

Dall'ATP all'ISDN*.

Tre miliardi di anni nello sviluppo delle tecnologie di comunicazione.

MARCHETTI-071

C. Marchetti

La vita é comunicazione. Il vangelo di S. Giovanni comincia con un'affermazione penetrante: *In principio era la parola - εν αρχε εν ο λογος. Am Anfang war das Wort* ha risonanze Faustiane come la sua immagine speculare, in odore di nazismo, *Am Anfang war die Tat*: in principio era l'azione.

Gli oggetti viventi sono quintessenzialmente degli oggetti comunicanti, sia all'interno, perché le varie parti operino insieme, sia spedendo segnali verso il mondo esterno, percependo e decodificando quelli che dal mondo esterno gli arrivano.

Il motore biblico della vita é di moltiplicarsi nel numero ed espandersi nello spazio. Organizzando all'interno le risorse esterne di materiali ed energia. Ma il successo di un essere vivente é legato alla sua astuzia nel manipolare la complessità. Manfred Eigen ha impostato dei concetti fondamentali quantificando i processi che selezionarono individui sempre più complessi, fino al più complesso di tutti, l'uomo.

Il processo ha preso circa quattro miliardi di anni, ed é ovvio che molti dei problemi che ora impegnano le fatiche degli ingegneri delle comunicazioni furono incontrati e risolti nel corso dell'evoluzione biologica. Quando per la prima volta potei decodificare l'acronimo ISDN (Integrated System Digital Network) mi feci una risatina. *Dejà vu*, inventato tre miliardi di anni fa come i "caratteri mobili" del DNA.

Nei sistemi biologici infatti, i messaggi sono di solito inviati attraverso molecole messaggere dotate di indirizzo. Il *common carrier* può essere il plasma di una cellula, o il sangue di un animale, o lo spazio *tout court*, come nel caso dei feromoni.

*Adenosin Tri Phosphate - Integrated Services Digital Network

La cellula può di fatto esser vista come una soluzione evolutiva per aumentare l'efficienza della segnalazione, contenendo i segnali in uno spazio delimitato con una parete su cui rimbalzano. La parete è d'altra parte un' interfaccia ed un filtro per la segnalazione con il mondo esterno.

Queste molecole messaggere sono sempre state ovviamente importantissime, ed un segno lo si può vedere nella loro longevità all'interno del sistema evolutivo. Esse restano in servizio per milioni ed anche miliardi di anni, cambiando magari la natura del messaggio trasportato. L'ATP, che trasporta negentropia per far girare la macchina biologica, era lì fin da principio. Ed è ancora di centrale importanza. Ognuno di noi ne produce e distrugge ogni giorno l'equivalente all'incirca del suo peso.

Ma possiamo trovare l'insulina negli spinaci, o l'attuatore delle nostre difese contro i virus, l'interferon, nelle foglie del tabacco. Ma più spesso la funzione resta perlomeno analoga e vorrei raccontare di un caso curioso. Il lievito della birra, *Saccaromices Cerevisiae*, come del resto molti altri microorganismi, è sessuato ed ha delle cellule a ed α che sono *aploidi*, cioè con metà dotazione di cromosomi, come i gameti degli animali superiori.

Le cellule a , per poter attirare quelle α , emettono un feromone, GnRH (Gonadotropic Releasing Hormone) che è praticamente identico agli ormoni di attivazione sessuale nei mammiferi. Tanto che si può mandare in estro una femmina di topo con l'ormone estratto dal lievito.

Ora, quando una cella α ed una a si incontrano, le loro membrane si fondono ed i loro plasmi diventano il loro *common carrier*, adempiendo letteralmente quanto è scritto in Matteo 19-5: *Ed i due saranno una sola carne.*

Un'altra curiosa osservazione è che il *common carrier* per il messaggio d'amore: "Sono qui pronto ad accoppiarmi cara" è semplice birra. Veramente niente di nuovo sotto il sole. Sesso incluso.

La storia del sesso è d'altronde il grande problema insoluto della teoria biologica. Formalmente il sesso permette il trasferimento "trasversale" d'informazione tra le linee di discendenza. È in fondo una specie di *linguaggio*, ma i vantaggi sono difficili da modellare e

quantificare.

Ho letto dall'A alla Z la letteratura recente dei mandarini che operano nell'area. Il solo punto in comune é che il sesso costa caro all'individuo. Vero. Di conseguenza *deve* essere importante. Sembra a conti fatti che il grande circo sia poi un sofisticato meccanismo per *correggere gli errori genetici*.

Gli ingegneri che si occupano di manipolare e trasmettere informazione, con macchine che diventano sempre più complesse e componenti che stanno scendendo a dimensioni molecolari e dunque suscettibili al rumore termico, potrebbero avere molto da imparare dai sistemi biologici, dove le molecole eran di casa fin dal principio, e dove il sistema lavora egregiamente, malgrado esiziali livelli di rumore. Arriveremo a vedere il *chip* sessuato?

Un'altra area dove i sistemi biologici hanno esplorato ogni possibile soluzione, al limite delle possibilità fisiche, é quella della ricezione e processo di segnali deboli. L'occhio può percepire un paio di fotoni ed il naso una diecina di molecole. Ma il più spettacolare é l'orecchio, che può percepire un flusso di 10^{-18} Watts.

L'uomo é il prodotto finale di questi sistemi informatici e *potrebbe* essere invilupato nei loro meccanismi. *Lo é*. Ho potuto dimostrare, con migliaia di esempi, che i *pacchetti culturali* trasportati dal linguaggio sintattico *generano azioni* con un parallelo, anche quantitativo, a quanto fa il DNA nel campo biologico. In un certo senso il linguaggio sintattico può esser considerato come l'ultimo stadio evolutivo del DNA, con un potenziale ancor superiore per il *controllo della complessità*. Nell'immenso archivio di soluzioni create nell'ambito biologico, non c'erano ancora i reattori nucleari o l'atterraggio sulla luna.

Ma, livello di complessità a parte, i meccanismi sono gli stessi e questo permette sguardi penetranti all'interno della dinamica dei sistemi sociali, che possono interessare gli ingegneri delle comunicazioni in prima persona.

Tanto per dare un piccolo esempio, l'uomo é un animale territoriale, e spende circa un'ora al giorno e 15% del suo reddito spendibile per espandere, controllare e sfruttare il suo territorio. Difatto alloca questo

tempo e questo danaro tra i vari modi di trasporto con l'obbiettivo di massimizzare la distanza percorsa e dunque il territorio.

Se osserviamo la Francia durante gli ultimi due secoli, la distanza coperta con veicoli (pass-km) é aumentata di circa 3000 volte, alla media secolare del 4% per anno. I messaggi scambiati attraverso lettere, telegrammi e telefonate sono anche aumentati di circa 3000 volte. Questo rivela il meccanismo fondamentale che sta dietro la domanda di comunicazioni: l'espansione del territorio personale genera punti di contatto che sono al dilà del tiro di voce, come nel villaggio di partenza, e creano una domanda di comunicazione meccanica a lunga distanza. In questa concezione l'idea che le comunicazioni sono o possono essere un sostituto dei trasporti, appare molto *farfolue*, come ogni operatore pratico sa bene.

Le nuove idee, come le mutazioni, diffondono nel sistema, sostituendo progressivamente quelle vecchie. La matematica della sostituzione é identica nei due casi. Il tempo caratteristico della diffusione dipende dall'oggetto. É mille anni per una religione, e dieci per una moda. Per innovazioni di natura industriale, é tipicamente intorno a 50 anni, ed é questa l'origine più probabile della pulsazione dei sistemi economici e di quelli sociali con questo periodo: il ciclo di Kondratiev.

Siamo ora verso la fine (1995) di uno di questi cicli, un periodo di intensa attività per ingegneri ed imprenditori. Chi potrà emergere dagli esiziali processi di selezione avrà davanti per 50 anni mercati freschi da riempire. Anche qui il parallelo con il caso biologico é rimarchevole. Di cento mutazioni che filtrano attraverso i codici di correzione del DNA, solo una troverà posto nella linea evolutiva.

In uno studio che ho fatto sul lancio di nuove imprese per produrre auto negli Stati Uniti ed in Europa, durante le prime decadi di questo secolo, il tasso di sopravvivenza é appunto dell'1%. Lo stesso per le imprese che oggi fabbricano grossi computers (*mainframes*). *Molti sono i chiamati e pochi gli eletti*. Sembra proprio che la massima biblica si attagli perfettamente a questo spietato macello.

Tornando all'espansione della comunicazione meccanica, una analisi per Francia, Belgio, Svizzera, ha mostrato la precisa contestualità degli impulsi di crescita con i cicli di Kondratiev. Per quanto non abbia ancora studiato l'evoluzione della comunicazione tra macchine, direi che

c'è da aspettarsi durante il prossimo ciclo un aumento di un ulteriore *ordine di grandezza* nel numero di messaggi trasmessi. Questo tipo di previsione è in ogni caso fattibile con notevole precisione usando lo schema concettuale sopradetto.

Nel caso parallelo dello sviluppo dei trasporti, ho costruito un modello quantitativo ed autoconsistente per i prossimi 30 anni, con Maglevs ed aerei ipersonici che penetrano nelle loro nicchie di mercato.

In principio era la parola. Sarà l'elemento centrale alla fine. Il potere di un uomo si esplicita pronunciando ordini che altri uomini eseguiranno. Se i sogni magici sono il paradigma per i futuri sviluppi tecnologici, uno non è ancora stato realizzato: è il *Sesamo apriti*. La capacità cioè di dare ordini a cose inanimate. Questo è un sogno di potere quintessenziale. Cristo ordinò ai pani ed ai pesci di moltiplicarsi, ed i Santi occasionalmente fermano a mezz'aria un masso cadente. Dopo aver inventato i tappeti volanti meccanici, macchine per vedere e sentire a distanza, bulldozers con la forza di mille buoi, ci manca solo quello.

Un primo timido tentativo sarà una interfaccia voce per la macchina da scrivere. Che poi servirà anche per i computers. Ma è solo un timido principio. La voce identifica l'uomo e porta il suo comando. La funzione dovrà essere estesa agli oggetti inanimati.

Il seme di questa evoluzione può essere la "smart card". Con l'elettronica diventando sempre più piccola, ce se ne potrà metter dentro in quantità crescenti, a farla diventare ad es. un telefono cellulare, comandato con la voce, che unisce un uomo al mondo. Può anche identificarne la voce a diventare la sua carta di identità. In questa configurazione può parlare ai computers, aprir porte e casseforti, garantendo loro l'identità del proprietario, eseguendo i suoi ordini.

*In principio era la parola. E la parola sarà alla fine. La parola-azione sintesi del sogno Faustiano. L'uomo si sentirà così un semidio. È detto perfettamente in Isaia 55-11 *La mia parola uscirà dalla mia bocca e non ritornerà a me vuota, ma compirà quello che a me piace e prospererà nelle cose tra cui la ho mandata.**