labirinto in cui non ci si perde, ma che anzi, attraverso una notevole complessità figurale, riesce a dare alla fine un senso di sollievo e di soddisfazione per la prova superata.
- b) Il *labirinto arborescente*, è quella avente come grafo di base un albero: quindi una struttura ramificata, dicotomica, che si manifesta in una successione di bivi. A differenza dei labirinti del primo tipo, dove l'esploratore va sempre avanti qui ci troviamo in uno schema di percorso che consente di andare avanti fino alla fine di un ramo; poi di nuovo indietro fino al bivio; poi di nuovo avanti fino alla fine di un altro ramo, e così via.
- c) Il *labirinto ciclomatico* è di fatto una struttura del tutto generale con la presenza di passaggi trasversali da un ramo all'altro. In questa struttura sono presenti isole (o zone centrali o buchi) attorno alle quali si possono creare dei loop (cicli) di nodi-link che ritornano al punto di partenza. In questo tipo di labirinto è possibile perdersi, e l'esploratore rischia di restare intrappolato; a meno che non riesca a tenere sotto controllo il proprio itinerario.

Come si può facilmente notare, la classificazione dei labirinti (unicursale, arborescente, ciclomatico) ricalca perfettamente quella delle strutture di dati (lineare, ad albero, a rete): e forse a questo punto abbiamo la possibilità di saldare completamente i due oggetti ipertesto e labirinto.

Rimane da vedere se le caratteristiche tecniche della memoria dei computer, la suggestione archetipica dei labirinti e se si vuole le antiche tecniche dell'arte della Memoria possano convergere verso una teoria generale e creare sinergie tra gli ambienti.

3. I labirinti dell'intelligenza artificiale

L'idea della macchina pensante e dell'uomo artificiale (non solo meccanico) è molto antica. A questa idea si aggancia la parallela idea dell'uomo che, nelle sue splendide autopoiesi, crea e progetta mutazioni di se stesso anche e specialmente mediante protesi di vario genere e varia natura. Si tratta di antiche aspirazioni umane, cantate al tempo della comunicazione attraverso una oralità mimetico poetica, scritta al tempo della carta imperante e diffusa per mezzo della letteratura anche popolare che ricorrendo ad immaginarie e possibili fantasie pseudoscientifiche ha proceduto e procede all'invenzione e fabbricazione dei miti moderni, eredi della sana mitologia. La personificazione di questa vecchia idea è il mostro, idea

difficile da definire, parola che al di là della sua radice latina, personifica un insieme di forze che provengono dal nostro immaginario collettivo ma si intrecciano con forze sociali e spirituali, che non sono nette esprimendo in realtà solo tendenze e che comunque non appaiono controllate all'interno di un ordinamento razionale e ancor meno in un nuovo chiaro paradigma.

Il mostro è dunque l'incognita del futuro, attualmente è il nostro io proiettato in una accoppiata con una macchina, è il nostro io modificato geneticamente, è un nostro possibile clone come la pecora Dolly, e il nostro discendente che forse vive fino a 150 anni e sostituisce con protesi intelligenti gran parte dei suoi organi danneggiati. Ieri il mostro era altro ma sempre un quid che irrompe dall'esterno, che produce una *alterità* nell'ordine umano, e che si presenta al mondo con fattezze ultraumane o forse post-umane.

Il mostro è comunque vissuto come una minaccia, un sovvertimento come sostanzialmente il Minotauro che divora i giovani in un luogo non sicuro, celato da forze arcane come i percorsi non comprensibili del labirinto. Il mostro opera in uno spazio simbolico che possiede una dimensione interiore che è incontrollabile, speculare in un mondo rovesciato, nel quale il terrore convive con una sorta di attrazione onirica prodotta dal vuoto del mostro. E il mostro rappresenta anche l'invasione di quello spazio intermedio che separa l'umano dal divino per i credenti, dall'ultraterreno per gli occultisti, dall'irrazionalità per lo scienziato: il mostro è il superamento, l'accostamento di questi due confini. Occorre un eroe, un Teseo e un metodo come il filo d'Arianna ovvero la forza, la scienza, la fede, la ragione, la conoscenza, l'intuito per abbatterlo e ristabilire la supremazia dell'uomo. Nella tradizione orale, letteraria ed oggi anche filmica, non sempre il mostro è connotato negativamente ma in ogni caso rappresenta sempre una rottura dell'ordinamento supposto *naturale*, quello stabilmente dato e perciò in qualche modo conoscibile e controllabile. Sono le anime innocenti e forse incoscienti ad accettare Frankenstein, Dracula ed E.T.‡.

L'uomo comune davanti al mostro prova angoscia, terrore e ribrezzo giusta reazione alla rottura di equilibrio, assieme tuttavia all'attrazione per il mostro e persino al subire o cercare una forte seduzione estetica per il diverso. Ciò che unifica la serie delle mostruosità immaginate e sedimentate nella nostra fantasia nel corso dei secoli da queste proiezioni psicologiche è insomma il mondo dell'inconscio che reagisce all'eterna paura dell'*altro*, alla paura del non conosciuto. Tradizionalmente il mostruoso riguarda l'informe, il deforme, l'ibrido e la chimera.

A partire dagli anni Cinquanta, l'iniziativa di costruire forme artificiali di intelligenza ha preso piede in modo deciso. Ed il primo, naturale obiettivo, tuttora ancora il cardine di tutto il progetto, è rappresentato dalla comprensione e dalla riproduzione dei nostri meccanismi cerebrali. Il nostro cervello, proprio per la struttura così come oggi la conosciamo, fatta di neuroni, i nodi, e di connessioni sinaptiche, gli archi, è la rete più complessa su cui oggi esiste un obiettivo preciso di schematizzazione. In altre parole esisteranno anche reti più complesse, ma queste sono aldilà del muro, inaccessibili o poco interessanti in rapporto all'obiettivo-cervello.

Una delle prime visioni ed il primo serio approccio, per molti da ricollegare al pensiero hobbesiano, hanno considerato che la nostra struttura cerebrale non sia né più né meno che

‡ In un vecchio film della Walt Disney dal titolo "Il pianeta proibito" interpretato da un magistrale Walter Pidgeon (nella parte del Prof. Morbius) degli ingenui astronauti "stile anni '50" raggiungono un pianeta ove il suddetto professore ha scoperto i resti di una razza antica che aveva raggiunto vette tecnologiche elevatissime ma che non aveva tenuto in conto i "mostri dell'ID", vere proiezioni esterne del loro io interno e della personificazione di quanto proviamo anche nei confronti dell'altro, pensato come il mostro che si oppone a noi

una sorta di calcolatore e che tutto il nostro pensiero non sia altro che fare calcoli, più complessi di somma e sottrazione, ma pur sempre semplicemente calcoli. Anni di ricerca computazionalistica hanno però portato dapprima a far evolvere l'idea, a favore della visione connessionistica, in cui il calcolo parallelo gioca un ruolo di primo piano e poi, a superarlo del tutto. In molti, oggi, sono convinti che la metafora del calcolatore non sia più appropriata, non risponde efficacemente alle istanze strutturali dello stato di coscienza e delle emozioni. Ed in fondo il problema della demarcazione tra mente e corpo, monistica o dualistica, è ancora aperto e tale è destinato a restare a lungo.

Ma se per un attimo, utilizzando ancora la metafora del calcolatore solo in termini di approccio schematico esterno, e volendo pensare al nostro apparato del pensiero come una macchina molto complessa, che reagisce in risposta ad un input ambientale e fornisce un output comportamentale, è abbastanza immediato identificare la scatola al centro, in cui i segnali elettrici compiono percorsi di attivazione dei circuiti neuronali, ovvero di cammini paralleli del pensiero, come una struttura labirintica.

E' la stessa struttura, dunque, ad avere la caratteristica che una volta entrati sia difficile uscire. Molto di più, perlomeno apparentemente, dei labirinti di pensiero in cui ci perdiamo. Così come diceva Leibniz, infatti, il nostro pensiero ha labirinti nei quali non riesce a cavarsela, ed i più famosi, per lui, erano: "l'uno riguarda la questione del libero e del necessario, soprattutto nella produzione e nell'origine del male; l'altro consiste nella discussione circa la continuità e gli indivisibili, che risultano esserne gli elementi, e in cui deve entrare la considerazione dell'infinito".

Ed anche Bacon, pensando a tutto il nostro universo conoscitivo, osservava:

[...] l'edificio di questo universo appare nella sua struttura come un labirinto all'intelletto umano che lo contempla; e sembra tutto occupato da vie ambigue, da somiglianze ingannevoli di segni e di cose, dai giri contorti e dai nodi intricati delle nature. Il cammino poi deve esser percorso sempre sotto l'incerta luce del senso, ora accecante ora opaca, e bisogna aprirsi continuamente la strada attraverso le selve dell'esperienza e dei fatti particolari. Anche coloro che si offrono (come si è detto) come guide nel cammino, vi sono essi stessi implicati e accrescono con simile guida il numero degli errori e degli erranti." E conclude: "In mezzo a tante difficoltà, bisogna per forza dubitare della esattezza del giudizio umano, sia quanto alla sua propria forza, sia quanto a un successo fortuito: non c'è eccellenza d'ingegno, per quanto grande essa sia, né probabilità di esperimento, per quanto spesso ripetuto, che possa vincere quelle difficoltà. Ci occorre un filo conduttore per guidare i nostri passi, e tracciare la via fin dalle prime percezioni dei sensi.

Sempre a questo proposito, lo psicologo G. Mantovani osserva che il cervello, così come l'ipertesto, è organizzato per strutture labirintiche: *"gli ipertesti e gli ipermedia, in quanto adottano il paradigma non sequenziale, si propongono come più aderenti e fedeli alle caratteristiche dei processi del pensiero"*, pertanto essi consentono *"di superare la frattura, propria del funzionamento cognitivo umano, tra processi di pensiero, non sequenziali, e modalità di trasmissione dell'informazione, sequenziali e vincolate da un ordine"*.

E' proprio la molteplicità delle connessioni, o la potenzialità di connessione, che generano uno stato di smarrimento, tanto nella comprensione del cervello, quanto nella navigazione ipertestuale.

Ci si muove infatti, infatti, in una giungla neuronale e sinaptica di una complessità assolutamente strabiliante. Ci sono 100 miliardi di neuroni nel cervello e ogni neurone è capace di 10.000 contatti con altre cellule nervose per un saldo di 500 milioni di contatti a

millimetro cubo. Ed in questo microuniverso sconfinato le neuroscienze avanzano in mille modi differenti, procedendo dal semplice al complesso ma anche viceversa e separano, distinguono, sfaldano funzioni psicologiche articolate così da stabilire, tra neuronale e psicologico, corrispondenze verosimili.

Uno dei problemi centrali è comunque quello delle rappresentazioni, tanto per lo studio del comportamento animale, tanto per la progettazione di robot “autonomi”. Ad esempio la codifica di configurazioni spaziali è molto importante nel filone della nuova robotica. Qui vi è interesse ai compiti che si svolgono nell’ambiente reale.

Da questa angolazione sono state mosse una serie di critiche alla robotica classica, che si riassumono nel rifiuto del cosiddetto paradigma simbolico, per il quale la conoscenza del mondo non è possibile se non attraverso la mediazione di rappresentazioni, intese come strutture linguistiche manipolate attraverso una serie di regole esplicite. Questo paradigma viene solitamente riferito all’*Ipotesi del Sistema Fisico dei Simboli*, originariamente formulata da Newell e Simon nel 1976.

Da un lato c’è l’approccio cosiddetto “dall’alto”, che prende in esame i problemi più complessi, ad esempio come noi facciamo a fare un ragionamento astratto; dall’altro, un approccio che potremmo definire “dal basso”, vuole essere l’opposto, ovvero mettere al centro dell’attenzione i problemi di interazione senso-motoria dell’agente con l’ambiente. In altre parole più che pensare agli esseri umani ed ai compiti complessi, la fonte di ispirazione è il comportamento degli animali, anche semplici, comunque ritenuti intelligenti, perché mostrano adattamento all’ambiente ed apprendimento in ambienti reali. Un’efficace battuta è quella di R. Brooks che a questo proposito disse: “*gli elefanti non giocano a scacchi*”.

L’architettura proposta da Brooks si chiama “della sussunzione” in cui l’agente è composto da più livelli funzionalmente distinti, che nell’interazione con l’ambiente agiscono in relativa indipendenza l’uno dall’altro, senza la supervisione di un unico sistema centrale di controllo. Questo approccio ha permesso di costruire robot mobili, per esempio testati nella ricerca di un obiettivo distante, ma che nello stesso tempo continuano ad evitare gli ostacoli che incontrano lungo la via.

Dunque alcuni risultati si sono ottenuti rispetto all’approccio classico, tanto che alcuni psicologi e filosofi hanno prontamente concluso che questa nuova robotica, di tipo *behaviour-based*, ha accantonato la *disembodied mind* dell’AI classica, in cui mente e corpo, così come sosteneva ad esempio Cartesio, sono due cose ben distinte.

Dopo questa fase euforica, intorno agli anni ‘70, il panorama delle ricerche si è evoluto, ed ormai esistono robot “ibridi”, che usano buone caratteristiche di robustezza e azione in tempo reale e, nello stesso tempo, usano classici sistemi di pianificazione e rappresentazione della conoscenza.

Però questo approccio, integrato con quello dall’alto, è stato e continua ad essere decisivo.

La connessione con i labirinti è dunque evidente. In questi studi si pone l’accento sulla capacità di svolgere un compito, e l’esempio classico è la ricerca di un cammino, caratterizzato da una sequenza stimolo-azione che dovrebbe permettere di decidere in tempi brevi, e da una certa capacità di memorizzazione come forma specializzata di apprendimento. E una forma tra le più complesse, si è visto, è quella che richiede una navigazione verso un punto che è al di fuori della scena visiva, o comunque non a portata dell’apparato sensoriale. In questo caso vi è una rappresentazione topologica che ad un livello basso non permette di capire, ad esempio quando un cammino viene seguito più volte e ci diviene familiare, la presenza di eventuali scorciatoie. Per fare questo abbiamo bisogno di un tipo di informazione in più che consiste in quella metrica, ovvero

l'informazione sulle distanze percorse. Le relazioni metriche spaziali sono fondamentali, sia per noi che per riprodurre artificialmente intelligenza.

Dunque ci sono due quadri complessivi di rappresentazione, una in cui l'agente è in interazione diretta con l'ambiente, ed un'altra che permette di creare un quadro di riferimento più globale. E qui, a questo secondo livello, oggi abbiamo ancora qualche problema. Mentre modelli che manifestano capacità accettabili al primo livello ormai abbondano, modelli che consentono di rispondere efficacemente al secondo livello, ovvero con delle prestazioni anche solo modestamente cognitive, scarseggiano. Per inciso, la loro prestazione varia a seconda di cosa devono fare e del tipo di rappresentazione che implementano, e quindi si creano problemi ancora difficili da risolvere per i progettisti.

Questa ricerca è fondamentale per comprendere il comportamento degli animali. Basti pensare agli uccelli che tornano al nido, le api che tornano all'alveare e le formiche che tornano al formicaio, pur essendosi allontanate di decine o centinaia di metri. Uno degli esseri viventi che più è stato studiato è la formica del deserto sahariano, *Cataglyphis*. Gli studi dicono che in questo caso la questione metrica sia risolta da una specie di bussola solare. Inoltre, sembra che questa formica abbia in aiuto anche una capacità di memorizzazione, non di tutto l'ambiente ma solo di scenari, di *snapshot*. Di fronte ad una scena visiva, insomma, *Cataglyphis* fa dei confronti con scenari che ha già in memoria, e questo gli consente di orientarsi.

Alcuni agenti-robot sono stati costruiti a questo proposito, per comprendere e verificare le ipotesi via via sul tappeto. Tra questi, uno dei più noti è il robot di Wieth e Browning, che consiste in un topo robot solutore di labirinti, che permette una rappresentazione non solo di basso livello, ma anche di alto livello. In questo caso il labirinto ha dimensioni 16x16, variamente configurabile. Wieth e Browning prevedevano tre diversi schemi o livelli di importanza:

1. il primo relativo alla reazione con l'ambiente, quindi per evitare ostacoli, girare, e così via, ma senza accedere alla memoria. Dunque un vero e proprio schema percettivo;
2. il secondo, invece, fa uso della mappa del labirinto per pianificare l'azione; quindi sulla base degli schemi del livello inferiore, decide l'azione da compiere. Dunque uno schema per la rappresentazione del mondo;
3. il terzo, che è un livello motivazionale, genera le mete e dispone di una serie di valori da usare per valutare le strategie più appropriate.

Oggi, da questa e da altre esperienze, si pensa che possano coesistere forme di rappresentazione dello spazio diverse, alla base di diverse strategie di esplorazione dell'ambiente, e quindi una concezione di modelli multipli, così come indicato da Prescott. Proprio come fa *Cataglyphis*.

4. Conclusioni

Vi sono campi scientifici nei quali l'interesse per i labirinti è elevato. Nel campo della psicologia i labirinti forniscono ottimi test per il comportamento di uomini ed animali nei confronti dell'apprendimento. Così anche un lombrico o una formica può percorrere un labirinto ed "imparare" a muoversi. I programmi, anche loro, sono qualcosa di analogo a forme di vita primordiale e anche essi possono imparare a muoversi nei labirinti.

Interessante l'analisi di Bolter (1984) riguardo al cosiddetto "uomo di Turing", l'uomo abituato a convivere con lo spazio del computer. Uno spazio limitato, caratterizzato da una infinita riscrivibilità, entro cui si perde il senso di cosa significa una scelta definitiva: "All'uomo di Turing manca l'intensità emotiva dei suoi predecessori. Egli, nei suoi giochi, non investe tutto se stesso precisamente perché i giochi che fa non sono irrevocabili." E' il carattere finito dello spazio del computer ad innescare questa dimensione ludica, questo senso di chiusura che deriva anche dalla pratica della programmazione, intesa come sequenza da sperimentare, modificare e rielaborare all'infinito.

E ritornando al topolino "Teseo-Tremaux" di Shannon, quando questo giunge ad un incrocio e deve fare una scelta, non la fa a caso, come faremmo noi, ma la fa usando un criterio preciso esistente nella sua programmazione. L'accoppiata di un algoritmo e di un piccolo Robot che lo usa è molto più efficiente di quella umana ovvero animale. A riguardo ebbe a dire Shannon: "E' piuttosto difficile trovare guasti in una macchina che opera su elementi casuali. E' difficile pure dire se una macchina del genere sta funzionando male quando in effetti non è possibile prevedere ciò che deve fare".

Il topo "Teseo-Trémaux" una volta trovato un cammino per uscire su un labirinto lo ripercorre a gran velocità una seconda volta avendo memorizzato tutte le scelte. Un topo reale invece dovrebbe fare scelte veramente casuali impiegando più tempo.

E allora, possiamo concludere con un'immagine storico-evolutiva. I labirinti, da strumento utilizzato per mettere in difficoltà l'essere umano, salvo poi ricompensarlo a compito eseguito, è infine divenuto strumento per mettere in difficoltà le macchine. E la ricompensa, stavolta, assegnando in un impeto una valenza emotiva alle macchine che costruiamo, è l'avvicinamento all'uomo.

Bibliografia

- Barthes R., *La mort de l'auteur*, in *Le bruissement de la langue*, Seuil, Paris, 1984. Trad. it. *La morte dell'autore*, in ID., *Il brusio della lingua*, Einaudi, Torino, 1988.
- Bolter J.D., *Turing's Man. Western Culture in the Computer Age*, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1984. Trad. it. *L'uomo di Turing. La cultura occidentale nell'età del computer*, Pratiche, Parma, 1985.
- Bolter J.D., *Writing Space. The Computer, Hypertext, and the History of Writing*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale (N.J.), 1991.
- Borges J.L., *El jardín de los senderos que se bifurcan*, 1941. Trad. it. *Il giardino dei sentieri che si biforcano*, in ID. *Tutte le opere*, I, Mondadori, Milano, 1984.
- Borges J.L., *El Aleph*, 1949. Trad. it. *L'Aleph*, in ID. *Tutte le opere*, I, Mondadori, Milano, 1984.
- Brooks R.A., "Intelligence without representation", in *Artificial Intelligence*, n. 47, 1991, pp. 139-159.
- Brooks R.A., "How to build complete creatures rather than isolated cognitive simulators", in VanLehn, *Architecture for Intelligence*, Erlbaum, Hillsdale (NJ), 1991, pp. 225-239.
- Buongiorno T. e Ziliotto D., *Facciamo i conti con il libro-game*, "Italiano e oltre", vol. IV, n. 2, 1989, pp. 57-61.
- Burattini E. e Cordeschi R., *Intelligenza Artificiale*, Carocci, Roma, 2001.
- Butti G., *Lavorare con gli ipertesti*, Tecniche nuove, Milano, 1991.
- Calvino I., *Il castello dei destini incrociati*, Einaudi, Torino, 1973.
- Calvino I., *Lezioni americane*, Garzanti, Milano, 1988.
- Capucci P. L., *Realtà del virtuale*, CLUEB, Bologna, 1993.
- Carlini F., *Lo stile web. Parole e immagini nella comunicazione in rete*, Einaudi, Torino, 1999.
- Cordeschi R., "Vecchi problemi filosofici per la nuova intelligenza artificiale", in *Networks, rivista di filosofia dell'intelligenza artificiale e scienze cognitive*, n. 1, giugno 2003.

- De Mas E. (a cura di), *Opere filosofiche*, I, Laterza, Bari, 1965.
- Eco U., *Do your movie yourself*, 1972, in ID., *Diario minimo*, Milano: Bompiani, 1992.
- Eco U., *Lector in fabula. La cooperazione interpretativa nei testi narrativi*, Bompiani, Milano, 1979.
- Eco U., *Il nome della rosa*, Bompiani, Milano, 1980.
- Eco U., *I limiti dell'interpretazione*, Bompiani, Milano, 1990.
- Geymonat L., *Storia del pensiero filosofico e scientifico. Il Novecento*, vol. 8, t. 3, a cura di E. Bellone e C. Mangione, Garzanti, Milano, 1996.
- Gigliozzi G., *Modellizzazione delle strutture narrative*, in *Calcolatori e scienze umane*, 1992.
- Giustozzi C., "I labirinti", *MCMicrocomputer*, n. 82, febbraio 1989.
- Holland O. e McFarland D., *Artificial Ethology*, Oxford University Press, Oxford, 2001.
- Joyce J., *Ulysses*, Shakespeare and Company, Paris, 1922. Tr. it. Giulio de Angelis, *Ulisse*, Mondadori, Milano, 1988.
- Lévy P., *Les technologies de l'intelligence*, La Découverte, Paris, 1990. Tr. it. Franco Berardi, *Le tecnologie dell'intelligenza*, Synergon, Bologna 1992.
- Lughi G., *Iper testi letterari e labirinti narrativi*, su <http://www.univ.trieste.it>, 1993.
- Mantovani G., *L'interazione uomo-computer*, Il Mulino, Bologna, 1995.
- Morcellini M. e Sorice M. (a cura di), *Futuri immaginari*, Logica University Press, Roma, 1998.
- Newell A., "Physical Symbol Systems", in *Cognitive Science*, n. 4, 1980, pp. 135-183.
- Newell A. e Simon H.A., "Computer Science as empirical enquiry: symbols and search", in *Communications of the ACM*, n. 19, 1976, pp. 113-126.
- Odifreddi P., *Jorge Luis Borges. I labirinti dello spirito*, reperibile su www.vialattea.net, 1992.
- Prescott T.J., *From Animals to Animats 3*, Mit Press, Cambridge (MA), 1994.
- Queneau R., *Conte à votre façon*, 1967. Trad. it. *Un racconto a modo vostro*, in ID., *Segni, cifre e lettere*, Einaudi, Torino, 1981.
- Rosenstiehl P., "Labirinto", in *Enciclopedia*, s.v., Einaudi, Torino, 1979.
- VanLehn K., *Architecture for Intelligence*, Erlbaum, Hillsdale (NJ), 1991.
- Vera A.H. e Simon H.A., "Situated action: a symbolic interpretation", in *Cognitive Science*, n. 17, 1993, pp.7-48.