



International Institute for
Applied Systems Analysis
Schlossplatz 1
IIASA A-2361 Laxenburg, Austria

Tel: +43 2236 807 342
Fax: +43 2236 71313
E-mail: publications@iiasa.ac.at
Web: www.iiasa.ac.at

Interim Report IR-04-043/September

Logos, il Creatore di Imperi

Cesare Marchetti (marchetti@iiasa.ac.at)

Approved by

Leen Hordijk
Director

September 2004

Interim Reports on work of the International Institute for Applied Systems Analysis receive only limited review. Views or opinions expressed herein do not necessarily represent those of the Institute, its National Member Organizations, or other organizations supporting the work.

Abstract

Information processing is central to living things. In fact, their evolution can be checked and interpreted on this basis. Informational structures are hierarchical for a better protection against noise and the structure at the top has control of the lower ones.

Syntactic language and brains interconnection can be considered as the last stage of this process and the hierarchical drive shall lead to control of the lower levels, i.e., DNA.

Genetic engineering can be considered as a tool to implement that dominance and be regarded as a natural mechanism in the evolution of the information processing organization.

About the Author

Cesare Marchetti started his career as a physicist, was then manager of research laboratories, and finally spent 30 years as a researcher in IIASA doing system analysis. He produced very simple predictive models, the physicist way, on the most variegated subjects, from the dynamics of energy markets to the evolution of transport systems. His papers are collected on his web site www.cesaremarchetti.org/.

Logos, il Creatore di Imperi¹

Cesare Marchetti

Sommario

Partendo dall'ipotesi che il DNA e il linguaggio rappresentino due stadi dello stesso cammino evolutivo per manipolare l'informazione, esamineremo le analogie quantitative del loro comportamento. Come ho dimostrato con numerosissimi esempi, le equazioni di Volterra, così efficienti nel descrivere la dinamica di sistemi biologici in competizione, sono di fatto altrettanto efficienti nel descrivere il comportamento sociale. L'emergenza del linguaggio sintattico prima e poi della scienza, interpretata come un metalinguaggio, sono attribuiti ad una "ipercicizzazione" di strutture di base in competizione, in analogia con la ipercicizzazione di quasi-specie di molecole replicanti nella teoria di Manfred Eigen sullo sviluppo e l'evoluzione del DNA. Questa continuità permette di trasferire a valle gli schemi dei processi evolutivi, mostrando ad esempio che l'ingegneria genetica fa parte naturale di un processo più generale di presa di potere del livello gerarchico più elevato, il logos, su quello che lo ha preceduto, in questo caso il DNA, e che si potrebbe pensare ad una possibile ipercicizzazione delle culture che permetterebbe di preservarle interattivamente.

Guardando agli effetti che la scienza e la tecnologia hanno avuto sull'evoluzione della nostra società negli ultimi trecento anni c'è di che meravigliarsi e spaventarsi. Non ci stiamo dirigendo con velocità gloriosamente crescente verso un crash finale e definitivo? Svilupperò qui la tesi confortante che se si guarda all'evoluzione in generale ad un livello appropriatamente astratto, dalla prima autoaffermazione di molecole autoreplicanti fino all'Impero Americano, i trucchi e le regole del gioco dell'evoluzione sono sempre stati gli stessi. Dopotutto le Molecole Replicanti e l'Impero Americano puntano agli stessi obiettivi: *neghentropia, territorio e controllo*.

Guardando alla situazione dall'interno dei sistemi biologici, a cui naturalmente l'umanità e la scienza appartengono, i primi due obiettivi possono essere visti come esterni ed il terzo come quello primario ed interno. E' il *controllo* in effetti l'oggetto e l'indicatore che dobbiamo tenere presente ed analizzare per mettere in evidenza la trama del thriller. Controllo è un termine difficile da definire in termini astratti. Si potrebbe dire che consiste nell'interiorizzare il di fuori. Come diceva il Re Sole, *'l'etat ç'est moi'* affermando in sostanza che un re controlla una nazione identificandosi con lei. Con un'immagine matematica presa dal conformal mapping la inverte nel suo ego.

¹Rielaborato da: "On the Role of Science in the Postindustrial Society"

La neghentropia è più facile da definire. E' *il potenziale di cambiamento*. E' l'elemento alla base organizzativa dell'attività vitale, dell'evoluzione, della conquista del territorio e del controllo. La lotta per appropriarsene è feroce, tutti cercando di convogliarne verso di loro. Le molecole autoreplicanti nella zuppa primeva battevano la concorrenza replicandosi sempre più rapidamente per mangiar più degli altri e l'uomo si è sempre battuto per i territori agricoli e le risorse energetiche.

Per quel che concerne il *territorio* (range), l'estensione della dominanza, ogni essere vivente, dalle molecole autoreplicanti nella zuppa primeva all'uomo, cerca di espandersi nello spazio per quanto tecnicamente possibile. L'esplorazione spaziale o la conquista del West sono semplicemente manifestazioni di questo arcaicissimo *basic drive*. Le varie razionalizzazioni sono più che altro poesia. All'interno della biosfera l'uomo domina, per quanto le armi dei vari organismi siano ancora equiparabili. L'uomo ce l'ha fatta sì ad entrare nello spazio cosmico, ma i monocellulari lo battono nell'occupazione di ogni recesso. Inclusive le profondità della terra, dove probabilmente la vita è addirittura nata, profittando, come fonte di neghentropia, della capacità riduttiva del metano generato nel continuo degassamento del mantello terrestre.

Incidentalmente questi tre concetti non sono in realtà primitivi. Come Manfred Eigen ha mostrato (1), essi, e genericamente tutto il Darwinismo, sono necessari corollari della sopravvivenza dei sistemi autoriproduttivi.

Tanto per alleggerire il discorso, introduco qui un piccolo esempio, per mostrare come queste generalissime considerazioni si riversano poi nel quotidiano. Qualche anno fa ho studiato il trasporto aereo e di necessità, la mobilità *tout court*. Ho scoperto così qualcosa che già sospettavo, e cioè che la gente non viaggia in aereo per risparmiare tempo, come di solito dice. Di fatto come una analisi statistica mostra, dagli Zulu all'*upper class* americana, tutti viaggiano all'incirca 65 minuti al giorno in media. Quando però la gente diventa più ricca usa, per quote di tempo crescenti, mezzi di trasporto sempre più veloci, i quali permettono di accedere ad un range, un territorio, più grande. Chi viaggia in aereo dunque non compra tempo ma spazio, che può così occupare e "controllare".

La percentuale di reddito disponibile che viene impiegata per la mobilità si aggira stabilmente sul 12%, un altro invariante, presumibilmente legato agli istinti, visto che non c'è una scelta razionale e cosciente per questo preciso livello che è lo stesso in Europa e in America. Il reddito d'altronde è un eccellente proxy per la *neghentropia*. Analizzando quello che si compra con il danaro, si vede che è invariabilmente neghentropia sotto una forma o un'altra.

La ragione per scegliere tentativamente Darwin per organizzare questo territorio del comportamento della società è del tutto euristica; le idee che funzionano sono pochissime e quella di Darwin è stata di immensa utilità per organizzare l'evoluzione dei sistemi viventi su un arco di tempo di quattro miliardi di anni. Un'idea capace di unificare il comportamento e le linee evolutive per un periodo di tempo così lungo non può essere che buona.

In principio c'era la zuppa primeva, come tutti sanno. Con una atmosfera riducente ricca di ammoniaca, CO₂ ed altre cose, irrorata da scatenati ultravioletti che provocavano una complessa evoluzione molecolare attraverso rotture e ricombinazioni, il tutto trasportato poi dalle piogge nel mare primevo. C'è anche un'altra versione più seducente, perché assegna ai primi esseri autoreplicanti un ambiente estremamente

stabile, dunque amico a chi deve provare, riprovare e conservare, senza le complesse protezioni da mutazioni divergenti che sono state sviluppate in seguito. E cioè che la vita sia nata nelle profondità della terra come meccanismo catalizzante l'ossidazione del metano che percola un po' dappertutto come prodotto della degassazione del mantello terrestre.

Il catalizzatore catturava la neghentropia delle reazioni per alimentare la sua organizzazione, che aveva tempo di evolvere e diventare più efficiente, principio che rimane intatto anche oggi a ben guardare. Le rocce forniscono la capacità ossidante, ad es. per manipolazione di ossidi di ferro e solfati.

Personalmente preferisco questa seconda interpretazione proposta da Thomas Gold nel suo libro "Deep hot biosphere" perché la grande fragilità dei primi esseri replicanti trova protezione nell'assoluta stabilità dell'ambiente sotterraneo. Per uscire all'aperto nella tempestosa variabilità della Zuppa primeva, devastata allora dalla caduta di una caterva di grandi asteroidi, occorre una complessità capace di difese. D'altronde, la ricerca di vita negli strati profondi della terra ha fruttato recentemente molte sorprese con abbondanza di microrganismi arcaici, termofili e metanofagi. Anche in rocce primarie.

Zuppa primeva o altro, si può supporre che per ragioni combinatorie ci fossero in giro un certo numero di parole chiave che poi si assemblarono in strutture biologiche di crescente complessità. Alcune di queste molecole erano delle basi che con l'aiuto di semplici catalizzatori possono agganciarsi a formare delle catene. Queste catene di proto RNA avevano una proprietà peculiare per delle molecole, *erano capaci di riprodursi*. Una volta costruita una catena, delle basi possono attaccarsi formando una sorta di negativo della catena, la quale poi una volta distaccata ed indipendente può formare un positivo e così via. In presenza di una soluzione di queste basi, le catene di DNA si possono così moltiplicare rapidamente, come i collaboratori di Manfred Eigen hanno dimostrato usando delle zuppe non primeve, ma dotate, si presuppone, delle loro qualità essenziali.

Le molecole di proto RNA che cominciarono a replicarsi autocataliticamente nella zuppa primeva incontrarono fin da principio due impedimenti. Da un lato la duplicazione era soggetta ad errori che rapidamente distruggevano l'*ego* se la catena-messaggio era troppo lunga; una protospecie di molecole di RNA poteva sopravvivere se il messaggio non aveva più di qualche centinaio di codoni. Gli errori di copia erano d'altronde utili a sperimentare nuove configurazioni che potevano funzionare come protospecie. Dall'altro, questi messaggi erano *open ended*, e non potevano avere un feedback su se stessi.

Ambedue i problemi vennero risolti attraverso la "invenzione" da parte dell'RNA di molecole schiave, le proteine, che potevano servire sia direttamente catalizzando i suoi processi di replicazione e potevano anche portare in giro dei messaggi che altre molecole di RNA potevano decodificare. Il fatto che molecole di RNA potessero parlare a sé stesse aprì la strada a progressi fondamentali. All'inizio le molecole replicanti potevano segnalare la loro attività praticamente solo sottraendo materiale alla soluzione. Una molecola di RNA di successo può sopravvivere come una coorte di molecole mantenute simili dalla pressione selettiva. Questo gruppo ha molta analogia con una specie ed il suo pool genetico di mutazioni, e infatti Manfred Eigen

l'ha definita una *quasi-specie*. Ma come detto il *noise* di replicazione non le avrebbe lasciate andare lontano senza un processo di contenzione, un correttore di bozze.

Il necessario *breakthrough* organizzativo fu di carattere non strettamente darwiniano. Fu la creazione di un accoppiamento tra quasi-specie di molecole in competizione in un *iperciclo*, dove la replicazione di una specie è legata a quella di un'altra attraverso un meccanismo di vita o di morte in un ciclo che si chiude tra i componenti. Questo meccanismo è stato costruito da Manfred Eigen in una serie di papers affascinanti che gli procurarono il premio Nobel. Il sistema più semplice è quello costituito da una quasispecie A che produce una sostanza chimica, diciamo un enzima, necessario al funzionamento di B, con B che produce simmetricamente una sostanza necessaria ad A. Tutte le linee evolutive in cui A o B cercano darwinianamente di farsi fuori sono così automaticamente eliminate ed A e B possono solo evolversi su cammini collaborativi. Un numero qualsiasi di partners può essere incluso nell'iperciclo, ma il sistema diventa stabile solo se il ciclo di controllo si chiude. Catene aperte sono progressivamente distrutte dalle instabilità da competizione. Questo sistema di domino ha il vantaggio che ogni membro è protetto dall'aggressione degli altri, pena il collasso del sistema.

Il grande vantaggio evolutivo dell'iperciclo è che può stabilizzare sistemi sempre più complessi, così che la quantità di informazione che può essere manipolata è più estesa, diciamo di uno o due ordini di grandezza. In effetti con l'iperciclo le quasi-specie mettono in *pool* le loro risorse informatiche, altrimenti limitate dal rumore replicativo od altro. In termini antropomorfici questo è il principio della gerarchizzazione. Così al principio darwiniano della competizione a tutto azimut se ne aggiunge un altro, quello di una *collaborazione* gerarchizzata all'interno dell'iperciclo, sia pure in forma coatta. Se guardiamo ai sistemi sociali, tanto per fare un salto in avanti, vediamo che il Presidente della Francia controlla il paese attraverso una complessa catena gerarchica, ma alla fine è eletto dal popolo stesso, il ché chiude il loop e indica una forma di iperciclo che controlla il sistema, con ovvie analogie funzionali con l'iperciclo che controlla il gruppo di una quasi-specie. Poiché un sistema di quasi-specie iperciclate si comporta come una quasi-specie si può ricominciare il gioco costruendo un iperciclo di livello superiore, e così via. Questo astutissimo trucco fu generato miliardi di anni fa ed è alla base dell'aumento di complessità degli esseri viventi, cui corrisponde una sofisticazione crescente delle funzioni. Non se ne vede il limite, anche perché, come vedremo, la società umana è costruita proprio su queste basi sistemiche ed ha esternalizzato l'iperciclo attraverso il linguaggio.

In questa luce, la logica dei passi evolutivi appare autoconsistente e significativa, le linee evolutive sembrano avere una *entelecheia*, una causa finale. Tanto per illustrare qualcuna delle innovazioni fondamentali, la creazione di una pelle che separa lo "in" può essere interpretata come strumentale alla riduzione del *noise* nella comunicazione tra RNA iperciclate, separando le molecole che servono alla comunicazione da altre che sono lì per caso. Solo dopo assumerà la funzione di provvedere uno stabile habitat fisico chimico per i meccanismi della cellula che possono così divenire progressivamente sottili e complessi. Un esempio parallelo e più vicino a noi è quello dell'omeotermia che permette l'installarsi di una chimica più sofisticata perché operante in un contesto più stabile.

La città aveva così le mura. Il prossimo passo è la costruzione del palazzo imperiale. Fu infatti la grande innovazione degli eucarioti quella di rinchiudere i macchinari del DNA in una enclava, il nucleo, dove si poteva ottenere un più alto grado di gerarchizzazione nella gestione informatica separando la *imperatoria brevitatis* degli ordini esecutivi spediti alla macchina operativa della cella dai reports dei mandarini, astratti e prolissi, circolanti all'interno delle sacre mura. Lunghe stringhe di RNA circolano in effetti all'interno dei nuclei delle cellule eucariotiche, la loro funzione non essendo chiarissima, ma probabilmente di natura regolatoria e non legata ad una decodificazione in proteine. Questo novello aumento di complessità permise agli eucarioti di manipolare molta più informazione, forse per tre ordini di grandezza. In questo modo c'era margine per gestire, in una sorta di iperciclo, larghi gruppi di cellule, una configurazione naturale, in una piramide di complessità crescente, che apparve già forse un miliardo di anni fa, i *metazoi*.

Noi apparteniamo ai metazoi e con una punta di orgoglio pensiamo di essere la punta di diamante nell'evoluzione degli esseri viventi.

Biologicamente non siamo molto diversi dagli altri, incidentalmente la nostra chimica e la nostra genetica differiscono marginalmente da quella degli scimpanzé o magari anche dei topi, ma il vecchio trucco dell'accorpamento gerarchico è stato giocato un'altra volta, sia pure in una direzione diversa.

Gli esseri viventi comunicano tra di loro per via chimica nella maggior parte dei casi. I metazoi fanno molto uso dei suoni. Il messaggio è di solito breve e trasmette dei dati di base: amore, aggressività, paura, possesso, dominanza e sottomissione. La loro struttura e funzione li assimila formalmente a delle quasi specie molecolari che competono per la zuppa primeva della comunicazione, e uno deve solo sedersi ad ascoltare in una foresta tropicale per avere la rivelazione dell'analogia.

Con l'uomo è successo che singoli messaggi, chiamamoli parole o frasi brevi, sono stati organizzati in ipercicli così che possono interagire e collaborare invece di competere. L'azione del verbo è perduta senza un soggetto e un oggetto, e il soggetto è morto senza un verbo e l'obbiettivo dell'oggetto. La *sintassi* incanala le retroazioni e mantiene la struttura operativa. Una nuova gerarchia viene così introdotta, e l'ululato del lupo, in pochi milioni di anni, diviene l'oratoria di Cicerone nel Foro, nello stesso senso che le occasionali sinergie di molecole vaganti nella zuppa primeva si evolvero progressivamente nella cellula procariotica.

Il linguaggio sintattico rappresenta un nuovo livello organizzativo per manipolare l'informazione o, più costruttivamente, per ricercare nuove strutture "operative". Per le funzioni operative sono però necessarie delle strutture di servizio, per andare nel mondo esterno e bruciarsi negli esperimenti. Se ritornano vanno bene, come dice Darwin. Altrimenti forniscono indirettamente la preziosa informazione che non funzionano. L'equivalente delle proteine in questo caso sono le parole che sono azioni. In principio era la parola, o come dice Goethe in principio era l'azione. Le parole possono essere esperimenti quando sono sofisticate. E qui viene la scienza che impone una sintassi forte per l'interazione tra il mondo delle strutture create dall'evoluzione e il mondo delle strutture create dal linguaggio. Anche un essere vivente è un esperimento concepito per provare la congruità tra la struttura codificata nei suoi geni e la condizioni al contorno del mondo *esterno*.

In varie occasioni la scienza è stata definita come un metalinguaggio, il meta nella nostra ottica dovrebbe significare un più alto livello gerarchico rispetto al linguaggio corrente con un processo di ipercicizzazione.

Questo livello, io sospetto, riduce il *noise* digitalizzando dei concetti su delle griglie logiche da cui vengono estratti dei *templates*, degli stampi. Quando i messaggi possono venir difesi dal noise possono essere molto lunghi e di conseguenza complessi senza perdere la loro presa. Poiché un linguaggio ipercicizzato può gestire strutture complesse si può pensare che quello che noi antropologicamente chiamiamo *cultura* possa essere considerata un livello superiore di organizzazione: cellula, metazoi, uomo, cultura.

Poiché i metazoi che appartengono a specie diverse possono combattersi per uccidere, nel nostro contesto appare chiaro che la guerra è in sostanza una forma di competizione interculturale dove culture diverse prendono i connotati di specie diverse. Quando Lorentz cercò di spiegare perché l'uomo è il solo animale che uccide in massa individui della propria specie arrivò esattamente alle stesse conclusioni (2).

Se il gioco è lo stesso la matematica delle specie animali che discende dalla genetica può essere trapiantata nella descrizione degli affari umani. Il fare questo è stato il nucleo del mio lavoro alla IIASA negli ultimi trenta anni ed una fonte inesauribile di scoperte interessanti nel campo della sociologia, dell'economia e della storia (3, 4 e 5). Le Figure 1–5 illustrano alcuni esempi di tali scoperte e provengono da un dossier che contiene svariate migliaia di casi.

Eraclito aveva capito tutto e sintetizzato la situazione nel suo famoso aforisma sulla guerra, che nel nostro linguaggio può esser tradotto: "*la competizione è il creatore e il regolatore*". Il mondo umano può esser visto come un insieme di strutture informatiche che competono dinamicamente. Un mondo dove, secondo Darwin, la dominanza e la sopravvivenza sono la misura finale di qualità.

A questo punto possiamo porci esplicitamente la domanda di quale è il ruolo della scienza nella nostra società, postindustriale o meno. Come ho cercato di mostrare, la scienza è un metalinguaggio per l'esplorazione del mondo esterno, che crea delle strutture simboliche parallele la cui potenza predittiva e descrittiva è da confermare con l'esperimento. O in maniera più stimolante, la scienza è l'ultimo livello di ipercicizzazione nelle strutture viventi. L'ultimo e il più recente. Il linguaggio e il metalinguaggio in effetti hanno più o meno un milione di anni. A confronto, la stabilizzazione e l'uso di progressi essenziali allo sviluppo dei viventi, come gli eucarioti e i metazoi, richiesero miliardi di anni. Per analogia, la scienza sarebbe dunque agli albori.

Molti sono i punti di vista da cui si può disquisire sulla natura della scienza; per scorciare una storia lunga direi che: *lo scopo principale della scienza è la conquista del potere*. Sul mondo biologico e su quello fisico, portandoli all'interno del "in" attraverso il controllo. Per dare un piccolo esempio illuminante, l'ingegneria genetica è oggi chiaccheratissima come un'operazione che va contro natura e forse anche non etica. Ma nella struttura concettuale che ho presentato l'ingegneria genetica è un passo naturale e inevitabile del *Logos che prende il controllo del DNA*.

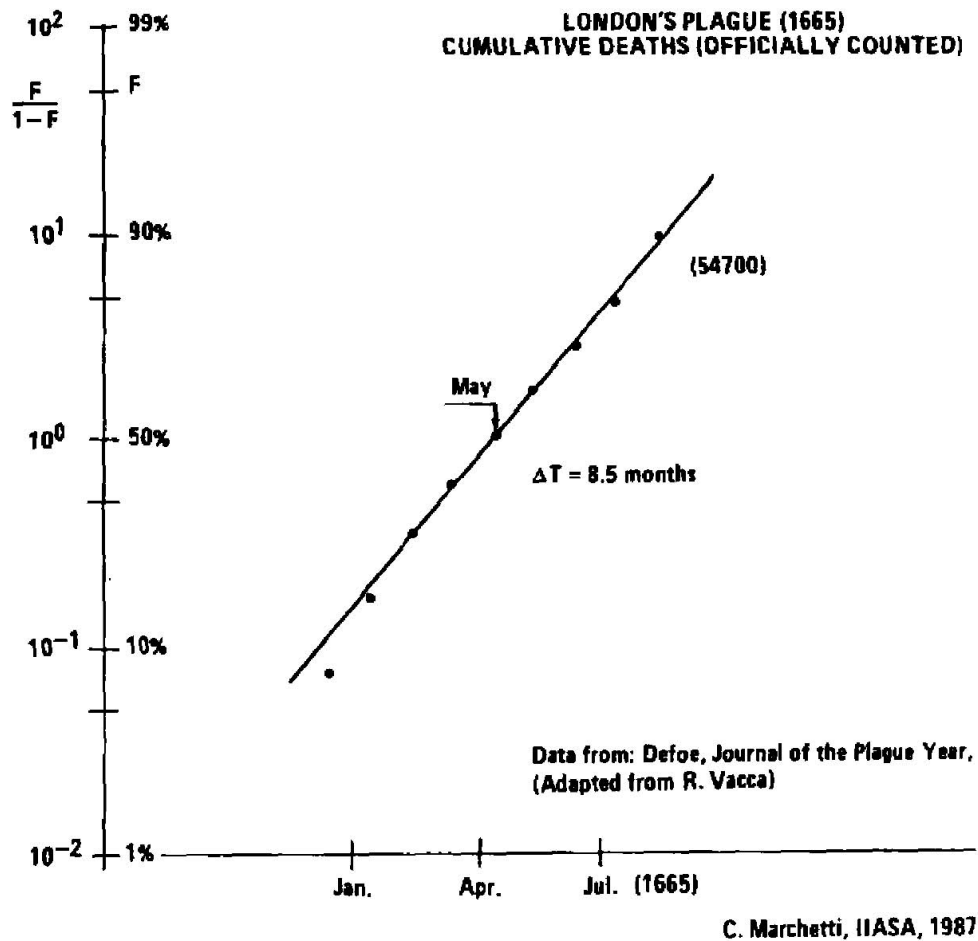


Figura 1 – La diffusione di una malattia è un buon archetipo di un processo di diffusione biologica. La curva che interpola i dati è una equazione logistica, tipica equazione epidemica di un ecosistema. Nella presente forma il numero cumulativo di morti al tempo T è riportato come $\log F/1-F$ dove F è la frazione del numero finale di morti, la saturazione, che in questo caso è di 54700. Una freccia indica la mezzeria del processo, quando cioè si sono avuti la metà dei decessi; gli 8,5 mesi danno la velocità del processo misurando la distanza tra il valore di F eguale a 10% e quello eguale a 90%.

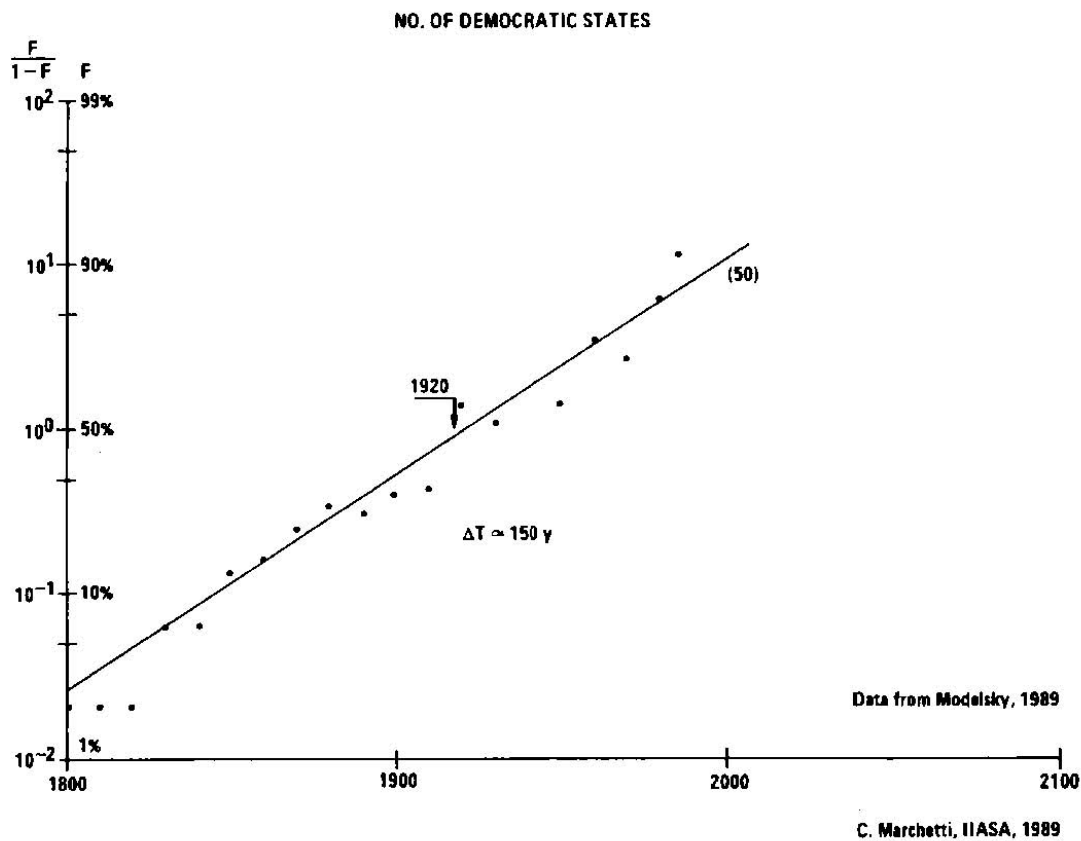


Figura 2 – Questa curva riporta l'evoluzione del numero di stati democratici in operazione a livello mondiale. Certo, apparentare alla peste la diffusione del concetto di democrazia come forma di governo può apparire un po' osè, o magari retrò, ma il fitting è buono su un periodo di due secoli, cosa a priori improbabile per una cosa che dipende da numerosissimi parametri. Il processo conserva la sua struttura logistica malgrado il va e vieni della storia, proprio come la crescita di un cavolfiore. In altre parole il Logos appare operare a livello sociale e mondiale come una sorta di gene.

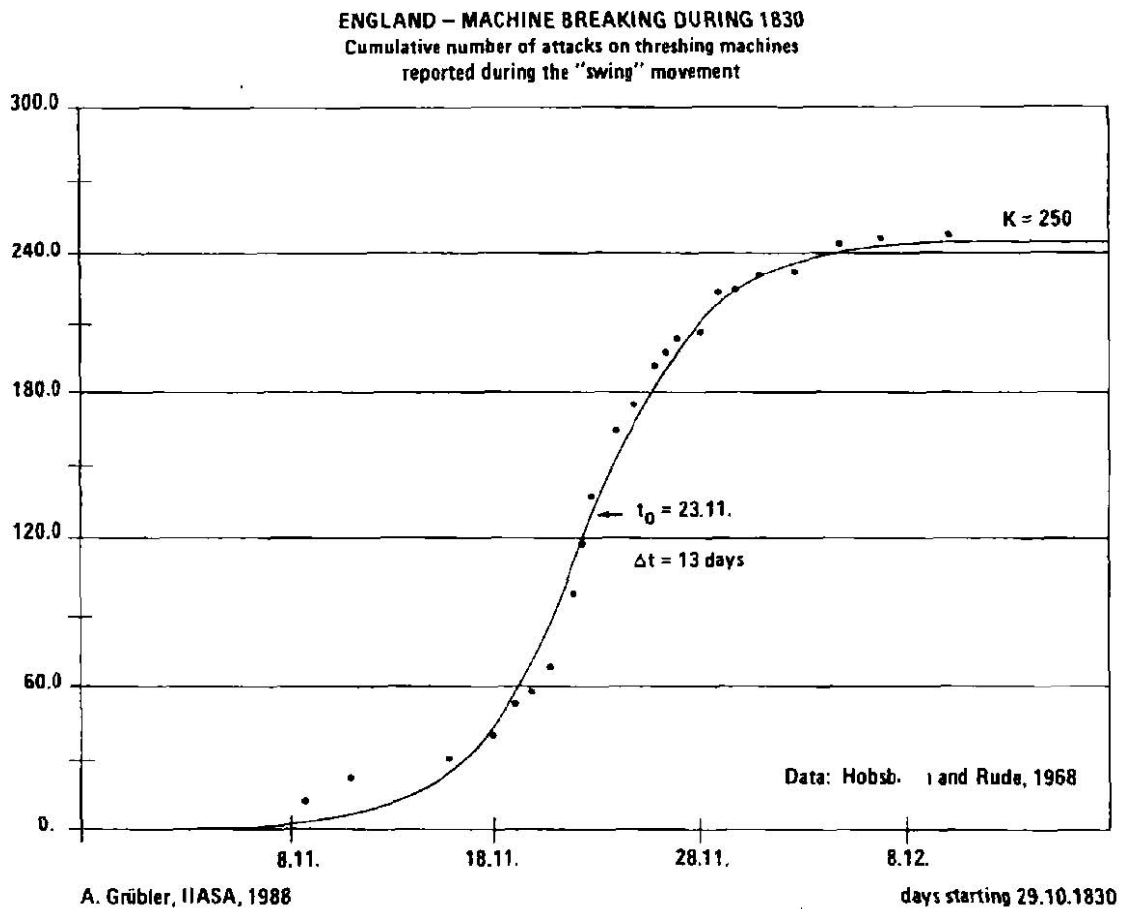


Figura 3 – In questo caso riportiamo come esempio un fatto sociale di tipo luddita, gli operai agricoli che in Inghilterra guadagnavano qualche soldo d'inverno battendo a mano il grano videro questi spiccioli sparire a causa del diffondersi delle trebbiatrici e cercarono di porvi rimedio bruciando le stesse. Il numero cumulativo di trebbiatrici distrutte è riportato qui in chiaro senza la trasformata che muta la logistica in retta. In questo caso il processo è brevissimo, dura una quindicina di giorni. I meccanismi di gestione dei fatti sembrano operare con la precisione di circuiti ormonici. E' una manifestazione di operazioni interattive a livello di Logos. Le logistiche sono le soluzioni più semplici delle equazioni di Volterra-Lotka e descrivono con grande precisione, se bene usate, la competizione tra specie in un ecosistema o più semplicemente la diffusione di una specie in un ecosistema.

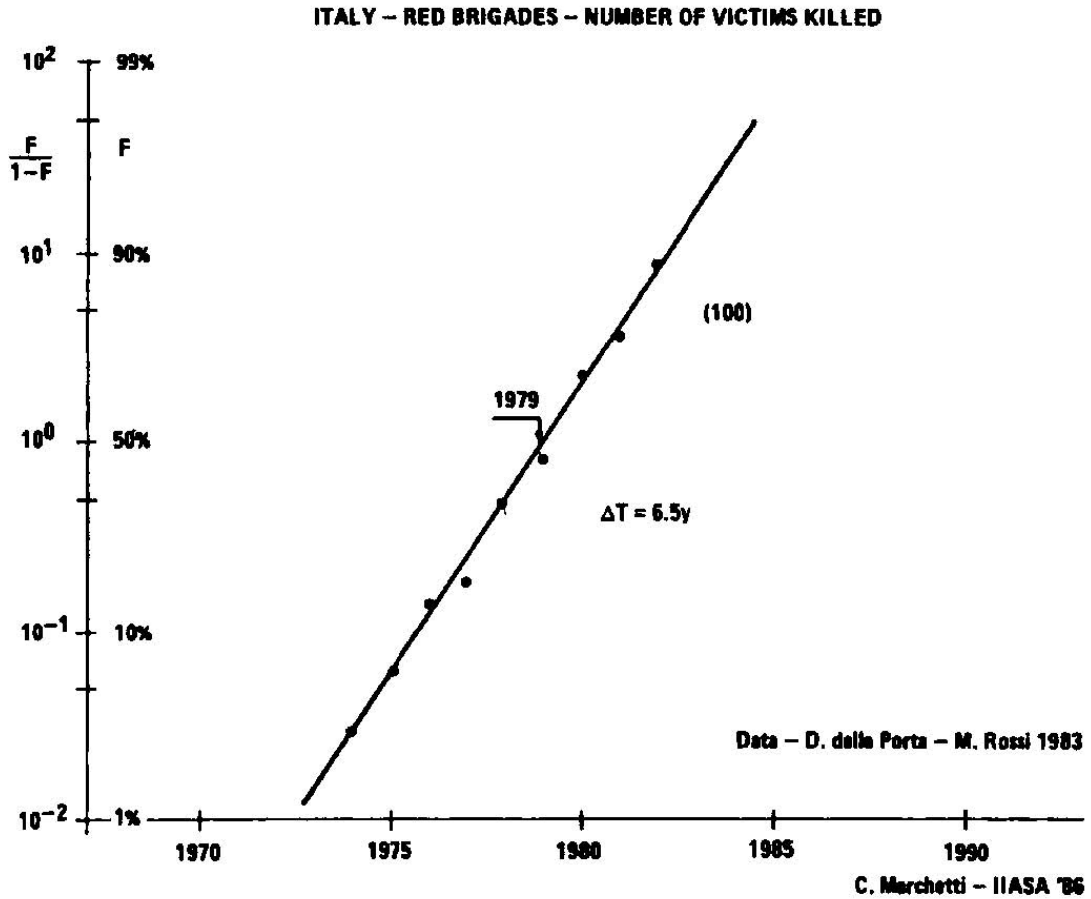


Figura 4 - Si è recentemente ricominciato a parlare di brigate rosse, una organizzazione che ha insanguinato l'Italia per una diecina di anni intorno agli anni ottanta. Prendendo uno dei parametri delle sue manifestazioni, il numero cumulativo delle persone uccise, si ottiene una perfetta logistica, con Moro giusto nella mezzeria. Le brigate rosse erano un coacervo piuttosto slegato nell'organizzazione ma perfettamente coerente nell'azione dal principio alla fine, esattamente come se fossero un organismo biologico. Potrebbero essere assimilate ad uno sciame di api.

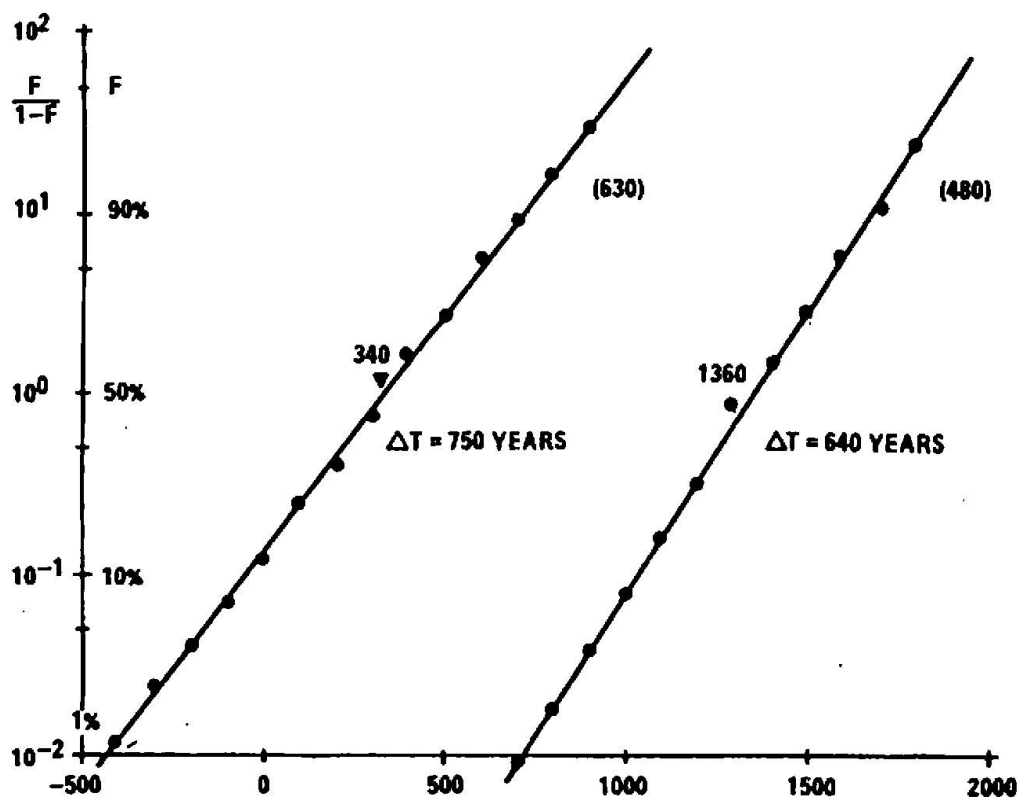


Figura 5 – Questa analisi è abbastanza copernicana in quanto esamina la Chiesa Cattolica nel suo insieme prendendo come indicatore della sua forza il cumulativo della produzione di Santi nel corso dei secoli. Questa produzione cumulativa è perfettamente descritta da due equazioni logistiche centrate negli anni 340 e 1360 AD con costanti di tempo di circa 700 anni. Già per mantenere la consistenza del fenomeno su periodi così lunghi bisogna postulare dei meccanismi analoghi a quelli che gestiscono gli organismi biologici. Ci sono varie coincidenze temporali assai suggestive. Ad esempio le battaglie di Poitiers nel 732 quando la penetrazione islamica fu fermata in Francia e quella di Vienna nel 1683 dove fu fermata in Europa Orientale, accadono quando l'equazione è sul livello di $F=90\%$ dei valori di saturazione della prima e rispettivamente della seconda curva. Come si vede dalla seconda curva la chiesa cattolica è ora al 99% della saturazione e la sua fine è probabile entro i prossimi 50 anni o meno, visto che non c'è un terzo impulso. La proiezione all'indietro del primo impulso mostrerebbe che la dottrina cristiana nasce verso il 500 aC, dandone la paternità alla setta dei Servi di Javè.

La scienza diviene così l'agente regolatore, come i reports dei mandarini all'interno delle pareti del nucleo della cellula eucariotica, con un potenziale enorme per penetrare configurazioni altrimenti inaccessibili allo strisciare dei processi biologici di mutazione-selezione, sia pur rallegrati da trasferimenti e riorganizzazioni. Il volo spaziale strumentato e l'energia nucleare erano, malgrado tutto, inaccessibili al DNA con tutta la sua corte di proteine. Ma a portata di mano del Logos.

Così come il semplice linguaggio e la cultura applicarono dei complessi utensili alle mani dell'uomo, la scienza conetterà le strutture controllate dal DNA con quelle controllate dal Logos in una straordinaria ondata di speciazione. Nella logica della mia costruzione, questa non è futurologia, ma una conseguenza necessaria, nello stesso senso che nella teoria di Manfred Eigen il drive per la neghentropia, il territorio e il controllo sono una conseguenza automatica dell'autoreplicazione. E della necessità di sopravvivere.

Per restare in questa logica, alcuni anni fa scrissi un libello per sfotticchiare i miei amici del Club of Rome mostrando che, tecnicamente, la terra può ospitare mille miliardi di persone (6) nel lusso e nell'abbondanza, rispettando i capricci del più fastidioso ecologista. Poiché da quando oggetti autoriproduttori sono apparsi sulla terra nessuna nicchia ecologica è stata lasciata mezza vuota indefinitamente, mi sembra inevitabile che in tempo dovuto l'umanità si avvierà ai mille miliardi. Se ho ragione, il Logos si prenderà cura dei dettagli così come il DNA ha sempre fatto a livello puramente biologico.

Vorrei qui stringere sul lato concettuale. Attraverso un vigoroso iperciclaggio la scienza si batte per l'unità e l'unicità dei suoi modelli. Le culture operano su principi più lassi e non possono farlo. Esse infatti si combattono ancora darwinianamente, le più forti cercando di far fuori le più deboli, attraverso i meccanismi più svariati: guerre, missionari e Mac Donald. Le culture hanno, almeno all'origine, un forte connotato territoriale. Oggi però, grazie al trasporto aereo, individui e organizzazioni stanno espandendo i loro territori d'azione a dimensione globale, al di sopra di barriere politiche, geografiche e culturali. Questo networking del sistema a un livello più generale può essere il preludio a una ipercicizzazione delle culture che eliminerebbe le guerre e potrebbe permettere *uno sviluppo interattivo e protetto di una varietà di culture*, dando ricchezza e potenza a tutto il sistema. La scienza può aiutare ad accelerare il processo interpretandolo. Il cosiddetto libero arbitrio non è poi così importante. Tutte le mie analisi quantitative sul comportamento degli uomini mostrano una dominanza dei meccanismi sociali e istintivi sulla cosiddetta ragione, una osservazione fatta da molti ma mai provata con certezza. La nostra relazione col Logos non è molto diversa da quella delle cellule con le sovrastrutture dei metazoi. La cosa eccitante è che siamo giusti all'inizio dell'avventura. Il mondo da esplorare è vasto, l'equipe è forte, ci divertiremo per il prossimo miliardo di anni. Non menzionerò il sudore, il sangue e le lacrime.

BIBLIOGRAFIA

1. Eigen, M. and Schuster, P. The Hypercycle – A Principle of Natural Self-organization. Part A, Emergence of Hypercycle, *Naturwissenschaften*, 64 (11), 541-565 (1977); Part B, Abstract Hypercycle, *Naturwissenschaften*, 65 (1), 7-41 (1978); Part B, Realistic Hypercycle, *Naturwissenschaften*, 65 (7), 341-369 (1978). Also reprinted by Springer-Verlag, Berlin (1979).
2. Lorenz, K. *On Aggression*. Harcourt-Brace-Jovanovic, New York (1974).
3. Marchetti, C. Society as a Learning System: Discovery, Invention and Innovation Cycles Revisited. *Technological Forecasting and Social Change*, 18, 267-282 (1980).
4. Marchetti, C. Fifty-Year Pulsation in Human Affairs. *Futures*, 17 (3), 376-388 (1986).
5. Marchetti, C. Notes on the Limits to Knowledge explored with a Darwinian Logic. *Complexity*, 3 (3), 22-35 (1998).
6. Marchetti, C. On 10^{12} : A Check on Earth Carrying Capacity for Man. RR-78-7. International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, Austria (1978).