

IL POLIEDRICO MONDO DELL'INFORMAZIONE



Giuseppe O. Longo

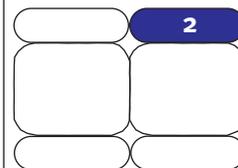
L'odierna "società dell'informazione" è solcata da una quantità crescente di dati elaborati e scambiati. Alla base di questa espansione vi è una tecnologia sempre più efficiente ed economica. Accanto agli aspetti tecnici, sono importantissimi gli aspetti concettuali del fenomeno, che comprendono la natura dell'informazione, il suo carattere contestuale e relazionale, i suoi aspetti semantici e pragmatici. Si delinea l'esistenza di un vero e proprio universo informazionale, che comprende la teoria di Shannon, ma che si estende ben al di là della formalizzazione matematica.

1. INTRODUZIONE

L'informazione sta alla base di ogni attività umana. Anzi tutta l'evoluzione, prima biologica e poi sociale e culturale, è stata contrassegnata da scambi d'informazione sempre più intensi e diffusi. Tuttavia solo verso la metà del Novecento si è cominciato a indagare questi fenomeni con strumenti non soltanto filosofici e qualitativi ma anche matematici. Questa impostazione, dovuta soprattutto a Shannon, è molto utile sotto il profilo ingegneristico, ma la sua utilità deriva da una notevole semplificazione: il *significato* dei messaggi e il loro valore *pragmatico* sono del tutto ignorati, perché l'unico scopo è quello di riprodurre presso l'utente ogni messaggio generato dalla sorgente in modo che sia distinguibile dagli altri possibili messaggi. La teoria matematica dell'informazione s'inquadra in una teoria assai più vasta, in cui sono importanti anche gli aspetti semantici e pragmatici dell'informazione, i suoi rapporti con i dialoganti e con il contesto comunicativo. Di questa teoria più ampia si vuol fornire qui una rassegna, per quanto somma-

ria. Si parte con l'illustrazione di alcune delle caratteristiche basilari dell'informazione, cominciando (paragrafo 2) dalle differenze più importanti tra il mondo della materia e il mondo della comunicazione. Rilievo è dato al passaggio dalla realtà (il territorio) alla sua rappresentazione (la mappa), che comporta una riduzione di informazione (paragrafo 3). Si sottolinea poi il rapporto essenziale tra l'informazione e il suo supporto (paragrafo 4). Questi concetti sono ripresi ed esemplificati nel paragrafo 5, dedicato alla simulazione, che può illuminare i rapporti e le differenze tra il mondo dei simboli e il mondo della materia, differenze riprese e approfondite nel paragrafo 6, che riguarda le nozioni di contesto e di complessità. Una delle caratteristiche più importanti del mondo dell'informazione è la ridondanza, e il paragrafo 7 ne illustra il rapporto con il significato e con il caso. Un breve cenno alla teoria matematica dell'informazione (paragrafo 8) fornisce un esempio molto particola-

La mappa non è il territorio
Alfred Korzybski



re, ma importantissimo per le applicazioni, di modello comunicazionale, mentre la prospettiva si allarga nel paragrafo 9, dove i concetti precedenti sono immersi nel contesto socioculturale, di cui costituiscono potenti fattori di trasformazione.

2. CREATURA E PLEROMA

Il Novecento è stato caratterizzato da un'attenzione esplicita per i fenomeni della comunicazione, che fino a quel momento erano rimasti un po' ai margini: l'evoluzione tecnica e le esigenze belliche diedero grande impulso allo studio quantitativo dell'informazione. Nel 1948, quando Claude Shannon [10] formulò la teoria matematica della comunicazione e Norbert Wiener (Figura 1) fondò la cibernetica [11], le discipline attinenti all'informazione, al significato, alla comunicazione, alla struttura, alla relazione e all'ordine avevano uno statuto piuttosto vago rispetto alla solidità delle teorie fisiche e chimiche. Ma il tempo perduto fu recuperato in fretta e tutto il settore ricevette una sistemazione formale.

Nonostante le limitazioni dovute al carattere quantitativo della teoria, l'incontro tra la matematica, l'ingegneria, la nascente informatica e il mondo della comunicazione fu quanto mai fecondo di risultati. In pochi anni nacquero e si svilupparono discipline come la teoria dell'informazione, la teoria dei controlli e dei servomeccanismi e la cibernetica, cui

si aggiunse più tardi, verso la fine degli anni cinquanta, l'intelligenza artificiale. Inoltre, dispiegandosi in tutta la sua ricchezza, il mondo della comunicazione cominciò ad agire da centro di aggregazione anche per discipline molto lontane dal nucleo tecnico-formale, come la psicologia, la sociologia, la filosofia e la linguistica.

Da una parte il processo comunicativo ricevette una formulazione matematica, dall'altra si venne delineando una sorta di "teoria generale dell'informazione": fu cioè riconosciuto che accanto al dominio della fisica - il mondo delle forze, delle masse e delle quantità di moto - esiste il dominio della forma, delle relazioni, delle differenze, dell'organizzazione e del significato. Le leggi che vigono in questo dominio sono spesso diverse da quelle della fisica e talora sorprendenti.

Seguendo Gregory Bateson, cui dobbiamo l'analisi più penetrante del concetto di informazione, chiameremo *Pleroma* il mondo della materia e delle forze e *Creatura* il mondo dell'informazione e della struttura. Nel Pleroma regna l'opacità pesante e indifferenziata della materia, mentre nella Creatura l'attività organizzatrice dell'uomo identifica e separa le cose, assegna i nomi e introduce leggi e distinzioni. Mentre nel Pleroma ogni cosa rappresenta soltanto sé stessa, nella Creatura ogni cosa può, in seguito a un accordo, rappresentare ogni altra cosa e divenire pertanto un *simbolo*. I codici simbolici, aprendo le prospettive amplissime del significato, consentono ogni sorta di gioco linguistico. In genere il significato di una cosa non le è intrinseco, ma le è conferito dall'attività comunicativa dell'uomo. In questo senso si giustifica il termine *Creatura*, perché è l'attività conoscitiva e linguistica che crea questo mondo [1, 9].

Nella Creatura non vi sono leggi di conservazione per l'informazione: poiché gli osservatori (viventi) posseggono fonti energetiche e supporti materiali propri, essi sono in grado di replicare presso di sé l'informazione ricevuta da una fonte esterna, come fa chi a lezione prende appunti su un taccuino: quindi l'informazione *si moltiplica* per il numero degli osservatori o utenti (e non si divide come la materia o l'energia) (Figura 2). L'assenza di

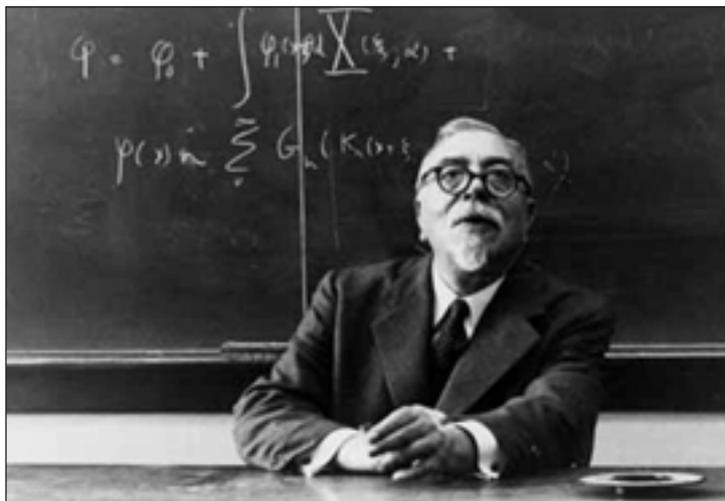


FIGURA 1
Norbert Wiener

informazione può essere informazione: una risposta non data può scatenare una reazione anche vivace. Per esempio la risposta *non data* a un'ingiunzione dell'ufficio delle imposte può provocare l'arrivo di una multa. L'ufficio confronta l'alternativa "non risposta" con l'alternativa "risposta" e agisce sulla base della differenza tra le due. Dunque ciò che conta nella Creatura sono le *differenze*. L'informazione sta nelle differenze e l'unità d'informazione può essere definita come *la più piccola differenza capace di generare una differenza*. I canali di comunicazione sono i supporti che trasferiscono le differenze, opportunamente trasformate e codificate. Una differenza è sempre tra un A e un B, tra un prima e un dopo, tra un qui e un altrove, ma non si può ubicare, perché non ha le caratteristiche spazio-temporali degli oggetti materiali. E il mondo della differenza e della comunicazione, la Creatura, è in sostanza il mondo degli esseri viventi, in particolare dell'uomo. Grazie al loro metabolismo, gli organismi accumulano energia e possono rilasciare questa energia in risposta a uno stimolo anche minimo (o alla perdurante assenza di uno stimolo). Basta una parola per scatenare una rissa, basta un lungo silenzio per provocare un'aggressione.

Un esempio, forse un po' crudele, che Bateson porta per illustrare quanto le leggi della Creatura siano diverse da quelle del Pleroma riguarda il diverso comportamento del sasso e del cane in seguito a un calcio: il sasso (che appartiene solo al Pleroma) compie una parabola, atterra e lì sta. Se la pedata è abbastanza vigorosa, anche il cane (che appartiene al Pleroma e alla Creatura) può compiere una parabola secondo le leggi della fisica, ma di solito questo aspetto del suo comportamento non è interessante. Interessante è ciò che il cane fa dopo essere atterrato: per esempio può decidere di rivoltarsi contro chi l'ha maltrattato e tentare di azzannarlo. Ma l'energia che il cane mette in giuoco in questo attacco non è quella della pedata, bensì quella "collaterale" del suo metabolismo, e quest'energia viene attivata non dal calcio in sé bensì dal dolore provato e dal trauma "relazionale" subito dal cane. Tanto è vero che, invece di attaccare l'uomo, il cane può anche decidere di fuggire, mentre il sasso non ha scelta: il determinismo della rela-

zione causa-effetto vale solo per il sasso, il cui comportamento è invariabile e, almeno in linea di principio, prevedibile, mentre il comportamento del cane dipende da fattori di natura sistemica e contestuale difficili da valutare (la sua storia precedente, il suo rapporto con l'uomo che gli dà il calcio, il numero di calci che ha preso in vita sua e così via) [1] (Figura 3).



FIGURA 2

La lezione di anatomia del dottor Tulp di Rembrandt



FIGURA 3

Cave canem

Un alieno assiste a una conferenza

Entrai in una vasta sala illuminata fiocamente, dove molti Terrastranieri stavano seduti in comode poltrone, tutte rivolte nella stessa direzione. Guardando meglio, mi resi conto che il pavimento della sala era lievemente inclinato e convergeva, per così dire, verso un punto centrale sfarzosamente illuminato, dove stava in piedi un Terrastraniero alto e imponente. Immaginai che potesse essere il Sindaco della Città, o addirittura il Re, visto quanto era distinto e soverchiante fra tutti. Quando la confusione che mi aveva colto all'entrare in sala si dileguò e potei distinguere meglio i particolari, ebbi l'amara sorpresa di vedere e udire che il maestoso Terrastraniero che ritenevo fosse il Re emetteva dal suo apparato masticatorio strani suoni gutturali, gridi e squittii e brontolii, come se soffrisse di un molesto dolore fisico. Ma, con mio grande stupore, nessuno moveva un dito per aiutarlo o assisterlo: anzi, al contrario, mirando le facce dei Terrastranieri presenti, vidi che alcuni ghignavano, altri con ogni evidenza si divertivano, altri ancora sorridevano beatamente come se il grande dolore del loro Monarca fosse per loro causa di diletto. Questo fu per me il segno di una perfida crudeltà ed ebbi conferma dei tanti racconti che avevo udito sulla malvagità della popolazione di Terrastrana.

Insomma nella Creatura valgono principi di funzionamento diversi da quelli del Pleroma. Nel Pleroma non c'è informazione (Pleroma significa "pieno", dunque "privo di differenze"), ma esso è la matrice di tutte le differenze e la sorgente di tutte le informazioni. La struttura del Pleroma, in sé, non riesce a spiegare (in modo adeguato) molti degli eventi che interessano l'uomo in quanto essere informazionale, sociale, culturale. Per esempio una conferenza può essere descritta in molti modi e a molti livelli diversi. È possibile (in linea di principio) darne una descrizione in termini di meccanica quantistica oppure in termini di chimica molecolare, ma queste descrizioni hanno un interesse limitato e non colgono l'essenza dell'evento "conferenza". Ciò vale in quasi tutte le situazioni rilevanti per gli esseri umani, le quali possono essere descritte, spiegate e comprese *adeguatamente* solo in termini di informazione, relazione, significato e comunicazione. La descrizione ordinaria di una conferenza, nel linguaggio comune, è adeguata e facile da comprendere grazie alla lunga *esperienza* che l'osservatore ha delle conferenze. Un Alieno che non avesse esperienza di confe-

renze ne darebbe una descrizione stravagante, che non ne coglierebbe (quella che per noi è) l'essenza (*vedi riquadro*).

Quando si parla di "essenza di un evento" o di "descrizione adeguata" si fa sempre riferimento implicito a un osservatore o destinatario: dunque l'informazione è *relativa* a un osservatore. La stessa energia sonora modulata associata a una data parola può causare una risposta amichevole, uno sguardo stupito o uno scatto d'ira a seconda della storia precedente dell'ascoltatore, della sua relazione col parlante, del suo stato d'animo, dell'interesse che ha per il contenuto della frase, della lingua cui appartiene la frase e del contesto in cui essa è pronunciata. *L'informazione sta nell'orecchio dell'ascoltatore più che nella bocca del parlante.*

3. MAPPA E TERRITORIO

Torniamo all'aforisma di Korzybski (Figura 4) citato in esergo: "la mappa non è il territorio". La mappa appartiene al mondo della Creatura: dal Pleroma, cioè dal territorio, ogni osservatore può ricavare la sua mappa particolare, che dipende dai suoi interessi ed è diversa da ogni altra mappa. Per esempio, se il territorio è una regione geografica chi è interessato agli aspetti agricoli ne costruirà una mappa diversa da chi è interessato agli aspetti minerari, o politici, o idrologici. Tutte queste mappe si riferiscono allo stesso territorio, sono tra loro compatibili ma diverse, e nessuna fornisce una descrizione esauriente della regione. La regione in sé è muta, siamo noi che la facciamo "parlare": la costruzione delle varie mappe, cioè la costruzione della Creatura, rende esplicite le informazioni che nel territorio (Pleroma) sono implicite. Anche un libro è muto finché non c'è un lettore che lo fa vivere. In questo senso l'attività dell'osservatore è costruttiva, poiché la Creatura nasce dall'interazione conoscitiva tra osservatore e Pleroma. Il Pleroma è la matrice e la Creatura è il deposito di tutte le conoscenze (Figura 5). Noi di continuo trasformiamo il vasto territorio del mondo pleromatico nella complicata mappa creaturale dei *segni*. I segni hanno una loro struttura, una loro ecologia, nella quale siamo immersi a tal punto da dimenti-

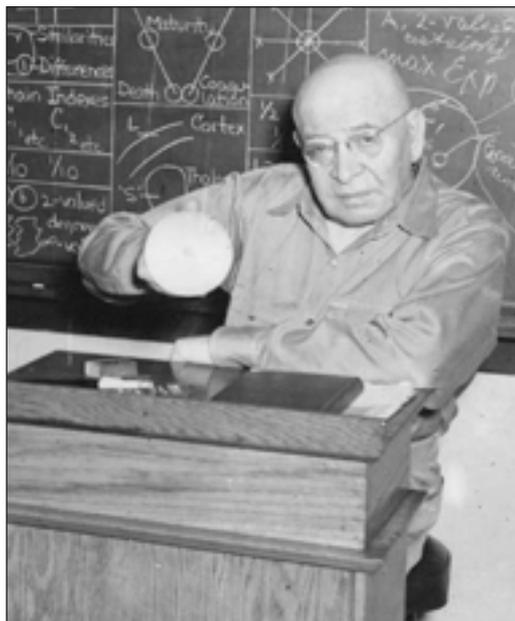


FIGURA 4

Alfred Korzybski

care talora la realtà che li ha originati grazie al nostro assiduo lavoro, e ci domandiamo il senso di tutti quei segni. Per fortuna il mondo è sempre là e possiamo intraprenderne nuove interpretazioni, ricavandone nuove mappe e nuovi segni (*vedi riquadro*).

Schematizzando molto, per ogni osservatore l'informazione può assumere tre aspetti:

1. aspetto *sintattico* (rilevamento delle differenze tra le parti del messaggio o tra messaggi successivi);
2. aspetto *semantico* (confronto delle differenze rilevate con altre, registrate in precedenza, per ricavarne il *significato*);
3. aspetto *pragmatico* (impiego delle differenze rilevate e interpretate per il conseguimento dei *fini*).

Ciascuno di questi tre aspetti presuppone il precedente: l'informazione può essere impiegata per agire solo quando la si sia interpretata; e può essere interpretata solo quando la si sia rilevata. Ma in molte circostanze pratiche sono tantissime, potenzialmente infinite, le differenze che si possono cogliere in un oggetto o in un fenomeno, cioè in un territorio. Quali fra tutte queste differenze rileverà effettivamente il nostro osservatore, trasformandole da potenziali in attuali? Come illustra l'esempio delle carte geografiche, la scelta dipende dal suo interesse, quindi dai fini che ha



FIGURA 5

America sive novi orbis (A. Ortelius)

I segni per Calvino

Situato nella zona esterna della Via Lattea, il Sole impiega circa 200 milioni di anni a compiere una rivoluzione completa della Galassia.

Esatto, quel tempo là ci si impiega, mica meno - disse Qfwfq, - io una volta passando feci un segno in un punto dello spazio, apposta per poterlo ritrovare duecento milioni d'anni dopo, quando saremmo ripassati di lì al prossimo giro. Un segno come? È difficile da dire perché se vi si dice segno voi pensate subito a un qualcosa che si distingue da un qualcosa, e lì non c'era niente che si distinguesse da niente; voi pensate subito a un segno marcato con qualche arnese oppure con le mani, che poi l'arnese o le mani si tolgono e il segno invece resta, ma a quel tempo arnesi non ce n'erano ancora, e nemmeno mani, o denti, o nasi, tutte cose che si ebbero poi in seguito, ma molto tempo dopo. La forma da dare al segno, voi dite non è un problema perché, qualsiasi forma abbia, un segno basta serve da segno, cioè sia diverso oppure uguale ad altri segni: anche qui voi fate presto a parlare, ma io a quell'epoca non avevo esempi a cui rifarmi per dire lo faccio uguale o lo faccio diverso, cose da copiare non ce n'erano, e neppure una linea, retta o curva che fosse, si sapeva cos'era, o un punto, o una sporgenza o rientranza. Avevo l'intenzione di fare un segno, questo sì, ossia avevo l'intenzione di considerare segno una qualsiasi cosa che mi venisse fatto di fare, quindi avendo io, in quel punto dello spazio e non in un altro, fatto qualcosa intendendo di fare un segno, risultò che ci avevo fatto un segno davvero.

(Italo Calvino, Un segno nello spazio, Le Cosmicomiche, Einaudi, Torino, 1965).

in quel momento: ecco allora che il cerchio si chiude, perché il rilevamento delle differenze (aspetto sintattico) è guidato dai fini dell'osservatore (aspetto pragmatico) (Figura 6). L'attività conoscitiva dell'uomo, cioè la costruzione delle mappe, è sempre guidata dai bisogni, dagli interessi e dai fini dell'individuo, è limitata dai suoi mezzi e vincolata alle sue capacità. Le mappe vengono poi usate per conseguire gli scopi nell'ambiente reale (o per simularne il conseguimento in un ambien-

te mentale). Azione e conoscenza sono dunque inseparabili: ogni azione è fonte di conoscenza e ogni conoscenza richiede un'azione [2]. Le conoscenze acquisite mediante un'azione costituiscono la base per ulteriori azioni che apportano nuove conoscenze [7].

4. INFORMAZIONE E SUPPORTO

Non esiste informazione senza supporto: le differenze debbono "incarnarsi" in materia o in energia. Ma a tutta prima sembra che il supporto, benché indispensabile, non sia essenziale e che si possa trasferire l'informazione da un supporto all'altro senza perdite. Se l'informazione consiste nelle differenze o modulazioni del supporto, basta introdurre nel secondo supporto differenze o modulazioni isomorfe alle differenze o modulazioni pre-

senti nel primo: questa è l'operazione di *codifica*. A prima vista ciò sembra possibile senza difficoltà, specie quando si abbia a che fare con i codici discreti o digitali. Ma se si analizza meglio il procedimento di codifica, si scopre che esiste sempre un livello di osservazione fine al quale il trasferimento non è più fedele. Insomma non si può separare l'informazione dal supporto originale se non a patto di impoverirla e distorcerla: un concerto per violino non può essere eseguito col trombone se non con gravi distorsioni. Sarà comunque l'osservatore a dichiararsi soddisfatto o insoddisfatto del grado di fedeltà della codifica (nel caso digitale l'osservatore si accontenta di una codifica anche grossolana, purché conservi la *distinguibilità* tra i messaggi).

L'impossibilità di una codifica del tutto fedele deriva dal fatto che come non esiste informazione senza supporto, così non esiste supporto senza informazione: ogni supporto possiede un'informazione intrinseca, originaria, costituita dalle differenze che contiene prima di ogni processo di codifica e che non sono frutto di intenzionalità. Quando poi si introducono nel supporto le informazioni intenzionali, che tendono a modularlo, esse interagiscono con le informazioni preesistenti e ne vengono più o meno distorte: la pesantezza e la riottosità della materia si oppongono all'operazione di codifica. Ciò conferma l'intimo legame tra informazione e supporto. Facciamo un esempio: scrivere un messaggio su un supporto significa introdurre delle modulazioni o differenze, ma il risultato dell'operazione dipende dalla natura del supporto: la pietra (Figura 7) presenta una resistenza maggiore della carta, scrivere su un foglio già scritto può essere complicato, la tastiera del computer è più "leggera" della stilografica. Ogni supporto quindi condiziona l'esito della scrittura e incide profondamente non solo sul modo ma anche su ciò che si scrive, tanto da giustificare il detto di McLuhan "il mezzo è il messaggio". I paleografi sono abituati a interpretare le abbreviazioni cui si ricorreva per la difficoltà di scolpire il marmo, ma anche nei messaggi sui cellulari si riscontra un continuo ricorso alle abbreviazioni. Chi ha praticato la scrittura letteraria a mano e poi è passato alla videoscrittura ha percepito un cambiamento che si riflette perfino sullo *stile* della narrazione [9].

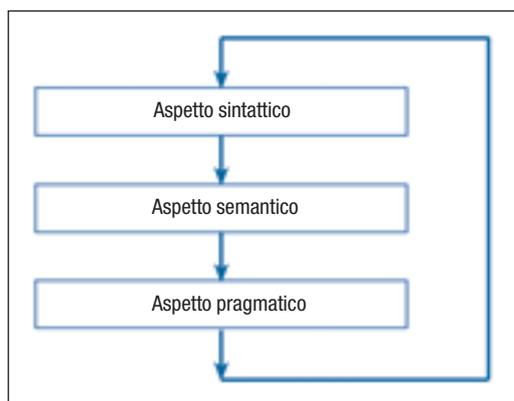


FIGURA 6
I diversi aspetti dell'informazione

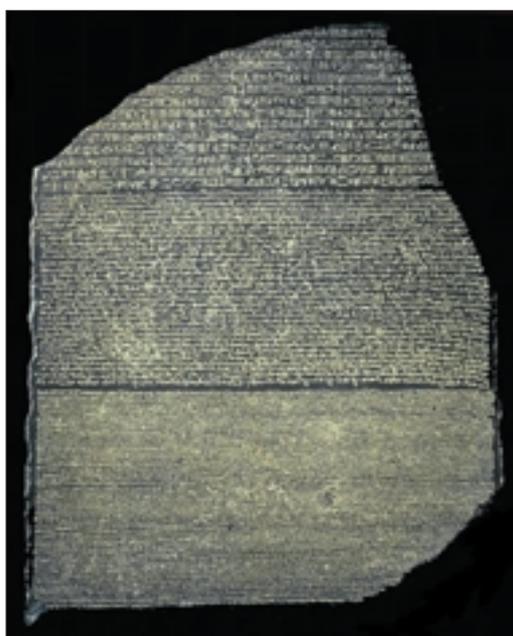


FIGURA 7
Stele di Rosetta

5. LA SIMULAZIONE

Riprendiamo ora i concetti precedenti, in particolare il rapporto tra informazione e supporto, sotto un'angolazione diversa, fornita dalla simulazione. La simulazione appartiene al mondo dell'informazione e non della materia e costituisce un esempio importante e diffuso di passaggio dal territorio alla mappa, cioè da un fenomeno a un suo modello. Questo passaggio comporta come sempre una perdita d'informazione, ma in molti casi la simulazione è non solo utile ma addirittura indispensabile.

Per gli esseri umani la *simulazione* costituisce uno strumento di notevole valore economico e di sopravvivenza, perché ci evita i rischi e gli sprechi legati all'attuazione pratica. Prima di intraprendere un'azione concreta, di solito la simuliamo servendoci della nostra mente, o di altri strumenti che della mente costituiscono un potenziamento o un prolungamento. Possiamo così analizzare i possibili effetti dell'azione e decidere se compierla, correggerla o rinunciarvi.

Il mondo dell'informazione è caratterizzato dalla possibilità di stipulare codici *arbitrari*: come abbiamo detto, una cosa può, per convenzione, significare qualsiasi altra cosa; ma la simulazione va al di là di questa codifica arbitraria e convenzionale, poiché si fonda su una somiglianza, almeno parziale, e istituisce tra le due "cose", quella simulata, diciamo il fenomeno, e quella simulante, diciamo il modello, una corrispondenza molto stretta almeno a qualche livello di descrizione. Se la corrispondenza si verifica a tutti i livelli (nei limiti della precisione adottata), non si parla più di simulazione, bensì di "riproduzione". Per esempio nel caso di un cervello umano e di un calcolatore elettronico che effettuino un'operazione aritmetica, la corrispondenza si ha a livello dei passaggi aritmetici, ma non a livello strutturale né a livello funzionale fine, poiché a questi livelli non c'è somiglianza tra i neuroni e le loro attività da una parte e i circuiti e le loro attività dall'altra.

Per giudicare l'adeguatezza di una simulazione non ci si basa su una corrispondenza totale, bensì su una corrispondenza parziale di esiti e di effetti osservabili, adottando

una prospettiva che è tipica del comportamentismo. Con riferimento all'intelligenza artificiale, il famoso criterio proposto da Turing (Figura 8) nel 1950 per dichiarare intelligente una macchina si basa appunto su una simulazione di natura comportamentistica. Mediante telescrivente, un esaminatore pone domande a una persona e a una macchina e, ancora mediante telescrivente, ne riceve le risposte. Entrambi gli esaminati si sforzano di persuadere l'esaminatore di essere umani e, sulla sola base delle risposte ricevute, l'esaminatore deve stabilire quale dei due è davvero l'uomo. Se la macchina riesce a ingannare l'esaminatore per un tempo stabilito, è dichiarata intelligente. La macchina deve compiere in questo caso una simulazione più complessa e difficile di quella relativa all'esecuzione di un'operazione aritmetica, ma non si richiede certo che somigli all'uomo in tutto e per tutto: basta che manifesti un comportamento verbale umano [5].

A proposito del problema fondamentale dell'intelligenza artificiale, cioè se la mente sia simulabile e trasferibile in un altro supporto, possiamo arrischiare questa proposta: se la mente sta tutta nel mondo informazionale, come afferma il funzionalismo, una sua simulazione almeno a qualche livello significativo è possibile; se sta anche nel mondo fisico, come molti ritengono, la cosa è più ardua, poiché anche la materia di cui è fatto il supporto della mente è rilevante. Si



FIGURA 8
Alan Turing

Due esempi di simulazione

Consideriamo due esempi: le simulazioni al computer di un matematico e di una mucca. Mentre la mucca simulata non può essere munta e il latte simulato che essa produce non può essere bevuto (se non da un contadino simulato, che simulerebbe di berlo), nel caso del matematico simulato le dimostrazioni simulate che egli produce sono in tutto e per tutto equivalenti alle dimostrazioni eseguite da un matematico vero.

Che differenza c'è tra latte e dimostrazioni? Le dimostrazioni appartengono (quasi) per intero alla Creatura, mentre il latte appartiene (quasi) per intero al Pleroma e non è possibile simulare con l'informazione gli oggetti fisici. Questa impossibilità risulta più evidente se si adotta un criterio di distinzione basato sugli *effetti* che le cose e le loro simulazioni hanno sul mondo reale (il nostro mondo): nel caso del latte gli effetti sono molto diversi, mentre nel caso della dimostrazione gli effetti sono identici. Tenendo presente la distinzione tra informazione e supporto, possiamo anche dire che per il latte il supporto (cioè gli atomi e le molecole che lo compongono) è essenziale: non si può modificare l'identità degli atomi e delle molecole, poiché la configurazione, le relazioni reciproche e i legami chimici, che ne costituiscono la parte strutturale o informazionale, non sono sufficienti a darci il latte. Se gli atomi di carbonio vengono sostituiti da atomi di silicio, pur supponendo di conservare tutte le relazioni tra gli atomi, non si ottiene più il latte ma un sasso (forse liquido). Per quanto riguarda la dimostrazione, invece, il supporto, benché indispensabile, è inessenziale: quello che conta sono le relazioni e le differenze, cioè le informazioni, che possono essere riprodotte anche nel computer.

Si rifletta sui casi seguenti:

- Un intervento chirurgico; un documentario filmato sull'intervento; un intervento fittizio in un film; o in un'esercitazione didattica in cui si usi un paziente vero, un cadavere, un robot per anestesisti; il resoconto scientifico scritto di un intervento; la parola "intervento".
- La dimostrazione di un teorema eseguita alla lavagna da un matematico; la stessa dimostrazione eseguita a teatro (oppure mimata) da un attore; una successione di segni senza senso tracciati a teatro su una lavagna da un attore che finge di eseguire la dimostrazione; la stessa dimostrazione svolta da un computer, da un sordomuto, da un profano che abbia imparato a memoria i passaggi ma non capisca ciò che scrive (Figura 9).

6. L'EPISTEMOLOGIA INFORMATIVALE

L'epistemologia o gnoseologia è, grosso modo, l'insieme dei procedimenti che seguiamo per acquisire le conoscenze, cioè per costruire la Creatura. Sul concetto di informazione intesa come differenza che genera una differenza si basa un'epistemologia piuttosto diversa da quella tradizionale delle scienze della natura, in particolare della fisica. Semplificando molto, mentre la fisica raggiunge i propri risultati grazie a una semplificazione che consiste nel sopprimere il contesto e nel considerare solo sistemi e fenomeni isolati, nell'epistemologia informativa *il contesto è fondamentale*: non vi sono fenomeni, eventi, comunicazioni, accadimenti, trasformazioni che non siano essenzialmente inseriti in un contesto, nel senso che solo dal contesto essi ricevono il loro significato e solo in base ad esso possono essere descritti e spiegati. In altre parole: mentre la fisica ha ottenuto e in buona parte ancora ottiene i suoi cospicui risultati attraverso la pratica del riduzionismo, cioè grazie all'eliminazione di tutti i legami che a priori connettono il fenomeno o il sistema considerato al contesto più ampio, e in particolare i legami tra il fenomeno e l'osservatore, nel campo dell'informazione e della comunicazione questi nessi non possono essere recisi perché costituiscono le *relazioni* che definiscono il fenomeno per quello che è.



FIGURA 9

Estrazione della pietra della follia di Hieronymus Bosch

osservi che nessun fisico confonde mai una gassia col suo modello matematico, mentre in intelligenza artificiale mente e programma vengono confusi: tanto forte è la tendenza a considerare la mente un'entità solo informativa (vedi riquadro).

Che nell'ambito della comunicazione il contesto sia importante, anzi ineliminabile, è noto a tutti dall'esperienza della lettura: ogni lettera è inserita in una sillaba, ogni sillaba in una parola, ogni parola in una frase, e così via; e ciascun elemento riceve il proprio significato da tutti i contesti più ampi, cioè dagli elementi di livello superiore di cui è parte. Come si vede, in genere esistono più contesti, di ampiezza diversa, contenuti l'uno nell'altro. D'altra parte se la parola riceve il suo significato dalla frase, la frase a sua volta lo riceve dalle parole che la compongono: la nozione di *significato contestuale* non è lineare o unidirezionale, bensì circolare.

La scoperta di questa circolarità è di enorme importanza, perché storicamente la prima impressione che l'uomo ha avuto nei confronti del mondo è che esso funzioni in base a *catene causali lineari*, che hanno origine in un certo punto (spesso arbitrario, o meglio scelto in base a finalità pratiche) e finiscono chissà dove nella vastità dei fenomeni. Per contro, la descrizione o spiegazione contestuale, imperniata sul concetto d'informazione, si basa su circoli o anelli di retroazione (o *feedback*) [1, 11].

Come ho detto, il Pleroma è l'oscura matrice potenziale di tutte le differenze, ma non contiene differenze: è il mondo di base, è la realtà in sé, che non potremo mai conoscere direttamente perché i nostri sensi e il nostro intelletto la sottopongono immediatamente a una radicale rielaborazione. Il Pleroma è il fondo primordiale di una realtà inarrivabile perché ogni volta che tentiamo di coglierla in sé la *filtriamo* con le nostre operazioni mentali e con i nostri sensi, e il risultato di questa elaborazione (che è in gran parte *inconsapevole*) è il mondo così come noi lo percepiamo. In questo senso, l'epistemologia basata sull'informazione non è né *idealista* (cioè non afferma che il mondo è una nostra creazione mentale) né *realista* (cioè non afferma che esiste un mondo esterno che viene riflesso passivamente dalla nostra mente): è invece *costruttivista*. La realtà percepita è il risultato di una continua interazione costruttiva tra noi e il mondo in sé [1].

Nell'ambito dell'epistemologia informazionale non esiste un'*unica descrizione* di un fenomeno: per spiegarlo, o anche solo per descriverlo,

sono utili, anzi necessarie, più descrizioni, che non sempre sono riconducibili l'una all'altra e che a volte possono anche essere tra loro contrastanti. Svanisce dunque il pregiudizio (o la speranza) che vi sia *una descrizione vera* del mondo, che la fisica dovrebbe via via svelare. Ma anche la fisica ha un po' attenuato la sua pretesa di offrire, prima o poi, l'*unica* descrizione vera del mondo e contempla descrizioni multiple dello stesso fenomeno. C'è quindi una sorta di convergenza tra l'epistemologia tradizionale e quella informazionale, e il ponte è costituito dalla meccanica quantistica, per la quale il mondo (o il fenomeno o il sistema che stiamo indagando) risponde in maniera diversa a seconda del punto di vista che adottiamo. A seconda delle domande che gli poniamo, lo "stesso" fenomeno si presenta sotto forma ondulatoria o corpuscolare. La meccanica quantistica ci obbliga ormai ad accettare la stretta dipendenza del fenomeno osservato dall'osservatore e dalle sue domande. Anche nel dominio della fisica si va dunque rivelando una profonda *struttura comunicativa* che la fisica tradizionale non aveva scorto o aveva cercato di escludere [6].

Un'altra caratteristica importante dell'epistemologia dell'informazione è che mentre nel Pleroma basta il rilevamento di una differenza per innescare un'azione (il rilevamento di una temperatura diversa da quella di riferimento fa scattare il termostato e la caldaia si accende o si spegne), nella Creatura alla base dell'azione, oltre al rilevamento, c'è quasi sempre anche l'*interpretazione* delle differenze. La Creatura è infatti il mondo simbolico e segnico, il mondo dei codici, e i codici vanno interpretati.

7. LA RIDONDANZA

La *ridondanza*, è una delle caratteristiche più importanti dei fenomeni comunicazionali, come testimonia qualunque testo, parlato o scritto, in qualunque lingua naturale, ma più in generale come dimostra il nostro rapporto col mondo. Della ridondanza si può dare una definizione molto generale. Presentiamo a un osservatore una configurazione (una figura, uno scritto, una successione numerica...) in parte nascosta, in modo che l'osservatore possa osservarne solo una porzione. Se basandosi sulla parte visibile l'osservatore può

fare inferenze sulla parte nascosta, cioè se può risalire alla configurazione totale con esito migliore di quello puramente aleatorio, allora la parte visibile contiene informazioni su quella nascosta e si dice che nel suo complesso la configurazione è *ridondante*. Quando poi la parte nascosta viene mostrata, l'osservatore ne ricava una quantità d'informazione (o di "sorpresa") minore di quanto ne avrebbe ricavato se prima non avesse avuto accesso alla parte scoperta. Al limite, se la parte scoperta consente di risalire in modo univoco e completo a quella nascosta, questa, una volta svelata, non fornisce alcuna informazione che l'osservatore già non possieda (non gli provoca nessuna sorpresa, non gli elimina nessuna incertezza). La presenza di ridondanza e la sua quantità dipendono ancora una volta dall'osservatore, dalle sue capacità di rilevazione e di associazione, dalla sua storia, dal suo addestramento e così via.

Dal punto di vista comunicativo in genere, e in particolare dal punto di vista tecnico, le implicazioni della ridondanza sono enormi. Per esempio la ridondanza conferisce *robustezza* a un testo scritto o a un'enunciazione orale, cioè consente di ricostruirli anche quando ne venga distrutta o distorta una parte, perché la parte superstita può supplire a quella perduta. Per esempio un testo italiano scritto contiene ridondanza: infatti eliminandone alcune lettere (non troppe!), in particolare le vocali, l'univocità dell'interpretazione non ne risente. Ciò significa che le consonanti da sole bastano alla ricostruzione (alla comprensione) del testo.

Quindi la ridondanza si oppone validamente ai disturbi e alle interferenze nella comunicazione, e infatti i codici che si usano per correggere gli errori di trasmissione nei canali per le telecomunicazioni sono basati sull'introduzione di ridondanza nei messaggi trasmessi [3, 7, 10].

La ridondanza è strettamente connessa con il *significato*, anzi si può arrivare a dire con Bateson (Figura 10) che ridondanza e significato sono *sinonimi*: una figura contiene ridondanza quando da una sua parte possiamo risalire con buona probabilità al tutto, cioè quando osservandone quella parte possiamo dire "ho capito che cosa rappresenta la figura, ne ho colto il significato!". Se una figura è priva di ridondanza, ogni sua parte ci fornisce una quantità d'informazione che non dipende dalle parti già osservate: non la si può "capire", è una figura aleatoria, come la successione binaria di teste e croci che si ricava lanciando una moneta non truccata. Osservando la parte iniziale della successione non siamo in grado di fare sulla parte successiva previsioni migliori di quelle che potremmo fare senza osservare il tratto iniziale: ad ogni lancio testa e croce sono equiprobabili e questo è l'unico dato che possediamo per quanto lunga sia la successione che abbiamo potuto osservare fino a quel momento. Non c'è modo di "capire" una successione binaria aleatoria, priva di ridondanza e di significato, mentre si può capire una successione strutturata, cioè ridondante. Una volta capita la successione, si può anche comprimerla, cioè riassumerla in una formula (vedi riquadro) [1, 4, 8].

L'informazione algoritmica

Consideriamo una successione binaria. Si definisce contenuto d'informazione algoritmica della successione la lunghezza del più breve di tutti i programmi di calcolo capaci di fornire la successione e di arrestarsi. Questa definizione, pur essendo precisa e coerente, non ci consente di stabilire il contenuto d'informazione algoritmica di una successione, perché qualunque programma noi troviamo capace di riprodurre la successione e di arrestarsi, nessuno ci assicura che non ne esista un altro più breve che abbia le stesse proprietà. Anzi, può darsi che l'algoritmo generatore più breve non sarà mai scoperto. Questa stranezza non ci impedisce di fare delle considerazioni di carattere generale. Date due successioni: $S = 01010\dots 01$, che è una ripetizione (lunghissima) della coppia 01, e T , che invece riproduce una serie altrettanto lunga di lanci di una moneta perfetta, è evidente che esiste un programma brevissimo che genera la prima (per esempio "scrivi '01' n volte") mentre la seconda è *incomprimibile*, cioè non presenta regolarità che si possano sfruttare per scrivere un programma più breve di T stessa. Non sempre le regolarità di una successione sono evidenti: per esempio il numero π (il cui programma generatore è semplicissimo: "rapporto tra una circonferenza e il suo diametro") scritto in binario "somiglia molto" a una successione aleatoria. Quindi è possibile valutare il livello di casualità di una successione binaria (o anche decimale). Una successione infinita può benissimo essere compressa: la successione 1, 3, 5, 7... può essere riassunta dalla formula $2n + 1$ (dove n assume tutti i valori interi non negativi); la successione 1, 2, 5, 10, 17... è riassunta da $n^2 + 1$; la serie di Fibonacci 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13... è generata dalla formula ricorsiva $a(n) = a(n-1) + a(n-2)$, e così via. Altre successioni hanno formule generative più complicate ma sempre finite, altre non ne hanno affatto (e allora sono casuali). Ciò dimostra che una successione infinita può fornire una quantità *finita* d'informazione perché contiene delle "regolarità", cioè ridondanza. Si noti che i tre puntini posti alla fine delle porzioni esplicite delle successioni stanno a indicare che la successione continua in modo "regolare", altrimenti la formula generatrice può essere molto complicata o non esistere affatto.

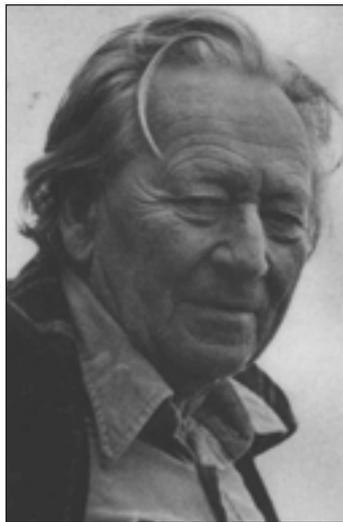


FIGURA 10
Gregory Bateson



FIGURA 11
Claude Elwood
Shannon

8. LA TEORIA MATEMATICA DELL'INFORMAZIONE

La teoria matematica dell'informazione formulata da Shannon nel 1948 [10] presenta un interessante paradosso: da una parte essa è figlia del suo tempo e segue i principi formali e riduzionistici delle discipline quantitative, riconducendo lo sfaccettato concetto di informazione nell'alveo della formalizzazione riduzionistica. Dall'altra questo concetto è per sua natura contestuale e relazionale e si oppone a qualunque forma di riduzionismo. Il desiderio di fornire dell'informazione, della comunicazione, del significato e così via, una rappresentazione quantitativa, atomistica e acontestuale s'inquadra nella grande operazione "imperialistica" della fisica matematica, che ha tentato e in parte ancora tenta di ricondurre ai propri metodi e protocolli tutto lo scibile umano. Che l'informazione sia per sua natura refrattaria a questa colonizzazione è dimostrato dal fallimento di ogni tentativo di costruire una teoria matematica dell'informazione *semantica*.

La teoria di Shannon (Figura 11) riguarda solo l'informazione *sintattica*, basata sulla scelta tra più alternative distinte, ciascuna a priori non certa e non impossibile, e quindi non coglie tutta l'essenza dell'informazione, che sta anche nel significato e nel valore pragmatico che essa ha per gli interlocutori, nelle modifiche che introduce nella loro relazione, negli aspetti *metacomunicativi* che sempre accompagnano gli atti linguistici umani (verbali e non verbali): di questi aspetti fanno parte i

metamessaggi, cioè quei "messaggi sui messaggi" che determinano la "natura" dei messaggi scambiati. Un esempio di metamessaggio è il seguente: "il messaggio che ti sto inviando è un gioco (oppure un comando, un resoconto di un fatto accaduto o un'anticipazione di un fatto che accadrà, una finzione, una narrazione)". I metamessaggi non sono necessariamente verbali, possono essere veicolati dal tono di voce, dall'atteggiamento, dall'espressione del viso, dal contesto. Per esempio la frase: "adesso ti uccido" pronunciata sul palcoscenico durante una recita è qualificata di "finzione" dal contesto teatrale; pronunciata da un delinquente nel corso di una rapina, lo stesso messaggio "adesso ti uccido" ha valore letterale o costituisce una minaccia. Siccome possono essere qualificati in svariati modi, i messaggi non hanno dunque valore assoluto [1].

La comunicazione mediata dalla tecnologia è in genere molto più elementare di quella che si svolge tra umani e spesso sono carenti le dimensioni semantica e pragmatica, così come mancano i metamessaggi e in genere gli aspetti metacomunicativi, che nella comunicazione umana sono importantissimi e vengono convogliati da canali paralleli a quello principale (espressione, tono di voce e così via). Questa semplificazione si riflette nell'uso di linguaggi artificiali, molto più semplici delle lingue naturali, meno flessibili e meno espressivi, ma nello stesso tempo meno ambigui. Questi linguaggi sono *acontestuali*, cioè non sono qualificati da metamessaggi, e il loro

aspetto semantico e pragmatico è univocamente ricondotto al livello sintattico. Questa loro povertà presenta tuttavia il grande vantaggio di renderli “comprensibili” al computer. Questi linguaggi artificiali si prestano dunque all’elaborazione automatica [5].

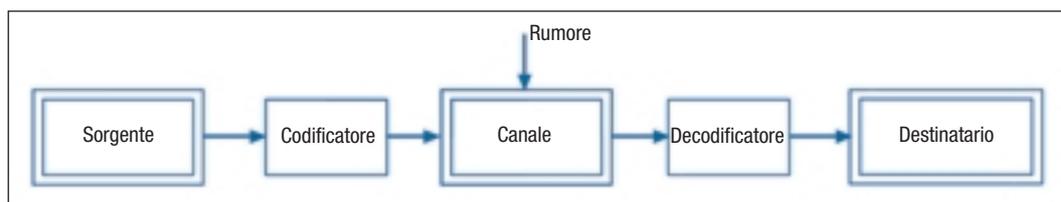
La teoria sintattica di Shannon coglie solo l’aspetto differenziale, ma lo coglie in maniera comunque più ricca di quanto non faccia di solito la teoria fisica. Quando due interlocutori usano per comunicare un alfabeto costituito da un numero finito di simboli, diciamo $(0,1,2,\dots,n)$, è importante che essi non solo si accordino sul significato dei simboli (0 significa “c’è il sole”, 1 significa “piove”, 2 “tira vento”, ..., n “il cielo è nuvoloso”), ma sappiano anche *quanti* sono i simboli che stanno usando e sappiano *distinguerli* tutti l’uno dall’altro. Se queste condizioni non sono soddisfatte, quando uno dei due interlocutori dice “0”, l’altro non sa se il messaggio era “0 e non 1” oppure “0 e non 1 e non 2”... oppure “0 e non 1 e non 2 ... e non n ”: queste situazioni sono tutte tra loro diverse e la quantità d’informazione che lo “stesso” messaggio “0” fornisce è diversa da caso a caso (cresce al crescere di n).

Questa è una differenza essenziale tra la spiegazione fisico-matematica e la spiegazione informazionale. Infatti la prima è di tipo positivo: se osservo un fenomeno F non lo metto (e in genere non riesco a metterlo) in contrapposizione con tutti gli altri fenomeni F', F'' ... che *avrei potuto* osservare. Per contro la spiegazione informazionale è di tipo *negativo* (o meglio insieme positivo e negativo), perché quando ricevo 0 lo metto in contrapposizione con *tutti* gli altri messaggi $1,2,\dots,n$ che *avrei potuto* ricevere e che non ho ricevuto. Esistono poi anche informazioni di livello superiore: se mi aspetto di poter ricevere solo due messaggi, 0 e 1, e invece ricevo il messaggio 2, non solo ricevo l’informazione “2 e non 0 e non 1”, ma ricevo anche l’informazione “meta” (cioè di ordine superiore) che non ho a che fare con un codice o alfabeto binario, bensì almeno ternario.

La teoria matematica dell’informazione fornisce una descrizione formale di concetti e nozioni che nel linguaggio comune sono usati in modo vago e non sistematico. Partendo da una misura della quantità d’informazione, la teoria costruisce modelli matematici per le *sorgenti* d’informazione e per i *canali* di trasmissione. Nel linguaggio comune informazione è sinonimo di “notizia” o di “messaggio”. In senso più tecnico, l’informazione è fornita in risposta a una domanda, esplicita o implicita, posta da un soggetto sull’esito di un’esperienza aleatoria di suo interesse attuale o potenziale. Grazie all’informazione ricevuta, il destinatario riduce, al limite annulla, l’incertezza sul risultato dell’esperienza. Poiché l’incertezza scaturisce dalla natura probabilistica dell’esperienza e dei suoi possibili risultati, il formalismo della teoria dell’informazione si basa sul calcolo delle probabilità.

L’informazione generata dalla *sorgente* S deve giungere al *destinatario* U e a questo scopo si usa un mezzo trasmissivo o *canale* C che li collega. C dovrebbe replicare presso U i dati generati da S , ma spesso sul canale agiscono dei segnali spuri (rumore), che alterano l’informazione in modo più o meno rilevante, sicché U riceve una versione distorta dell’uscita di S . Per migliorare le prestazioni del sistema di trasmissione, cioè per ridurre la frequenza degli errori di interpretazione da parte di U , si possono adottare due tattiche: la prima, tipica delle telecomunicazioni tradizionali, è un’impostazione “di forza” e consiste nel migliorare la qualità dei componenti, in particolare del canale C . Si tratta di un metodo costoso (il canale è di solito il componente più importante del sistema) e non sempre applicabile (per esempio nelle trasmissioni da satellite a terra il canale è lo spazio libero e non si può modificare). L’alternativa adottata da Shannon è un’impostazione “di finezza” e consiste nell’elaborare il flusso dei dati, inserendo tra S e C un *codificatore* Cod e tra C e U un *decodificatore* Dec (Figura 12). Si tratta di due elaboratori specializ-

FIGURA 12
Schema a blocchi di un sistema di comunicazione





zati, progettati per adattare nel modo migliore l'uno all'altro i tre blocchi *S*, *M* e *U* del sistema. Insomma, invece di intervenire sui blocchi *S*, *C*, *U* modificandoli, si interviene sui dati con un'opportuna elaborazione [3, 7, 10].

L'idea di Shannon si è dimostrata geniale. L'elaborazione da lui suggerita consiste essenzialmente nell'aggiungere alla sequenza dei simboli d'informazione che rappresentano il messaggio da trasmettere altri simboli, detti *di controllo*. La sequenza ridondante così costruita dal Cod sopporta meglio gli effetti del rumore e il Dec può ricavarne i simboli d'informazione con una fedeltà, in media, superiore. Il prezzo da pagare per questo miglioramento delle prestazioni del sistema è duplice:

1. una maggior complessità del sistema, che si manifesta con la presenza dei dispositivi Cod e Dec,

2. un rallentamento della trasmissione dell'informazione dovuto alla presenza dei simboli ridondanti di controllo.

Ma in certe condizioni abbastanza generali si dimostra che le prestazioni del sistema si possono migliorare in misura sostanziale senza che il rallentamento sia eccessivo. Tutto dipende dal rapporto tra la quantità media d'informazione generata dalla sorgente nell'unità di tempo (*entropia*) e la quantità media d'informazione che il canale può trasmettere senza ambiguità nell'unità di tempo (*capacità*). Se la capacità è maggiore dell'entropia, si possono costruire Cod e Dec in modo da conseguire un miglioramento sostanziale della fedeltà senza rallentare troppo il flusso dell'informazione.

C'è da osservare che i dati inviati sul canale non sono quasi mai quelli direttamente generati dalla sorgente, ma sono il risultato di una pre-elaborazione, detta *codifica di sorgente*, che consiste in una *compressione*: dalla successione dei messaggi generati dalla sorgente si elimina per quanto possibile la ridondanza ed è a questa successione compressa o purificata che si aggiunge poi la ridondanza utile per la protezione dagli errori di trasmissione. Queste due operazioni sembrano annullarsi a vicenda: perché non affidare la protezione dei messaggi alla ridondanza in essi già presente quando escono dalla sorgente? Il fatto è che di solito la ridondanza originaria non è adatta, poiché è tipica

delle lingue naturali (o delle immagini o dei suoni), mentre sui canali è utile avere una ridondanza *strutturata*, capace di adattarsi ai linguaggi artificiali che vi si impiegano. Il blocco codificatore ha dunque più funzioni: esegue la compressione (codifica di sorgente), traduce la successione compressa in un linguaggio artificiale, per esempio in una sequenza binaria, e in questa inietta la ridondanza protettiva (codifica di canale).

Non entriamo in ulteriori particolari della teoria di Shannon, che ci porterebbero troppo lontano. Diciamo solo che molti dei risultati più importanti della teoria dell'informazione sono di carattere esistenziale e non costruttivo; questa limitazione importante ha spinto molti ricercatori a occuparsi della costruzione effettiva di algoritmi di codifica e decodifica, dando corpo alla teoria (e alla pratica) dei codici (di sorgente e di canale), che costituisce oggi un florido capitolo della teoria dell'informazione, ormai autonomo rispetto al nucleo originario della teoria di Shannon.

9. ASPETTI SOCIOCULTURALI DELL'INFORMAZIONE

Il rapidissimo sviluppo della tecnologia informazionale, la sua facilità d'uso, la diminuzione dei costi, la potenza crescente e la diffusione capillare dei dispositivi stanno provocando una serie di importanti conseguenze quantitative e qualitative. Intanto si assiste a una vera e propria esplosione dei dati elaborati e scambiati. Inoltre la virtualità e la simulazione prendono il posto di realtà più concrete, la visione dei rapporti umani si modifica e la cultura stessa subisce profonde trasformazioni. La società assume forme aperte, flessibili e molteplici, in cui agiscono aggregazioni e disaggregazioni aleatorie e fuggevoli che prendono il posto delle robuste e durevoli strutturazioni tipiche del passato. I valori vengono sottoposti a una revisione rapida e continua. La cultura si frammenta in una complessa e multiforme ecologia che tende ad appiattire i concetti e a spezzettare le idee in un mosaico dove quasi tutte le tessere sono interessanti ma nessuna è fondamentale. La moltiplicazione delle scelte e la facilità di reperimento e di riproduzione allargano a dismisura le possibilità ma invitano anche alla



FIGURA 13
Il Prestigiatore
 di Hieronimus
 Bosch

dispersione, alla superficialità, al consumo. Spesso il curioso sostituisce l'importante e, di fronte all'ampliarsi delle opzioni, la scelta è affidata al caso e all'invasione dei persuasori occulti. L'impossibilità di dilatare il tempo (unica risorsa veramente limitata) porta a comportamenti nevrotici, ossessivi, frettolosi ed effimeri.

La flessibilità della tecnologia informazionale la rende diversa dalle altre, nel senso che, potendo essere impiegata indifferentemente in ingegneria meccanica, in fisica, in letteratura e in medicina, essa si presenta come una *meta-tecnologia*, guscio strutturato ma vuoto, suscettibile di ricevere un contenuto di volta in volta diverso. Tecnologia metodologica e catalizzante, da applicare alle altre per accelerarne le fasi progettuali e di sviluppo o per migliorarne gli aspetti di conduzione e di controllo. Questo carattere "meta" della tecnologia dell'informazione le consente di applicarsi anche a sé stessa, in un circuito retroattivo che esalta la rapidità dello sviluppo, la complessità dei dispositivi e la potenza dei linguaggi, in una spirale di cui non è facile prevedere gli esiti. Il calcolatore serve non solo a progettare macchine idrauliche e a gestire le banche di dati, ma anche a disegnare i microcircuiti e a scrivere i programmi che faranno funzionare altri calcolatori più potenti e veloci.

Inoltre le tecnologie informatiche, telematiche e di intelligenza artificiale interagiscono con una massa umana pensante e alfabetiz-

zata in forte espansione: si tratta di una *retroazione positiva* (cioè accrescitiva), i cui effetti a lungo termine non è facile prevedere. A prescindere dal tipo e dalla qualità della massa pensante che si sta sviluppando in questo gioco interattivo, prima o poi dovranno manifestarsi fenomeni di saturazione, se non di regressione, quantitativa e forse qualitativa. Oppure si presenterà un salto qualitativo verso livelli superiori di creatività e cognizione non solo nei settori scientifici, ma anche in quelli artistici, architettonici, musicali, figurativi, sui quali lo strumento informatico esercita un'influenza ancora difficile da valutare.

L'adozione delle tecnologie dell'informazione provoca crisi ricorrenti nel delicato equilibrio tra libertà personali e sicurezza. L'informatica sembra promettere a tutti l'accesso a tutte le informazioni, ma questa trasparenza illimitata è un'utopia, e non soltanto perché la divulgazione di certi dati riservati può ledere gli interessi economici o la privacy di una persona o di un gruppo, ma anche perché una circolazione completa e senza barriere dell'informazione può portare a patologie comunicative spontanee o indotte (tramite i virus) e rende comunque troppo facili le interferenze informatiche. La casistica di queste interferenze contempla furti, azioni dimostrative o burlesche, atti vandalici che portano alla distruzione di archivi e banche di dati, nonché pratiche invasive intraprese per pura e semplice curiosità (Figura 13).

Esistono agenzie specializzate nella raccolta di numeri telefonici, indirizzi, date di nascita e così via. Questi dati frammentari vengono integrati per ricavarne il profilo di clienti o acquirenti potenziali e venduti poi a catene di negozi, che se ne servono per incrementare le vendite con campagne pubblicitarie mirate e personalizzate. È evidente che queste informazioni potrebbero essere usate anche per scopi meno innocui, precludendo a inquietanti forme di controllo e di condizionamento sociale o addirittura a estremi di totalitarismo poliziesco.

Oggi chi fornisce i propri dati personali, per esempio al medico curante, corre un rischio reale: grazie all'interconnessione, i dati potrebbero cadere preda di pirati informatici, produttori di farmaci e venditori di servizi, polizia, investigatori privati e datori di lavoro.

O semplicemente di ladri. Tutti pronti a sfruttare le informazioni per controllare, ricattare, imporsi, pedinare, vendere, rubare, cioè per sfruttare la caratteristica più evidente e delicata dei dati personali, quella di essere merce di grande valore. Viviamo nella società dell'informazione, e questo significa in primo luogo che le informazioni non sono più un bene d'uso, ma un bene di scambio: mai come oggi è stato vero che "sapere è potere". Intorno all'informazione ruotano capitali cospicui e si aggrega un progressivo orientamento della società verso la richiesta di beni immateriali. Di conseguenza l'informazione, al pari dei beni più tradizionali, diviene oggetto di una diffusa attività criminosa alla quale la legislazione vigente nei vari Paesi si oppone a fatica.

Bastano questi pochi cenni per capire quanto il mondo dell'informazione, che l'informatica onnipresente sta attuando, sia lontano dal mondo della materia nel quale si sono formati in gran parte le nostre tradizioni filosofiche, scientifiche, giuridiche e sociali. La natura impalpabile dell'informazione sembra rendere superati molti concetti che nel mondo della materia hanno una provata solidità, ma poiché l'informazione interagisce con la materia, non vi è motivo per non accordare la stessa solidità a quei concetti anche sotto il profilo dell'informazione, con gli adattamenti necessari.

In un mondo sempre più virtuale e sempre più invaso da riproduzioni e da simulazioni, se è ancora difficile attribuire alle simulazioni tutto lo spessore e tutta l'efficacia che esse hanno, è altrettanto difficile distinguere la realtà dalla sua imitazione. Come è facile cadere nella tentazione di negare concretezza

all'informazione, per esempio considerando il furto dei dati meno grave del furto dei beni materiali, così è facile identificare la simulazione con la realtà: il concetto stesso di realtà, insomma, va sottoposto a un'attenta analisi critica [9].

Bibliografia

- [1] Bateson Gregory: *Verso un'ecologia della mente*. Adelphi, Milano, 1977, II edizione accresciuta, Adelphi, Milano, 2000.
- [2] Brillouin Léon: *Science and Information Theory*. Academic Press, New York, 1956.
- [3] Cover Thomas, Joy A. Thomas: *Elements of Information Theory*. Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, 2006.
- [4] Dapor M.: *L'intelligenza della vita*. Springer, Milano, 2002.
- [5] Filippazzi, Franco: *Il computer tra fantasia e realtà: La sfida dell'intelligenza*. Tessere, CUEN, 1996.
- [6] Ghirardi GianCarlo, Francesco de Stefano: *Il mondo quantistico: una realtà ambigua*. In *Ambiguità*, a cura di Longo G. O., Magris C., Moretti e Vitali, Bergamo, 1966.
- [7] Longo Giuseppe O.: *Teoria dell'Informazione*. Boringhieri, Torino, 1980.
- [8] Longo Giuseppe O.: *Introduzione*. In *Ambiguità*, a cura di Longo G. O., Magris C., Moretti e Vitali, Bergamo, 1996.
- [9] Longo Giuseppe O.: *Il nuovo golem: come il computer modifica la nostra cultura*. Laterza, Roma-Bari, 1998.
- [10] Shannon Claude E.: A Mathematical Theory of Communication, *Bell System Tech. J.*, n. 27, 1948.
- [11] Wiener Norbert: *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Hermann et C.ie, Paris, The MIT Press, Cambridge, Mass., Wiley and Sons, New York, 1948.

GIUSEPPE O. LONGO è ordinario di Teoria dell'informazione nella Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Trieste. Si occupa di codifica di sorgente e di codici algebrici. Ha diretto il settore "Linguaggi" del Laboratorio della "International School for Advanced Studies" (Sissa) di Trieste e il Dipartimento di Informazione del "Centre Internationale des Sciences Mécaniques" (Cism) di Udine. Socio di vari Istituti e Accademie, s'interessa di epistemologia, di intelligenza artificiale e del rapporto uomo-tecnologia. È traduttore, collabora con il Corriere della Sera, con Avvenire e con numerose riviste. È autore di romanzi, racconti e opere teatrali tradotti in molte lingue.
longo@univ.trieste.it