

QUADERNI PER LA DIVULGAZIONE
DELL' INFORMATICA



Quaderno N. 2

**EPISTEMOLOGIA E FONDAMENTI
DELL'INFORMATICA NELLA SOCIETÀ
DELLE COMUNICAZIONI**

L'uomo-macchina ed il paradigma cooperativo

Ennio CORTELLINI
Franco EUGENI
Gianluca EUGENI
Raffaele MASCELLA

2000
A.P.A.V

RATHIO MATHEMATICA

RATHIO MATHEMATICA
ACCADEMIA PICENA APRUTINA DEI VELATI
IN TERAMO

QUADERNI PER LA DIVULGAZIONE
DELL'INFORMATICA

ENNIO CORTELLINI
FRANCO EUGENI
GIANLUCA EUGENI
RAFFAELE MASCELLA

Quaderno N. 2
EPISTEMOLOGIA E FONDAMENTI
DELL'INFORMATICA NELLA SOCIETA'
DELLE COMUNICAZIONI

L'uomo-macchina ed il paradigma cooperativo

A.P.A.V. - 2000
Anno accademico 2003-2004

MATERIALE RIELABORATO DEI CORSI, LABORATORI, SEMINARI TENUTI DAGLI AUTORI
NELL'AMBITO DELLE LORO ATTIVITA' DI DIDATTICA E DI RICERCA PRESSO IL DIPARTIMEN-
TO DI SCIENZE DELLA COMUNICAZIONE DELL'UNIVERSITA' DI TERAMO

COMITATO SCIENTIFICO DI RATIO MATHEMATICA:

Albrecht Beutelispacher, *Giessen*

Piergiulio Corsini, *Udine*

Bal Khishau Dass, *Debli*

Franco Eugeni, *L'Aquila*

Mario Gionfriddo, *Catania*

Joan Tofan, *Iasi*

Ezio Sciarra, *Chieti*

Aniello Russo Spena, *L'Aquila*

Maria Tallini Scafati, *Roma*

Fabio Mercanti, *Milano*

COPYRIGHT © 2004 A.P.A.V .

Editor – in – Chief: Prof. Franco Eugeni –

Via Lucania, 1 64026 Roseto Degli Abruzzi (Italy)

QUADERNO N. 2 SUPPLEMENTO A RATIO MATHEMATICA

AUTORIZZAZIONE N° 9/90 DEL 10-07-1990 - TRIBUNALE DI PESCARA.

ISSN: 1592-7415

INDICE

EPISTEMOLOGIA E FONDAMENTI DELL'INFORMATICA NELLA SOCIETÀ DELLE COMUNICAZIONI

Introduzione

1. Verso una visione epistemologica delle discipline informatiche	
1.1 L'aspetto epistemologico della cultura, oggi	pag. 1
1.2 I desideri dell'uomo tecnologico e il suo stereotipo nell'immaginario collettivo.....	pag. 7
1.3 Sulle radici del sapere informatico	pag. 15
1.4 Il pensiero boudoniano e l'azione congiunta dell'uomo-macchina.....	pag. 26
1.5 Verso la nozione di paradigma cooperativo	pag. 31
1.6 Conclusioni finali.....	pag. 45
2. Appendici e letture.....	pag. 47
3. Note	pag. 60
4. Bibliografia.....	pag. 62

Il presente quaderno è apparso nella sua prima edizione sul sito <http://www.apav.it> il 19 Settembre 2000, ha avuto due revisioni nel Settembre 2001 e nel Settembre 2002. Le appendici sono state introdotte nelle date indicate all'interno delle medesime.

INTRODUZIONE

PER LA III EDIZIONE DEL QUADERNO

Oggi difficilmente un generico cittadino utilizzatore del mezzo informatico, pensando ad un computer, penserebbe che esso è soltanto una macchina da calcolo. Sebbene per molti secoli l'idea di "calcolatore" era riferita sia logicamente che praticamente ad una semplice macchina per fare aritmetica, gli sviluppi dell'ultimo secolo, in particolare degli ultimi settanta anni, ha affermato con prepotenza l'idea di calcolatori "universali", versatili verso qualunque tipo di compito ritenuto utile dall'uomo.

Così, dalle prime grandi macchine dell'inizio del XX secolo, a partire dagli anni '40 la versatilità dei calcolatori è diventata più realistica potendola delegare ai programmi immagazzinati in memoria.

Ma i calcolatori nella loro forma attuale, ivi inclusa la loro permeazione nella società, nascono negli anni '70 e hanno una veloce espansione; se ne occupano dapprima i militari americani, quindi le università, fino alla grande esplosione di Internet e della posta elettronica che più o meno è collocabile attorno al 1998! Un intero esercito di "persone parlanti informatiche", il nuovo linguaggio internazionale che si è sovrapposto alle nostre lingue, è sceso in campo e ha invaso ogni campo dell'azione sociale!

Sentiamo ormai quotidianamente parole del tipo: word, chip, bit, byte, megabyte, giga, scanner, mouse, laserjet, ram, modem, office, desktop, bancomat, file, e-mail, internet, chat line, virus, excel, ecc. E sentiamo, analogamente, frasi come: *ti faccio una mail*, ho scaricato da internet, *vedo sul web*, ti cerco in chat!

Queste parole iniziamo a capirle, a volte solo perché le abbiamo sentite dire ripetutamente, di altre ne abbiamo una conoscenza parziale, ma quanti di noi saprebbero dire cosa significhi esattamente aspirina, cambio automatico, come funziona un televisore o una radio, come è fatto un forno a microonde, quali sono i problemi dell'acqua o delle centrali nucleari o del medio-oriente. Sì, a volte si

confonde il sapere con l'intuire vagamente o anche con l'abitudine ad un'azione sociale ripetuta. Non ci meravigliamo più se vediamo in uno schermo il nostro stomaco dall'interno, i bambini prima che nascano e il loro sesso, se entriamo con una sonda nel nostro cuore, se comperiamo un libro negli Stati Uniti da librerie con negozi virtuali, con forme di pagamento automatizzate, e lo riceviamo dopo 48 ore. Come azione sociale partecipiamo alle aste in "e-bay", prenotiamo alberghi e spettacoli vedendo direttamente sul monitor del nostro pc dove sarà il nostro posto, prenotiamo viaggi, **mettendoci in relazione con un interlocutore muto**, che comincia ad essere una mascherina sempre eguale, familiare: diventa un amico, quasi come incontrare un locale McDonald per ottenere una cheeseburger in piena Cina!

Tutto questo è alla base della odierna Scienza della Comunicazione: la comunicazione che ha invaso tutti i campi! Fino ad oggi, da quel mitico 1945 – anno ufficiale di nascita del calcolatore elettronico – il nostro imperativo è stato "*...avanti, sempre avanti, ...si può spingere di più, avanti nella vita a testa in su!*" come recitano i versi di una nota canzone di Giorgio Gaber. Magari non siamo tanto a testa in su, quando siamo davanti al Computer, ma l'idea è ugualmente chiara.

Il nostro quaderno vuole essere un inizio di una lunga riflessione. I punti focali delle nostre tesi vengono da molto lontano. La storia delle macchine da calcolo è molto antica e risale all'abaco, molte problematiche sono state poste, risolte parzialmente, dimenticate, riscoperte. I fondamenti, l'epistemologia delle scienze informatiche, il tentativo di innestare una Filosofia della Scienza sull'azione sociale dell'informatica per la Comunicazione ci sembra una sfida didattica e scientifica che ci sentiamo di correre. Il nostro gruppo rispecchia quattro età (60, 40, 30, 30), si compone di due matematici e due ingegneri con esperienze accademiche e di lavoro molto diversificate, ed anche questo ci sembra un discreto equilibrio. Le lezioni, le osservazioni spesso inedite, le riflessioni epistemologiche, le parti storiche e le parti più tecniche sono state rielaborate in numerosi insegnamenti

(circa 15) di Informatica, Sistemi di Elaborazione ed Editoria Multimediale da noi impartiti presso i **Corsi di Laurea triennali e specialistici** delle Facoltà di Scienze Politiche, Scienze della Comunicazione e Giurisprudenza. Sono stati inseriti pure argomenti e riflessioni emerse nei **due Dottorati di ricerca** dal titolo: Epistemologia e didattica della Matematica e Astrofisica ed Informatica, e nei **due Master** dal titolo Comunicazione e Divulgazione Scientifica e Astrofisica che sono attivi presso l'Università di Teramo.

La formula è quella della pubblicazione in Internet nel sito <http://www.apav.it> dell'Accademia Piceno Aprutina dei Velati in Teramo, che parimenti trasforma on-line la sua Rivista Ratio Matematica nata nel 1991 (come rivista cartacea).

Ratio Matematica ha pubblicato 13 fascicoli (14 e 15 sono in corso) che saranno presto on-line come Ratio Matematica vecchia serie e in formato pdf. Abbiamo dotato l'archivio di un motore di ricerca agile e inserito nelle singole note numerose parole chiave. Tutto questo funzionerà anche per l'archivio di Ratio Matematica nuova serie il cui primo fascicolo è previsto per il 2004, e dei Quaderni di cui questo è il N.2!

GLI AUTORI

Teramo, 2 Maggio 2004 (1° edizione: 19 Settembre 2000)

VERSO UNA VISIONE EPISTEMOLOGIA DELLE DISCIPLINE INFORMATICHE

1.1 L'ASPETTO EPISTEMOLOGICO DELLA CULTURA, OGGI

Lo scopo principale della ricerca che portiamo avanti in questo secondo quaderno di Epistemologia e Fondamenti dell'Informatica nella Società delle Comunicazioni, non è solo quello didattico che si rivolge a quelli che saranno i nostri lettori, siano essi studenti di Scienze della Comunicazione o Scienze Politiche o anche di Ingegneria, ma anche e principalmente quello di aprire un dibattito, tra giovani e meno giovani, verso questa visione critica dell'informatica che si presenta a noi come multiforme, sfuggente ed ampia, in notevole espansione giornaliera, con molteplici paradigmi forse differenziati e tuttavia così apparentemente rispondente a tante aspettative e a tanti bisogni che l'uomo di oggi sembra avere e sembra moltiplicare nella sua evoluzione verso l'uomo tecnologico.

Nel presentare le idee di base, sia per ragioni didattiche, sia per chiarezza nostra, di riordino e riorganizzazione, entriamo in argomento con l'indicare sommariamente quelli che oggi si considerano i modelli e i metodi maggiormente in uso nell'*Epistemologia* e nella *Filosofia della Scienza*.

Tra questi termini vogliamo lasciare, come è oggi molto in uso, delle differenze di sfumature.

Epistemologia, dal greco **επιστημη**, come derivazione etimologica proviene da *episteme logos*, ossia "discorso sulla conoscenza". Indipendentemente dai contenuti della conoscenza specifica relativa alla ricerca, questo discorso si muove ad un livello differente e sovrastante l'ambito specifico, indaga su linguaggi, strutture, forme, metodologie. Pone questioni interdisciplinari quali il significato e le differenze tra fondamenti e deduzioni di leggi scientifiche, e si occupa dei

rapporti tra le differenti formulazioni e dell'impianto logico-concettuale della scienza in generale.

Volendo distinguere l'*Epistemologia* dalla *Filosofia della Scienza* occorre precisare che la Filosofia della Scienza è una disciplina che, pur occupandosi delle medesime problematiche, tende in maggior grado alla diretta osservazione della pratica scientifica specifica della disciplina. Si tende così a parlare di Filosofia della Matematica, della Fisica, della Biologia ma anche di Filosofia dell'Economia e magari dell'Informatica, in un discorso sulla conoscenza che si rileghi maggiormente con quanto accade all'interno delle discipline scientifiche stesse, indagando in esse su fondamenti, metodi, strutturazioni, modelli, tradizioni, rivoluzioni, aperture al mondo reale e ad innovazioni e modalità operative.

Ancora seguendo Tagliagambe¹, rimarchiamo che

"Oggi si tende, sulla scorta di Von Foerster - un esperto di Intelligenza artificiale e di Cibernetica - a dare una derivazione etimologica diversa, meno plausibile sotto il profilo puramente linguistico però più significativa sotto il profilo concettuale, cioè epi-istenai, "stare sopra", che rende bene l'idea di una articolazione in più livelli del discorso che riguarda la conoscenza, cosa che d'altronde troviamo anche nelle lingue moderne, come ad esempio nel termine inglese understand."

Così Epistemologia e Filosofia della Scienza ci appaiono come due angolazioni da cui osservare le nostre problematiche e per questo ci piace mettere subito in evidenza che l'attività filosofico-epistemologica non è un'attività che può essere fatta da studiosi che abbiano solo marginalmente operato da ricercatori, nei campi che è loro desiderio inquadrare in una visione propria della Filosofia della Scienza. In altre parole ogni ricercatore, una volta raggiunta la maturità di conoscenza in un determinato ampio settore di ricerca, sarebbe auspicabile conducesse da sé la sua corretta indagine epistemologica. Essendo ampio conoscitore delle metodologie e delle tecniche usate e dei dettagli di quel sapere appare un candidato idoneo

per l'indagine epistemologica e per operare una sana e costruttiva meta-riflessione.

Nella sostanza la metodologia di massima è la seguente:

- 1) tendenza ad elaborare ed esportare i metodi usati per le prova;
- 2) tendenza a costruire in modo rigoroso dei metodi di giustificazione;
- 3) tendenza a fare ricorso ed affinare i metodi di interpretazione;
- 4) tendenza ad enunciare criteri generali di validità, i limiti dei risultati scientifici ottenuti unitamente ad un suo inquadramento in un modello generale che ne costituisce il paradigma.

Una delle funzioni dell'epistemologia, in ordine ad esportare i metodi propri di un settore di ricerca, è la ricerca di un criterio *generativo* su tutto ciò che possa essere espandibile, mediante la formulazione di principi che si sia in grado di trapiantare altrove, avendone riconosciuto la validità ed i limiti. Un criterio assurgerà poi a divenire un paradigma solo quando se ne sia dato una piena giustificazione epistemologica. Ciò significa che dal criterio generativo sono stati enucleati i criteri generali ed i principi fondazionali che lo governano.

Può capitare, naturalmente, che studiosi che non si siano dedicati a specifici campi di pertinenza siano talmente abili e sensibili da osservare ricerche altrui e darne una correttissima visione corredata da un'ampia analisi epistemologica. Tuttavia notiamo che molti grandi della Storia delle Scienze sono stati epistemologi e scienziati, sono stati rinnovatori delle teorie scientifiche ove hanno prodotto risultati, sono stati ottimi analizzatori dei limiti e degli sviluppi delle loro aree di afferenza. Osserviamo ancora che uno studioso specifico per condurre una ricerca epistemologica del suo sapere dovrà allontanarsi

necessariamente dai dettagli e acquisire lo spirito che ci conduce nelle meta-riflessioni. Infatti i principi generali da enucleare, mediante indagini, quasi mai condotte in grande profondità, devono essere sufficientemente larghi da poter contenere potenzialmente tutte le novità ed evitare tutte le meccanicizzazioni, e questo senza troppo dettaglio da impedirne l'espansione. La meta-riflessione non sembra necessitare di indagini profonde anche perché la meccanicizzazione del processo non tende a riprodursi quasi mai allo stesso modo, mai uguale due volte!

Così quanto il ricercatore ha enunciato oggi, può essere superato domani, e allora che lo si ripresenti differemente occorre operare un drastico cambio di paradigma. Ciò naturalmente si inserisce nella teoria fallibilista della Scienza (Lakatos, 1970) e si può far risalire anche ai dibattiti tra i matematici per le geometrie non euclidee e tra i fisici per la Teoria della Relatività. Da notare che in entrambi i casi si è costruita una teoria nuova che, superando la vecchia, ci ha condotto ad una riformulazione ed ad un ampliamento e quindi ad un cambio di paradigma, pur consentendoci di non abbandonare le vecchie teorie: la geometria euclidea e la fisica newtoniana.

Questa operazione viene indicata con il termine *coupe epistemologique* che si traduce come *salto* o *taglio epistemologico*; un salto generativo che produce un nuovo ambiente epistemologico nel quale osservare il fenomeno o la teoria.

Con il compiere un cosiddetto salto epistemologico, con questo brillante stato di emergenze che taluno ha battezzato *serendipity*², si è condotti a far nascere una teoria tra emergenze e permanenze relative ai discorsi sul nostro sapere. Nasce la filosofia *emergentista* del cosiddetto *costruttivismo*. Quello che emerge e che ci piace far notare è questo atteggiamento al quale ci leghiamo tutte le volte che andiamo a chiudere un campo d'indagine. In realtà, nel chiuderlo, noi lasciamo aperta una porta, attraverso la quale transitiamo in un altro campo di verità, che si connette ed esalta il precedente, vive di luce

propria e permette di operare profonde sinergie! Del resto quanto detto ci sembra una buona sintesi della riflessione meta-filosofica. E' stato proprio Kant che ci ha dato i limiti della conoscenza umana, ma in effetti nel dare questi limiti ha indicato esattamente fino a che punto, e come, la nostra mente funziona, assegnando le categorie dello spazio e del tempo. Il vantaggio della meta-riflessione di ciò che si fa in un modo intuitivo, spontaneo e a volte automatico, viene in tal modo regolamentato entro ben precisi *criteri di validità*.

Da questo punto di vista ci mettiamo nell'ottica di chi ne voglia analizzare gli elementi e i principi costitutivi, cioè le regole dell'intera scienza, regole dalle quali discendono una certa varietà di campi applicativi ed una certa serie di scoperte scientifiche.

Se la scoperta delle Teorie Relativistiche ha messo in luce il carattere fallibile della geometria tradizionale come modello per lo spazio fisico, è anche vero che la fisica newtoniana continua ad essere il filo conduttore in tante problematiche lontane dalle sofisticate ipotesi generative della Relatività. La ricerca della dinamica della scoperta scientifica sembra spesso avere la prevalenza sulla sua struttura logica che rappresenta più il momento della revisione e conquista paradigmatica. Questa tradizione neo-razionalista italo-francese ha le sue figure significative in Enriquez e Castellana, in Bachelard, in Gonsseth ma anche e specialmente in Popper e forse anche in Kuhn.

Volendo trarre una conclusione da quanto sopra esposto l'epistemologia ci appare come un momento di bilancio, nel quale lo scienziato, confrontandosi con l'intero mondo della Scienza, prende reale consapevolezza di ciò che è stato fatto e che fa. Per questa via dunque la particolare scoperta scientifica, nella realtà legata a fatti concreti, si inserisce nello scibile umano e ne nasce una corretta interpretazione della scoperta stessa, dei suoi limiti e della sua portata.

La scoperta scientifica avviene in genere in una maniera, nel più dei casi, giudicata caotica, in contrapposizione di emergenze e permanenze, talvolta anche casuale e certamente disordinata. Una volta

ottenuti i risultati si opera un passo successivo, quello della necessità della giustificazione ed è in questa fase che emerge anche il concetto di rigore scientifico. In un momento, ancora successivo, ci si pone il problema di esaminare se una data legge è costituzionalmente coerente, e se e come possa emergere un paradigma e se esiste un criterio generativo.

L'Epistemologia, nella concenzione attuale, si ritiene si divida in tre grandi settori:

- a) epistemologia delle scienze formali,
- b) epistemologia delle scienze naturali,
- c) epistemologia delle scienze sociali e umane.

Su questi tre settori generali si sono effettuate delle specializzazioni; per esempio, nell'ambito della epistemologia delle scienze formali, vi è chi si occupa di *epistemologia della matematica* e chi invece si occupa di *epistemologia della fisica*. In particolare è nella *crisi dei fondamenti*, che si può maggiormente vedere la capacità dell'epistemologo di ritrovare le basi fondamentali del ricostruire. Così se nel caso dell'epistemologia *della matematica* ci si occupa della crisi dei fondamenti della geometria, da questa nascono le geometrie non euclidee e magari altre "geometrie non ...". Nel caso invece della epistemologia della logica ci si occupa delle logiche polivalenti; nella epistemologia della fisica si studia, ad esempio, il momento di crisi che ha segnato il passaggio dalla meccanicistica alla fisica quantistica.



1.2 I DESIDERI DELL'UOMO TECNOLOGICO E GLI STEREOTIPI DELL'IMMAGINARIO COLLETTIVO

Dal tempo dei primi libri e della trasmissione del sapere attraverso manoscritti la fantasia dell'uomo è sempre andata ben oltre la conoscenza scientifica, spesso fungendo da guida anticipatrice per problematiche sociali, economiche ma anche da monito per la società nei confronti dello sviluppo futuro. Questo fenomeno appare in forma molto significativa nelle opere dello scrittore francese Jules VERNE (1828-1905) da taluni considerato l'inventore del romanzo di science-fiction. La sua copiosa produzione, si riassume qui in alcune opere significative per il discorso che noi stiamo presentando. Ricordiamo: *Cinq semaines en ballon* (1863), *Paris au XX^e siècle* (1863 – pubblicato dalla Hachette solo nel 1994), *Voyage au centre de la Terre* (1864), *De la terre à la Lune* (1865), *Vingt mille lieus sous le mers* (1869), *Autor de la Lune* (1870), *Une ville flottante* (1874), *L'île mystérieuse* (1875), *La Maison à vapeur* (1880), *Le Rayon vert* (1882), *Robur le Conquérant* (1886), *L'île à béliques* (1895, inedito in Italia), *Le villane aérien* (1901).

Nei romanzi di Verne troviamo alcune idee che certamente precorsero molte ed interessanti successive realizzazioni. Particolarmente interessante il romanzo *Dalla terra alla Luna*, nel quale appaiono dati relativi ad un possibile sbarco sulla luna, incredibili se confrontati con il vero sbarco. La tematica della Luna presenta ben più antichi precursori tra i quali Luciano di Samosata (120-180 d.C.) che fu scrittore, oratore e filosofo greco, ritenuto rappresentante del movimento retorico “seconda sofistica”. Luciano fu autore di dialoghi su satire religiose e filosofiche e di bizzarre avventure. Ricordiamo: *Icaromenippa*, *Vera Historia*, *Lucio o L'asino*, *Dialoghi degli Dei*, *Dialoghi marini*, *Dialoghi dei morti*, *Modo di scrivere la storia*. Per tornare al tema, nel suo *Vera Historia* narra di un vascello che viene risucchiato, durante una tempesta, verso la Luna da uno strano ciclone. Trova assurde creature,

uccelli a tre teste, enormi ragni in guerra tra loro. Il romanzo è di un realismo impressionante.

In J. Verne, *Paris au XX^e siècle* (1863) troviamo delle anticipazioni del mondo moderno, fissato nel romanzo nell'anno 1961. Troviamo l'idea del computer, con esso una specie di posta elettronica e fax telegrafico ed una società fondata sulla comunicazione:

“... Michel si voltò e vide la macchina n.4. Era una macchina calcolatrice. Ormai era lontano il tempo in cui Pascal costruiva quegli strumenti arcaici la cui concezione allora parve tanto mirabile. Da quell'epoca l'architetto Perrault, il conte di Stanhope, Thomas de Colmar, Mauviel e Javet apportarono felici innovazioni a questo genere di apparecchio.

La Banca Casmodge possedeva autentici capolavori; effettivamente i suoi strumenti assomigliavano a vasti pianoforti; premendo i tasti di una tastiera, si ottenevano istantaneamente totali, resti, prodotti, quozienti, regole di proporzione, calcoli di ammortamento e di interessi composti per periodi infiniti a tutti i tassi possibili. C'erano certe note acute che restituivano fino al centocinquanta per cento! Niente di più strabiliante di quelle macchine che avrebbero battuto senza fatica i vari Mondoux. (Henry M., personaggio noto per le sue prodigiose capacità di calcolo).

Bisognava tuttavia saperle suonare, sicché Michel dovette prendere lezioni di datteggiatura.

Risulta evidente che Michel aveva preso servizio in una banca che chiamava in aiuto e adottava tutte le risorse della meccanica. D'altronde, all'epoca, l'abbondanza degli affari e la molteplicità degli scambi comunicativi conferirono alle semplici forniture da ufficio un'importanza straordinaria. E così, il fattorino della Casmodge & Co. Non maneggiava meno di tremila lettere al giorno, smistate in tutti gli angoli del vecchio e del nuovo mondo. Una macchina Lenoir della potenza di quindici cavalli non cessava di copiare quelle lettere, che cinquecento impiegati inviavano senza requie.

Eppure la telegrafia elettrica avrebbe dovuto abbattere significativamente il numero di lettere, visto che recenti perfezionamenti permettevano allora al mittente di corrispondere direttamente con il destinatario; il segreto della corrispondenza restava così salvaguardato, e gli affari più considerevoli potevano essere trattati a distanza. Ogni casa aveva i suoi fili privati, secondo il sistema Wheatstone, da tempo in uso in Inghilterra. Gli andamenti degli innumerevoli titoli quotati sul libero mercato si scrivevano da sé su quadranti

posti al centro delle borse di Parigi, di Londra, di Francoforte, di Amsterdam, di Torino, di Berlino, di Vienna, di San Pietroburgo, di Costantinopoli, di New York, di Valparaiso, di Calcutta, di Sidney, di Pechino, di Nouka-hiva.

Inoltre la telegrafia fotografica inventata nel secolo precedente dal professor Giovanni Caselli (1815-1891, inventore del telegrafo scrivente nel 1859) di Firenze permetteva di inviare a distanza il facsimile di qualunque scrittura, autografo o disegno che fosse, e di firmare lettere di cambio o contratti a cinquemila leghe di distanza.

La rete telegrafica copriva allora la superficie intera dei continenti e il fondo dei mari; l'America era meno a meno di un secondo dall'Europa e, in un solenne esperimento effettuato a Londra nel 1903, due collaudatori corrisposero tra loro dopo aver fatto compiere al loro messaggio il giro della terra."

Incredibile il breve testo riportato da Verne nella traduzione di M. Grasso³. In Verne si trovano ancora molti messaggi del futuro quali il viaggio al centro della terra del 1864, *Ventimila leghe sotto i mari* del 1869 con l'anticipazione del sottomarino atomico Nautilus, capace d'andare sotto i ghiacci del polo, e ancora villaggi galleggianti ed aerei, case meccanizzate a vapore, l'idea del Robot, raggi della morte, isole mobili!

Herbert George WELLS (1866-1946) fu uno scrittore inglese, la cui fase produttiva, parte dal romanzo di anticipazione per dirigersi sempre più verso la critica sociale e gli aspetti del sociale, nel quale rivela un profondo pessimismo. Ricordiamo solo alcuni dei suoi più significativi romanzi connessi con le nostre problematiche. *La macchina del tempo* (1895), *L'uomo invisibile* (1897), *La guerra dei mondi* (1898), *L'amore e il signor Levisham* (1900), *La Scienza della vita* (1929), *Il lavoro, la ricchezza e la felicità del genere umano*. I primi tre romanzi sono stati anche oggetti di sceneggiature cinematografiche notevoli come *L'uomo invisibile* (1897), *La guerra dei mondi* di Barry Lyndom del 1952 e *La macchina del tempo*, recentemente ripresentato in una nuovaproduzione.

George ORWELL (1903-1950), pseudonimo di Eric Blair, scrittore dedicatosi costantemente a denunciare la lotta tra un potere politico ed economico schiacciante e l'uomo schiacciato da allucinanti incontrollate forze di tipo anche psicologico. Oltre ai romanzi *Fiorirà l'aspidistria* (1936), *La fattoria degli animali* (1945) segnaliamo anche *1984* (1948) il romanzo principe di Orwell che denuncia una società schiacciata da un regime totalitario del futuro, vigilata da un terribile apparato statale repressivo e governato da un “*virtuale grande fratello*” che è onnipresente nella vita dei singoli. Nel 1984 venne prodotto il film “*Orwell, 1984*” di Michael Radford con Jon Hurt e Richard Burton, mentre *La fattoria degli animali* vede solo una versione in cartoni animati.

Isaac ASIMOV (1920-1999), biochimico e scrittore americano di science-fiction e autore estremamente prolifico. Lo ricordiamo per i romanzi del ciclo dei Robot e della Fondazione, che sono mirabilmente collegati tra loro e nei quali appaiono singolari figure. Emerge il personaggio di Daneel R. Olivaw (Eto Demerzel), dove R. sta per Robot, che per oltre 15.000 anni, prima di raggiungere la totale usura, veglia sulla razza umana rispettando gli oramai classici principi della robotica⁴ coniati da Asimov. Il secondo personaggio è il mutante Golan Trevize, capace di prendere decisioni in situazioni d'incertezza, personaggio che, nella guida attraverso il computer della sua astronave, si riesce a fondere e diventare un tutt'uno con la macchina, la quale si personalizza e che si adatta completamente a lui, permettendo alla sua individualità di espandersi per l'intera Galassia e vederla. In Asimov troviamo anche idee notevoli sui viaggi del tempo e sulla modifica del passato, così da influenzare il futuro, sui possibili paradossi che ne deriverebbero, sulla possibilità di una società degli immortali con una analisi attenta e scientifica di tutto il futuribile sogno dell'uomo.

L'elenco potrebbe continuare in maniera copiosa tuttavia, tralasciando autori meno noti di quelli citati, troviamo idee molto interessanti con la nascita del genere dei Comics. Questa produzione, essenzialmente americana, nasce negli anni '30. Ogni giorno una striscia (3-4 vignette) di una storia a puntate, le cosiddette *daily strip* e la domenica una bella tavola a colori (*The Sunday pages*) del medesimo personaggio in una storia parallela. Striscie e tavole datate nel giorno di emissione, firmate e sceneggiate da ottimi scrittori nonché disegnate da superlativi disegnatori.

Così il *Brick Bradford* di William Ritt e Clarence Gray, nato nel 1932, (continua fino ai primi anni '90) ci presenta l'impensabile cronosfera, dalla forma di una mongolfiera, capace di muoversi nello spazio come un'aereo prima, come un'astronave poi, ma anche capace di una miniaturizzazione (precorrendo una tematica di Asimov) che la porta a fare un "*Viaggio all'interno di una moneta*" di rame o meglio negli infiniti mondi che sono nella muffa della moneta! Ma non basta, la cronosfera è capace anche di viaggiare nel tempo⁵, crede di quella macchina di Wells, di cui abbiamo accennato sopra!

Un altro punto che è interessante notare è il come, a volte, la letteratura d'anticipazione sia di vero aiuto all'evoluzione di una qualche disciplina. E' il caso certo dell'Urbanistica che attraversa un fermento attribuibile a quelle esigenze che rispondano alle categorie di problemi della nuova società che è sempre meno società post-industriale e che è sempre più società dell'informazione. Senza voler entrare nei meandri della discussione, cara a Popper, della non esistenza della società - che sarebbe invece un esplicito delle tendenze degli individui - e nemmeno nel problema delle inintenzionalità, ben chiarito da Antiseri vogliamo riguardare il fenomeno da altre angolazioni.

Negli ultimi anni il progetto urbanistico ha assunto connotati precisi ma molto variegati in ogni parte d'Europa: tecnologico in Francia, progetto nella città in Germania, recupero in Spagna, comunque in ogni caso uno spostamento tematico di una maggior adeguata rifles-

sione. I movimenti culturali più idonei sembrano essere di fatto due: la new age e il cyber punk.

La new age è vista come la cultura del sincretismo con riferimento al taoismo, lo zen, con la psicologia analitica di Jung e per l'intera fascia degli anni '90 anche con connessioni relative alla medicina alternativa. La città a new age è stata definita a bassa entropia poiché partendo dalla città neotradizionale ci si è ispirati a città ideali restaurando parti di città esistenti e costruendone di nuove. Si integrano uffici, centri commerciali, e residenze in contrasto con il movimento post guerra-mondiale considerato appunto disordinato ed incoerente. La domanda sociale è orientata verso ambienti modellati a misura d'uomo quale che sia l'estensione della città. Il movimento cyber punk è invece legato a quel movimento letterario che nasce con le opere di Philip K. Dick, entrato nell'immaginario collettivo, con il film *Blade Runner* di R. Scott, dell'immagine dei replicanti, gli esseri artificiali simili all'uomo che Dick immagina. Nel film tutta la paura e l'incertezza dell'uomo di manifesta in una sorta di neo-razzismo anti-cyber, nelle tecniche per riconoscerli e distruggerli e dell'amore che addirittura un umano può sviluppare per una cyber! Così il Cyber è da un lato fantascienza senza astronavi, senza eroi ma è anche la descrizione di un ambiente dove si lotta per la sopravvivenza e dove viene riconsiderata la marginalità specie degli Hacker, indicando quella protesta, iniziata negli anni '80, che tende a coniugarsi con un uso spregiudicato della tecnologia. Il fenomeno giovanile contro culturale si orienta a sovvertire i modi di comunicare imposte dalle grandi holding dell'informazione! Il desiderio collettivo parallelo all'aumento della comunicazione in rete è la libertà d'informazione. Le utopie sulle città cyber hanno una lunga tradizione che partono dalle città di Alex Raymond in *Flash Gordon*, passano per le metropoli di Asimov e quelle descritte da Dick per arrivare all'idea delle città cablate e delle città intelligenti sfida attuale della nuova urbanistica⁶.

Nel Cinema, oltre alle trasposizioni di romanzi, troviamo come opere prime alcuni film da segnalare quali i seguenti.

- *Metropolis* di Fritz Lang (1926), antesignano dei film di fantascienza, realizzato con tecniche rivoluzionarie per l'epoca. E' descritta una megalopoli del XXI secolo governata da Mr. Fredersen, nella quale una gran massa di operai del sottosuolo vive in condizioni disumane. Il personaggio della buona Maria viene duplicato da un cattivo Robot che porta il seme della discordia⁷ tra gli operai che rischiano con la il collasso della città la loro stessa fine. La distruzione del Robot riporterà la pace e la concordia.
- *L'Uomo Invisibile* (1933) di James Whale tratto dal romanzo di Wells. Uno scienziato sperimenta su di se un siero che lo rende invisibile. Il siero gli altera le capacità e gli provoca atteggiamenti megalomani e delinquenziali. Nella giusta morale finirà ucciso.
- *2001 Odissea nello spazio* (1968) di Stanley Kubrick (1928-1999) rivoluziona i canoni classici della science-fiction, sintetizza con il monolito nero la storia dell'uomo, si spinge verso l'ermeneutica non univoca dell'uomo e della possibilità malevola di un essere artificiale come Hal⁸, il super computer di bordo, di divenire un essere giudicante e capace di azioni sociali non necessariamente razionali!
- *War Games*, giochi di guerra. (1983) di John Badham. E' la storia di un Hacker che entra nel computer del Ministero della Difesa USA iniziando una sfida mortale virtuale, che rischia di scatenare la III guerra mondiale, confondendosi appunto il reale con il virtuale. Grazie ad genio informatico e ad un atto extra logico di un lungimirante generale americano la guerra viene evitata.

- *Pirates of Silicon Valley* (1999) di Martyn Burke. Storia di Bill Gates, dei suoi soci ed avversari e dell'avvento del personal computer e degli hackers.
- *A.I. Intelligenza Artificiale* (2001) progettato da Stanley Kubrick e realizzato da Steven Spielberg, tratta il tema del ragazzo artificiale, fornito ai genitori in sostituzione di un figlio in coma. Il ragazzo non comprende la sua artificialità ed è affamato di amore. Il suo sogno crollerà quando, uscito dal coma, riappare il vero figlio che incarna tutta la protervia e l'arroganza del genere umano.
- *Simone* (2002) di Andrew Niccol, con Al Pacino. Tarasky costruisce una immagine virtuale: Simone, la donna più bella del mondo. Nessuno sa che Simone non esiste ed è virtuale. Quando la sua presenza diviene invasiva e la sua fama immensa, Tarasky se ne vuole sbarazzare e per lui iniziano i guai. Sbarazzarsene non sarà facile.
- Le saghe di *Star Trek* di Gene Rodenberry, *Star Wars* di George Lucas e il film *Stargate* (1994) di Roland Emmerich, *Dune* (1984) di David Lynch, *Independence Day* (1996) di Roland Emmerich, *Incontri ravvicinati del terzo tipo* (1997) di Steven Spielberg sono stati prolifici esempi e contenitori di idee molto belle che vanno ben oltre il futuribile e fanno pensare.

Recensioni su film con queste tematiche, ulteriori commenti si trovano o possono essere inoltrati al sito www.apav.it in *Scienze, matematica e società*, sezione *Cinema*. Tali recensioni permettono a docenti e studenti di progettare percorsi didattici con visioni di film atti a suscitare dibattiti e forum.



1.3 SULLE RADICI DEL SAPERE INFORMATICO

Nel panorama delle attuali conoscenze, caratterizzate da uno sviluppo di notevole portata, di quelle che chiamiamo le tecnologie di gestione dell'informazione, non si può non rilevare il forte cambiamento del pensiero dell'uomo, delle sue categorie, ma anche dell'aspetto legato a ciò che Sciarra definisce⁹ *il paradigma interattivo dell'azione*, aspetto che, seguendo Boudon, si rilega all'esame dell'azione sociale, ma che secondo noi va anche ben oltre. Esaminiamo ora i diversi aspetti provenienti da differenti tesi che per nostri obiettivi desideriamo rendere sinergiche.

Osserviamo che l'Informatica, evidenziando la sua caratteristica di fornire delle applicazioni nei campi più disparati, li invade, li permea, sembra quasi arrivare a possederli. Alcuni punti nodali caratterizzanti le applicazioni sono i seguenti.

- 1) l'hardware e le interconnessioni con l'ingegneria;
- 2) il software e le interconnessioni con la logica e la filosofia dei linguaggi;
- 3) Internet e l'accesso alle banche dati con l'annullamento delle distanze e dei luoghi fisici, la nascita delle piattaforme e della didattica interattiva a distanza;
- 4) la posta elettronica e la comunicazione istantanea di notizie e risultati in tempo reale;
- 5) la computer art come disciplina nuova ed indipendente;
- 6) la digitalizzazione di opere, l'organizzazione del sapere, l'istantaneità della comunicazione;
- 7) la nascita di piccoli e grandi robot sempre più sofisticati nella linea dell'intelligenza artificiale;
- 8) la multimedialità e gli ipertesti come nuovi mezzi di diffusione non solo mediante testi classici ma che utilizzano musica, filmati, immagini provenienti da diverse fonti e organizzati in una unica visione, con link opportuni a banche dati;

- 9) l'apporto dell'informatica e la sua invasività nella strumentazione in medicina;
- 10) la gestione di problematiche e tecniche dell'economia, delle transazioni finanziarie e d economiche in tempo reale;
- 11) l'e-commerce, l'e-government e l'avvento delle comunità virtuali in genere;
- 12) lo studio della sicurezza on-line in termini di messaggi riservati, transazioni protette, difesa del singolo e della società contro gli attacchi provenienti da virus, hackers e da parte della criminalità informatica organizzata.

Tuttavia se riguardiamo dall'esterno questa disciplina, ci appare chiaro come ci si trovi davanti a qualcosa di ben diverso dalle scienze formali, dalle scienze naturali ma anche dalle scienze sociali ed economiche propriamente dette. Il mutamento fondamentale è che l'informatica, pur non essendo alcuna delle scienze sopradette, si connette oramai in modo indissolubile con ciascuna di esse e parimenti con altre, anche di un tipo differente, da quelle che usualmente chiamiamo discipline scientifiche.

In Sciarra, seguendo il pensiero di Boudon¹⁰, si pone al centro dell'interesse scientifico del sociologo *l'azione sociale*, considerata come l'oggetto del campo fondazionale della ricerca sociale, con la quale l'intera scienza dell'informazione si deve rapportare.

L'azione sociale non è concetto facile da definire esplicitamente. Noi ci limiteremo a riportarne una serie di attributi caratterizzanti, non troppo restrittivi, in modo da lasciare uno spazio all'intervento su eventuali azioni sociali "non logicamente codificate", ma nello stesso tempo non troppo larghe da trovarci davanti un oceano incontrollato di problematiche.

Ricordiamo che l'azione "*sociale economica*" nel senso di Pareto, è strumentale, retta da un calcolo di costi e benefici quantificabili, è scelta razionale tra varie alternative, ha obiettivi di ottimizzazione,

legate all'ottenere i massimi profitti al minor costo ed è pertanto legata ad una attività logica e di calcolo promossa dall'attore individuale.

All'idea di *azione sociale*, peraltro ben più generale, si connettono alcune parole chiave quali: gli *attori*, le *relazioni*, i *condizionamenti*, le *preferenze*, le *incertezze*. Circa questi "termini primitivi" il legame che si esprime, o non che si nega tra essi, si può sintetizzare nelle seguenti richieste:

- l'azione sociale è legata agli aspetti simbolico-mentali delle relazioni che si creano tra gli attori;
- l'azione sociale è considerata "non necessariamente logica" nel senso che Pareto da a questo termine, a differenza dell'azione "sociale economica" che soddisfa a principi di logica paretiana;
- l'azione sociale è rilevante per il coinvolgimento di quelle credenze simboliche possedute dagli attori, cioè di coloro che assolvono un ruolo nel sistema relazionale che nasce tra gli attori. Sono importanti dunque: la credenza simbolica in valori e il costume riferito a ritualità e tradizioni, la presenza di passioni, emozioni ed anche atti irrazionali;
- l'azione sociale, come sappiamo, non sempre accetta logiche di profitto; si dirige talvolta verso valutazioni che prediligono i valori posseduti, i criteri soggettivi, i condizionamenti, le motivazioni di preferenza anche irrazionali fino anche ad effettuare scelte in condizioni di incertezza dettate da una sorta di "soggettivismo emotivo";
- l'azione sociale è irrilevante dal punto di vista logico-sperimentale.

L'idea fusionista di Boudon (forse in embrione anche vagamente delineata in Pareto e Weber) tende infine a considerare dal punto di vista sociologico anche benefici non quantificabili ed una diversa metodologia per valutare l'idea del minor costo e maggior

profitto, includendo anche parametri del tutto soggettivi nelle analisi. Siamo vicini al vecchio detto *“ove c'è gusto non c'è perdenza!”* Da questo punto di vista l'idea dell'*azione sociale economica*, appare un caso limite dell'azione sociale, in generale non paretiana.

Gli atteggiamenti che nascono davanti ad una scelta elettorale del singolo attore-cittadino, della scelta artistica di un attore-designer, le scelte culturali di attore-architetto, le motivazioni di alcuni attori-religiosi non rispecchiano nella maggior parte dei casi una logica paretiana. Nel secolo scorso l'azione di un elettore o di un consumatore o di un artista appariva molto indipendente. I condizionamenti erano dovuti quasi esclusivamente alla storia individuale dell'attore. Oggi la realtà è ben più complessa per la presenza del fenomeno dei condizionamenti dovuti ai Mass Media! Siamo in una società dove l'apparire molto spesso si sovrappone all'essere e magari tende a sovraffarlo. Ecco che l'informatica entra fatalmente nell'aumento della complessità dei condizionamenti e quindi delle modifiche delle valutazioni irrazionali del singolo attore che viene ad essere sottoposto ad un condizionamento che spesso deriva da azioni sociali economiche, commerciali e prodotte con logiche paretiane ma che per il simbolo provocano solo reazioni emotive guidate dal controllo dei mass media. Esse in realtà sono prodotte mediante strategie pianificate e perfettamente razionalizzate da altrettante complesse analisi di mercato, queste a loro volta, prodotte da strutture informatiche, che sembrano agire nell'ombra come gli attori del 1984 di orwelliana memoria!

Va anche detto che non sempre i fenomeni sono così rigidamente classificabili dal punto di vista sia qualitativo che quantitativo. Ad esempio nel volume dello storico E.Black¹¹, si esamina un aspetto dei rapporti tra il Terzo Reich e l'IBM di notevole interesse, di cui facciamo un breve riassunto:

Nel 1896 Herman Hollerith, l'inventore tedesco, emigrato a New York, delle schede perforate e del sistema di selezione delle schede, fondò la The Tabulating Machine Company, la futura IBM

(International Business Machines) del 1922. La società, che gradualmente si cominciò ad occupare del censimento degli Stati Uniti del 1890, eseguito in tempi record, e successivamente dei censimenti di diverse importanti Nazioni, era in continua ascesa. Nel 1910 nasceva la Deutsche Hollerith Maschinen Gesellschaft, la DEHOMAG, l'IBM tedesca, interamente posseduta dalla famiglia Heidinger. Nel 1911 Hollerith si ritira dopo anni di liti e contestazioni per sue volubili scorrettezze e con la perdita del mercato americano. L'IBM finisce nelle mani di Charles Flint, un capitalista-avventuriero e con lui si ha l'ascesa di Thomas J. Watson, un abile uomo d'affari di peso internazionale.

Il 30 Gennaio 1933 Hitler si impadronisce del potere in Germania e pone chiari i suoi obiettivi della distruzione del popolo ebreo tedesco che contava circa seicentomila persone e della confisca dei loro beni. Attorno al 1937 i rapporti di collaborazione tra l'IBM e il governo tedesco permisero una seria operazione di schedatura di coloro che avevano sangue ebreo nelle vene, prescindendo anche dalle assimilazioni e dai cambiamenti di cognome. L'IBM Germania, oramai Ente di Stato, assieme ai suoi fanatici dirigenti nazisti, riuscirono non solo a contare gli Ebrei ma principalmente ad identificarli, a ripetere l'operazione nelle nazioni occupate, dando il via a quel fenomeno orrendo che è stato l'olocausto scientifico di un intero popolo sparso in Europa!

Si tratta di una azione sociale o di una azione sociale-economica? Chiaramente dipende dal punto di vista. Dal punto di vista del Terzo Reich, o della stessa IBM, si tratta certamente di una azione economica scientificamente preparata e scientificamente eseguita senza aver in conto problematiche morali, etiche, religiose. Noi vediamo alla base dell'operazione una presunzione, scambiata per scientificità di regime, un cieco e bieco condizionamento degli esecutori, una irrazionale credenza nella superiorità degli ariani, una caduta dei valori e del diritto di rispetto generale dell'uomo. Ecco un caso in

cui i confini tra etico, economico, irrazionale e tecnologico nell'esame delle responsabilità, si mescolano e si confondono tra loro. Indubbiamente è il primo caso vero, sia pure nefasto come nessun altro in precedenza, di un intervento tecnologico su vasta scala e senza precedenti.

Secondo noi, fin d'allora, è comparso un nuovo e potente attore che in un modo o nell'altro ha a che fare con le macchine!

Le varie branche dell'epistemologia sono tra loro ben interconnesse. E' chiaro che l'*epistemologia delle scienze naturali*, si collega oggi anche con lo studio dell'ambiente e del territorio, interpreta e studia i mutui rapporti tra benessere e risorse, con logiche paretiane, per giungere oggi anche a problematiche che si riconnettono all'Etica, che sta vivendo come scienza un momento di centralità.

Questa connessione porta l'intero settore ad interagire innegabilmente con l'*epistemologia delle scienze sociali e umane*, il cui centro d'interesse, pur guardando al trinomio mente, natura ed uomo nelle sue origini più antiche, si rilega oggi a quella visione, di tipo boudoniano, di cui abbiamo trattato sopra, accennando alla *teoria dell'azione sociale*. In questo passaggio noi leggiamo chiaramente un passaggio dal macro, se si vuole dalla legge dello sviluppo generale, all'azione sociale in un contesto-situazione, che si esplica invece a livello micro, livello nel quale appunto osserviamo direttamente l'attore ed il suo contesto, l'attore e le sue relazioni con altri attori. *Ci chiediamo subito se una macchina, un computer possa essere ad esempio un nuovo attore.*

La macchina di oggi, anche se la science-fiction ci mostra robot, o meglio idee di robot sempre più individualizzati e indipendenti, è ben lontana da macchine che non siano completamente sotto il controllo dell'uomo, cioè da macchine che non possano essere spente da chi è autorizzato a farlo!

Dunque a nostro avviso la macchina elaboratore non riteniamo sia un nuovo attore dell'azione sociale. Ma nuovi attori ci sono e probabilmente la risposta è obbligata: il nuovo attore che si presen-

ta nell'azione sociale è l'idea dell'**uomo tecnologico** inteso come un binomio, il binomio uomo-macchina, che si contrappone al vecchio binomio, presente nell'azione sociale, il binomio uomo-corpo (inteso anche come uomo-mente).

Questa idea non è del tutto nuova essendosi presentata la necessità di analizzare il concetto di uomo tecnologico, come binomio uomo-macchina, presso le opere di Somalvico ed altri, nei riguardi dell'epistemologia dell'intelligenza artificiale, come si vedrà tra breve.¹²

Per tornare all'informatica, all'informazione e all'intelligenza artificiale ci si chiede chiaramente cosa significhi fare l'epistemologia dell'informatica e se anche operando per settori non si pervenga ad una ridda di campi paradigmatici, non uno solo, ma un pacchetto di campi differenti tutti tra loro interagenti. Il modello della verità costituita dall'insieme della coppie evento-sfaccettatura dell'evento sembra fornire una prima indicazione su un modello:

evento informatico – sfaccettatura osservativa dell'evento.

Seguendo appunto Somalvico ed anche Tagliagambe¹³, conveniamo di condividere l'idea di trovarci in presenza di un vero e proprio mutamento antropologico, allora che riguardiamo le due polarità emergenti nelle nostre considerazioni come aspetti diversi dell'azione sociale che stiamo esaminando fenomeno dell'ambito dell'informatica e non solo dell'intelligenza artificiale. Si tratta delle polarità:

- a) polo uomo-corpo,
- b) polo uomo-macchina.

Possiamo porci ancora varie domande: qual è l'aiuto della meta-riflessione epistemologica sulla scienza informatica? Come, e

se, è avvenuto questo mutamento antropologico? Quali sono i criteri che lo fondano? ... ed altro!

E' innegabile che quando si conoscono maggiormente i criteri su cui si fondano i principi di giustificazione dell'oggetto, si conosce anche qualcosa di più sul come adoperare l'oggetto stesso, sul come correggerlo ed integrarlo, in sostanza si arriva a comprenderne sia i limiti che le possibilità.

E' a partire dalla costruzione di artefatti di qualunque natura ma che simulino, producano, amplifichino, semplifichino l'attività dell'uomo, è da quel momento che la polarità uomo-macchina comincia a vivere la sua vita al di fuori dell'altra polarità uomo-corpo.

Noi non riteniamo assolutamente – per ora naturalmente – che la macchina possa sopraffare l'uomo. Nella storia del mondo ciò non è di fatto accaduto.

In misura più o meno varia, alcune attività che l'uomo non riesce a compiere con il corpo per limitazioni fisiche, chimiche, temporali o organizzative, possono essere compiute indirettamente, ma perfettamente, mediante delle macchine. Non pensiamo solo ai più moderni computer ma pensiamo alle tante macchine della storia dalla leva e la ruota fino alle sonde interplanetarie.

Così la polarità uomo-macchina si è costituita come parte essenziale della Società sempre in modo più esasperato dando luogo all'idea dell'uomo bipolare, concetto che, sempre seguendo Somalvico, si può estendere all'intera società vista come aggregato di uomini bipolari. Ne nasce una Società a sua volta bipolare nelle polarità società-corpo e società-macchina.¹⁴

Nel mondo di oggi il solo essere uomo-corpo può essere sano, forte, attivo, efficiente ma se la polarità uomo-macchina e, magari specializzando, uomo-computer, risulta assente allora vi è una carenza che può essere definita grave, un nuovo handicap forte: l'*analfabetismo informatico*. Nella società attuale tale handicap spesso è più grave di altri tipi di handicap del corpo, qualora in questi risulti

efficiente la polarità uomo-computer, molto al di là che quella uomo-corpo.

Questa lettura si presta a vedere un mondo sempre più complesso, un mutamento radicale dello scenario tradizionale e in controtendenza ai degnatori dell'uomo-computer e del suo preteso inaridimento e impoverimento mentale, la possibilità di stimoli intellettuali per riflessioni nuove e metodologie aperte a differenti modelli di azioni sociali. Rimane aperto il problema di studiare dal punto di vista della psichiatria il fenomeno della polarità uomo-macchina¹⁵ individuandone i traumi e i drammi. Per ora si prescinde da questa analisi.

Il problema ora è quello di definire uno o più paradigmi nuovi per questa disciplina che sembra connettersi e si connette, con tutte le altre, utilizzando nel suo progredire la fisica, la meccanica, la logica, la matematica, l'elettronica, la chimica e fornisce applicazione ad ogni ramo dello scibile, applicazioni che vanno dall'editoria all'archivio, alle banche dati, alle reti, alla comunicazione globale in un fenomeno per quantità e velocità mai ricordati, di sicuro sconcertanti.

Le visioni classiche sono state più volte messe in crisi e, dalle ceneri di una crisi, sono sempre nate nuove ed interessanti teorie. Da ricordare che i sostenitori della specificità di altre scienze, pur accettando di applicare il metodo scientifico, non hanno ritenuto di dover utilizzare solo i concetti provenienti dalla meccanica (ad esempio in chimica, biologia, psicologia). I risultati delle scienze naturali, dovuti tra gli altri a Galvani, Volta, Coulomb, Lavoisier e Brown, hanno mostrato delle contrapposizioni che non potevano ricondursi al solo paradigma meccanicista. A questa critica hanno contribuito anche i cultori delle scienze storico-sociali che, nel reclamare la dignità di scienza per le loro discipline, hanno cercato di descrivere i fenomeni, osservati caso per caso, per comprenderli sulla base dei loro caratteri

ideali, senza ricondurli, se non parzialmente, a leggi generali. E' stata così concepita l'**Ermeneutica** che, nata come arte di interpretare oscuri testi e antichi documenti, ha giocato un importante ruolo nella ridefinizione della scientificità ed ha avuto il pregio di allargare in modo considerevole lo stesso concetto di scientificità, andando a ricaratterizzare, di fatto, tutte le scienze umane fondate nel Novecento.

Il concetto del dimostrare in Matematica, così tipico della cultura occidentale e così negletto in quella orientale, ha subito le sue traversie incontrando qualche caso limite. Ricordiamo ad esempio il *teorema dei quattro colori* asserente che è possibile colorare una carta geografica con solo quattro colori in modo che regioni confinanti abbiano colori diversi. La dimostrazione è stata ottenuta nel 1976 da Appel e Haken con l'ausilio di un computer che ha lavorato parecchi mesi in una prova decisamente ripetibile ma, all'incirca, nello stesso interminabile lasso di tempo. I matematici puri ancora oggi non accettano la prova, i matematici applicati la guardano con simpatia, altri ancora hanno coniato un nuovo termine: i *tecnoremi*. La crisi può essere risolta solo reinterpretando l'idea stessa di prova!

Non vi è dubbio che noi riteniamo che l'idea di prova debba essere riletta, reinterpretata e ricodificata alla luce delle nuove imperanti tecnologie, in tutte le discipline. Questa rilettura è stata fatta per la matematica al tempo di quel doppio salto epistemologico provocato dal movimento bourbakista, che ci ha indicato la via regia dell'assiomatica e della prova di Godel che ce ne ha indicato i limiti. L'intuizionismo ha ripreso il suo spazio, lo sperimentale, l'insegnamento per gradi, il linguaggio mediato, la prova informatica, anche il criticato teorema delle 15.000 pagine,¹⁶ che in attesa di una prova corta – come agognava Giancarlo Rota – potrebbe essere ridimostrato in un programma cooperativo tipo GIMPS (Great Integre Mersenne Prime Search), un interessante programma cooperativo

che ha permesso la scoperta degli ultimi cinque numeri primi/primato del mondo.

La conclusione si sintetizza in una frase di Bachelard *“l'antico spiega il nuovo e lo assimila; viceversa il nuovo spiega l'antico e lo riorganizza ...”* e aggiungiamo noi ... *per aprirlo a nuovi e più ampi orizzonti!*



1.4 IL PENSIERO BOUDONIANO E L'AZIONE CONGIUNTA DELL'UOMO-MACCHINA

Sono ampi i discorsi che possono affrontarsi nel tentativo di capire il concetto di macchina. Da un punto di vista del tutto intuitivo riteniamo chiaro il concetto, salvo poi tornare su esso con i distinguo del caso. Il confine è l'idea della macchina intelligente, idea per il momento, a nostro avviso, lontana dall'essere realizzata.

Anzi riteniamo che attualmente una macchina "intelligente ed autonoma come nella potenzialità dell'uomo" non sia ottenibile come manufatto. La via che vediamo per una produzione di "una macchina intelligente come l'uomo" è quella di riprodurre l'uomo, cioè è quella sia della riproduzione sessuale artificiale, sia quella della clonazione, con progettazione di un DNA "ad hoc". E' questo un terreno minato il cui dibattito ci condurrebbe lontano e ci condurrebbe verso le vie dell'etica, dell'opportunità, del controllo gestionale del mondo, verso un diverso esame della globalizzazione, verso un diverso concetto di razza. Idee certamente di grande respiro ma inidonee per gli scopi che ci siamo ora prefissi in questo momento.

Forse è più interessante ipotizzare che la costruzione di macchine, che superino certi limiti oggi evidenti, sia al momento di là da venire. Le difficoltà che l'uomo si trova ad affrontare nella comprensione dell'idea di macchina intelligente nascono dall'ambiguità del significato di intelligenza. Interessanti sono, a tal proposito, le considerazioni della psicologia cognitiva e le argomentazioni di Dennett. Ancora difficoltà varie si incontrano, per via di una sorta di incapacità attuale dell'uomo, o presunta tale, nell'andare contro quelli che lui stesso considera i suoi limiti. Basti pensare che una serie di ricerche sul cervello e sulle sue capacità ci indicano che l'uomo usa le sue potenzialità cognitive ad una percentuale molto bassa, valutata in ragione del 13% delle reali possibilità. Questo dato empirico è difficilmente documentabile.

A parziale giustificazione di questa visione possiamo far riferimento agli studi dell'ultimo secolo sulla *computabilità*. Gli interessi in questi studi sono tesi a comprendere quali siano le potenzialità ed i limiti nell'esecuzione di un procedimento meccanico, umano o no, ovviamente tralasciando quegli aspetti dei procedimenti cerebrali umani, quali possono essere i modelli di inesauribile creatività, che si associano alla casualità e alla creatività. La creatività ci appare così ragione intrinseca per la sua stessa esistenza ed anche per la sua ricompensa, quell'effetto, come suol dirsi, di serendipity legati ad una brillante quanto irripetibile azione di genialità. In altre parole si tralasciano quelle azioni che producono risultati che non possono essere desunti, in linea di principio, da colpi di genialità. O se essi vi sono come atti propri dell'uomo li si ritengono esterni alla macchina, mentre per la macchina valgono quei principi di organizzazione progettata con i suoi scopi, obiettivi e significati. In quest'area di studio, nota come *teoria della computabilità*, il tentativo di definire formalmente un procedimento meccanico ripetitivo è sfociato in varie impostazioni (per citare alcune grandi vie si pensi, ad esempio, alla macchina della computazione di Turing, al lambda calcolo di Church, alle funzioni ricorsive di Godel, ecc.). Si è anche provato che le linee impostate finora, conducono a formulazioni di fatto equivalenti.

Questo significa che i problemi risolvibili dalle macchine attraverso una di queste impostazioni formali, che poi definiscono il funzionamento e le regole di comportamento della macchina, sono sempre gli stessi. Non importa da dove si parte, se oggi si formalizza il comportamento di una macchina. Attualmente da ogni tentativo di formulazione vi è un'equivalenza e quindi un ritorno alla macchina di Turing, in altre parole: *“niente di nuovo sotto il sole?”*.

Le ricerche in questa direzione sia attraverso la psicologia cognitiva, il cui scopo è quello di comprendere i meccanismi cerebrali, per gli ardui cammini dell'Intelligenza Artificiale, il cui scopo è quello di sviluppare artificialmente modelli e programmi che replichino

l'azione intelligente, sono ricerche che si muovono in modo sinergico fra le discipline, con interrelazioni di reciproco beneficio.

L'ipotesi fondamentale "di lavoro" alla quale noi faremo riferimento è il ritenere che, nel futuro e perdurando lo stato delle conoscenze attuali, i modelli artificiali intelligenti saranno agevolmente sviluppati, ma non cambierà la loro dipendenza dal fattore umano che le dirige. La possibilità di indipendenza dell'azione della macchina senza l'uomo non è contemplata. Il modello epistemologico presentato in questo lavoro non tiene conto di questa possibilità, fotografando la situazione esistente oggi. Tuttavia va ipotizzata l'idea che l'intero modello debba giocoforza essere rivedibile verso una realtà futuribile più complessa dell'attuale, con la presenza di sistemi intelligenti d'altra natura e da conseguiti nuovi tagli epistemologici. Per arrivare a questo, si dovranno fare i conti con alcuni limiti, non ancora molto chiari e definiti dell'uomo e della sua mente.

Altra analisi che viene rimandata, oltre quella connessa con l'artificiale biologico (procreazione artificiale e progetti di DNA per clonazione), è quella relativa alla costruzione di una psicoanalisi del binomio uomo-macchina che consiste in una analisi della psiche dell'uomo e dell'uomo non separato dall'azione riflessa che la macchina, a cui è legato, produce su di lui!

Ai fini di reinterpretare il pensiero boudoniano con l'innesto del binomio uomo-macchina nei panni dell'agente, occorre spiegare quali sono le azioni che vengono ampliate rispetto all'idea originale. Per questo occorre stabilire, circoscrivere, in cosa consiste, come agisce e cosa non può eseguire una macchina coinvolta in questa nuova visione. Una via è il caratterizzare il rapporto uomo-macchina, nell'immagine dell'uomo tecnologico, attraverso una serie di postulati. Alcuni di essi (*assioma anti-serendipity*, *anti-HAL*, *anti-war games*, *anti-1984*, *anti-Treviçe*), sono suggeriti dalla negazione di alcuni sogni dell'uomo, provenienti dalla Science Fiction, ed indicati nel capitolo precedente.

- 1) La “macchina” è uno strumento meccanico e/o elettronico eventualmente dotato di capacità elaborative, mediante hardware e software dedicato, in grado di esaltare le capacità dell’uomo-corpo in una misura extra-umana, ma non in grado di produzione creativa extra progettuale (*assioma anti-serendipity*).
- 2) La “macchina” non è in grado di prendere decisioni autonome e contrarie al volere dell’uomo-corpo che la manovra (*assioma anti-HAL*).
- 3) L’uomo-corpo che manovra la macchina è libero da induzioni psicologiche che lo rendono in una qualsiasi maniera dipendente dalla nuova situazione psico-antropologica indotta dall’uso della macchina stessa.
- 4) L’uomo-corpo che manovra la “Macchina” è in grado di discernere la realtà effettiva dalla realtà virtuale generata o auto-generata dal duo uomo-macchina (*assioma anti-war games*).
- 5) La “macchina” può essere completamente disattivata dall’uomo che la manovra che si suppone libero dal condizionamento prodotto dalla macchina o da eventuali supervisori della macchina (*assioma anti-1984*).
- 6) La macchina può essere alternativamente:
 - a) un piccolo robot per usi civili e/o industriali di vario genere (muletti, bracci automatici, gru, ecc.);
 - b) uno strumento capace di trasportare, o di aiutare nel trasporto di oggetti nei mezzi terra, acqua e aria (computer di bordo in automobili, sommergibili, aerei, ecc.);
 - c) uno strumento elettronico-informatico con capacità elaborative e gestionali, di legame con il web (computer, telefono, televisione, radio, ecc.);
 - d) uno “strumento con capacità esplorative dell’interno del corpo umano (risonanza magnetica, tac, ecografo, sonde, ecc.);

- e) uno “strumento” per esplorare l'infinitamente piccolo per lo sviluppo della biologia, della microbiologia, della microchirurgia e scienze simili (microscopio elettronico, ecc.);
 - f) uno strumento per esplorare l'infinitamente grande e favorire l'espansione verso l'esterno del mondo terrestre (sonde automatiche, navette spaziali, ecc.)
- 7) Il rapporto uomo macchina non presenta valori aggiunti di tipo interazione diretta tra la mente dell'uomo e capacità elaborative-gestionali della macchina (assioma anti-Trevize).
 - 8) La macchina ha capacità elaborative di muoversi nello spazio ma non nel tempo potendosi collegare al passato in modo totalmente virtuale.
 - 9) Non è possibile che una sola macchina riunisca in sé tutte le possibilità e capacità indicate sopra.
 - 10) Non è possibile che più macchine, anche lavoranti in maniera collaborativa, possano aumentare la loro capacità fino al punto di contraddire uno degli assiomi precedenti.

La grossolana classificazione tiene in conto di alcune grandi aree di variazione che l'idea “uomo-macchina” ha in sé!

Rimane ora da costruire un paradigma o un pacchetto di paradigmi che operino sugli agenti o attori che compiono le azioni sociali di cui ci stiamo occupando. E' quanto ci accingiamo a fare nel prossimo paragrafo.



1.5 VERSO LA NOZIONE DI PARADIGMA COOPERATIVO.

Seguendo una analisi schematica di Lakatos per un excursus sulle principali correnti epistemologiche, si parte dai giustificazionisti che desiderano teorie dimostrate o almeno probabili; si va poi ad un esame del principio di verificabilità, teorizzato da Schlick, e messo in discussione da K. Popper, nel quale si opera una ricerca continua di congetture da sottoporre al vaglio dell'esperienza, rifiutandole nel caso in cui le conseguenze logiche sono in contrasto con i fatti. Il requisito della falsificabilità empirica segna inoltre un confine di demarcazione tra ciò che può essere vero e ciò che non lo è, permettendo un'approssimazione della verità continua e sempre crescente: una teoria fondata su osservazioni rimane valida fin tanto che non è smentita anche da un solo caso contrario.

Lakatos propone invece un falsificazionismo metodologico sofisticato nel quale una teoria falsificata da un esperimento singolo, ma un'intera teoria T' che sia in grado di spiegare l'intera teoria T ed anche i singoli esperimenti che sfuggono a T.

La scienza, in definitiva, non è il mondo delle verità perfettamente dedotte oppure indimostrabili, ma quello delle ipotesi, anzi delle teorie falsificabili. Per progredire nella conoscenza della verità Popper elaborò una teoria della misura per scegliere, tra due congetture rivali, quella più verosimile; le teorie scientifiche che ne conseguono hanno, così, gradi di verosimilitudine crescenti.

Vi sono atteggiamenti da *conservatori* (ad esempio Kant) che non ritengono possibili le modifiche dei quadri concettuali ed atteggiamenti *rivoluzionari* che ritengono non solo modificabile il quadro concettuale ma addirittura auspicabile e portatore di nuove verità e sviluppi (posizione di Popper).

Negli sviluppi epistemologici degli ultimi decenni hanno assunto importanza i problemi legati alla dinamica delle teorie scientifiche, in luogo della loro struttura. T. Kuhn ha criticato il modello falsifica-

zionista e discontinuo popperiano, poiché una scienza è sempre un'alternanza fra momenti di continuità ad altri di discontinuità, una scienza è anche vissuta come l'analisi logica delle teorie scientifiche che la formano anche se questa analisi non è atta a spiegare i nessi tra le varie teorie che si succedono da una rivoluzione all'altra.

Un secondo campo di azione dell'epistemologia è quello legato all'individuazione di quale sia l'intento di una scienza e soprattutto a quale livello si spinga sia la sua conoscenza sia la sua portata. Oggi, più di ieri, è importante indagare sul come una scienza abbia indirizzato il suo intento conoscitivo verso la realtà, attraversando nei secoli varie concezioni. La modernità quindi concepisce la conoscenza scientifica come mediatrice della scienza della Natura, la quale Natura è la “via regia” per una revisione continua della prima. Appare evidente il significato intrinseco della locuzione “ricerca scientifica” come espressione dell'evoluzione e della continuità della conoscenza scientifica. Per esprimere ed ampliare questa concezione non possiamo non condividere quanto asserisce Hofstadter¹⁷:

“...la mia sensazione è che il processo mediante il quale decidiamo che cosa è valido o che cosa è vero sia un'arte; e che si basi altrettanto profondamente sul senso di bellezza e di semplicità quanto sui principi saldi come roccia della logica o del ragionamento o di qualunque altra cosa che possa essere formalizzata in modo oggettivo. Non sto dicendo né che la verità è una chimera né che l'intelligenza umana è in linea di principio non programmabile. Sto dicendo che la verità è talmente inafferrabile che non potrà mai essere raggiunta pienamente da un qualsiasi essere umano o insieme di esseri umani; e che l'Intelligenza Artificiale, quando raggiungerà il livello dell'Intelligenza umana, o se addirittura dovesse superarlo, sarà ancora afflitta dai problemi dell'arte, della bellezza e della semplicità e si imbatte continuamente in queste cose nella sua ricerca della conoscenza e della comprensione.

Continuando nel nostro esame di concezioni paradigmatiche della Scienza occorre fare un passo avanti verso le Scienze Sociali.

Il paradigma casuale dell'azione è stato il primo modello proposto da R. Boudon. Esso compenetra due momenti: il momento dell'attore e quello del suo contesto. Lo statuto delle scienze sociali è racchiuso tra questi due momenti, dal loro rapporto interattivo come problema centrale di quella scienza. Sciarra¹⁸ delinea come questi due momenti abbiano varia derivazione.

La funzione dell'attore /agente deriva a Boudon dalla sua riletture ed interpretazione di Pareto e Weber e su questo ci siamo intrattenuti abbondantemente nel precedente paragrafo.

La funzione del contesto deriva a Boudon dalla rilettura del pensiero di Durkheim (1895), il cui pensiero – afferma Sciarra – non è a prima vista conciliabile con l'universo di Pareto e Weber, anche se entrambi pongono alla base dei loro paradigmi l'azione sociale.

In Pareto e Weber il momento del contesto si basa sul postulato dell'azione sociale economica che, per sua struttura, è razionale e finalizzata; inoltre è spiegata secondo le ragioni soggettive degli attori individuali, che sono soggetti attivi che scelgono, valutano, decidono sempre in relazione interattiva ed anche reattiva con il contesto in cui si opera e che si forma in ragione degli interessi economici degli agenti. Si tratta di una lettura dinamica, esprime la tesi di un contesto non deterministico, ma al più influenzante l'azione sociale economica che appare logica e calcolata e tendente alla visione di un tutto, dipendente dalla dinamicità delle scelte e decisioni, quindi corredate da un valore aggiunto non riconducibile solamente alla interazione statica delle parti.

In Durkheim il momento del contesto, che è costituito da un contesto istituzionale e strutturato, si basa sul postulato dell'azione sociale casuale, che agisce sull'attore/agente con un rapporto di effetti, derivanti da cause sociali presenti nel contesto. L'attore inoltre è sostanzialmente soggetto passivo la cui azione è effetto di forze/cause sociali impersonali, che ne determinano il comportamento. Si tratta di una lettura olistica esprime la tesi dell'esistenza di un tutto indipendente dalle sue parti componenti e comunque irriducibile alla loro somma ma nel quale si vedono solo rapporti di causa-effetto deterministici.

Boudon con la sua teoria generalizzata dell'azione sociale include azioni logiche paretiane e non logiche, azioni finalizzate weberiane e non finalizzate e, ampliando notevolmente l'idea paretiana, utilizza un contesto in parte istituzionale e strutturato con le sue interazioni di cause ed effetti, come in Durkheim, ma parimenti predispone per un ampliamento, che lo porta ad accettare più contesti interagenti, che si muovono tra l'istituzionale, il razionale calcolistico e l'emotivo sociale e che nel loro complesso vanno a definire il contesto boudoniano, che esprime in maniera ben più corretta quella complessità tipica dell'attuale contesto sociale nel quale viviamo.

Tipico esempio di Boudon è quello connesso all'elettore francese di primo novecento che non sapendo per chi votare, delega con un atto emotivo di mera fiducia, il suo voto ad Anatole France. E' un atto privo di logica paretiana, in quanto il prestigio letterario di Anatole, non implica un prestigio politico superiore a quello dello stesso cittadino che lo ha delegato!

L'accettazione del paradigma di Boudon è, a nostro avviso, il primo passo verso la costruzione di un paradigma per il mondo informatico.

Procedendo nell'analisi metodologica e nella disamina dei vari contesti paradigmatici dei quali vogliamo tener conto, introduciamo il lettore alla logica dei cosiddetti multiagent systems di Minsky¹⁹ e Weiss²⁰, nati nell'ambito degli studi epistemologici per l'intelligenza artificiale.

Restringeremo le nostre considerazioni sulle macchine, solamente a quelle macchine che possano essere considerate macchine dell'informazione e al loro ruolo nel contesto dell'intelligenza artificiale.

Un nuovo tipo di macchina dell'informazione, può essere considerata la cosiddetta *macchina della cooperazione* o *agenzia*. Le agen-

zie sono particolari tipi di sistemi multiagenti (multiagent systems), sistemi che possono essere definiti come segue.²¹

I ***sistemi multiagenti*** sono sistemi che si sono sviluppati all'interno dell'Intelligenza Artificiale Distribuita (DAI, Distributed Artificial Intelligence) composti da una serie di entità chiamate *agenti umani* (o attori) e *agenti artificiali* (processi software, elaboratori, macchine o robot con capacità inferenziali) anche spazialmente distanti, ma che interagiscono a vari livelli e secondo varie modalità (abbiamo preferito aggiungere gli appellativi umano ed artificiale ad agente per meglio indicare la natura della definizione).

Un'agente artificiale è caratterizzato da varie proprietà quali:

- a) l'autonomia, intesa come capacità di controllare le sue azioni e il suo stato interno.
- b) la reattività, intesa come capacità di percepire, adattarsi e rispondere ai cambiamenti sia dell'ambiente interno sia nei rapporti con l'esterno
- c) l'abilità cooperativa, intesa come capacità pseudo-sociale di interagire con altri agenti
- d) la proattività, intesa come capacità di adattare comportamenti, modalità, dinamiche interne umane e artificiali dirette ad un fine progettuale.

Un ***agenzia*** è un *sistema multiagenti* progettato per cooperare e per essere considerato a tutti gli effetti come una singola entità nonostante la molteplicità e l'eterogeneità degli agenti umani ed artificiali lo compongono i quali condividono collaborazione al fine del perseguire un obiettivo progettuale comune. Problematiche tipiche dell'agenzia sono le seguenti:

- a) l'agenzia deve gestire una rete di comunicazione tra gli agenti che la compongono;

- b) occorre una flessibilità dell'architettura del sistema che consista nel poter, con facilità, aggiungere o rimuovere agenti del sistema.
- c) Capacità di operare in parallelo per agenti e/o per sottosistemi
- d) Una struttura organizzativa chiara ed efficiente che può essere di tipo gerarchico o eterarchico con tutti gli agenti considerati allo stesso livello di potere o mista! Le modalità di assegnazione e di controllo dei compiti, facile nel modello gerarchico e da negoziare negli altri sistemi ad un opportuno livello di parità di potere.
- e) Il modo di condividere e scambiare le conoscenze, che può essere quello di un grande magazzino di memoria comune con password di accesso per strati e categorie.

Il concetto di *agenzia*, come aggregato unitario di agenti umani e artificiali in cooperazione, è stato, di fatto, introdotto da Marvin Minsky nel suo pionieristico *The Society of Mind* del 1985, nel quale precisa pure, in embrione, affermando che ogni agente può e forse deve essere riguardato come governato da un suo specifico paradigma che lo descrive dal punto di vista fenomenologico.²²

Questa è un concretarsi dell'idea di *pacchetto di paradigmi* che abbiamo ventilato nel primo paragrafo.

Lo stato attuale della ricerca, la frontiera se si vuole, indica come possibile il raggiungere una progettazione automatica di agenzie in modo indipendente dai contenuti progettuali, dalla natura dei singoli agenti umani e artificiali, dai luoghi fisici e dagli obiettivi. Le strutture astratte possibili sono di tipo combinatorio e la struttura finale da dare, in modo da non sottovalutarne la complessità, dovrebbe dipendere esclusivamente da richieste di optional da dare a priori.

Un ultimo aspetto che non va sottaciuto è una miglior definizione dell'idea cooperazionale.

Ogni distribuzione di risorse e di lavoro tra i membri di una organizzazione sociale provoca la formazione di coalizioni nel tentativo di risolvere i conflitti dettati da ragioni di interessi particolari o collettivi non condivisi. Nasce così quello che fu chiamato, nel 1944, da Von Newman e Morgestern,²³ un “gioco cooperativo” tra gli individui deputati a decidere e che si realizza appunto nell'esprimere la propria decisione, mirando all'obiettivo comune di migliorare la condizione globale di un determinato gruppo. La soluzione di un gioco può essere interpretata da un punto di vista economico come la descrizione delle spese e pagamenti decisi e dal punto di vista socio-politico l'espressione della volontà della maggioranza di un'assemblea.

Risolvere ed analizzare un gioco è di importanza fondamentale per valutare i conflitti di interesse che si vadano a creare in campo economico, militare, sociale e quindi anche all'interno di una struttura consortile come un'agenzia. Definiamo, dal punto di vista della Matematica Discreta la struttura generale dei giochi semisemplici che generalizzano di poco quelli introdotti da Von Newman e Morgestern.

Sia $\mathbf{S}$ un insieme di elementi astratti da chiamare giocatori (players) che tuttavia potrebbero chiamarsi anche punti in una visione geometrica o agenti/attori sia umani che artificiali del modello di Boudon. Essi, inoltre, potrebbero essere anche delle coppie agente-Macchina all'occorrenza, presenti nel concetto di agenzia. Le parti o sottoinsiemi di $\mathbf{S}$ si dicono le coalizioni (possibili). Indichiamo con $\mathbf{P}(\mathbf{S})$ l'insieme delle parti X di $\mathbf{S}$.

Supponiamo di assegnare una funzione a valori reali:

$$v: \mathbf{P}(\mathbf{S}) \rightarrow \mathbf{R}$$

che ad ogni sottoinsieme X di $\mathbf{S}$ associa il numero reale $v(X)$, detto il valore della parte X . Se X è un singleton, costituito dal solo elemento

x scriveremo $v(x)$ e chiameremo $v(x)$ il valore del giocatore. Supporremo che per la funzione v valgano le seguenti due proprietà:

- 1) $v(\emptyset) = 0$, ($\emptyset$ denota l'insieme vuoto)
- 2) $v(X \cup Y) \geq v(X) + v(Y)$, $\forall X, Y \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$, t.c. $X \cap Y = \emptyset$ (superaddittività).

La coppia $(\mathbf{S}, v)$ si dice un *gioco cooperativo*.

Noi assumiamo l'ipotesi che un giocatore che partecipi ad una coalizione trasferisca alla coalizione il suo intero valore. Ne segue, per la 2), che due giocatori che partecipano ad una coalizione vi partecipano con un valore che è almeno pari alla somma dei valori di entrambi.

In un gioco cooperativo $(\mathbf{S}, v)$ risulta

$$v(\mathbf{S}) \geq v(1) + v(2) + \dots + v(n)$$

Diremo che un gioco è *essenziale* o *inessenziale* a seconda che nella precedente disuguaglianza non valga o valga il segno eguale.

Due giochi cooperativi $(\mathbf{S}, v)$ ed $(\mathbf{S}, v')$, di egual numero di giocatori n , si dicono *equivalenti* se esistono delle costanti $k > 0$, $c_1, c_2, \dots, c_n$ tali che $\forall X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ risulta:

$$v'(X) = k v(X) + \sum_{i \in X} c_i.$$

Se ciò accade si scrive $(\mathbf{S}, v) \approx (\mathbf{S}, v')$. La relazione è chiaramente una relazione di equivalenza che ripartisce l'insieme di tutti i giochi cooperativi in classi di equivalenza.

Si può osservare che se $(\mathbf{S}, v)$ ed $(\mathbf{S}, v')$ sono due giochi cooperativi equivalenti allora esistono delle costanti $k > 0$, $c_1, c_2, \dots, c_n$ e quindi $(\mathbf{S}, v')$ può essere ottenuto da $(\mathbf{S}, v)$ con il seguente procedimento: ciascun giocatore $i \in \mathbf{S}$, pensato come giocatore un giocatore del gioco $(\mathbf{S}, v)$ effettua un pagamento (positivo, negativo o nullo) c_i , pagamenti il valore totale $v(\mathbf{S})$ è proporzionalmente aumentato (se $k > 1$)

o diminuito (se $0 < k < 1$) in $v^*(\mathbf{S}) = k v(\mathbf{S})$ ed inoltre una generica coalizione $X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ ha un valore determinato dalla relazione $v^*(X) = k v(X) + \sum_{i \in X} c_i$.

E' facile provare che se $(\mathbf{S}, v)$ è un gioco cooperativo allora esiste sempre un gioco cooperativo $(\mathbf{S}, v^*)$ ad esso equivalente con la proprietà:

$$\begin{aligned} k v(\mathbf{S}) + c_1 + c_2 + \dots + c_n &= 1 \\ k v(i) + c_i &= 0 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

se e solo se $v(\mathbf{S}) > v(1) + v(2) + \dots + v(n)$, cioè se e solo se il gioco è essenziale. .

Si noti che le condizioni sopra scritte costituiscono un sistema lineare di $n+1$ equazioni nelle $n+1$ incognite $k > 0, c_1, c_2, \dots, c_n$, risolubile con una unica soluzione se e solo se il suo determinante

$$\Delta = (-1)^{n+1} (v(\mathbf{S}) - v(1) - v(2) - \dots - v(n)) \neq 0$$

cioè sempre se e solo se il gioco è essenziale.

Segue dunque che in ogni classe di equivalenza vi è uno speciale gioco $(\mathbf{S}, v_0)$ che diremo in *forma normale* per il quale risulta:

$$v_0(i) = 0, \forall i \in \mathbf{S}, \quad v_0(\mathbf{S}) = 1$$

dal quale ogni gioco equivalente $(\mathbf{S}, v^*)$ di parametri $k > 0, c_1, c_2, \dots, c_n$ si ottiene ponendo

$$v^*(i) = c_i, \forall i \in \mathbf{S}, \quad v^*(\mathbf{S}) = k,$$

mentre gli altri parametri sono determinati per ogni $X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ dalla relazione fondamentale:

$$v^*(X) = k v(X) + \sum_{i \in X} c_i.$$

Sia $(\mathbf{S}, v_0)$ un gioco essenziale cooperativo in forma normale. Dunque $v_0(i) = 0, \forall i \in \mathbf{S}, v_0(\mathbf{S}) = 1$.

Diremo che un gioco essenziale cooperativo in forma normale $(\mathbf{S}, v_o)$ è un **gioco semplice** se per ogni $X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ risulta $v_o(X) \in \{0, 1\}$.

Se per ogni $X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ poniamo $X^c := \mathbf{S} - X$, risulta (come segue banalmente dalla superaddittività):

- (a) $v_o(X) = 1$ con $v_o(X^c) = 0$
- (b) $v_o(X) = 0$ con $v_o(X^c) = 1$
- (c) $v_o(X) = 0$ con $v_o(X^c) = 0$.

Una coalizione X si dirà vincente se vale la (a), si dirà perdente se vale la (b). E' anche evidente che se X è vincente il complemento è perdente così che il numero delle coalizioni vincenti eguaglia il numero delle perdenti. Le coalizioni soddisfacenti la (c) si chiamano coalizioni bloccate o blocking sets. Denotiamo con $\mathbf{W}$ l'insieme delle *coalizioni vincenti* (da winning coalitions) del gioco semplice $(\mathbf{S}, v_o)$ e con $\mathbf{L}$ l'insieme delle coalizioni perdenti (losing coalitions).

Si può dimostrare il seguente

Teorema di Shapley . Sia $\mathbf{W}$ una famiglia di parti $\mathbf{P}(\mathbf{S})$ di un insieme finito $\mathbf{S}$. Supponiamo che gli elementi di $\mathbf{W}$ soddisfino ai seguenti assiomi di Shapley :

- (w1) $\mathbf{S} \in \mathbf{W}$ [l'insieme di tutti i giocatori è in $\mathbf{W}$]
- (w2) $\forall X, Y \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$, t.c. $X \in \mathbf{W}$, $X \subseteq Y \Rightarrow Y \in \mathbf{W}$ [ogni soprainsieme di un elemento di $\mathbf{W}$ è in $\mathbf{W}$]
- (w3) $\forall X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$, $X \in \mathbf{W} \Rightarrow \mathbf{S} - X \notin \mathbf{W}$ [il complemento di una coalizione di $\mathbf{W}$ non è in $\mathbf{W}$].

Allora essi sono le coalizioni vincenti di un gioco cooperativo semplice $(\mathbf{S}, v_o)$.

Dimostrazione.

Sia $(\mathbf{S}, v_o)$ un gioco semplice allora (w1) e (w2) sono banali mentre (w3) segue dalla superaddittività.

Inversamente data una coppia $(\mathbf{S}, \mathbf{W})$, dove gli elementi di $\mathbf{W}$ soddisfino gli assiomi (w1), (w2), (w3) ponendo: $v_o(X) = 1 \Leftrightarrow X \in \mathbf{W}$, si ottiene una funzione $v_o: \mathbf{P}(\mathbf{S}) \rightarrow \{0, 1\} \subseteq \mathbf{R}$ per la quale chiaramente $v_o(\emptyset) = 0$, cioè $\emptyset \notin \mathbf{W}$, per essere $\mathbf{S} \in \mathbf{W}$ (da (w1)) e per (w3).

La proprietà superadditiva

$v_o(X \cup Y) \geq v_o(X) + v_o(Y)$, $\forall X, Y \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$, t.c. $X \cap Y = \emptyset$ segue dal fatto che se X è vincente, ogni Y disgiunto da X è il complementare dell'insieme vincente $\mathbf{S} - X$ e quindi è non vincente, dunque: $v_o(X \cup Y) = v_o(X) = 1$, $v_o(Y) = 0$ e la relazione vale.

Se X non è vincente e Y lo è, vale il ragionamento precedente scambiando il ruolo di Y con X .

Infine se sia X che Y sono non vincenti accade che $v_o(X) = v_o(Y) = 0$ e quindi la proprietà superadditiva rimane provata sia che $v_o(X \cup Y)$ valga 0 che valga 1. (c.v.d.)

Sia ora $\mathbf{S}$ un insieme non vuoto e siano $\mathbf{W}$ e $\mathbf{G}$ due famiglie di parti di $\mathbf{S}$. Si dice che $\mathbf{W}$ è generato da $\mathbf{G}$ se accade che :

$$\mathbf{W} = \{ X \in \mathbf{P}(\mathbf{S}) : \exists B \in \mathbf{G} \text{ t.c. } B \subseteq X \}$$

In tale caso si dice che $\mathbf{W}$ è la *chiusura* di $\mathbf{G}$ e si scrive $\mathbf{W} = [\mathbf{G}]$.

Un insieme $\mathbf{G}$ di generatori si dice *minimale* se due qualsiasi elementi di $\mathbf{G}$ non sono confrontabili rispetto all'inclusione.

Proviamo:

Teorema di chiusura. Sia $\mathbf{S}$ un insieme finito e non vuoto. Sia $\mathbf{G}$ una famiglia di parti di $\mathbf{S}$ con la proprietà che due elementi di $\mathbf{G}$ sono ad intersezione non vuota. Allora la chiusura $\mathbf{W} = [\mathbf{G}]$ di $\mathbf{G}$, definisce su $\mathbf{S}$ una struttura di gioco semplice cooperativo $(\mathbf{S}, \mathbf{W})$ in cui $\mathbf{W} = [\mathbf{G}]$, è l'insieme delle coalizioni vincenti. Tale gioco si chiama il gioco *generato* da $\mathbf{G}$ e si scrive $[\mathbf{S}, \mathbf{G}] = (\mathbf{S}, [\mathbf{G}])$.

Dimostrazione. Sia $\mathbf{W} = [\mathbf{G}]$ la chiusura di $\mathbf{G}$. Segue che gli assiomi (w1) e (w2) sono evidenti per come è definita la chiusura. Per provare (w3), sia $A \in \mathbf{W}$, allora esiste $B \in \mathbf{G}$ tale che $B \subseteq A$ e quindi A^c non ha punti in comune con B che è contenuto in A . Ne segue quale che sia la coalizione X di $\mathbf{G}$, essa non può essere contenuta in A^c , altrimenti A^c conterrebbe $X \cap B \neq \emptyset$, un assurdo. Allora $A^c \notin \mathbf{W}$ cioè, vale (w3). (c.v.d.)

Per assegnare dunque un gioco cooperativo semplice è indifferente assegnare una coppia $(\mathbf{S}, \nu)$ costituita dallo spazio e dalla funzione dei valori delle coalizioni, ovvero una $(\mathbf{S}, \mathbf{W})$ costituita da uno spazio e l'insieme delle coalizioni vincenti, o ancora una coppia $(\mathbf{S}, \mathbf{G})$, *spazio -insieme dei generatori*, su cui operare la chiusura.

A parte i vari collegamenti con interi rami della Matematica discreta quali spazi vettoriali, spazi di blocchi, disegni e matroidi finiti in un insieme finito $\mathbf{S}$ di agenti, si può definire, con i criteri più disparati, sia il valore di un agente ma anche di una coalizione, cioè di una parte di $\mathbf{S}$. Vogliamo fornire un esempio quantitativo indicativo delle possibili valutazioni per le agenzie.

Esempio. Un esempio di agenzia è costituito dagli enti:

A.- Un dipartimento D di una Università U, che fornisce $\frac{1}{2}$ del capitale iniziale più 5 computer, più due unità di personale!

B.- Un'accademia culturale C che fornisce per due anni 6 unità di personale.

C.- Un ente di formazione privato F, che fornisce $\frac{1}{2}$ del capitale iniziale più 5 computer, più due unità di personale!

D.- Una azienda A, che fornisce locali più arredamento.

I nostri agenti pensati come coppie uomo-macchina sono dieci, quindi si ha:

$$\mathbf{S} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

L'agente 1 è un coordinatore generale di attività, informato su tutto, ma in profondità su niente.

Gli agenti 2, 3, 4, 5 sono di elevato valore informatico pur nelle loro competenze.

Gli agenti 6, 7 sono di medio valore informatico, sanno fare ma non sono indipendenti.

Gli agenti 8, 9 sono di scarso valore informatico e sono dei dattilografi.

L'agente 10 è un segretario archivista.

Una prima approssimazione è l'assegnare un gioco semplice e definire le coalizioni vincenti.

Ciascun giocatore di per sè è di scarsa utilità al progetto di creare un'attività di didattica a distanza. Quindi ciascun giocatore ha valore 0. L'intero gruppo ha speranza di successo quindi valore 1. Le coalizioni vincenti minimali sono, per nostra scelta e quindi per definizione le seguenti:

$$\{1, 2, 6, 10\}, \{1, 3, 7, 10\}, \{1, 4, 8, 10\}, \{1, 5, 9, 10\}.$$

Applicando i due Teoremi di Shapley e di chiusura si costruisce l'intero gioco.

Sono non vincenti: l'insieme vuoto, i 10 singleton, i 2-insiemi in numero di 45, i 3-insiemi in numero di 120, i 4-insiemi in numero di 210 meno i quattro 4-insiemi scelti come coalizioni vincenti. Dunque il valore di queste coalizioni è zero e tutti gli insiemi disgiunti dai quattro insiemi fissati.

Ora se vogliamo dare dei valori possiamo fissare 11 costanti con le quali assegnare valori aggiunti ma a nostra discrezione per valutare un gioco equivalente non semplice. Per questo poniamo:

$$c(1) = c(2) = c(3) = c(4) = c(5) = c(10) = 10, \quad c(6) = c(7) = 5, \quad c(8) = c(9) = 2, \quad k = 74.$$

Con questa posizione ciascuna coalizione acquista un valore determinato dalla relazioni:

$$v'(S) = k \quad v(S) = 74$$

se $X \in \mathbf{P}(\mathbf{S})$ si ha $\nu'(X) = 74\nu(X) + \sum_{i \in X} \nu(i)$.

Così ad esempio: $\nu(i) = \nu(i)$, $\nu'(\{1, 2, 6, 10\}) = 74 + 10 + 10 + 10 + 5 = 109$.

A parte i vari collegamenti con interi rami della Matematica discreta quali spazi vettoriali, spazi di blocchi, disegni e matroidi finiti in un insieme finito $\mathbf{S}$ di agenti, si può definire, con i criteri più disparati, sia il valore di un agente ma anche di una coalizione, cioè di una parte di $\mathbf{S}$. Chiamando vincenti quelle coalizioni che hanno valore superiore alla somma dei singoli elementi e supponendo che sia rispettata l'assiomatica w_1, w_2, w_3 nasce una teoria dei giochi cooperativi quantitativa del tutto idonea a fornire valutazioni per le agenzie.



1.6 CONCLUSIONI FINALI

Riassumendo, a nostro avviso, un modello epistemologico per la scienza dell'informazione e l'informatica dovrebbe legarsi a priori:

- a) con il modello boudoniano che mette assieme l'*attore/ agente umano* assieme a quello che abbiamo chiamato *contesto boudoniano* che esprime tutta la complessità dell'attuale contesto sociale nel quale oggi viviamo.
- b) L' attore/agente umano entra in coppia con un agente artificiale sia esso un software anche particolare, un hardware anche dedicato o altro che ne vivifichi e ampli le capacità operative, gestionali, elaborative creando delle figure uomo-macchina che vanno a costituire le singole unità da utilizzare nelle agenzie che si andranno a formare.
- c) L'azione cooperativa dell'agenzia andrà meglio evidenziata sviluppando delle interconnessioni con la Teoria dei giochi cooperativi e con le strutture che ne derivano e dovrà essere corredata di funzione dei valori che tenendo conto della quantità di conoscenza e delle abilità di elaborazione che l'agente uomo-macchina o una singola coalizione di coppie possiede.
- d) I paradigmi che si andranno a creare non è al momento facile indicarli nel dettaglio, essi nasceranno alla fine dell'intera opera dopo una lunga ed attenta analisi storica delle modalità antiche di calcolo, delle problematiche createsi nell'evolvere del tempo e della impennata dell'informatica che è stato il grande taglio epistemologico degli ultimi trent'anni!

Ad esempio se qualcuno dovesse scrivere una storia della medicina degli ultimi trent'anni probabilmente andrebbe a scrivere più una storia dell'informatica che della medicina.

Secondo noi l'uomo, consciamente o no, è portato a cancellare vari suoi desideri, che magari gli provocano paure ancestrali.

Centralizzando se stesso e le singole azioni crea processi di innovazioni tecnologiche devolute al suo benessere, al miglioramento e, a volte, all'esaltazione delle sue prestazioni. Così, oggi, la genetica è molto vicina a creare, ricreare, formare, progettare l'uomo o una sua clonazione, realizzando un'intelligenza: se artificiale o no, è difficile dirlo.



APPENDICE 1

Informatica e Atmosfera

Piero Bianucci

Presidente della Società Meteorologica Italiana
www.nimbus.it

La meteorologia è una tra le scienze applicate più complesse ed evolute. Ma spesso è ancora vista come disciplina ambigua, più vicina all'astrologia che alla fisica. Ne è sintomo lo stesso verbo "azzeccare" usato per le previsioni, oppure la fiducia riposta più nel canto dei merli o nei detti dei vecchietti di montagna che nella fluidodinamica. Eppure oggi la previsione meteorologica numerica, tecnicamente NWP (numerical weather prediction) ha fatto passi da gigante, raggiunge affidabilità del 98 per cento sul primo giorno e tra l'80 e il 70 per cento sui cinque giorni successivi. Un traguardo forse unico nelle possibilità umane di predire il futuro al servizio delle più diverse attività, tant'è che l'Organizzazione Meteorologica Mondiale assegna agli investimenti condotti in meteorologia un rendimento da 1 a 25.

Questo spettacolare successo si deve alla favorevole combinazione di tre elementi: l'istituzione – a partire dalla fine dell'800 – di una rete di osservazione su tutta la terra, una cooperazione internazionale di prim'ordine in campo fisico e matematico e la disponibilità di supercomputer in grado di accrescere la potenza di calcolo di un fattore 10 ogni cinque anni. Ma la strada per giungere a tutto ciò è stata lunga, e – come in tanti settori della scienza – deve i suoi frutti all'opera di scienziati e ricercatori dei quali non si parla mai.

Nel 1904 il meteorologo scandinavo Bjerknes per primo concepì la previsione come un problema di meccanica e fisica, descrivibile da 7 variabili (componenti tridimensionali del vento, temperatura, densità, pressione e umidità dell'aria) connesse da altrettante equazioni differenziali. La soluzione di queste equazioni non lineari dette "primitive" apparve tuttavia impossibile ai tempi di Bjerknes.

Nel 1922, l'inglese Lewis Fry Richardson semplificò le metodologie di calcolo e impiegò sei settimane per eseguire a mano le operazioni di una rudimentale previsione. Richardson teorizzò perfino un "teatro meteorologico" dove 64.000 matematici avrebbero potuto compiere i calcoli necessari in una sorta di catena di montaggio intellettuale, per ottenere una previsione meteorologica in tempo utile. In realtà le cose andarono diversamente: Richardson, anche se era sulla buona strada, sbagliò alcuni calcoli e i risultati fuorvianti che ottenne fecero cadere nell'oblio le sue intuizioni per quasi trent'anni.

Nel 1946, Jule Charney, brillante studente di matematica dell'Università della California, fu chiamato a Chicago dal meteorologo svedese Carl Gustav Rossby. A Prin-

ceton incontrarono il geniale matematico Von Neumann, uno dei padri del **computer**, che pensò subito che il primo problema da sottoporre al nascente calcolatore elettronico sarebbe stato di tipo meteorologico. La costruzione del **computer** di Princeton andava tuttavia per le lunghe, così, grazie a Francis Reichelderfer, direttore del servizio meteorologico americano, nel marzo 1950 Charney e Von Neumann ottennero di poter utilizzare il famoso **computer** ENIAC che l'esercito americano aveva da poco messo a punto ad Aberdeen, nel Maryland. Ci vollero 33 giorni di lavoro per far ingoiare alle valvole termoioniche dell'enorme **computer** oltre 100.000 schede perforate contenenti le istruzioni per i calcoli, e la prima rozza previsione del tempo a 24 ore, che un moderno PC eseguirebbe oggi in pochi minuti, impiegò ben 24 ore per essere calcolata. Ma la strada era aperta e venne sancita in uno storico articolo dal titolo: "Numerical Integration of the Barotropic Vorticity Equation" che Charney, Fjörtoft e Von Neumann pubblicarono – sempre nel 1950 – sulla rivista *Tellus*. Alla fine del 1953 venne sfornata dal **computer** svedese **BESK** anche la prima previsione numerica europea, che suddivideva l'atmosfera in una griglia di 300 km di lato e impiegava 6,5 ore per calcolare il tempo delle 24 ore successive, con risultati ancora modesti. Il 15 aprile 1955, negli USA, fu emessa la prima previsione meteorologica di uso operativo, ma gli errori erano ancora elevati e solo dal 1958 i meteorologi ottennero indicazioni utili per il loro lavoro di routine.

In Europa nel 1957 veniva utilizzato un calcolatore IBM704 con 8 KB di memoria, il cui tempo di calcolo costava 1 marco al secondo: per una previsione sperimentale a 48 ore erano necessari ben 1500 minuti, pari ad oltre 90.000 marchi! Si dovette attendere la metà degli anni 1960 affinché le previsioni diventassero più economiche. Al progresso dei **computer** si affiancò quello teorico, che consentì di impostare i primi modelli atmosferici a scala globale con griglia di circa 300 km di lato, ai quali fece seguito lo sviluppo dei modelli più dettagliati ad area limitata, detti LAM (limited area models), con griglia di circa 100 km (oggi siamo a 12 km).

Nel 1974 la scuola meteorologica dell'Università di Belgrado, con Fedor Mesinger, introdusse il modello ETA, nettamente migliorato sul piano della fisica atmosferica e degli effetti del rilievo montuoso. I tempi erano ormai maturi per raccogliere frutti più sostanziosi cosicché, nel 1975, fu fondato a Reading, presso Londra il Centro Europeo per le previsioni a Medio Termine (ECMWF) oggi sostenuto da 22 paesi: la prima previsione operativa uscì nel giugno 1979 da un **computer** CRAY 1 costato 9 milioni di dollari con potenza di calcolo pari a un Pentium III di oggi.

Attualmente, il modello spettrale T511, con risoluzione orizzontale di circa 40 km e 65 livelli verticali, usa potenze di calcolo di alcuni teraflop (miliardi di miliardi di operazioni matematiche al secondo) per risolvere in poche ore le equazioni della dinamica atmosferica su 21 milioni di punti compresi tra la superficie terrestre e una quota di 65 km. Altri modelli girano su super-**computer** di centri di ricerca soprattutto americani e si trovano liberamente sulla rete. Molta strada è stata dunque compiuta dalla prima previsione che Charney eseguì nell'aprile del 1950, e molta resta ancora da fare per migliorare continuamente una delle più entusiasmanti sfide scientifiche al servizio della vita

quotidiana. Tuttavia, senza le tecnologie informatiche questi traguardi non sarebbero mai stati raggiunti.

Nuovi calcoli hanno dimostrato che il “teatro meteorologico” che Richardson immaginò nel 1922, avrebbe in realtà impiegato non 64.000 bensì almeno 200.000 matematici per risolvere le equazioni allora concepite.

Con l'attuale complessità dei modelli globali, non sarebbe sufficiente nemmeno l'impiego degli attuali 6 miliardi di cervelli umani disponibili sulla Terra. Ma Richardson, che era di culto quacchero, non voleva certo trasformare gli uomini in macchine calcolatrici e nel suo progetto stabilì che fuori dal teatro si trovassero campi da gioco, montagne e laghi “perché è giusto che chi calcola il tempo debba poterlo respirare liberamente”.



APPENDICE 2

S. Tagliagambe: La didattica e la rete

Recensione da "Rinascita", 26 settembre 2000 di Pasquale Rotunno: "Scuola professionale, novella Cenerentola: occorre ripensare l'istruzione professionale per competere sul piano professionale"

Il volume di Silvano Tagliagambe offre molteplici suggestioni per ripensare la scuola italiana. L'autore, uno dei più autorevoli filosofi della scienza, sollecita il passaggio da una scuola per tutti a una scuola per ognuno, che si modelli sulle diversità e le rispetti.

Il modello è quello dell'intelligenza distribuita, contraddistinto non più dal riferimento privilegiato a un unico soggetto, o a più soggetti caratterizzati dal fatto di vedere le cose a partire dal medesimo punto di vista, bensì a più centri che operano concorrentemente, costituiti da sistemi concettuali aperti.

Il sistema dell'istruzione professionale, nota Tagliagambe, è guardato in Italia con sufficienza (data anche la scarsa propensione della nostra cultura a riconoscere un qualunque valore formativo e teorico alle tecnologie e alle attività che presuppongono abilità e competenze di tipo manuale e operativo). Eppure c'è anche un apprendimento organizzativo frutto dell'inserimento del singolo soggetto in una rete di scambi interattivi e di impegni reciproci tra individui, le cui decisioni sono interdipendenti.

Il saper fare e il saper dirigere non scaturiscono automaticamente dal sapere dichiarativo. La formazione professionale deve puntare a far acquisire soprattutto quelle abilità che non possono essere pienamente spiegate nei termini dei loro particolari.

Secondo l'autore, applicare il federalismo al sistema della pubblica istruzione e alla formazione significherebbe non soltanto seguire la via del decentramento di funzioni altrimenti gestite a livello centrale, ma implicherebbe il passaggio da una concezione delle funzionalità che riflette il punto di vista del ministero a una visione in cui emergano come prioritari i bisogni dei singoli sistemi territoriali, in una logica di integrazione con esigenze locali (scolastiche, ma anche comunali, provinciali, regionali).

[...] Occorre passare dalla cultura delle mansioni a una cultura delle funzioni.

La cellula elementare sulla quale è costruita l'attuale organizzazione scolastica è la classe all'interno della quale l'ora di lezione del singolo insegnante costituisce l'unità di base di riferimento: *"il risultato è stato una tendenza a pratiche eccessivamente individuali di lavoro e alla chiusura dell'insegnante nel rapporto esclusivo con la propria classe nell'ambito dell'ora di lezione."*

L'istituto deve avere la capacità di farsi interprete non solo delle proprie singole esigenze come nodo del sistema scolastico nazionale, ma anche dei bisogni distribuiti nel sistema sociale in quale opera. Questo progetto non può essere la sommatoria degli

obiettivi fissati dai singoli docenti senza un dialogo reciproco. Internet può costituire una fonte di documentazione e ricerca, integrando la tradizionale consultazione in biblioteca con la collaborazione in rete tra esperti ovunque localizzati da una parte e studenti e insegnanti; sostituendo gradualmente il ciclo classico autore, editore, insegnante-mediatore e studente lettore. Consulenti esterni potrebbero fornire non manuali o libri di testo veri e propri, ma semilavorati, tracce di lavoro da completarsi e perfezionarsi a cura dell'insegnante nel lavoro quotidiano con la classe. In tal modo il docente e gli studenti potrebbero [...] diventare di fatto coautori e partecipanti attivi alla costruzione di materiale didattico di nuova concezione [...].

A sorreggere il tutto ci deve essere uno scambio costante di esperienze, di informazioni e di conoscenze all'interno degli istituti e tra il sistema scolastico nel suo complesso e l'ambiente esterno nella varietà delle sue articolazioni, scambio sorretto e alimentato dalle tecnologie per la comunicazione e la cooperazione.

[...] Attualmente la tecnologia si sta orientando verso prodotti non vincolati a una sola destinazione d'uso, ma progettati in modo da favorire al massimo il passaggio da una modalità di funzionamento e di utilizzazione all'altra. Bisogna saper trasferire una problematica dall'universo che gli è proprio in un altro contesto e concentrare l'attenzione sui confini e sulle interfacce, più che sui nuclei centrali.

Può la scuola restare estranea a questi processi che attraversano in profondità il campo della ricerca e lo caratterizzano sempre di più? Si rischia di accentuare la distanza tra il sapere che viene praticato nei suoi luoghi di produzione e quello che viene insegnato nelle aule scolastiche. Questa distanza a sua volta comporta automaticamente una rinuncia: la rinuncia degli 800.000 docenti che operano nel mondo della scuola a svolgere la funzione cui possono legittimamente aspirare, [...] quella di intellettuali attivi e responsabili, in grado di valutare i mutamenti e le dinamiche che interessano il mondo della ricerca e di trarne le dovute conseguenze in termini di cambiamenti degli itinerari e dei percorsi della loro attività di insegnamento.

Fra i molti luoghi comuni che si sentono ripetere c'è anche quello della multimedialità. Tagliagambe sottolinea che l'applicazione della multimedialità [...] non può essere circoscritta e ridotta al fatto della coesistenza, all'interno di un unico messaggio di testi scritti, di suoni e di immagini.

La multimedialità è invece una sfida in quanto pone esplicitamente il problema della relazione reciproca e delle modalità di integrazione fra il visivo, il sonoro e il verbale, tra procedimenti della visione, dell'ascolto e della lettura [...].

[...] Nella scuola la multimedialità non può semplicemente essere usata, applicata, essa va invece metabolizzata, digerita sul piano teorico e didattico [...].

La scuola, inoltre, dovrebbe fare spazio anche alle emozioni, avverte Tagliagambe. Le emozioni sono marcatori somatici. Per tenere conto in modo adeguato e completo dell'intelligenza emotiva, è indispensabile fare riferimento non solo ai linguaggi della mente, ma anche a quelli del corpo, in tutta la loro estensione.

[...] La tendenza a concentrare l'attenzione, in modo esclusivo, sulla sola conoscenza di tipo dichiarativo e sull'intelligenza cognitiva ha finito col determinare quella che alcuni chiamano "alessitimia", cioè mancanza di parola (lexis) per l'emozione (tymos): una vera e propria forma di analfabetismo emozionale.

[...] La finalità generale cui tendere è quella di massimizzare la cooperazione, la comunicazione, le conoscenze, la comunità. Un portale per la scuola offrirebbe uno spazio per la formazione di una vera e propria intelligenza collettiva, di un saper pensare, di un saper fare e di un saper decidere in comune. Del resto, ricorda Tagliagambe, il lavoro organizzato contemporaneo, anche quello intellettuale, è sempre più assimilabile a una trama fatta di interdipendenze in condizione di simultaneità e di reciprocità, dalla quale emergono frequentemente connessioni inedite e imprevedibili.



APPENDICE 3

Filosofia della Scienza ed epistemologia del cyberspazio:

intervista al Prof. Silvano Tagliagambe

- Che cos'è per Lei la Filosofia della scienza ?

Intanto distinguiamo tra Epistemologia e Filosofia della Scienza, termini che spesso sono trattati come sinonimi ma non lo sono del tutto; per quanto riguarda l'epistemologia, se andiamo a vedere la derivazione etimologica - quella classica - è da episteme logos, ossia “discorso sulla conoscenza”, che tende quindi a distinguere la conoscenza, quella strutturata, quella in qualche modo verificabile, dall'opinione, la doxa. Però oggi si tende, sulla scorta di Von Foerster - un esperto di Intelligenza artificiale e di Cibernetica - a dare una derivazione etimologica diversa, meno plausibile sotto il profilo puramente linguistico però più significativa sotto il profilo concettuale, cioè epi-istenai, “stare sopra”, che rende bene l'idea di una articolazione in più livelli del discorso che riguarda la conoscenza, cosa che d'altronde troviamo anche nelle lingue moderne, come ad esempio nel termine inglese understand.

Sotto questo profilo l'Epistemologia è un discorso che da un livello differente da quello in cui si svolge la pratica della conoscenza e della ricerca, la pratica operativa, quella della scienza, indaga i linguaggi, le strutture, le forme: si chiede ad esempio che cos'è una legge scientifica, qual è il rapporto tra teoria ed esperimento all'interno del discorso scientifico, si pone domande che riguardano le specificità dell'impianto logico-concettuale della scienza.

Ecco, la filosofia della scienza è un discorso che, sia pure rispettando quest'articolazione, è più strettamente connesso alla pratica scientifica vera e propria: così abbiamo la Filosofia della matematica, la Filosofia della fisica, la Filosofia della biologia, cioè un discorso che si salda in modo più diretto con quello delle discipline scientifiche vere e proprie, cerca di indagarne le forme, le modalità di estrinsecazione.

- Quali sono secondo Lei le linee di sviluppo presenti e future più importanti nel panorama italiano ?

Il panorama italiano generalmente è nato sulla scorta della lezione, dell'impianto concettuale del Neoempirismo, del Circolo di Vienna. In Italia, come è noto, la Filosofia della scienza è stata introdotta da Ludovico Geymonat che era allievo di Moritz Schlick, e che chiaramente aveva questa particolare sensibilità nei confronti del Circolo di Vienna. Schlick era un fisico di formazione, allievo di Max Planck, quindi privilegiava la Filosofia della matematica, la Filosofia della fisica, e per molto tempo in Italia, anche in Italia, questa è stata la tendenza privilegiata della Filosofia della scienza.

Più recentemente hanno acquisito un'importanza particolare campi quali la Teoria dell'evoluzione, la Filosofia della biologia, le tematiche dell'evoluzione che vengono anche da altre discipline come l'Antropologia molecolare, l'Antropologia fisica: penso, ad esempio, al lavoro di Stephen Jay Gould, di Niles Eldredge sulla teoria degli equilibri punteggiati, tutte le scoperte che sono state fatte sulle tappe dell'evoluzione, la comparsa dell'uomo e via dicendo.

Oggi lo spettro d'interessi della Filosofia della scienza si va allargando e all'interno di questa estensione una importanza particolare hanno da diverso tempo i problemi legati alle teorie della mente; esse hanno avuto una derivazione dal filone classico della logica, con l'ipotesi di Church e Turing l'equiparazione dell'uomo che pensa alla macchina che calcola, e quindi in sostanza l'equiparazione della nozione di calcolo alla nozione di Turing-computabilità e di quest'ultima all'attività di pensiero, che significava sostanzialmente ritenere che pensare equivalesse a calcolare cioè ad operare con simboli. Suddetti simboli hanno una struttura particolare, sono cioè in generale passibili di una interpretazione intersoggettiva che non dà fraintendimenti, come quelli che sono ad esempio presenti nel calcolo matematico.

Oggi, anche in seguito al contributo delle neuroscienze, non solo viene discussa l'equiparazione del pensare al calcolare, ma anche la possibilità di individuare un qualcosa che corrisponda alla nozione di pensare isolando la mente dal corpo. Emerge una linea di pensiero che tende a ricostruire le connessioni tra mente e corpo, a dare sotto questo profilo una funzione determinante al cervello, e quindi a ripensare o riformulare il problema di cosa significhi pensare. Questi temi, la teoria della mente, il problema degli stati mentali, il problema di che cosa significhi pensare, in generale stanno acquisendo un'importanza determinante all'interno della Filosofia della Scienza.

- Mi sembra che anche la riflessione sulla Rete, sulla realtà virtuale, sulle nuove tecnologia informatiche, sia oggetto di molti studi da parte degli specialisti di Epistemologia e Filosofia della scienza. A proposito del suo libro "Epistemologia del cyberspazio" ¹, dedicato a queste tematiche, due spunti di riflessione appaiono particolarmente interessanti e attuali: la mutata concezione spazio/tempo e il rapporto tra ali e radici, in altre parole tra "nomadismo spirituale" ed etnicità esasperata. ²

Epistemologia del cyberspazio: a mio giudizio, parlando di estensioni e di diramazioni della Filosofia della scienza, è un aspetto particolarmente importante, non soltanto dal punto di vista filosofico ma dal punto di vista culturale sociale e formativo. Noi ad esempio vediamo che oggi c'è una crescente interazione tra spazio fisico e spazio virtuale; questo è testimoniato dai fatti. Quando parliamo ad esempio di globalizzazione, parliamo di fenomeni indotti dalla presenza di reti, le cosiddette autostrade informatiche, come Internet, che indeboliscono la nozione di prossimità fisica, quello che alcuni sociologi chiamano il principio di adiacenza o contiguità spaziale, e invece esaltano l'importanza dei collegamenti per funzione.

Oggi New York per certi aspetti è più vicina a Londra, nel senso che la City collabora molto più con Wall Street di quanto questa parte di Londra non sia collegata funzionalmente ad alcune periferie di Londra o di quanto Wall Street non sia collegata funzionalmente ad alcune periferie di New York. Lo spazio virtuale determina uno scollamento tra la città compatta, muraria, e le funzioni urbane che sono qualcosa almeno parzialmente indipendente dalla localizzazione, dal territorio, quando si tratta di funzioni astratte: la ricerca, il terziario avanzato, la formazione, i servizi finanziari e via dicendo, sono tutte funzioni in qualche modo astratte, nel senso che non sono legate in senso stretto al territorio di pertinenza e si collegano tra di loro attraverso le reti in uno spazio che non è quello fisico tradizionale ma è quello appunto che chiamiamo cyberspazio. Da questo punto di vista sono emerse, secondo me, alcune forme di interpretazione distorta che vanno corrette, cioè l'idea che questo determini sostanzialmente una contrapposizione netta tra spazio fisico e spazio immateriale, tra lo spazio fisico e lo spazio virtuale. In realtà noi vediamo che c'è non una contrapposizione ma una crescente interazione e cooperazione tra spazio fisico e spazio virtuale, che si estrinseca nella nozione che viene usualmente definita realtà aumentata o potenziata. In realtà lo spazio virtuale interviene per potenziare, aumentare le prerogative, le possibilità dello spazio fisico e interagisce fortemente con lo spazio fisico. Ad esempio sono oggi possibili una serie di operazioni che prima determinavano uno spostamento nello spazio, come andare materialmente in banca o a prenotare certi servizi sanitari: oggi è possibile farlo dal proprio computer, muovendosi soltanto nello spazio virtuale. Questo significa potenziare lo spazio fisico, nutrirlo di nuove opportunità, in quel senso si parla di realtà aumentata.

Del resto le scrivanie virtuali che abbiamo nel nostro computer potenziano la nostra scrivania reale, nel senso che la estendono e la dotano di nuove funzioni e anche di nuove opportunità: quindi non c'è contrapposizione ma c'è una integrazione. Questo significa che, ad esempio, oggi non ha senso progettare lo spazio urbano pensando soltanto allo spazio fisico, senza tener conto dello spazio immateriale. Una serie di servizi che riguardano il comune cittadino - rapporti con le Asl, con gli enti locali, con le banche - oggi si possono benissimo realizzare e perfezionare interamente in uno spazio virtuale: è evidente che nel progettare un quartiere di una città, uno spazio urbano, in generale si deve tener conto di questa interazione tra spazio fisico e spazio virtuale. Il cyberspazio ha quindi un'importanza determinante dal punto di vista ad esempio della rete urbanistica e dell'organizzazione dello spazio.

Lo stesso discorso possiamo farlo in ambito economico; oggi le imprese si collegano sempre di più tra di loro in reti, tendono a diventare "macro imprese", nozione che subentra a quella classica di "distretto industriale": questo è reso possibile dalla disponibilità delle reti e dalla disponibilità degli scambi di materiale nello spazio virtuale. Pensiamo anche a come è mutato il concetto di fabbrica: prima la fabbrica era un grosso conglomerato cinto da mura, in cui la gente lavorava, che tendeva ad essere, se si trattava di grande fabbrica, il più possibile autosufficiente; oggi questi insediamenti produttivi non

hanno più senso, tanto è vero che vengono smantellati, come a Torino, dove il Lingotto è diventato uno spazio espositivo. La telematica e le reti rendono possibile ridurre considerevolmente lo spazio delle fabbriche, non c'è più bisogno di magazzini, di grandi scorte; attraverso la telematica si possono seguire gli ordini, in modo da essere assolutamente sicuri della disponibilità di una data materia prima nel momento della necessità. La comunicazione in tempo reale rende superfluo fare tutto all'interno di un medesimo spazio fisico, si può fare all'interno di uno spazio fisico molto più dilatato. La grande fabbrica tende sempre più a cedere il posto a conglomerati dispersi in uno spazio vasto; non c'è più il concetto di fabbrica concentrata.

Tutti questi fenomeni sono determinati dall'interazione tra spazio fisico e spazio virtuale; è evidente che una riflessione filosofico-scientifica non può ignorare quest'aspetto che incide in maniera così forte sulla nostra organizzazione sociale ma anche su quella culturale.

Parlare di computer nelle scuole, parlare di reti, parlare di reti scolastiche significa che la formazione deve entrare sempre di più nel cyberspazio, al di là di tutte le banalizzazioni. In Sardegna c'è un progetto che si chiama MARTE 3, che collegherà in rete tra di loro tutti i 700 plessi medi e medi-superiori della Sardegna, per dare loro la possibilità di collaborare in rete, scambiarsi esperienze, dialogare. E' chiaro che stiamo parlando di un sistema scolastico, l'organizzazione in rete significa proprio questo, che si sta dislocando nello cyberspazio. Stiamo parlando della possibilità di accedere a Internet, di trarre da Internet materiali didattici che possono essere integrati e calati nell'attività didattica tradizionale. Questo avviene nel campo della formazione, non parliamo della ricerca... Non dimentichiamo che il World Wide Web che noi utilizziamo è nato al CERN, proprio quando Carlo Rubbia era direttore del Cern, per soddisfare l'esigenza di collaborazione, di cooperazione, di scambio di informazioni in tempi sempre più ridotti, sino a coincidere col tempo reale, da parte di unità di ricerca che stavano lavorando in unità di ricerca, spazi, paesi differenti.

Questa presenza dello spazio virtuale si fa sempre più concreta, e sempre più concreta è l'interazione tra lo spazio fisico e lo spazio virtuale. E' evidente che la moderna riflessione filosofica non può prescindere da questi aspetti che incidono tanto fortemente sulla nostra vita.

- L'altro spunto interessante riguarda il rapporto, descritto ad esempio nella sua Epistemologia del cyberspazio, tra radici e ali...

Certo: la lingua nasce per delimitare concettualmente: termine - terminus - significa etimologicamente "confine". Quando noi diamo un'etichetta, battezziamo con un nome, una parola, tendiamo a circoscriverne l'ambito di pertinenza e il significato: è come se stabilissimo tante linee di demarcazione che mi dicono qual è l'uso legittimo e qual è l'uso illegittimo della parola.

Chiaramente il rapporto dialettico tra il linguaggio e la realtà fa sì che, via via che la nostra conoscenza della realtà evolve e il concetto di realtà si sviluppa, gli antichi steccati posti dal linguaggio tendano a non avere più un grande significato. Noi siamo abituati

nel linguaggio a coppie oppozionali, che ci disegnano delle antitesi più o meno radicali; locale-globale è sempre stata un'antitesi piuttosto radicale dal nostro punto di vista, nel senso che corrisponde a due significati/ambiti di pertinenza nettamente delimitati. Oggi si tende sempre più a utilizzare un ostico neologismo, glo-calizzazione, perchè ci sono tutta una serie di processi e fenomeni che sono al contempo locali e globali, per i quali questa linea di demarcazione non sussiste più. Pensiamo ad esempio al fatto che un territorio, un'impresa tende a dislocarsi sullo spazio cibernetico e quindi sullo spazio globale. Un'impresa oggi deve avere come spazio di mercato e ambiente di riferimento il mondo intero: questo sta di fatto avvenendo - basta verificare la provenienza dei prodotti venduti nel supermercato sotto casa ...

Con la globalizzazione abbiamo a che fare tutti giorni, d'altra parte un territorio per competere nello spazio globale deve avere delle capacità, prerogative, specificità: la competitività è data dalla capacità di offrire prodotti in qualche modo connotati dalle caratteristiche specifiche del luogo di provenienza. Esempio: qual è il successo della moda italiana? Il fatto che su di essa si riversa una tradizione culturale porta alla confezione di prodotti che sanno accoppiare diverse componenti: l'eleganza, il gusto, un certo tipo di stile che proviene da lontano... Qual è il fascino della Ferrari? Il fatto che all'efficienza sul piano tecnologico viene unito un gusto estetico che è una delle caratteristiche del made in Italy. E' evidente che la globalizzazione non può significare estinzione di queste caratteristiche ma anzi ciascun territorio dovrà riuscire ad esaltare le proprie caratteristiche locali per poter riuscire meglio a competere sul mercato globale.

Questo sul piano economico. Sul piano sociale l'uomo - ed è questo un aspetto che veniva sottolineato nella Epistemologia del cyberspazio - al di là della validità dello spazio globale e dello spazio virtuale, ha bisogno di un suo ambiente naturale nel quale potersi orientare e muovere. Un apparente paradosso è che quanto più vasto diventa lo scenario in cui uno si può muovere fisicamente, ormai ci spostiamo da una parte all'altra del mondo con estrema facilità, quanto più ad esempio come impresa dobbiamo assumere come riferimento lo spazio globale, tanto più tendiamo a circoscriverci uno spazio di riferimento naturale nostro proprio, specifico, più familiare (il discorso è, ovviamente, valido solo per i paesi industrializzati). Questa tendenza è rafforzata dal fatto che la nostra casa, il nostro ambiente più intimo, tende a diventare il terminale di una serie di attività che prima si svolgevano fuori: a casa si parla di teleformazione, di telelavoro, e anche se questi fenomeni non si sono ancora realizzati compiutamente designano una tendenza per cui gli spazi piccoli (la nostra casa) diventano sempre più i luoghi dove si svolgono funzioni "vaste". Non è strano, quindi, che questa tendenza alla globalizzazione esalti in ciascuno di noi il bisogno di riconoscimento, di identità, di radici: ecco la compresenza di ali e radici.

Certamente bisogna avere la capacità di spaziare nell'ambiente vasto della globalizzazione. Questo è il nostro punto di riferimento, sia per la produzione che per la formazione: i nostri ragazzi devono competere con i ragazzi di tutto il mondo, devono avere le loro stesse capacità e possibilmente di più, altrimenti un domani - lo vediamo già da oggi

- sarà sempre più difficile trovare un lavoro e una < e radici tra equilibrio un trovare è mondo nostro del scommessa la compresenza; una segnare devono ali Radici radici. proprie delle riscoperta la anche c'è pensare: di modo linguaggi, stili, dei degli un'omogeneizzazione standardizzazione, rifiutare a tendiamo parte D'altra>

Noi possiamo, tramite il computer, collegarci in rete e formare fori di discussione con ragazzi, docenti, colleghi che operano in aree diverse del mondo; questo avviene potenzialmente anche per i paesi che non hanno lo stesso grado di sviluppo degli Stati Uniti e dell'Europa occidentale.

La mediazione e l'incontro-scontro tra società e culture diverse oggi avviene in pratica a tempo zero, in tempo reale, non ci sono più ammortizzatori; il tempo fisico che era necessario per spostarsi dall'Europa all'Africa e per entrare nella mentalità di paesi diversi, costituiva in qualche modo una barriera da superare che faceva da freno rispetto ad un processo di accostamento istantaneo di culture diverse; oggi queste barriere tendono a cadere. L'incontro, la mediazione, lo scontro tra culture avviene in tempi molto rapidi; questo spaventa, determina delle reazioni, ciascuno cerca di difendere le proprie caratteristiche. Il problema è non rifiutare il fenomeno della globalizzazione, anche se lo rifiutassimo procederrebbe lo stesso, nè ovviamente rinchiudersi nelle proprie radici come la linea di difesa, una linea Maginot da non oltrepassare: abbiamo visto i risultati di questo tipo di interpretazione delle radici.

- Vorrei che commentasse questa frase di Walter Runciman : "E' fatale che nel '700 si pensasse la società come una macchina, e nell'800 come un organismo, come è fatale che nel '900 si sia tentati di pensarla come una rete di comunicazione"... 4

Ogni società ha un proprio ambito, un modello di riferimento che tende a sovrapporsi alla realtà e a dettare i modi con cui questa realtà viene vista e letta. Certamente dall'idea dell'universo come ambiente di riferimento "macchina", tipica della civiltà industriale, si è passati a quello di "organismo", e oggi il concetto di organismo non ci sembra più appropriato, perché l'organismo sembra essere comunque guidato, ha una cabina di regia (non dimentichiamo il famoso apologo di Menenio Agrippa, che faceva riferimento alla società appunto come organismo), mentre invece oggi si scopre, o si tende a sottolineare, che il cervello opera senza avere una "cabina di regia".

La "cabina di regia" del cervello come luogo di deposito dell'intelligenza, sta perdendo di efficacia come concetto per rendere l'effettiva realtà del cervello. Il cervello si sta effettivamente configurando come una serie di nodi, di neuroni, collegati tra di loro da sinapsi, e si pensa che l'efficacia e la capacità del cervello sono legate al numero delle sinapsi attive: è la presenza di una rete capillare e fitta di scambi di informazione che dà al cervello la sua efficacia. Quindi il fenomeno della rete oggi tende a costituire la rappresentazione del modo di funzionare del nostro cervello. Non a caso il modello di intelligenza e di funzionamento della mente che oggi tende ad affermarsi è il connessionismo; l'idea di rete non è oggi una metafora, nel senso che le città sono organizzate a rete

e il nostro cervello sembra essere organizzato a rete. Naturalmente e' un paradigma che risente dei nostri attuali stati di conoscenza.

- Quale sarà il prossimo paradigma secondo Lei ? E' possibile azzardare un'ipotesi ?

Che cosa ci riserverà il futuro ? Credo che la tendenza che va verso il passaggio dal concentrato al distribuito, dal localizzato all'esteso, sia irreversibile. Qualunque siano i modelli di riferimento che il futuro ci proporrà saranno sempre più modelli non arroccati intorno a funzioni e spazi concentrati, ma saranno modelli che in qualche modo proporranno una distribuzione delle funzioni, di qualunque tipo di funzione si parli, e l'esigenza della loro connessione

Perché dico questo ? Perché riflettere intorno al problema dei mutamenti degli stili di pensiero nella filosofia della scienza ? Ho citato all'inizio il Neoempirismo; per il Neoempirismo il problema della comunicazione della conoscenza era tutto sommato secondario perché si partiva dal presupposto che esistessero linguaggi tali da essere sostanzialmente passibili di una lettura intersoggettiva senza fraintendimenti. I linguaggi del calcolo e il linguaggio dell'esperimento, che erano la base dei linguaggi scientifici di quel periodo, avevano questa caratteristica: i loro segni vengono letti da tutti allo stesso modo. Questo avviene senza che ci sia bisogno di comunicarsi reciprocamente le interpretazioni. Da questo punto di vista la comunicazione, lo scambio di informazione, non aveva un significato così determinante.

Ora invece stiamo comprendendo che l'intelligenza è soprattutto scambio di informazioni, comunicazione. Una comunicazione che abbia la capacità di lasciare delle tracce, però - in Italia questa idea non ha ancora preso campo. In effetti la comunicazione che non lascia tracce in forma di informazione archiviabile, come quella telefonica, varrà sempre di meno, mentre tenderà a valere sempre di più l'informazione che lascia tracce, archiviabile, riutilizzabile... Io credo che l'importanza crescente della comunicazione, dello scambio dialogico, dell'intelligenza distribuita, delle modalità di organizzazione distribuite, sia comunque una tendenza irreversibile.



NOTE

¹ *Filosofia della Scienza ed epistemologia del cyberspazio*, intervista al Prof. Silvano Tagliagambe, http://lgxserver.uniba.it/lei/universita'/intervista_prof-tagga.htm

² Prodromi di questa metodologia appaiono nello Zadig di Voltaire e nella favola di origine persiana presentata, con una traduzione di tale Cristoforo Armeno, in una raccolta di Sercambi, e tradotta e celebrata in molti paesi europei. Nella favola "I tre principi di Serendip", dove serendip è il nome arabo di Ceylon, si narra di tre principi, giovani e molto brillanti, che posseggono il dono di trovare cose di valore non cercate. Il termine serendipità (dall'inglese serendipity, coniato da Sir Horace Walpole) indica l'attitudine a fare scoperte fortunate ed impreviste, ed è assurdo ad indicare il *paradigma delle scoperte impreviste, fatte grazie al caso e all'intelligenza!*

³ J. Verne, *Parigi nel XX Secolo*, Tascabili Ec. Newton, 1995 (seconda opera di Verne, respinta nel 1863 dall'editore Hetzel, pubblicata dalla Hachette solo nel 1994).

⁴ Nella finzione presente nelle opere di Isaac Asimov sui Robot si hanno macchine dotate di "cervello positronico" e apparenza esterna totalmente simile all'uomo ma che in relazione al loro comportamento devono obbedire alle seguenti tre leggi della Robotica: 1) un robot non può arrecare danno ad un essere umano né permettere che con la sua inazione un essere umano riceva danno; 2) un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non siano in contrasto con la prima legge; 3) un robot deve proteggere la propria esistenza purché questa difesa non sia in contrasto con la prima e seconda legge. Cfr. I. Asimov, *Io robot*, Bompiani, Milano, 1963. Pensate ad un antenato di questa idea: il simpatico robot del vecchio film: *Il Pianeta proibito*

⁵ Si veda: P. Davies, *I viaggi nel tempo*, in: *I volti nel tempo*, Bompiani 2001 (a cura di G. Giorello, E. Sindoni, C. sinigaglia).

⁶ D.EUGENI, *Gli utopisti e i modelli urbanistici nella pianificazione territoriale*. D.EUGENI, *New age: ipotesi per un nuovo modello entropico di analisi territoriale*. in *Atti Convegno Nazionale Mathesis su "L'impatto della modellistica e della critica dei fondamenti nella divulgazione e nella didattica*, Rovigo, 1994. In corso di ristampa su "Scienze, matematica e società" voce:in www.apav.it.

⁷ Sia questo passaggio sia molti altri che appaiono nei successivi film tendono ad identificare il male con la diversità, evidenziando quella ancestrale paura che l'uomo ha nel confrontarsi con il cambiamento, riassunto a volte nell'osservazione "di male in peggio".

⁸ E' interessante notare che le lettere che seguono quelle del nome HAL sono IBM!

⁹ Si vedano: E. Sciarra, *Paradigmi e metodi di ricerca sulla socializzazione autorganizzante*, Media Ed., Mosciano S.A. (TE), 1999; R. Boudon, *La logica del sociale*, Mondadori, Milano, 1979.

¹⁰ E. Sciarra, op.cit.

¹¹ E. Black, *L'IBM e l'Olocausto*, Rizzoli, 2001

¹² F. Annigoni, V. Schiaffonati, M. Somalvico, *Aspetti antropologici dell'intelligenza artificiale*, Atti del Congresso Nazionale Mathesis, Mantova 2001, 59-70.

¹³ M. Somalvico, op. cit. e Tagliagambe, nota 1.

¹⁴ M. Somalvico, op. cit.

¹⁵ E' interessante il recente romanzo di William Gibson, *Neuromancer*, pubblicato in Italia con il titolo *Neuromante*, Oscar Mondadori, n. 191, 2003. Nel romanzo il protagonista Case vive in un mondo attraversato da autostrade informatiche e da hackers da grandi poteri. Messosi in torto con la mafia dell'elettronica è privato delle capacità di connettersi al cyberspazio, e viene isolato nella "prigione di carne del suo corpo materiale". Per riottenere lo stato di *uomo-macchina* dovrà condurre a termine una oscura missione oltre i limiti del conosciuto!

¹⁶ Si tratta della classificazione dei "gruppi finiti sporadici" che a partire dagli anni '30 ha collezionato una vasta serie di lavori valutabili nel complesso in un corpo di circa 15.000 pagine.

¹⁷ D.R.Hofstadter, *Godel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, Adelphi, Milano, 1984.

¹⁸ E. Sciarra, op.cit.

¹⁹ M. Misky, *The Society of Mind*, Simon & Schuster, NY, 1985

²⁰ G. Weiss, *Multiagent Systems: A modern approach to Distributed Artificial Intelligence*, MIT Press, 1999

²¹ Il lettore consulti i seguenti lavori: F. Amigoni, V. Schiaffonati, M.Somalvico, op.cit.; M. Somalvico, Emula e non simula, in Jacobelli J. (a cura di), *Aspettando Robot. Il futuro prossimo dell'intelligenza artificiale*, Laterza Bari, 1987; F. Amigoni, M. Somalvico, D. Zanisi, *A theoretical framework for the conception of agency*, Int. J. of Intelligent Systems 14, (1999), pp. 449-474.

²² Si vedano: F. Amiconi, V. Schiaffonati, M. Somalvico, op.cit.; M.Wooldridge- N.Jenkins, *Intelligent agents: theory and pratiche*, Knowledge Engineering Review 10 8(1995), pp. 115-152.

²³ Per questo paragrafo vedasi: J. Von Newman, O. Morgestern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, 1944; L.S. Shapley, *Simple games - An outline of the theory*, Rand Corporation P-series report, 1962 nella forma rivisitata in: L. Berardi, F. Eugeni, *Blocking sets and Game Theory*, Mitteilungen; A. Maturo, *Cooperative Games, Finite Geometries and Hyperstructures*, Ratio Math., 14 (2003), pp. 57-70.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- [1] Aristotele, *Organon*, EINAUDI, TORINO 1955
- [2] Euclide, *Gli Elementi*, UTET, TORINO 1970
- [3] F. Enriquez, *Le Matematiche nella storia e nella cultura*, ZANICHELLI, BOLOGNA, 1938.
- [4] B. de Finetti, *Matematica logico intuitiva*, CREMONESE, ROMA, 1959
- [5] L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus e Quaderni 1914-1916*, EINAUDI, TORINO 1968
- [6] R. Carnap, *La costruzione logica del mondo*, FABBRI, MILANO 1966
- [7] K. R. Popper, *Logica della scoperta scientifica*, , EINAUDI, TORINO 1970
- [8] G. Saccheri, *Euclide emendato da ogni neo*, MILANO 1904.
- [9] I. Kant, *Critica della ragion pura*, LATERZA, BARI 1966
- [10] H. Poincaré, *La scienza e l'ipotesi*, LA NUOVA ITALIA, FIRENZE 1950
- [11] D. Hilbert, *Fondamenti della geometria*, FELTRINELLI, MILANO 1970
- [12] G. W. Leibniz, *Nuovi saggi sull'intelletto umano*, EDITORI RIUNITI, ROMA 1982
- [13] G. W. Leibniz, *Scritti di logica*, ZANICHELLI, BOLOGNA
- [14] C. Hempel, *La formazione dei concetti e delle teorie nella scienza empirica*, FELTRINELLI, MILANO 1961
- [15] K. Popper, *Congetture e confutazioni*, IL MULINO, BOLOGNA 1972
- [16] K. Popper, *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica, I*, IL SAGGIATORE, MILANO 1984

-
- [17] K. Popper, *Logica della scoperta scientifica*, EINAUDI, TORINO 1970
- [18] B. Russell, *Introduzione alla filosofia matematica*, NEWTON COMPTON, ROMA 1970
- [19] G. Frege, *Logica e aritmetica*, BORINGHIERI, TORINO 1965
- [20] F. Ramsey, *I fondamenti della matematica*, FELTRINELLI, MILANO
- [21] R. Carnap, *Sintassi logica del linguaggio*, SILVA, MILANO 1961
- [22] Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, UTET, TORINO 1965
- [23] F. Cassano, *Sapere di confine. La frontiera come luogo epistemologicamente più alto*, PLURIVERSO, 1997

VOLUMI CONSULTATI E CONSIGLIATI

- [1] V. M. Abrusci, *Logica matematica*, LATERZA, BARI, 1992.
- [2] D. Antiseri, *Trattato di Metodologia della scienze sociali*,
- [3] D. Antiseri, *Epistemologia e didattica delle scienze*, ARMANDO, ROMA, 1977.
- [4] D. Antiseri, *La teoria unificata del Metodo*, UTET, Torino, 2001.
- [5] D. Antiseri, *Teorie della razionalità e scienze sociali*, LUISS, ROMA, 2001.
- [6] D. Antiseri, *Principi liberali*, RUBETTINO, 2003
- [7] M.Baldini, *Karl Popper e Sherlock Holmes*, ARMANDO,ROMA, 1998.
- [8] E.Black, *L'IBM e l'olocausto*, RIZZOLI, MILANO 2001.
- [9] R. Boudon, *La logica del sociale*, MONDADORI, MILANO, 1979.
- [10] A. Burgess, 1984 & 1985, EDITORIALE NUOVA, MILANO,1979.
- [11] E. Carruccio, *Matematica e Logica nella storia e nel pensiero contemporaneo*, GHERONI TORINO, 1958.
- [12] M.Cerasoli-F.Eugeni-M.Protasi, *Introduzione alla Matematica Discreta*, ZANICHELLI, BOLOGNA, 1986 (con una introduzione di Giancarlo Rota).
- [13] M. L. Dalla Chiara, *La filosofia della matematica*, LATERZA, BARI, 1967.
- [14] M.L. Dalla Chiara, *Introduzione alla filosofia della scienza*, LATERZA, BARI, 1997.
- [15] M. L. Dalla Chiara, *La logica quantistica* , LATERZA ,1999.
- [16] F.Eugeni e S.Furneri (a cura di), *“Le Identità ed I Sapere?”*, EDILGRAFITAL, TERAMO,1999.
- [17] F.Eugeni (a cura di), *Critica dei fondamenti*, EDILGRAFITAL, TERAMO, 2002.
- [18] U. Eco-T.A.Sebeok (acura di), *Il segno dei tre*, BOMPIANI, MILANO1983.
- [19] P. Feyerabend, *Contro il metodo*, FELTRINELLI, MILANO 1979.

-
- [20] D. Gillies, G. Giorello, *La filosofia della scienza nel XX secolo*, LATERZA, BARI, 2001.
 - [21] G. Giorello (a cura di), *L'immagine della scienza. Il dibattito sul significato dell'impresa scientifica nella cultura italiana*, IL SAGGIATORE, MILANO, 1977.
 - [21] G. Giorello, *Ma in oriente si va per Occidente*, in Taborelli (a cura di), 1992, pp. 178-187.
 - [22] G. Giorello, *Lo specchio del reame. Riflessioni su potere e comunicazione*, LONGO, 1997.
 - [23] G. Giorello, *Il caso e la libertà*, LATERZA ED. ROMA-BARI 1994.
 - [24] G. Giorello, *Immagini e metafore della scienza*, LATERZA, ROMA-BARI 1992
 - [25] G. Giorello, E.Sindoni-C.Sinigallia (a cura di), *I volti del tempo*, BOMPIANI, MILANO, 2001.
 - [26] D.R. Hofstader, *Godel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, ADELPHI, MILANO, 1984.
 - [27] J. Jacobelli. (a cura di) *Aspettando Robot. Il futuro prossimo dell'intelligenza artificiale*. LATERZA BARI, 1987.
 - [28] C. Mangione, E. Bellone- *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, GARZANTI, MILANO 1996.
 - [29] M.Minsky, *The Society of Mind*, Simon & Schuster, NY, USA, 1985.
 - [30] V. Pareto, *Trattato di sociologia generale*, COMUNITÀ, MILANO, 1964.
 - [31] E. Sciarra, *Paradigmi e metodi di ricerca sulla socializzazione autorganizzante*, MEDIA ED. MOSCIANO S.A. (TE), 1999.
 - [32] S. Tagliagambe, *Alla ricerca di confini*, ITER ,ANNO II ,N°5 ,TRECCANI, 1999.
 - [33] S. Tagliagambe, *Epistemologia del confine*, IL SAGGIATORE, MILANO, 1997.
 - [34] S. Tagliagambe, *Il sogno di Dostoevskij. Come la mente emerge dal cervello*, CORTINA, MILANO, 2002.
 - [35] S. Tagliagambe, *Epistemologia del cyberspazio*, DEMOS, CAGLIARI, 1997.
 - [36] S. Tagliagambe, *La didattica e la rete*, PITAGORA, 2001.
 - [37] M. Weber, *Il metodo delle scienze storico-sociali*, EINAUDI, TORINO, 1958.
 - [38] G.Weiss, *Multiagent systems: A Modern approach to distributed Artificial Intelligence*, MIT Press, 1999.

ARTICOLI CONSULTATI

- [1] F.Amigoni - V.Schiaffonati - M.Somalvico, *Aspetti antropologici dell'intelligenza artificiale*, ATTI CONGR. NAZ. MATHESIS, MANTOVA, 2001, pp.59-70.
- [2] F.Amigoni - M.Somalvico- D.Zanisi, *A theoretical framework for the conception of agency*, INT. J. OF INTELLIGENT SYSTEMS 14, 1999 pp 449-474.
- [3] E. Cortellini, *Metodi matematici per l'analisi di sicurezza nei cantieri di ingegneria civile* in "Le Identità ed I Saperi", coll. di Logica e Matematica tra Presente e Futuro, EDIGRAFITAL ED., TERAMO, 1999.
- [4] E. Cortellini - F.Eugeni - G. Eugeni - R. Mascella, *Introduzione All'epistemologia*, VOCE "EPISTEMOLOGIA" NEL SITO "SCIENZE, MATEMATICA E SOCIETÀ" In: <http://www.apav.it/>.
- [5] F. Eugeni, *La matematica discreta attraverso i problemi*, ATTI CONG. NAZ. MATHESIS, ROMA, 1996, pp.84-102.
- [6] F. Eugeni, V. Di Marcello, *L'Evoluzione del pensiero logico: le teorie assiomatiche e la complessità del mondo attuale in alcuni aspetti della comunicazione*, in "Le Identità ed I Saperi", EDIGRAFITAL ED., TERAMO, 1999
- [7] F.Eugeni-F.Mercanti, *Una presentazione delle geometrie non archimedee*, ATTI CONG. NAZ. MATHESIS, VOL.I, TERAMO, 1999, pp.45- 54.
- [8] F. Di Gennaro - F. Eugeni – A. Maturo, *Sulla probabilità di "indovinare" la chiave e alterare i messaggi in sistemi di autenticazione basati su piani proiettivi finiti*, ATTI CONG. NAZ. MATHESIS, VOL.II, TERAMO, 1999, pp.101-111.
- [9] F.Eugeni-R.Mascella, *Il ruolo culturale dell'Informatica nei corsi di laurea di tipo umanistico*, ATTI CONG. NAZ. MATHESIS, BERGAMO, 2002, pp.13-23.
- [10] G. Eugeni, *L'acqua e' una risorsa preziosa: breve panoramica dalle valvole di bronzo al telecontrollo nelle reti di distribuzione idrica*, in "Le Identità ed I Saperi", coll. di Logica e Matematica tra Presente e Futuro, EDIGRAFITAL ED., TERAMO, 1999

-
- [11] F. Eugeni, R. Mascella, *Su alcuni modelli geometrici non archimedei*, in F. Eugeni, *Critica dei Fondamenti* (a cura di), EDIGRAFITAL, TERAMO, 2002.
 - [12] F. Eugeni, R. Mascella, *Un piano non archimedeo derivato da un piano di traslazione*, in F. Eugeni, *Critica dei Fondamenti* (a cura di), EDIGRAFITAL, TERAMO, 2002.
 - [13] G.Weiss, *Multiagent systems: A Modern approach to distributed Artificial Intelligence*, MIT Press, 1999.
 - [14] G.C. Rota, *Matematica e filosofia: storia di un malinteso*, Boll. U.M.I. (7), 4A (1990), 295-307.
 - [15] G.C. Rota, *Cinque dilemmi sull'era delle comunicazioni*, Boll. U.M.I. (8), IA (1998), 295-307.
 - [16] M. Somalvico, *Emula e non simula*, in Jacobelli]. (a cura di) *Aspettando Robot. Il futuro prossimo dell'intelligenza artificiale*. LATERZA BARI, 1987.
 - [17] F. Speranza, *The influence of some mathematical revolutions over philosophical and didactical paradigms*, in *Proc. Of the 2nd Italo-German Symposium on Did. of Math.*, OSNABRUCK, APRILE 1992 (a cura di L.Bazzini e H.G.Steiner).
 - [18] F. Speranza, (a cura di), *Epistemologia della Matematica*, SEMINARI, 1989-1991.
 - [19] F. Speranza, *Dalla Filosofia della scienza alla filosofia della Matematica: I programmi di ricerca scientifica in Italia in Matematica*, in Quaderno 14 (1994), Progetto strategico del C.N.R., Epistemologia della Matematica – Seminari 1992-1993 a cura di Mario Ferrari e Francesco Speranza.
 - [20] F. Speranza, *Alcuni nodi concettuali a proposito dello spazio*, EDUCAZ.MATEM. (IV), I, (1994), pp 95-116.
 - [21] F. Speranza, *Il valore conoscitivo della geometria*, PER. DI MAT. N. 3/4 (1994), pp 5-18.
 - [22] F. Speranza, *I fondamenti epistemologici della matematica*, in: *I fondamenti della Matematica per la sua didattica e nei loro legami con la società contemporanea*, ATTI DEL CONGRESSO NAZIONALE DELLA MATHESIS, VERONA 28/39 NOVEMBRE, 1996, pp. 35-46.
 - [23] F. Speranza, *Riflessioni su spazio e tempo*, in: *I fondamenti della Matematica per la sua didattica e nei loro legami con la società contemporanea*, ATTI DEL CONGRESSO NAZIONALE DELLA MATHESIS, VERONA 28/39 NOVEMBRE, 1996, pp. 419-427.

-
- [24] F. Speranza, *La matematica nel suo aspetto filosofico e culturale*, in: *Cento anni di Matematica*, ATTI DEL CONGRESSO NAZIONALE MATHESIS DEL CENTENARIO, 1996, pp. 78-83
- [25] S. Tagliagambe, intervista su *Filosofia della Scienza ed epistemologia del cyberspazio*, dalla pagina web http://lgxserver.uniba.it/lei/universita'/intervista_prof-taga.htm

Finito di stampare
nel mese di Maggio 2004