



HAL
open science

Teoria è pratica

Francesco Dell'Isola

► **To cite this version:**

| Francesco Dell'Isola. Teoria è pratica. 2014. hal-01058218

HAL Id: hal-01058218

<https://hal.science/hal-01058218>

Preprint submitted on 26 Aug 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Francesco dell'Isola

Teoria

è

pratica

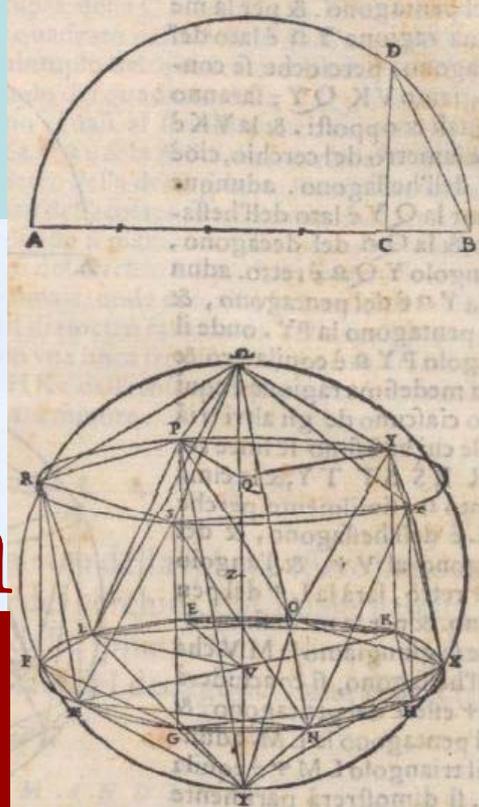
Con un apologo sul metodo scientifico raccontato al principiante

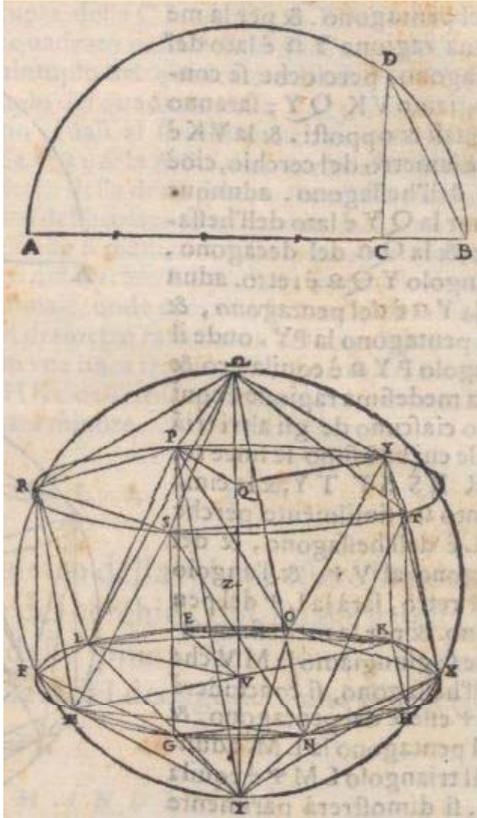
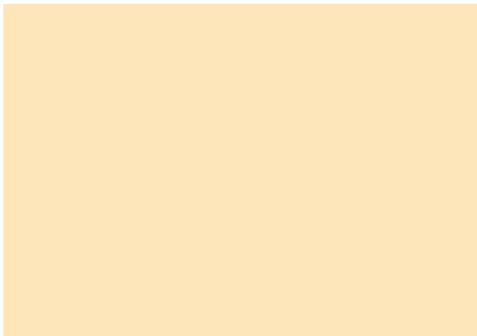
$$\frac{1}{\sqrt{a}}(M\sqrt{a})^a - T + C = 0$$

$$\frac{1}{\sqrt{a}}(N\sqrt{a})^a + F = 0$$

*Intentio vero nostra est
manifestare*

*ea quae sunt sicut sunt
Federico II di Svevia*





Le parti della matematica che sono espone nei primi capitoli sono quelle che sono (o dovrebbero essere) oggetto di studio nei Licei: Calcolo delle Proposizioni, Teoria degli Insiemi, Costruzione dell'Insieme dei Numeri Reali. Le applicazioni Pratiche di queste Teorie matematiche sono state cercate in ambiti inaspettati, allo scopo di attirare, anche, l'interesse di quei lettori che siano stati raggiunti dall'azione di propaganda *praticista*, che vuole gettare discredito su ogni tipo di sforzo di teorizzazione.

Il concetto di verità, come formulato dai logici matematici, è discusso nel Preludio: dargli un significato preciso è essenziale visto che gli umani ci hanno spesso giocato ed altrettanto spesso l'hanno piegato ai loro interessi personali. Sempre nel prelude prende le sue mosse l'apologo che aiuterà a mostrare le ragioni per le quali l'analisi rigorosa e sottile dei logici è così utile "in pratica".

Filippo, insieme al variegato mondo di personaggi a lui collegati per una qualche ragione, accompagnerà la presentazione formale in un tentativo di dimostrare come le azioni umane siano sempre spiegabili, prevedibili e gestibili per mezzo di un opportuno sforzo teorico.

Il lettore, nel prelude come in tutto il saggio, dovrà sforzarsi a seguire delle argomentazioni matematiche semplici ma né banali né ovvie, argomentazioni i cui risultati saranno utilizzati estesamente nell'apologo ed in generale nelle discussioni "pratiche".

Una delle più grandi lezioni che abbiamo appreso dagli scienziati greci, attraverso la mediazione dei loro allievi medioevali e rinascimentali (fra cui spicca Galileo), è quella che ci ha insegnato a classificare le affermazioni in maniera precisa, in modo da poter stabilire per quali ha senso chiedersi se sono vere oppure false. *Perché sono molte le affermazioni che non possono dirsi né vere né false: quelle alle quali non può sensatamente essere attribuito un valore di verità.* Una volta trovato l'elenco delle affermazioni a cui si può potenzialmente dare un valore di verità (cioè le affermazioni logicamente ben formulate) bisogna finalmente passare ad attribuire il valore di verità "vero" oppure "falso" a quelle che sono rilevanti nell'ambito di una data Teoria.

Alcune affermazioni hanno un valore di verità (vero o falso che sia) che può essere determinato per mezzo della sola logica. Tuttavia per specificare la Natura delle Cose bisogna assegnare un valore di verità ad una seconda lista di altre affermazioni il cui valore di verità non è conoscibile solo utilizzando la logica.

Si cercherà di convincere il lettore ad accettare una visione falsificazionista della scienza: per mezzo della conoscenza ottenuta grazie al risultato di misure sperimentali è possibile solo stabilire quali affermazioni di questa seconda lista sono *false*. Infatti, si può solo "congetturare", fino a prova contraria, che alcune affermazioni della seconda lista siano vere.

Sono quindi presentati, come applicazioni della Teoria degli Insiemi e della Teoria dei Numeri Reali rispettivamente il Teorema del Dittatore, che è seguito da un'analisi di fenomeni etologici molto frequenti e controversi, e i fondamenti della Meccanica Classica, con una discussione di alcuni fenomeni fisici ben noti.

Successivamente, si affronta lo studio di questioni non difficili, ma tradizionalmente studiate solo nei Licei Scientifici: quelle che si presentano quando si cerca di trovare il massimo oppure il minimo di alcune funzioni.

Le applicazioni sono cercate in vari ambiti: la dinamica dei gruppi sociali, l'evoluzione dei caratteri geneticamente trasmessi nelle specie viventi, alcuni fenomeni fisici elementari, ma di grande interesse.

Alcuni Capitoli sono poi dedicati all'esposizione dettagliata delle idee di base sviluppate dai filosofi della scienza per descrivere il modo di procedere degli scienziati: anche le questioni che sono discusse a questo scopo sono parte dei programmi di studio dei Licei. Infatti, molte delle controversie che si accesero fra Platonisti ed Aristotelici, fra Falsificazionisti ed Induttivisti nascono anche oggi, quando un gruppo di giovani liceali cerca, in buona fede, di capire come gli scienziati abbiano impostato il loro lavoro nei secoli che sono alle nostre spalle. È sembrato utile dare a tutti quelli che si pongono domande sensate e naturali le risposte che sono state elaborate dalla tradizione razionalista degli scienziati occidentali.

L'esposizione sul metodo scientifico che viene sviluppata cerca di mostrare come la matematica, la fisica e le altre scienze si siano sviluppate armoniosamente, interagendo fruttuosamente. Si vuole gettare, così, uno sguardo su alcune inaspettate Teorie che stanno facendo cadere uno dei pregiudizi più radicati fra coloro che negano l'efficacia universale del metodo scientifico nella spiegazione dei fenomeni naturali. Stiamo parlando del pregiudizio che porta a sostenere che i fenomeni sociali, etologici e storici non possano trovare una spiegazione rigorosa e razionale, perché tale spiegazione è possibile solo per i fenomeni fisici.

Poiché i fenomeni, nelle scienze sociali e nell'etologia, sono "storie" cioè "sequenze di avvenimenti" e poiché la tesi che si vuole qui difendere è che anche tali avvenimenti sono concatenati da relazioni di causa ed effetto, relazioni che si stanno ora chiarendo, grazie allo sviluppo di metodi e strumenti matematici sempre più sofisticati, ebbene si è deciso di "raccontare una storia". La potenza predittiva della Teoria dei Giochi (che permette di sviluppare molti modelli matematici atti a descrivere il comportamento dei gruppi sociali) è dimostrata facendo vedere come essa ci mette in condizioni di capire come e perché gli individui ed i gruppi sociali agiscono nel modo in cui agiscono. A questo fine sono raccontati altri episodi dell'apologo cominciato nel prelude.

Si parla spesso di cultura occidentale, cultura che assimila popoli e tradizioni talvolta molto diverse a causa di comuni origini. Queste origini e queste radici sono quelle ellenistiche: la cultura occidentale ha un grande debito nei confronti di quegli antichi sapienti che fra il V ed il II secolo a.C. hanno gettato le basi della nostra conoscenza del mondo, dello sviluppo della nostra tecnologia ed, in definitiva, del nostro benessere attuale. Non è un caso che il metodo scientifico fiorì proprio in quel periodo e contemporaneamente a quella particolare forma narrativa, evoluzione del mito, che è appunto l'apologo.

Ora la scienza ci permette finalmente di analizzare anche la dinamica dei comportamenti sociali: Archimede e Lagrange (protagonisti del capitolo finale, nel quale si affronta il difficile compito di descrivere le interazioni fra scienza e potere) sarebbero orgogliosi di quanto stanno capendo i loro discepoli di oggi.

La speranza è che, attirata l'attenzione del lettore grazie ad una storia, alla fine della narrazione si sia riusciti a convincerlo della efficacia del metodo scientifico.

Francesco dell'Isola

Teoria È Pratica!

Un saggio sul metodo scientifico
con un apologo raccontato al principiante

“Intentio vero nostra est manifestare
ea quae sunt sicut sunt”

Federico II di Svevia

La riproduzione, anche parziale è vietata.
Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, archiviata in un sistema di recupero o trasmessa, in qualsiasi forma, o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico, fotoriproduzione, memorizzazione o altro senza permesso scritto da parte dell'Autore.

Tutti i diritti sono riservati esclusivamente all'Autore.

La grafica della copertina è dovuta
all'Architetto Dottore per la Ricerca Alfonso Artiaco.

Alla memoria di Alessandro Bichara

Geometra combinatorio di valore, nonché fine intellettuale
tipico rappresentante della migliore scuola scientifica ellenistica.

Piano dell'Opera

I capitoli in grassetto sono pubblicati già nella presente versione. Quelli in corsivo sono in corso di stesura ed appariranno nelle versioni seguenti.

Quella presente è una versione preliminare anche dei capitoli pubblicati. Ogni critica sui contenuti e sullo stile sarà benvenuta.

Capitolo 1. Premessa

Capitolo 2. Preludio: Sul Falsificazionismo, sulla Semantica e sulle loro Applicazioni Pratiche ovvero La Verità fa Male (soprattutto a Chi La Dice)

Capitolo 3. Pro Mathematicis (ἑπιὲρ μαθηματικῶν, In difesa dei Matematici) ovvero Una Introduzione con Alcune Avvertenze

Capitolo 4. Teoria: Insiemi, Relazioni e Funzioni. Il Teorema del Dittatore

Capitolo 5. Pratica: Un Esempio di Dittatore che assicura il funzionamento di un sistema di cooptazione dall'alto ovvero Don Pasquale è Lui che Decide

Capitolo 6. Teoria: I Numeri e le Funzioni Numeriche

Capitolo 7. Pratica: Quanto? ovvero Per descrivere accuratamente i fenomeni bisogna Misurare!

Capitolo 8. Teoria dei Giochi: Un potente strumento concettuale per la descrizione di un'inimmaginabile varietà di fenomeni

Capitolo 9. Pratica: Un Dittatore che guida un gruppo di opportunisti nell'assalto al potere ovvero Mischì: La Forza Bruta del Potere

Capitolo 10. Metateoria: Teorie Deterministiche e Teorie Statistiche

Capitolo 11. MetaPratica: Successi e Fallimenti delle Teorie nelle Applicazioni Pratiche

Capitolo 12. Teoria: Massimi e Minimi dell'Energia e Configurazioni di Equilibrio Stabile dei sistemi Lagrangiani

Capitolo 13. Pratica: Alla ricerca della regolarità nei fenomeni. Esempi dalla fisica e dall'etologia evuzionistica.

Capitolo 14. Alcune Conclusioni: Il Potere della Scienza, La Scienza al Potere e Come il Potere usa la Scienza

Bibliografia

Appendice A Aforismi (commentati) sulla matematica

Appendice B Dizionario di termini e concetti utilizzati in tutto il presente saggio

Appendice C Personaggi ed Interpreti dell'Apologo

Appendice D Un esempio di esposizione matematica alla Peano.

Capitolo 1

Premessa

“È nostra intenzione rendere manifeste le cose che sono, così come sono, e presentarle in forma di una tecnica precisa, perché finora sono mancate, in proposito, così la tecnica che la scienza”

Dal *De arte venandi cum avibus* (Sull'arte di cacciare con gli uccelli)
di Federico II di Svevia

(Una buona traduzione commentata del trattato sulla falconeria di Federico II è quella di Wood e Fyfe (1943). Per una analisi approfondita del pensiero scientifico dell'Imperatore si rinvia a Horst (1994), Abulafia (1993) e de Stefano (1990). La traduzione riportata del testo latino originario è coraggiosa: in una traduzione più conservatrice la parola “tecnica” deve essere sostituita dalla parola “arte”).

Questo saggio sostiene le seguenti tesi:

Tutti i fenomeni naturali possono essere descritti e spiegati per mezzo dell'uso razionale del metodo scientifico.

Il metodo scientifico basa il suo successo sulla formulazione di opportuni modelli matematici ciascuno dei quali è capace di descrivere, con la dovuta accuratezza, una ben determinata classe di fenomeni naturali.

Per mezzo di un adeguato modello matematico è possibile prevedere e controllare l'evoluzione di ogni fenomeno naturale.

La matematica è lo strumento più efficace che la nostra mente ha sviluppato per comprendere e controllare la Natura.

L'autore ha diretto i suoi sforzi al fine di persuadere almeno due lettori, suo padre e suo figlio primogenito: entrambi, infatti, condividono, insieme al nome, la convinzione che, qualche volta, la Pratica possa fare a meno della Teoria. La sua speranza è di riuscire in questa impresa, a cui attribuisce grande importanza.

Intendimento esplicito di questo saggio è quello di mostrare che la matematica non è un'astrusa attività intellettuale che un gruppo di illusi (o peggio imbroglioni) cerca di far passare come utile per farsi dare il necessario alla sopravvivenza da tutti quelli che, invece, lavorano veramente.

Si vuole, invece, mostrare che la matematica ed il metodo scientifico sono strumenti intellettuali di grande efficacia che possono, anzi che devono!, essere usati in ogni situazione nella quale bisogna compiere delle scelte di un qualche rilievo.

Non si deve credere che i suoi ambiti di applicabilità siano limitati ai fenomeni della fisica o della chimica: il metodo scientifico è anche utile per scoprire ad esempio

- i colpevoli di un omicidio (si pensi ai metodi di indagine pubblicizzati da Sherlock Holmes (Conan Doyle (2005)) e più recentemente dai telefilm CSI);
- le cure che possono salvare persone altrimenti destinate ad una vita infelice o alla morte;
- le modalità più efficaci per organizzare la vita sociale ed economica di una nazione o del gruppo degli studenti interni ad una residenza universitaria;
- come regolare i propri rapporti interpersonali;
- quale tipo di sistema di comunicazione è meno vulnerabile ad attacchi esterni oppure a guasti casuali;
- quale sia il modo più efficace per organizzare un sistema giuridico che renda la vita dei cittadini la più sicura e tranquilla possibile;
- quale sia il sistema elettorale più idoneo ad organizzare uno stato in una data situazione politico-sociale.

Insomma la matematica e le Teorie che essa permette di costruire devono essere preziose alleate in ogni momento della vita di ciascuno di noi.

Le tesi appena esposte saranno difese mostrando come, in alcuni casi specifici, il metodo scientifico abbia permesso un sostanziale miglioramento della nostra comprensione della Natura delle Cose

Questa migliore comprensione, permettendo la soluzione di importanti problemi pratici, ha conseguentemente condotto ad un sostanziale miglioramento della qualità della nostra vita.

A questo proposito risulta illuminante l'analisi esposta in Diamond (1998b) che raffina le idee sviluppate nei lavori ormai classici di Russel (2005), Whitehead (1979) e Mendelssohn (1981). Tranne qualche rara eccezione,

gli esperti sono unanimi: è stata l'attività sociale umana che viene chiamata scienza la più grande eredità lasciata dalla cultura greca all'intera umanità. Perché è la scienza che ha prodotto la tecnologia e la tecnologia a sua volta, ha condotto le società occidentali al loro predominio politico-economico planetario.

Si sottolinea qui, e sarà ricordato spesso nel seguito, che **la spiegazione dei fenomeni naturali già noti ottenuta con la formulazione di modelli matematici ha permesso di scoprire nuovi aspetti sconosciuti di tali fenomeni, o, addirittura, di scoprire fenomeni mai osservati precedentemente.**

Ad esempio:

- Il modello matematico (dovuto ad Aristarco di Samo, Ipparco di Nicea, Keplero e Copernico) che descrive il moto dei pianeti del sistema solare non solo permette di riassumere efficacemente le osservazioni già compiute delle posizioni dei pianeti nel passato ma consente anche di prevedere correttamente la loro posizione futura. Inoltre questo modello matematico ha permesso di scoprire, dopo la sua formulazione, l'esistenza di nuovi pianeti.
- La Teoria degli esponenti di Liapunov permette di descrivere il comportamento osservato dei valori dei titoli azionari quotati in borsa ma anche di formulare previsioni semiquantitative molto affidabili sulle loro quotazioni future (ovviamente il modello utilizzato per formulare queste previsioni non può ancora tenere conto dell'effetto delle truffe o di altri comportamenti illegali dei gestori delle società quotate)
- La Teoria dei giochi non solo descrive l'insieme delle strategie riproduttive che sono possibili agli individui di sesso maschile di una specie che occupi una nicchia ecologica di un certo tipo, ma permette anche di prevedere quale strategia sia effettivamente utilizzata quando certi cambiamenti ambientali dovessero occorrere in quella nicchia.

È sicuramente corretto considerare la matematica come l'unico strumento concettuale realmente in grado di farci comprendere i fenomeni naturali e, di conseguenza, di darci la possibilità di rendere meno ostile l'ambiente in cui viviamo.

Questa considerazione utilitaristica deve essere messa in una posizione preminente quando si voglia persuadere i giovani a sopportare la fatica necessaria ad apprendere una qualsiasi teoria matematica.

Tuttavia bisogna, anche, argomentare che accurati studi etologici sui primati superiori (che sono le specie geneticamente più vicine alla specie umana fra tutte quelle viventi) hanno dimostrato che sono veramente poche le capacità che si possono dire peculiarmente umane.

Non ci distingue la nostra capacità di concepire ed attuare una politica di dominio o di potere (si veda de Waal (2006)), né la nostra capacità di compiere stermini di massa (Diamond (1994), de Waal (2006)) e neppure la nostra capacità di usare utensili o di riconoscere la nostra immagine specchiata (Diamond (1994), Wade (2007)) o tantomeno la nostra capacità di usare un linguaggio (forme primitive di linguaggio sono state documentate in moltissime specie, si veda Wade (2007)). Insomma (Russon et al. (1996)) è oramai accettato dalla maggior parte dei primatologi che le scimmie antropomorfe (bonobo, scimpanzé, gorilla e oranghi) sono capaci di "pensare a livelli simbolici, leggere nella mente di altri individui, usare strumenti, imitare, simulare, ingannare, consolare, insegnare, astrarre, generalizzare ed inferire, sebbene a livelli rudimentali, dalle loro esperienze, risolvere problemi concependo mentalmente la soluzione". Le scimmie antropomorfe hanno completa consapevolezza di sé e sono capaci di sviluppare delle "proto-culture". Sembra oramai accertato che alcune capacità che erano state considerate solo fino a poco tempo fa unicamente ed esclusivamente umane sono in realtà condivise da tutti i primati superiori.

L'unica vera peculiarità della mente umana risiede nella sua capacità di pensiero astratto, che trova la sua più elevata manifestazione nella sua capacità esclusiva di produrre matematica.

Che gli uomini debbano essere orgogliosi di questa loro peculiarità, indipendentemente dagli indubbi, indiscutibili ed utilissimi vantaggi pratici che da essa derivano, è sostenuto lucidamente da uno dei più grandi matematici del novecento (Jean Dieudonné) nel suo bellissimo *Pour l'honneur de l'esprit humain*. Questo suo saggio divulgativo, spiegando al profano molte parti della matematica moderna con rigore e semplicità, dimostra che l'argomentazione utilitaristica a favore della matematica non deve portare a dimenticare l'importanza che deve essere attribuita alla sua intrinseca bellezza ed indubbia eleganza. Questa bellezza e questa eleganza sembrano quasi trascendenti e da sole fanno diventare la matematica, in assoluto, una delle più alte conquiste della specie umana.

Poiché nell'insieme dei fenomeni naturali si debbono ovviamente includere anche quelli che regolano la vita dei gruppi sociali e poiché molti di questi fenomeni saranno esemplificati in questo saggio per mezzo di un apologo è necessario affermare esplicitamente che:

Ogni riferimento a fatti e persone realmente esistite o esistenti è da ritenersi puramente casuale e del tutto involontario.

Ovviamente, poiché si vogliono descrivere qui fatti e fenomeni reali ed osservabili, qualcuno potrebbe essere infastidito, e qualcun altro potrebbe anche insospettirsi, nello scoprire che una teoria che vuole descrivere alcuni comportamenti umani non sia illustrata per mezzo di osservazioni sperimentali precise e dettagliate. Insomma non leggendo in maniera circostanziata di fatti accaduti a una precisa persona (individuata con nome e cognome, oltre che da data di nascita) in una data precisa, in un luogo preciso, ed in circostanze perfettamente controllate, in

qualcuno potrebbe sorgere il sospetto che il teorico, pur di convalidare la sua teoria, si sia inventati alcuni fatti oppure ne abbia adattata ad arte la descrizione.

Insomma: perché usare un Apologo?

Si potrebbe, per rispondere, iniziare con una dotta difesa dell'efficacia della forma letteraria scelta quando si vogliono trasmettere utili informazioni sulla natura umana, ma si rimanda, a questo fine, alla voce Apologo-Favola del Dizionario in Appendice.

Tuttavia bisogna confessare che l'Apologo è un utile strumento per comunicare delle informazioni sulla natura umana quando si vogliono minimizzare le reazioni di rifiuto, incredulità o addirittura ostilità che sono indotte negli esseri umani dalle osservazioni che vengono fatte sul comportamento degli esseri umani.

L'autore ha visto colleghi solitamente razionanti e rigorosi, o sperimentatori seri e precisi, mettere in discussione evidenze incontrovertibili con manifestazioni di scetticismo del tutto ingiustificate. La reazione è sempre la stessa: "E chi l'ha detto che questo comportamento è diffuso?", "Chi ci assicura che la motivazione di questo comportamento sia quella che è stata data?", "Mi sembra che qui invece che discutere di etologia umana si stia scadendo nel pettegolezzo!", "Le motivazioni di questo comportamento non sono quelle che vengono proposte". Ancora più spesso chi riferisce di comportamenti umani e delle spiegazioni che gli etologi evolucionisti hanno dato per spiegarle viene accusato di essere un visionario con tendenze alla perversione. Un collega ha consigliato all'autore di evitare di parlare così spesso di etologia umana "per evitare che queste fandonie che vai riferendo gettino discredito sulla tua ricerca, che in fondo è in ben altro campo". Anche riferire di fatti precisi avvenuti davanti a numerosi testimoni è pericoloso: si rischia di essere considerati dei visionari, oppure degli ottusi animati da un atteggiamento malevolo nei confronti degli altri uomini. Insomma: sembra che un velo d'ipocrisia debba inevitabilmente avvolgere il giudizio che gli umani danno del comportamento umano e che sia considerato "asociale" cercare di descriverlo con la stessa accuratezza che viene impiegata per descrivere tutti gli altri fenomeni naturali. Anche quest'atteggiamento ipocrita ha delle ragioni evolutive, come verrà discusso in uno dei capitoli successivi: chi, fra gli umani, ha imparato a tenere conto del lato oscuro della nostra mente, senza però parlarne apertamente, ha ottenuto grandi successi evolutivi, diffondendo questo atteggiamento ipocrita in tutta la nostra specie e rendendolo istintivo.

I poeti e gli scrittori sembrano avere una speciale licenza: visto che non cercano esplicitamente di trasmettere una conoscenza "oggettiva" basata su di una analisi rigorosa, ma vogliono solo "stupire" o "divertire" allora a loro è concesso raccontare di verità altrimenti troppo sgradevoli per essere accettate. Ecco, quindi, spiegata la ragione per la quale, prima degli studi di Kinsey (1948-1953), la conoscenza umana riguardo la sessualità umana era così imprecisa: tutti avevano certi comportamenti, ma nessuno lo voleva confessare e tutti credevano di essere dei pervertiti, semplicemente perché soggetti ad istinti che, pur essendo perfettamente "naturali" erano, per ragioni altrettanto "naturali", biasimati socialmente. Solo alcuni poeti licenziosi, prima di Kinsey, hanno osato affermare verità socialmente represses.

Solo poeti e scrittori hanno tentato, prima di Arrow e di qualche storico illuminato, di descrivere i comportamenti degli uomini di potere. E si badi bene che Machiavelli (che, tra l'altro è stato definito da de Waal (1984) come il primo degli etologi) avendo legato il suo nome ad uno studio rigoroso del comportamento degli umani che gestiscono il potere (I Principi) si è ritrovato ad essere biasimato ed insultato da generazioni di filosofi della politica, come se fosse da addebitarsi all'osservatore il comportamento dell'osservato. In lingua inglese il termine "Machiavellico" è solitamente considerato un insulto: fortunatamente de Waal non si è lasciato fuorviare da questo ipocrita atteggiamento ideologico e, grazie ai suoi studi dei testi di Machiavelli, è riuscito a comprendere quanto accade nelle società dei primati superiori.

Insomma è molto prudente aiutarsi con un Apologo quando si voglia descrivere il comportamento umano: in fondo, alle brutte, si può sempre tranquillizzare l'interlocutore dicendogli che "ovviamente per ragioni narrative si è voluto calcare un po' sui toni!".

In definitiva si potrebbe ricordare quanto utile sia stata, per comprendere la complessità presente nel comportamento umano, la lettura di una favola di Esiodo o di Esopo o di Fedro o di La Fontaine: chi non ha compianto (o biasimato) la sfaticata cicala che muore di fame ai primi freddi, dopo un'estate di ozio, mentre la saggia formica si gode il frutto del suo lavoro?

Infatti un apologo è più accattivante di una barbosa esposizione teorico-morale.

D'altra parte si facciano pure le seguenti considerazioni:

- 1) Personalizzare troppo le osservazioni sui comportamenti umani è inutilmente pericoloso, visto che ogni singolo tenderà a negare fino allo stremo ogni evidenza che non gli piaccia: questo fenomeno è così ben noto nelle scienze sociali che, spesso, anche nei questionari anonimi, non si chiede cosa faccia o pensi l'interrogato, ma, con un velo di ipocrisia, si chiede cosa faccia o pensi il suo migliore amico!
- 2) Anche nelle scienze fisiche, quando si parla, ad esempio, della caduta di un grave, e si riferisce di un esperimento che, per come sono concepite le Teorie fisiche, deve essere ripetibile, si parla di un corpo, si riporta l'esito della misura nella quale è stato pesato e talvolta si descrive la sua forma, ma non si dice mai quale fosse il suo colore, si tace della sua temperatura, non si dice nulla del suo odore o della sua esatta composizione chimica, né, tantomeno, si specifica la natura chimico-fisica del terreno su cui il grave alla fine va ad impattare. Le informazioni appena elencate sono ritenute, dalla Teoria

utilizzata, irrilevanti nella descrizione del fenomeno “*caduta in atmosfera sotto l’azione della gravità terrestre*”.

- 3) Per quanto detto nei due punti precedenti un Apologo deve rivedersi come la descrizione accurata di quanto più vicino possa trovarsi nelle scienze comportamentali ad un esperimento controllato. Insomma il nome e cognome di uno specifico dittatore è chiaramente un dettaglio non rilevante nella descrizione del fenomeno “*delega assegnata da un gruppo ad un suo singolo componente a prendere delle decisioni relative a quelle questioni nelle quali il gruppo stesso non è riuscito ad esprimere una scelta sufficientemente condivisa*”.

A tutti i lettori è diretta una raccomandazione: per apprezzare e comprendere la potenza del metodo scientifico è richiesto un certo impegno intellettuale.

Non è facile capire come funziona la Natura, e bisogna avere la pazienza di seguire i ragionamenti di tutti quelli che, prima di noi, ne hanno carpito alcuni segreti, segreti che sono solitamente riposti e non facilmente intuibili. La più grande imprudenza che può commettere un singolo uomo, un singolo gruppo di uomini, o, purtroppo, anche l’intera umanità, è quella di ritenere di poter dominare un fenomeno che in realtà non è stato capito fino in fondo.

Ancora più pericolosa è la tendenza di alcuni uomini, o gruppi di uomini, a ritenere che alcuni fenomeni non potranno mai essere compresi: abbandonarsi a questa disperante convinzione significa rassegnarsi alla fine del progresso.

L’ignoranza più frequentemente ingenera fiducia che non il sapere: son quelli che sanno poco, e non quelli che sanno molto, i quali affermano positivamente che questo o quel problema non sarà mai risolto dalla scienza.

Da Charles Darwin, L’origine dell’uomo.

Il più importante compito del sistema educativo delle nostre società è proprio questo: insegnare alle nuove generazioni che non bisogna fermarsi semplicemente alle intuitive considerazioni di buon senso nella descrizione della Natura, ma che si devono, invece, sempre considerare tutte le conoscenze disponibili prima di prendere delle decisioni.

Infatti, talvolta, queste conoscenze mostrano che le azioni più appropriate da intraprendere contrastano con quelle che intuitivamente si ritenevano più opportune.

Questa circostanza può essere illustrata con un esempio crudo ma calzante: la scienza medica insegna che un arto con una ferita in cancrena deve essere amputato se si vuole salvare il ferito e che quindi l’azione di amputare un arto, che il buon senso ritiene *a priori* contraria all’interesse del paziente, in certe circostanze può essere, invece, l’unica azione a lui veramente favorevole.

Un altro esempio, meno crudo, ma ugualmente suggestivo, può essere compreso da chiunque si sia cimentato, con successo, con gli sci, e sia riuscito a percorrere fino in fondo una pista di media difficoltà: come insegnato in ogni scuola di sci seria è necessario spostare il peso verso valle per rallentare la velocità di discesa! Come dire che “*per rallentare la caduta bisogna buttarsi!*”. I maestri di sci sanno bene quanto sia importante, per i loro allievi, comprendere i fondamenti teorici della loro disciplina, e si preoccupano molto quando costoro si rifiutano di apprenderli. Come raccontato da De Biaggio (2007), il suo maestro di sci in Aràba (provincia di Belluno) iniziava sempre ogni sua spiegazione tecnica con la frase “**Perché in Teoria, che è come in Pratica, bisogna ...**”.

Non si creda, quindi, che è nelle Università o negli Istituti di Istruzione Scolastica che si possono trovare i sostenitori più appassionati delle tesi difese in questo saggio (anzi!!!).

Purtroppo, infatti, molti riformatori, appoggiati da accademici e da insegnanti e dirigenti delle scuole primarie e secondarie, hanno dimostrato di non essere all’altezza del loro ruolo ed hanno dato vita ad una successione folle e scellerata di cambiamenti nel sistema educativo del nostro paese. Molti presunti intellettuali si sono prestati a dare la sponda, con ragionamenti la cui infondatezza è riconosciuta tale già nei dialoghi della “Repubblica” di Platone, a politici demagogici che hanno basato le loro riforme del sistema scolastico italiano sulla “semplificazione” e sul rifiuto di “inutili intellettualismi”. L’esito finale di queste riforme è sotto gli occhi di tutti: intere generazioni di nostri giovani non hanno sentito mai parlare di eventi storici fondamentali, non sanno che l’Australia è un continente, e non sanno cercarla sul mappamondo, hanno perso la capacità di usare i congiuntivi ed i condizionali, non sanno cosa sia un teorema, e sono ritornate, in massa, ad una visione della geometria, ed in generale della matematica, pre-Platonica.

Uno dei risultati di queste riforme, ed in particolare quelle con le quali si è tentato di distruggere quanto di buono c’era nei nostri licei, è che

quasi tutti gli studenti hanno perso la capacità di studiare utilizzando i libri di testo.

L’abitudine che va sempre più diffondendosi, anche nelle nostre università, è quella di affidarsi alla tradizione orale: le lezioni dei docenti, ma anche i racconti ed i resoconti dei colleghi degli anni precedenti.

Vale, qui, la pena di ricordare un episodio del quale l’autore è stato testimone diretto, ma che è molto simile a molti altri di cui sono stati testimoni diretti suoi colleghi.

Come libro di testo di analisi matematica il titolare dell’insegnamento, per un corso di laurea in Ingegneria, ha scelto un manuale molto ben scritto il cui autore è un matematico esperto, autore di saggi ed articoli di ricerca molto apprezzati, che ha dimostrato, negli anni, di essere molto bravo anche nella sua didattica. Come è ammesso da chiunque lo abbia veramente letto, questo testo è molto chiaro, preciso e didatticamente valido. Ebbene da

circa dieci anni questo testo è stato “praticamente” sostituito, come strumento di studio, dalle fotocopie del blocco degli appunti scritti da uno dei primi studenti del corso (e questa sostituzione è stata apertamente osteggiata dal titolare del corso, che ha ripetutamente fatto notare ai suoi studenti le imprecisioni e gli errori che infioravano gli appunti). Insomma: il Professor A. ha studiato tutta la vita, ha dimostrato di essere un valente scienziato ed un abile didatta. Ha formato il Professor B., che ha ben capito il valore del maestro e ne ha adottato il libro di testo, da cui trae le sue lezioni. Lo studente T. prende, velocemente, degli appunti delle lezioni di B., capendo quel poco che può, vista la sua scarsa preparazione di base. Tuttavia T. è più studioso degli altri suoi colleghi e viene premiato da un buon voto all’esame: i suoi appunti diventano reliquie cui attribuire poteri taumaturgici. Il libro di testo è stato pensato da un docente di valore che, per prepararsi a questo compito, ha studiato almeno quaranta anni, docente di valore che ha scritto sperando di essere capito da almeno uno studente volenteroso! Ebbene, invece di studiare questo libro di testo gli studenti cominciano a riferirsi sempre più numerosi agli appunti di T. Sono state riferite scene di feticismo quasi paradossali: molti studenti ritengono che, per superare l’esame, sia sufficiente portare a lungo nella propria borsa il blocco degli appunti. Altri studenti hanno contestato le correzioni del Professor B., usando come “autorità” gli appunti di T.: a loro avviso questi appunti delle lezioni del Professor B. erano più affidabili delle parole dette di persona da B. stesso. Infine alcuni studenti hanno insinuato che B. voleva usare il testo del professor A. solo per lucrare una qualche percentuale dei diritti d’autore: ebbene per una saggia decisione del suo autore, che sostanzialmente rinunciò ai diritti d’autore, il testo costa solo il dieci per cento in più delle fotocopie degli appunti di T..

Il fenomeno sociale di cui stiamo parlando è stato ben descritto ed ha avuto luogo durante il medioevo, nelle sale delle biblioteche dove i copisti ricopiavano gli antichi testi: spesso questi testi furono completamente rimaneggiati, e spesso il loro contenuto d’informazione completamente perso, perché qualche copista, che non sapeva bene cosa stava copiando, decise di “fare a meno di inutili intellettualismi”.

Gli studenti delle nostre università stanno rivivendo, in una qualche forma, il declino delle conoscenze vissuto, durante il medioevo, nelle società occidentali.

Non essendo più capaci di leggere e capire, non possedendo più gli strumenti intellettuali necessari a padroneggiare consapevolmente teorie e modelli, gli studenti riducono la conoscenza ad un insieme di “regole pratiche” e gli esami in una serie di “prove di valutazione” basate sul metodo del “quiz”.

Questa circostanza è sintomo di una profonda malattia dell’università italiana ed è prodromo di gravi difficoltà per la nostra società se è vero, come ampiamente discusso da G. Bigatti nel Capitolo *La Matrice di una nuova Cultura Tecnica* del saggio *Amministrazione, formazione e professione: gli ingegneri in Italia tra Sette e Ottocento* curato da L. Blanco (2000), che la nascita della moderna figura dell’ingegnere, protagonista dell’inarrestabile progresso tecnologico avvenuto nell’Ottocento, è dovuta all’abbandono dell’antico modello di insegnamento basato sulla trasmissione orale del sapere.

Lo studente segue, spesso distrattamente, la lezione e ritiene che questo sia sufficiente: nessuno sforzo viene fatto per fare proprie le idee che la lezione intende trasmettere e tutti i tentativi di attirare la sua attenzione sono trattati con fastidio e talvolta ostilità.

L’atteggiamento più diffuso porta a richiedere che questioni complesse siano esposte brevemente. Spesso gli studenti chiedono di spiegare senza inutili complicazioni (e sempre in due parole!) teorie complesse, oppure questioni molto delicate: “perché non si può dividere per zero?, perché è importante la teoria dell’integrazione?, Cosa significa il principio d’inerzia?, Perché è importante il momento di una distribuzione di forze?”

Quindi c’è da temere che non molti vorranno leggere questo saggio: tanto più a causa del fatto che nello scriverlo, per scelta esplicita, si è deciso di rifuggire dalle semplificazioni. A quei giovani che si cimenteranno nella lettura si vuole consigliare di non far sapere assolutamente ai loro colleghi che si sono dedicati a questa oramai insolita (e per qualcuno addirittura malsana, se non depravata, attività): potrebbero avere qualche problema di socializzazione. Molti hanno preso a dichiarare: “questa è la vita, non cose scritte nei libri!” come se l’esperienza di chi è vissuto prima di noi non sia una fonte preziosa di suggerimenti ed idee.

In realtà chi voglia discutere su cosa debba essere insegnato e su come si debba insegnarlo è costretto spesso a cominciare (o per stanchezza ad evitare) aspre polemiche. Si è così diffusa l’ideologia della semplificazione che anche intellettuali molto esperti di una data disciplina, che in questa disciplina usano strumenti sofisticati ed astratti, quando parlano di discipline anche vicine, che non padroneggiano e non comprendono perfettamente (e questo è inevitabile, visto che non si può essere esperti di tutto!) cominciano a lamentare “l’inutile complicazione” in cui indulgono i loro colleghi. Si può riassumere così una di queste discussioni: “quello che ho studiato e capito io è difficile ed utile e tutti lo devono studiare esattamente come dico io, quello che io non ho capito o non ho studiato è inutile, e quelli che cercano di insegnarlo perdono tempo a renderlo inutilmente complicato. Inoltre quello che faccio io è utile nella pratica, quello che fanno gli altri è inutile ed oziosa astrazione”.

Alla fine bisogna rassegnarsi: viviamo un ciclo storico (di quelli descritti da G.B. Vico) nel quale è alla moda ritenere che le uniche attività intellettuali utili siano quelle immediatamente dirette alla pratica: ogni sforzo per basare le applicazioni tecnologiche su solide basi teoriche viene deriso apertamente ed aspramente avversato.

I pericoli per una società nella quale questa tendenza prende il sopravvento sono lucidamente descritti nel bellissimo saggio di Lucio Russo “La Rivoluzione Dimenticata” (2006) a cui si rimanda per una approfondita descrizione delle ragioni per le quali a questa sciagurata tendenza si deve tentare di resistere.

Il lettore è avvertito: nel presente saggio questa opera di Russo, che probabilmente è destinata ad avere una influenza grandissima sulla nostra visione della scienza e del suo progredire, verrà citata spesso.

In questa premessa si vuole semplicemente affermare esplicitamente quello che sarà sotto gli occhi di ogni lettore che studierà criticamente le pagine seguenti: la matematica fornisce uno strumento indispensabile per formulare

le teorie necessarie a prevedere e controllare l'evoluzione dei fenomeni naturali. Poiché tali teorie sono la base di molte tecnologie correntemente utilizzate nelle applicazioni ingegneristiche (e questo era noto fin dai tempi della rivoluzione scientifica ellenistica: si veda ancora il saggio di Russo (2006)) possiamo concludere che:

le matematiche sono strumento indispensabile alla pratica ingegneristica (e più in generale in tutte le attività pratiche).

Quest'affermazione è stata considerata infondata in varie epoche e di conseguenza spesso nella storia delle istituzioni universitarie si è sentita la necessità di semplificare il curriculum formativo degli allievi ingegneri: è questa stessa storia che ci insegna quali siano stati gli esiti di tali semplificazioni. Rimandando al già citato Bigatti (2000), si ricordano qui che furono disastrosi gli effetti sulla qualità del lavoro dei professionisti iscritti all'albo milanese nella prima metà dell'Ottocento di alcuni *ope legis*. Queste leggi, che tanto sembrano piacere in ogni epoca ai legislatori italiani, assicurarono l'abilitazione alla professione di ingegnere a tecnici non in possesso di titoli accademici e quindi di una adeguata preparazione teorica ma forti solo di una lunga attività professionale: la Scuola di Ingegneria Milanese, diventata incapace di sostenere con le sue conoscenze tecniche l'economia lombarda, dovette essere rifondata da professori provenienti da Vienna e Parigi.

È di quell'epoca l'invenzione di un neologismo che molto ha fatto discutere i moderni riformatori: l'aggettivo propedeutico ed il sostantivo ad esso associato propedeuticità (si veda il Dizionario in Appendice B).

La pianificazione delle azioni è un'attività elevata, che comporta una grande capacità di astrazione. La specie umana, pur condividendo una piccola parte delle doti necessarie con i primati superiori, è, per quanto si conosce attualmente, la sola ad utilizzare sistematicamente il pensiero astratto per controllare la Natura.

Tuttavia un singolo umano per coltivare queste doti peculiari deve investire un grande impegno: di conseguenza non tutti gli umani arrivano a riconoscere alle proprie capacità di pensiero astratto una importanza sufficiente a giustificare lo sforzo richiesto per poterle acquisire.

Inoltre anche fra quelli che pure dominano alcune Teorie e molti strumenti matematici talvolta si accendono aspre dispute: infatti, spesso, chi comprende una particolare Teoria ritiene aprioristicamente che le altre siano poco utili o addirittura inutili, chi ha compreso un particolare modello o una particolare parte della matematica pensa, magari senza conoscerli neppure superficialmente (anzi proprio perché li ignora!), che gli altri modelli o le altre parti della matematica siano astrazioni inutilmente complesse.

ON-traite volontiers d'inutile ce qu'on ne sait point, c'est une espece de vengeance: & comme les Mathematiques & la Physique sont assés generalement inconnues, elles passent assés generalement pour inutiles. La source de leur malheur est manifeste, elles sont épineuses, sauvages & d'un accès difficile.

(Si considera spesso inutile quello che non si conosce, è una specie di vendetta: e poiché le matematiche e la fisica sono generalmente non ben comprese, esse passano, altrettanto generalmente, per essere inutili. La ragione della loro sfortuna è manifesta: esse sono spinose, indomabili e di difficile accesso)

Da Bernard Le Bouyer de Fontenelle, Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique et sur les travaux de l'Académie des Sciences

Sembra purtroppo insopprimibile la tendenza umana a ritenere importante quello che si è finalmente compreso e decisamente inutile o definitivamente sbagliato quello che non si è riuscito, non si è voluto o non si è avuto il tempo di comprendere.

Questa tendenza ha rallentato spesso il progresso della conoscenza umana. Inoltre spesso, coloro che più hanno studiato maggiormente dubitano di poter controllare gli eventi, perché è loro nota la complessità della Natura, mentre ancora più spesso gli incoscienti si arrischiano a prendere gravi decisioni proprio perché ignorano del tutto quali possano essere i loro effetti.

Parmi d'aver per lunghe esperienze osservato, tale esser la condizione umana intorno alle cose intellettuali, che quando altri meno intende e ne sa, tanto più risolutamente voglia discorrerne; e che, all'incontro, la moltitudine delle cose conosciute ed intese renda più lento ed irresoluto al sentenziare circa qualche novità.

Da Galileo Il Saggiatore Ed. Naz., p.279

Si pensi al destino sfortunato (raccontato più dettagliatamente in Napolitani (2004) o in Netz e Noel (2007) e nelle referenze ivi riportate) delle opere di Archimede (che Galileo studiò per iniziarsi alle matematiche ed alla fisica). Le opere di quello che anche i suoi contemporanei considerarono il più grande scienziato dell'antichità non ci sono state tramandate completamente *perché non era facile comprenderle!* Infatti, per poter giudicare il valore di una Teoria bisogna comprenderla e troppo spesso si ritiene insensato quello che, invece, risulta solo difficile da capire: il lavoro di riscoperta di un antico testo di Archimede, studiato appunto dal gruppo di ricercatori guidato da Netz e Noel, dimostra che prodotti altissimi dell'intelletto umano sono stati per lungo tempo perduti (e parzialmente recuperati solo per una serie di circostanze fortuite) a causa dell'incapacità generalizzata di apprezzarne l'importanza.

Che le cose stiano realmente così è dimostrato, ad esempio, dal fatto che l'edizione di Tartaglia (1543) delle Opere di Archimede contiene delle correzioni a presunti errori dell'autore che i commentatori moderni ritengono, quasi unanimemente, semplicemente la dimostrazione della incapacità di Tartaglia stesso di comprendere il testo originale.

Altri storici della scienza hanno affermato che quello che è stato copiato – e quindi tramandato – dai copisti medioevali dell’antica scienza greca rappresenta la sua parte migliore e che, quindi, quello che è andato perduto non valesse lo sforzo necessario a farcelo pervenire.

Questo ragionamento è chiaramente infondato come argomentato in Russo (2006), dove si può trovare un’analisi dettagliata di questa questione.

Che gli antichi scienziati avessero prodotto profonde teorie e conosciute alcune delle loro utili applicazioni tecnologiche e che poi queste conoscenze siano state perdute è anche opinione di un grande conoscitore della cultura medioevale: Umberto Eco.

Infatti, frate Guglielmo (uno dei protagonisti de *Il Nome della Rosa*) spiega al suo allievo Adso che <<un giorno per forza di natura si potranno fare strumenti di navigazione per cui le navi vadano *unico homine regente* (...) e vi saranno carri *ut sine animali moveantur cum impetu inestimabili, et instrumenta volandi* (...) e strumenti piccolissimi che sollevino pesi infiniti e veicoli che permettano di viaggiare in fondo al mare>> e che tutte queste macchine erano già state fatte nell’antichità <<eccetto lo strumento per volare>>.

Un gruppo sociale umano può dirsi veramente capace di produrre progresso scientifico e tecnologico solo quando un numero sufficiente di suoi intellettuali è in grado di comprendere e tramandare l’intero corpo delle conoscenze acquisite dall’umanità fino a quel momento.

Questo saggio vuole anche persuadere il lettore della veridicità della seguente affermazione:

Prima di convincersi che un dato fenomeno sia compreso o che l’importanza relativa di una data Teoria sia chiarita, prima di stabilire quali Teorie debbano e possano o non debbano e non possano essere insegnate alle giovani generazioni, prima di cambiare metodi d’insegnamento la cui validità è stata dimostrata con un’esperienza millenaria, prima di poter affermare che una certa metodologia possa essere introdotta nella corrente pratica professionale, prima che l’umanità decida di intraprendere ogni azione importante bisogna aspettare che un elevato numero di esperti concordi su quello che deve essere fatto.

Nel contempo, però,

bisogna che l’insieme degli esperti chiamati a costruire il consenso su quello che è razionale fare sia stato educato in modo tale da avere la cultura e l’apertura mentale necessarie ad accogliere le innovazioni e le idee originali: perché, solitamente, queste innovazioni ed idee sono prodotte da quelle poche menti baciata dalla musa della genialità!

Per uno stato è indispensabile poter disporre di una numerosa classe di intellettuali competenti. Meraviglia che questa necessità non sia, ai giorni nostri, ritenuta veramente prioritaria, visto che già il grande Federico II di Svevia, nell’atto con il quale fonda la prima Università Statale della storia (datato giugno 1224, si veda Horst (1994)), ordinò : “che i digiuni ed affamati di sapienza trovino nel Regno di che saziare la loro avidità” e “siano istruiti molti uomini intelligenti e avveduti che, resi eloquenti dallo studio del diritto, possano servire l’Onnipotente e piacere a Noi attraverso il culto della giustizia”.

La cultura e la conoscenza devono essere diffuse in tutte le società ed in tutti i gruppi umani perché, come ha notato Schiller, “Neanche gli dei possono combattere contro la stupidità”.

Un bellissimo romanzo di Isaac Asimov, appunto intitolato “*Neanche gli Dei ...*”, con la descrizione di una successione di eventi ovviamente immaginari, perché ambientati in un lontano futuro, ma incredibilmente verosimili, perché oltremodo somiglianti ad eventi effettivamente accaduti nella storia umana, ha approfondito il pensiero di Schiller e, utilizzando come tramite la fantascienza, lo ha divulgato al grande pubblico.

La conoscenza parziale della Natura delle Cose porta a sottovalutare i pericoli, ad ignorare e disprezzare i consigli di chi è riuscito a capire di più. Solitamente ignorare aspetti fondamentali della Natura delle Cose finalmente conduce ad azioni autodistruttive.

Capitolo 2

Preludio: Sul Falsificazionismo, sulla Semantica e sulle loro Applicazioni Pratiche *ovvero* La Verità fa Male (soprattutto a Chi La Dice)

In questo capitolo si cercherà di familiarizzare con i concetti di *affermazione vera e affermazione falsa*. La Teoria che si occupa della formalizzazione necessaria a specificare coerentemente (cioè in maniera non contraddittoria) il significato di questi concetti è chiamata Semantica. Inoltre si discuteranno quali sono i modi per costruire, utilizzando le regole della logica, affermazioni vere a partire da affermazioni vere. Infine si discuterà su come insiemi di affermazioni vengono organizzati per formulare modelli predittivi dei fenomeni naturali seguendo quel metodo d'indagine che Popper (1970) ha chiamato *Falsificazionismo*.

Stante la peculiarità dell'argomento trattato, unica eccezione in tutto il saggio, questo capitolo tratta contestualmente di Teoria e di Applicazioni Pratiche.

Il lettore troverà qui, anche, alcune considerazioni sulle difficoltà che si incontrano se si vuole stabilire quando (ed in che senso) una affermazione possa, nell'ambito di una ben specificata Teoria, dirsi vera o falsa.

Successivamente non si trascurerà di sottolineare, ammesso che le citate difficoltà possano essere finalmente superate, quali siano i pericoli insiti nella enunciazione di affermazioni vere.

Infatti le affermazioni vere enunciate nell'ambito di una Teoria (che si rivelerà di successo) appaiono inizialmente sempre rivoluzionarie, sovversive, scomode, inopportune, imbarazzanti, poco diplomatiche, spesso sgradevoli, talvolta maleducate o non convenienti dal punto di vista economico o delle relazioni sociali.

Tuttavia, se esse sono suffragate dall'evidenza dei fatti sperimentali, testimoniano parte della conoscenza acquisita dall'insieme delle menti umane riguardo una certa classe di fenomeni: per questa ragione non è saggio ignorarle.

Illustriamo il punto con un esempio immaginario: un noto faccendiere-imprenditore di una provincia dell'Italia meridionale ha corrotto ingegneri, geologi, geofisici, giornalisti e politici di ogni partito per poter costruire una grande villa per la sua famiglia su una collina soggetta ad un pericolo di frana di grandi dimensioni. La forza di gravità non si è curata dell'opinione fornita a pagamento da tanti esperti: la collina è franata, come era prevedibile facilmente usando quella Teoria che è nota con il nome di *Meccanica dei Terreni*. Non essendo possibile corrompere le leggi della fisica, l'imprenditore ha dovuto corrompere un intero partito politico per assicurarsi l'intervento dello Stato per le opere di consolidamento della collina: non è ancora chiaro se, alla fine, avrà il sopravvento l'ambizione di un uomo arrogante (che avrebbe speso –ed avrebbe fatto spendere alla comunità– molto meno se avesse costruito altrove) o la forza della Natura. Quelli che lo vorranno saranno informati su come si è conclusa la vicenda dalla seconda edizione di questo saggio.

“vi dico che, nelle cose naturali, l'autorità d'uomini non val nulla: ma voi come legista, mostrate di farne gran capitale; ma la Natura, Signor mio, si burla delle costituzioni e decreti de i principi, de gli imperatori e de i monarchi, a richiesta de'quali non muterebbe un iota delle leggi e statuti suoi” Galileo, Lettera a Francesco Ingoli, Ed.Naz. VI, p.538

2.1 Meditazioni sul concetto di verità di un insonne di mezza età e presentazione di alcuni dei protagonisti del nostro apologo

Filippo aprì gli occhi nel buio della sua camera da letto. Un raggio di tenue luce rossa proiettava l'ora sul soffitto: le quattro e venti del mattino. Maledisse l'insonnia che diventava sempre più padrona delle sue notti e si ricordò

della sua non lontanissima giovinezza durante la quale aveva dormito difilato per non meno di dieci ore per notte ... Tutte le notti!

Per qualche secondo si rigirò nel letto cercando di ricordare l'incubo che aveva causato il suo risveglio, poi lo riconobbe: aveva di nuovo sognato la sua particolare versione del TRUMAN SHOW, un film americano che tanto lo aveva colpito qualche anno prima. Nel sogno era protagonista inconsapevole di una macchinazione nella quale il collega Borloskij, insieme al suo socio in affari, il compagno Bubodov, riusciva a cancellare certi precisi eventi dai verbali delle riunioni accademiche e dalla memoria degli altri colleghi sostituendoli, con metodi di inconfondibile stampo staliniano, con altri eventi che da puramente immaginari diventavano la realtà accettata da tutti (Per convenienza? Autosuggestione? Necessità conformistica di seguire il branco?). Accettata perfino da Domenico, il suo più fedele alleato!

Nel sogno Filippo cercava di opporsi a queste manovre richiamando alla memoria di tutti Orwell ed i suoi capolavori *1984* e *La Fattoria degli Animali*, ma nessuno pareva aver mai letto questi libri, nessuno mostrava di conoscere il concetto orwelliano di non-storia, non-evento, non-persona (cioè di parte della storia, di eventi, di persone cancellate dalla memoria collettiva per volere di alcuni funzionari di partito). Poi la faccia di Borloskij diventava quella del suo relatore Angelo Rossi che addirittura negava di averlo mai conosciuto. Filippo sapeva bene che Angelo, venendo dalla stessa scuola di partito di Borloskij, era capacissimo di auto-convincersi che una persona non fosse mai esistita o che un evento non fosse mai accaduto: quante volte Filippo era stato sorpreso dalle amnesie di Angelo! E quante volte di queste amnesie aveva approfittato anche Alfredo, suo compagno di studi fin dalle scuole elementari ed infine co-autore, insieme ad Angelo, dei primi lavori di Filippo.

E la consapevolezza di non essere il solo ad avere la sensazione che gli umani hanno la tendenza ad auto-convincersi che i fatti siano in realtà un'opinione gli è stata recentemente confermata dall'interessante, sebbene controverso, recente pamphlet di Travaglio, intitolato, appunto *La Scomparsa dei Fatti*.

Infine nel sogno ritornava bambino, con la madre che lo rimproverava perché aveva detta una verità inopportuna e lo prendeva in giro chiamandolo Aniceto. Aniceto (ovvero la bocca della verità) è il protagonista di un racconto per ragazzi che insegna come sia scomoda, sovente, la verità: racconto di cui una delle autrici, si veda la Bibliografia, è la Giana Anguissola.

Nel dormiveglia che seguiva al primo risveglio, Filippo fu consapevole del fatto che una crisi d'ansia stava per colpirlo: e le crisi d'ansia significavano immancabilmente sonno perduto ed ore ed ore spese sforzandosi a scacciare pensieri spiacevoli nella speranza di riaddormentarsi.

Il tentativo di capire cosa gli succedeva l'aveva portato alla lettura del DSM-IV: The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fourth Edition (IV) della American Psychiatric Association.

L'aveva usato inizialmente per produrre un'auto-analisi ed un'auto-diagnosi: successivamente si era intestardito ad impiegarlo per ottenere una classificazione delle persone con cui interagiva, nel tentativo di prevederne i comportamenti.

L'auto-diagnosi era stata coronata dal successo, ma molto meno efficace era risultata l'analisi che aveva fatta alle persone intorno a lui, per la semplice ragione che Filippo non ha l'abitudine di mentire a sé stesso, mentre la menzogna è costantemente praticata nelle comunicazioni fra gli umani. Infatti alle domande poste dal manuale Filippo aveva risposto onestamente e la diagnosi era stata facilissima: Ossessivo-Compulsivo Ansioso con una vena (ben controllata) di Ipocondria. Invece le persone intorno a lui (come è naturale che avvenga) avevano mentito abbastanza spudoratamente: per esempio lo sciagurato Malachia Pontini aveva furbescamente evitato di riferire alcuni sintomi molto gravi del suo disturbo mentale. Non essendo abituato alla tendenza alla simulazione tipica delle persone seriamente disturbate, Filippo non aveva neppure percepito la disperazione paranoica di Malachia, né tantomeno aveva capito come fosse manovrato dalla sua fidanzata Miriam, abilissima nel fare leva sulle nevrosi del suo uomo e che del controllo dei di lui disturbi mentali aveva fatto una ragione di vita. Il povero Malachia aveva nascosto a Filippo un fatto rilevante: la mente di Malachia creava fatti mai avvenuti, immaginava discorsi mai pronunciati e, cosa più significativa di tutte, dialogava –fin dalla sua adolescenza- con un amico immaginario. Insomma il disturbo di Malachia era una forma grave di schizofrenia paranoide. Come Filippo non se ne fosse accorto per tempo è facilmente spiegabile: l'errore più grande da lui commesso nel giudicare le persone consiste sempre nel ritenere che una persona capace di comprendere complessi modelli matematici non possa essere troppo cattiva, o troppo malata. Errore che ha sempre pagato a caro prezzo, che ha imparato a commettere meno spesso solo con la vecchiaia e che non ha nessuna giustificazione: infatti Filippo conosceva bene la storia della vita di Nash (Nasar (2002)), quel grande matematico che ha ottenuto il premio Nobel per l'economia sebbene fosse affetto da una grave forma di schizofrenia paranoica.

Quante affermazioni false, con una ingenuità imperdonabile in una persona della sua età, Filippo aveva prese per vere! L'analisi dell'indole dei suoi collaboratori elaborata negli ultimi anni era stata fondata senza dubbio su basi del tutto irrealistiche! Certo anche il modello che aveva elaborato per descrivere i comportamenti di Alfredo si era rivelato molto poco predittivo; ma questo insuccesso aveva una seria giustificazione. Infatti Filippo aveva incontrato Alfredo, che è suo coetaneo, quando entrambi avevano appena cominciato a parlare: ed i primatologi hanno molto ben descritto quale forte attaccamento si stabilisce fra i piccoli che sono allevati insieme.

L'unica diagnosi che aveva azzecata era quella che aveva fatta per inquadrare Domenico. Domenico, collega di poco più anziano di Filippo, era entrato nella sfera delle sue conoscenze quasi inavvertitamente. Domenico è persona di salda cultura scientifica e, come spesso accade fra gli accademici, nasconde le sue insicurezze, ed il suo timore di non essere all'altezza dei suoi modelli culturali, dietro uno schermo di schiva riservatezza. Le sue lezioni sono chiare, molto classiche e prive di qualsiasi sbavatura, intermezzo o collegamento logico non canonico. Il carattere di Domenico è stato compresso, ma non schiacciato, dalla forte personalità del padre: come Filippo ha scelto di studiare una materia completamente diversa da quella del padre, proprio per poter affermare,

più liberamente, la propria personalità, acquisendo competenze in campi nei quali il padre non ne aveva assolutamente. Domenico ha un blando disturbo dell'umore, con vene di ansia e qualche raro picco di depressione con crisi di autostima. Dotato di un grande senso dello Stato e delle istituzioni, ha bisogno di ordine nella sua vita ed in particolare nel suo ufficio, nel suo lavoro, nel suo laboratorio. Impronta, con non pochi danni alla sua carriera ed ai suoi interessi personali, le sue relazioni sociali sulla lealtà e l'unico modo per farlo irritare è cercare di minare il suo ordine o comportarsi in maniera sleale.

Sebbene non sappia dire come o quando questo sia avvenuto, ma qualche tempo dopo averne fatto conoscenza, Filippo scoprì che Domenico era diventato il suo più affidabile alleato, anzi proprio il suo migliore amico: non invadente ma sempre pronto nel momento del bisogno. Dopo qualche tempo si accorse pure che il carattere di Domenico era, ma solo negli aspetti migliori, molto simile a quello di Alfredo, il suo compagno di studi fino al conseguimento del dottorato. La vita aveva diviso le strade di Alfredo e Filippo subito dopo la fine del loro periodo universitario: Alfredo entrò subito nel tunnel di una serie di matrimoni che si rivelarono, uno dopo l'altro, destinati a finire sempre nello stesso modo, qualche anno dopo la nascita di figli. D'altra parte la cosa non meraviglia molto quelli che lo conoscono perché le donne di Alfredo sono tutte molto simili, caratterialmente ma anche fisicamente: di questi fenomeni etologici e psicologici parleremo in un capitolo successivo.

Dai tentativi di classificare la varia umanità che lo circonda Filippo ha imparato che le Teorie per descrivere i fenomeni fisici, che riguardano sistemi che non hanno ovviamente la consapevolezza di essere studiati, sono molto più facili da ottenere rispetto alle Teorie concepite per descrivere sistemi che possono opporsi ai tentativi fatti per descriverne il comportamento, come ad esempio gli individui ed i gruppi di individui.

Tuttavia i successi ottenuti per esempio dalla Teoria delle Scelte Sociali (per carità, molto parziali, ma incoraggianti!), dalla Teoria dei Giochi Cooperativi e Non-Cooperativi e dall'Etologia Evoluzionistica, alla fine gli avevano fatto capire che la strada per la descrizione dei sistemi sociali complessi, sebbene molto ardua, non è completamente impraticabile.

Aveva, quindi, deciso di usare il DSM-IV come una guida non solo per scoprire i disturbi mentali che hanno raggiunto il livello di malattia clinicamente rilevante, ma anche per tentare di classificare gli esseri umani in alcune grandi classi.

La procedura che aveva elaborato risultò essere uno strumento abbastanza rozzo, magari capace di dare risposte affidabili solo su base statistica. Tuttavia Filippo riuscì, dopo un po' di tentativi, a congetturare con sempre maggiore efficacia quale sarebbe stato il comportamento di quegli individui che si fossero prestati per un lasso di tempo sufficientemente lungo (qualche volta volontariamente ma più frequentemente inconsapevolmente) alla sua analisi.

Per esempio, seguendo il DSM-IV, un soggetto può essere considerato affetto da un disturbo Ossessivo Compulsivo quando un certo numero di sintomi siano presenti nel suo comportamento: Filippo cominciò a considerare un individuo probabilmente vittima di ossessioni e compulsioni (e quindi capace di un certo tipo di azioni irrazionali) quando riusciva a rilevare almeno la metà di questi sintomi. Inoltre, dopo l'esperienza con Malachia, evitò sempre accuratamente di comunicare ai suoi oggetti di studio che essi erano sotto osservazione: il fatto stesso che ne fossero informati avrebbe reso la diagnosi falsata. Certo in alcuni casi non poté escludere che il soggetto da classificare si fosse comportato in maniera reticente o forviante, ma sospettare di essere osservati allarma (e quindi falsa le conclusioni dell'analisi) molto meno di quando si ha, invece, la certezza di essere esaminati.

A questo tipo di ragionamenti probabilistici Filippo era stato abituato dai suoi studi di Meccanica Quantistica: anche il profano ha sentito dire che in questa Teoria Fisica le osservazioni sperimentali perturbano i fenomeni sotto investigazione al punto da renderli talvolta imprevedibili.

Dopo aver capito quale fosse il suo stesso disturbo mentale, per così dire, di riferimento, Filippo aveva chiesto ad un suo amico fisiologo se esisteva una spiegazione al fatto che sempre più spesso si svegliasse così presto al mattino, mentre alla sera crollava addormentato abbastanza presto: già alle ventidue diventava incapace di guidare in sicurezza o anche di preparare un compito d'esame. La spiegazione esisteva ed era semplicissima: Filippo era iperteso con tendenza ad avere livelli di colesterolo alti nel suo sangue. Quelli che soffrono di pressione bassa (e le donne hanno in genere questa tendenza) si comportano in maniera opposta: si addormentano con difficoltà ma dormono più a lungo al mattino. Ecco la ragione fisiologica di quello che gli era accaduto negli ultimi anni: Filippo in questo periodo aveva preso tutte le decisioni importanti, aveva sviluppate le analisi degli eventi da affrontare, aveva scoperto i tradimenti, gli agguati ed i trabocchetti accademici, si era dedicato, fra il sonno e la veglia, allo studio dei suoi problemi scientifici irrisolti, aveva scritto, calcolato e meditato quasi sempre tra le quattro e le sette del mattino.

Questo aspetto del suo comportamento Filippo lo ha sicuramente ereditato da suo padre.

Suo padre si era lamentato spesso di essere insonne: gliene parlava come di un effetto collaterale dell'aumento delle sue responsabilità come funzionario e poi come dirigente sempre più generale dello Stato. Filippo, memore del disagio del padre e credendo alla falsa correlazione causa-effetto da questi assunta, aveva creduto che non avrebbe avuto le preoccupazioni e, soprattutto, le ansie di suo padre se avesse dedicato la sua vita alle Scienze Esatte per antonomasia: Fisica e Matematica, anzi alla disciplina unione delle due "La Fisica-Matematica".

Combattere tutta la vita per distinguere quello che è vero da quello che lo appare soltanto? Contro gli umori, le meschinità, le passioni di uomini interessati solo al potere, cioè all'affermazione del proprio ego?

No! Lui si sarebbe isolato in una torre d'avorio: avrebbe studiato, trovato qualche nuova perla di verità, scienza e sapienza, ci avrebbe giocato, la avrebbe comunicata al mondo ed in cambio l'ambiente dei sapienti che fa avanzare la conoscenza lo avrebbe accolto nei suoi ranghi.

Avrebbe conquistato una tranquilla posizione in un tranquillo dipartimento, dove gentiluomini si occupavano del bene dell'umanità.

Ecco: nulla di paragonabile agli incubi che affollavano le notti di papà, costretto a dormire con l'aiuto di quantità crescenti di Valium.

D'altra parte quale è il mondo della certezza? Quello della ferrea logica matematica!

L'empireo della incontestabile ed inconfutabile verità delle conclusioni correttamente dedotte da affermazioni talmente evidenti da non essere contestabili.

Quale folle avrebbe mai messo in discussione delle affermazioni vere perché correttamente dedotte da assiomi auto-evidenti?

Ecco quale era il lavoro tranquillo che si era scelto: lavorare alla modellazione matematica del mondo, occuparsi di goccioline d'acqua circondate da una miscela di gas e della loro evaporazione.

Una goccia o evapora oppure non evapora! E se evapora allora evapora ad una velocità precisa, fissate le condizioni iniziali ed al contorno: quindi basta trovare le equazioni giuste e nessuno potrà discutere del risultato ottenuto.

La sua vita, nei suoi ingenui progetti da adolescente, sarebbe dovuta essere tutta priva di ansie, lotte politiche contro individui irrazionali o in mala fede (o irrazionalmente in mala fede) e soprattutto molto lontana da quelle lotte di potere che sembrano tanto piacere agli esseri umani.

Invece ...

Invece, Filippo aveva passato due anni a combattere con un gruppo di presunti scienziati (anzi di *se-dicenti* scienziati) che avevano avversato ogni sua pubblicazione sulle goccioline di liquido in evaporazione con argomentazioni speciose e chiaramente infondate. Questo gruppo aveva il solo fine di fare in modo che il proprio capo potesse pubblicare, come indisturbato primo, un proprio lavoro sulle goccioline. Ovviamente né i risultati di Filippo né ancor meno quelli dell'idolatrato capo avevano un respiro che giustificasse tanto accanimento. Le equazioni scritte da Filippo furono dapprima derise come inutili, poi come molto parziali e decisamente insufficienti per descrivere la complessità dei fenomeni, poi bollate come inutilmente complicate e finalmente pubblicate dal capo in questione come sua propria scoperta originale proprio quando Filippo aveva abbandonato la contesa, anche perché si era convinto della assoluta banalità del problema in discussione. Con grande meraviglia scoprì, dopo qualche tempo, che Alfredo si era associato al coro degli adulatori di questo grande capo, arrivando a pubblicare un lavoro il cui solo contenuto scientifico originale consisteva in lodi sperticate dei risultati di costui.

Invece, Filippo aveva passato settimane ad esaminare studenti demotivati, ignoranti e per questo arroganti. Studenti del terzo anno d'Università che si ribellano se l'esaminatore osa pretendere che alle domande seguano delle risposte che abbiano un qualche significato (e che siano correlate alle domande cui si riferiscono!). Studenti che posti di fronte a domande sempre più semplici, non riescono mai a produrre nessuna risposta sensata anche quando la domanda verte su questioni oggetto di studio (almeno sulla carta) nelle scuole medie superiori. Studenti che ritengono di avere diritto ad una Laurea semplicemente per aver frequentato dei corsi, che non sono capaci di esprimersi in un Italiano corretto (che quindi sono incapaci di comunicare in Inglese) perché ignorano l'uso dei congiuntivi e dei condizionali e sono incapaci di un uso appropriato dei pronomi relativi. Alcuni di questi studenti avevano avvicinato dei faccendieri di una scuola di supporto agli studi universitari (che tanto vanno di moda nelle epoche di decadenza culturale di un paese) per far offrire una bella cifra per ogni esame superato, altri avevano mandato *una mattina* di dicembre le loro fidanzate (loro pure studentesse del medesimo corso di Laurea) vestite di trasparenti abiti *da sera* a chiedere, con fare accattivante, spiegazioni al professore ed ai suoi assistenti, altri avevano trovato la raccomandazione di un ministro della Repubblica (che aveva prontamente telefonato a Filippo per cercare garbatamente di ammorbirlo), altri ancora avevano raggiunto un senatore che aveva bruscamente ricordato a Filippo come tutti i progetti di ricerca presentati dai professori universitari italiani passavano al suo vaglio. I più abili erano riusciti a trovare una connessione attraverso una rete di amicizie (il lettore interessato a capire come funzionano le reti di conoscenze e legami interpersonali nella specie umana troverà una interessante esposizione divulgativa delle più recenti scoperte in questo campo in Buchanan (2002) oppure in Barabási (2004)) ed erano arrivati o ad Alfredo oppure al proprietario della casa che Filippo affittava da quasi un decennio per le sue vacanze, anziano signore che era diventato un suo buon amico, oppure alla migliore amica della madre di Filippo. Siccome quest'ultima ha rinunciato da tempo a tentare di avere un'influenza sul figlio, la sua reazione fu netta ed immediata: disse subito alla sua migliore amica che non era proprio il caso che lei cercasse di trasmettere le segnalazioni. Molto garbato fu l'anziano signore che ne parlò a Filippo in questi termini: io ho già detto a tutti che non ho nessuna influenza su di te, ed ho ripetuto questo anche ad un giovane a cui tengo molto, che tu hai già respinto all'esame alcune volte; ti sarò grato se potessi dargli qualche spiegazione e qualche indicazione che lo aiutino a mettersi in carreggiata. Inaspettato, ma perfettamente coerente con il carattere del personaggio, fu il comportamento di Alfredo: si presentò a casa di Filippo con una lista di trenta raccomandati che lanciò sulla sua scrivania promettendo, in cambio, di promuovere altrettanti raccomandati, quando Filippo gli avrebbe chiesto il ricambio. Alla fine Filippo, dopo aver appreso attraverso la lettura di autorevoli articoli (ad esempio quelli di Brezzi o Carafoli (2007)) che il degrado non era localizzato nella sua università, ma che era diffuso almeno a livello nazionale, aveva escogitato una specie di indulto: invece di far passare solo i raccomandati esaminò e promosse tutti i candidati che premevano per vedere conclusa velocemente la loro carriera universitaria. Il famigerato collega Borloskij, che fra le altre cariche che si era auto-assegnato aveva una preferenza per quella che lo nominava *controllore unico della qualità scientifica di tutti i corsi impartiti nella sua facoltà*, intuì quanto stava accadendo (probabilmente perché egli stesso era sottoposto alle stesse pressioni) e cominciò a lanciare alti lai contro la dequalificazione degli studi che era implicita nel comportamento di Filippo. Inutile dire che, appena l'epoca dell'indulto fu conclusa e Filippo riprese a tentare di costringere agli studi qualche studente volenteroso operando una qualche selezione alle prove di esame, lo sciagurato Borloskij riprese subito a sobillare tutti i compagni-studenti membri della cellula universitaria del

partito (dominata dallo stesso Borloskij) che erano rappresentanti nel Consiglio Didattico. Secondo il suo giudizio ora Filippo era un pazzo che pretendeva, addirittura!, che futuri professionisti fossero capaci di scrivere una frase con un soggetto!

Invece Filippo il pomeriggio del giorno prima aveva perso quattro ore della sua vita a discutere del concetto di propedeuticità in un organo collegiale universitario: si era affermata una maggioranza che sosteneva, con un'incoscienza pari solo alla sua tracotanza, che è perfettamente possibile far sostenere ad uno studente l'esame di Analisi Matematica Seconda prima dell'esame di Analisi Matematica Prima. Filippo, attonito, aveva citato Euclide, Archimede, Eratostene (Dei del suo Olimpo personale) poi Levi-Civita, Cremona, Peano, Cauchy, Poincarè... Aveva raccontato dei guasti che in epoche passate decisioni del genere avevano causato in generazioni di studenti diventati intellettuali scadenti ... Aveva affermato che era come pretendere di costruire il terzo piano di un edificio prima di averne saldamente costruite le fondamenta: tutto gli era sembrato assurdo. Alla fine Domenico, che come lui partecipava ai lavori del citato organo collegiale, lo aveva convinto a smettere di discutere: saggiamente aveva capito dove si stava andando a parare. Infatti Borloskij (da vero cripto-stalinista) aveva deciso di voler mostrare come potesse dominare a piacimento l'organo collegiale ed in un suo livido intervento conclusivo aveva bollato la posizione di Filippo come PERSONALISMO alla ricerca di un momento di PROTAGONISMO ed aveva fatto approvare con una maggioranza schiacciante che *se un organo collegiale universitario così vuole allora le pietre cadono verso l'alto*.

Quando, qualche anno dopo, Filippo cercò di ottenere dallo sciagurato stalinista una copia del verbale nel quale si riferiva questa decisione assurda scoprì che questo verbale era andato distrutto: Borloskij lo aveva fatto sparire, forse rendendosi conto dell'assurdità che aveva fatto deliberare. Tuttavia, dopo ancora qualche mese, Filippo scoprì che anche questa sparizione era stata usata da Borloskij per screditarlo: infatti Filippo aveva raccontato a molti colleghi di quella riunione e di quella decisione. Ebbene Borloskij aveva cominciato a sostenere che Filippo aveva inventata tutta la storia "delle pietre che cadono verso l'alto" e che quindi doveva essere considerato un mitomane.

2.2 Verità affermata con il principio di Autorità, o determinata per mezzo di una votazione "democratica", oppure accettata per fede come rivelata

Come è ben noto a chiunque abbia una qualche conoscenza della storia culturale europea, quella della **ricerca della verità** è una ossessione ricorrente nella cultura occidentale a partire dalle sue radici elleniche fino ad arrivare ai giorni nostri.

Tutti i sistemi giudiziari antichi e moderni si sono affidati l'arduo compito di cercare la verità su eventi (i crimini) che sono considerati dannosi per la stabilità delle nostre società. Carofiglio (2007) fornisce un agile ed istruttivo saggio di come si debba procedere alla ricerca della verità in ambito giuridico: forse solo per far apparire la materia meno ostica egli utilizza l'espedito di dichiarare, nel primo capitolo, che l'esposizione non parte da principi teorici ma si basa sull'esposizione pratica di esempi. Tuttavia fa precedere ogni esempio da una intelligente analisi teorica, che inquadrerà razionalmente la descritta attività pratica e finalmente negli ultimi due capitoli getta la maschera, rivelando al lettore quali siano i suoi veri paradigmi culturali: il falsificazionismo popperiano (il lettore abbia la pazienza di seguire le argomentazioni di questo capitolo e poi eventualmente consulti Popper (1970) oppure il testo divulgativo Chalmers (1979) per avere maggiori informazioni su questo modo di concepire la scienza).

Durante lo sviluppo delle società umane alcuni gruppi di potere e gerarchie sociali si sono arrogati spesso il compito di divulgare o anche imporre (spesso perfino con l'uso della forza) la verità che ritenevano di aver trovata.

Molti individui o gruppi d'individui si sono auto-assegnati il ruolo di custodi e controllori della verità, che può essere rivelata al volgo (cioè divulgata) solo quando sia, ad insindacabile giudizio di questi custodi, ritenuto opportuno. I sacerdoti Maya ed i membri della nomenclatura stalinista hanno dato dei fulgidi esempi di disastri che tali gruppi di individui possono causare: i primi portando all'estinzione il loro popolo (Diamond (2007)) i secondi riuscendo ad affamarlo (ed è storia recente) per almeno tre generazioni.

Il dibattito culturale e filosofico più documentato nella cultura occidentale (si veda ad esempio il saggio di Lynch *La verità e i suoi nemici* (2007)) riguarda appunto tutte le questioni che attengono al concetto di verità.

In particolare le questioni che sono state affrontate in questo dibattito sono state:

quale sia il significato della parola "verità", se e come si possa raggiungerla, come e quando si possa rivelare una verità che si ritenga di aver trovata, come la si debba conservare e tramandare, chi debba esserne il custode ultimo.

E si badi bene che l'unica affermazione sulla quale non si è mai riscontrata, nella filosofia occidentale, alcuna seria controversia è quella che afferma che la verità è una cosa preziosa e che si deve approfondire ogni sforzo necessario anche solo per trovarne alcuni brandelli.

Questo accordo unanime non si riscontra in altre culture umane, almeno non prima che esse siano venute in contatto con la scienza occidentale. Sebbene la questione sia delicata, e non si vuole in questo momento rischiare di essere travolti da tutti i suoi molteplici aspetti morali, etici e politici, il lettore deve essere informato del fatto che recenti scoperte sulla genetica della specie umana (riferite con le dovute cautele in Wade (2007)) sembrano

indicare che alcune mutazioni genetiche, diffuse maggiormente nei popoli occidentali, ne hanno forgiato la cultura ed in particolare quel modo razionalista di vedere la natura ad essi trasmesso dall'eredità culturale ellenica.

La saggezza asiatica (distillata dalle dottrine di Buddha o Confucio), e la sua indifferenza verso l'ossessione occidentale per la verità, è molto utile al singolo individuo che voglia trovare una pace interiore, liberandosi di ansie e preoccupazioni, ma si è rivelata perdente come filosofia adatta ad organizzare il comportamento di intere società in competizione, economica e politico-militare, l'una contro l'altra.

Solo quando una qualche versione modificata della filosofia della scienza occidentale, così grandemente segnata dalla necessità di ricercare la verità ad ogni costo, si è innestata saldamente in una società non occidentale, solo allora quella società ha conosciuto uno sviluppo tecnologico economicamente rilevante: la storia del Giappone (si veda ad esempio Alabiso (2001)) è un esempio convincente di questa tesi. Il Giappone ha vissuto una sequenza travagliata di lotte per il potere che ha segnato la sua struttura sociale: per lunghissimi periodi quella società è stata governata da una nobiltà feudale contraria ad ogni cambiamento ed innovazione, avvertasi perché sentiti come pericoli per una organizzazione sociale finalmente giunta ad un equilibrio stabile. La venuta di missionari gesuiti intorno al 1540, inizialmente accolta senza particolari segni di ostilità, portò ad un nuovo periodo di instabilità sociali, culminate nella cacciata di tutti gli stranieri dal suolo giapponese e nella persecuzione e distruzione radicale di ogni comunità cattolica. Tuttavia i giapponesi continuarono ad approfittare delle conoscenze filosofiche, scientifiche e tecnologiche importate dai gesuiti e continuarono ad insegnare ai loro giovani tutte le conoscenze che i gesuiti avevano portato con loro.

Quando nuovamente il Giappone fu costretto dalle cannoniere americane (nel 1853) ad aprirsi al mondo esterno la società giapponese era pronta alla competizione globale: il Giappone è, anche oggi, l'unico paese asiatico ad avere una solidissima economia in grado di competere alla pari con quelle americane ed europee. Il lettore, quindi, non deve credere che la cultura giapponese non sia discendente da quella ellenica: almeno in tutti gli aspetti che attengono alla scienza ed alla tecnologia la società giapponese produce prodotti culturali in tutto simili a quelli prodotti da società di individui geneticamente discendenti dai popoli ellenici. Insomma uno scienziato giapponese utilizza il metodo logico-deduttivo per formulare teorie matematiche ed il metodo congetturale falsificazionista per formulare modelli teorici dei fenomeni esattamente come faceva Archimede, e quando incontra un suo collega italiano scopre in pochi minuti di utilizzare gli stessi antichi strumenti concettuali affinati da Ipparco, Crisippo o Apollonio di Perga (Russo (2006)): strumenti concettuali assorbiti dalla sua cultura grazie alla mediazione dei missionari gesuiti. In questo senso la cultura scientifica giapponese è una cultura occidentale. La conoscenza acquisita da un gruppo sociale non è un carattere che viene ereditato geneticamente dalle nuove generazioni di quel gruppo: questo carattere viene tramandato per mezzo di un efficace sistema educativo e può ben accadere che, a causa di scelte politiche inappropriate nell'organizzare questo sistema, esseri umani i cui antenati genetici hanno inventato il metodo scientifico finiscano per non saperlo più utilizzare riducendosi ad essere dominati economicamente e politicamente da popoli che, invece, hanno saputo fare tesoro delle altrui conquiste scientifiche.

Il problema centrale della filosofia della scienza occidentale è stato, dunque, quello della caratterizzazione del concetto di verità e del suo utilizzo nella indagine sulla realtà dei fenomeni che si osservano.

Diverse modalità sono state proposte per accertare quale sia il valore di verità da attribuire ad una data affermazione.

Accenneremo qui a tre tentativi che si sono, almeno ai fini dello sviluppo di una tecnologia efficace, rivelati poco adeguati.

Il primo tentativo, che chiameremo quello del **Principio di Autorità**, si basa sulla osservazione, indiscutibilmente fondata, che alcuni uomini hanno un intelletto la cui acutezza è di gran lunga superiore alla media. Questi uomini costituiscono una elite le cui capacità possono essere sfruttate dall'intera comunità umana: ognuno di questi uomini può essere considerato una Autorità cui gli altri possono fare riferimento.

Il Principio di Autorità consiste nell'accettare che una affermazione sia vera quando una Autorità ne certifica questo status.

La prima autorità che sia riuscita a far riconoscere dalla tradizione scritta occidentale la sua capacità di discernere il vero dal falso fu probabilmente Pitagora: nella sua scuola si affermò l'uso di accettare come vera una affermazione che fosse stata certificata tale dal maestro. La formula, poi ripresa da molti altri gruppi di uomini che hanno accettato il principio di autorità e che attestava che nessuna altra discussione era possibile, fu quella famosa dell' "IPSE DIXIT", suggello del massimo dell'autorevolezza. Durante il Medioevo questa autorevolezza fu riconosciuta ad Aristotele, sia dai filosofi cristiani, in Occidente, che da Averroé e dai suoi seguaci nei paesi islamici: in entrambe le religioni Aristotele fu considerato come l'unico filosofo capace di pervenire con metodi scientifici a raggiungere le verità rivelate altrimenti dalla fede.

Il secondo tentativo, che chiameremo quello del **Principio del Consenso**, si basa sull'osservazione che quando una affermazione è vera allora la sua forza finirà per persuadere tutte le persone dotate di buon senso, che, a loro volta, diffonderanno la loro conoscenza in tutta la società. Nel seguito si daranno molti esempi di affermazioni prese per vere semplicemente perché accettate come tali da una qualche maggioranza: si ricorda qui la folle decisione, presa a stragrande maggioranza da un consenso di medici altamente qualificati, di considerare la disinfezione degli strumenti chirurgici come inutile o addirittura pericolosa. Solitamente una autorità che ambisce ad essere riconosciuta come fonte di verità e che vuole far accettare con la formula dell'IPSE DIXIT le sue sentenze si fa circondare da una schiera di autorità di secondo livello, che rafforza l'azione della singola autorità circondandola di un consenso dall'apparenza unanime.

Molti scienziati hanno studiato la dinamica della trasmissione della cultura e molti hanno riscontrato che anche nelle società di primati il Principio di Autorità gioca un ruolo rilevante nei meccanismi sociali di trasmissione delle conoscenze. Come riferito in Cavalli-Sforza (1993) e (2004) ed in Mainardi (2001), la specie umana non è la sola ad aver sviluppati dei meccanismi di trasmissione delle conoscenze fra individui: in un gruppo di macachi giapponesi si è riscontrato che quando una giovane femmina molto intelligente, di nome Imo, ha scoperto come pulire le patate sporche di sabbia o come separare la sabbia dai chicchi di grano prima di mangiarli allora molti altri individui dello stesso gruppo hanno velocemente appreso la tecnica inventata da Imo. Ben presto anche molti fra coloro che, non avendo le richieste doti di inventiva, mai avrebbero potuto escogitarla alla fine usavano correntemente questa tecnica molto sofisticata.

Tuttavia in quel gruppo di macachi i capricci della genetica hanno regalato il genio necessario ad una giovane femmina: cioè ad un individuo di rango sociale basso. Imo non aveva l'autorità necessaria a far riconoscere universalmente nel suo gruppo la validità delle sue affermazioni: ed infatti nessuno degli individui adulti e di rango superiore a quello di Imo ha mai accettato di praticare la sua tecnica, che si è diffusa in tutto il gruppo solo quando una nuova generazione di individui di alto rango ha sostituito quella precedente. Questa situazione si riproduce con delle caratteristiche molto simili nei gruppi umani: il lettore troverà riferite nel Capitolo su Don Pasquale delle puntuali osservazioni *sperimentali* di Max Planck (uno dei maggiori fisici teorici del Novecento) sulle modalità di trasmissione della conoscenza umana fra individui di una generazione e fra individui di generazioni diverse.

Il terzo tentativo, che chiameremo del **Principio di Accettazione per Fede**, consiste nell'accettare come vere affermazioni che pervengano agli uomini per mezzo della rivelazione da parte di esseri sovraumani e fondamentalmente buoni, a cui il destino dell'umanità sia particolarmente caro.

Anche in questo caso si dà spesso il caso di verità di fede elargite alla massa grazie alla mediazione di autorità singole o di gruppi formati da uomini autorevoli.

Il lettore attento si renderà conto che spesso si ritiene di provare la presunta verità di una affermazione applicando contemporaneamente tutti e tre i principi discussi: una affermazione viene accettata per fede perché riconosciuta tale da una indiscussa autorità spirituale e da un illustre consesso di riconosciuti esperti.

I fallimenti *pratici* che si sono riscontrati nell'applicare gli elencati metodi di attribuzione del valore di verità a varie affermazioni sono innumerevoli. In questo capitolo, ed in molti passaggi di quelli successivi, verranno discussi molti di questi fallimenti.

Si ricordi qui brevemente che Giordano Bruno fu condannato per non aver voluto riconoscere la verità accettata per fede, ed imposta d'imperio dall'inquisizione, sulla natura delle stelle del firmamento che molti Congressi del Partito Comunista Sovietico hanno affermato, per acclamazione, che le più affermate Teorie Economiche indicavano come imminente il crollo del sistema capitalista o che persino Einstein, che pure aveva contribuito a fondarla, ha poi decisamente affermato che la Meccanica Quantistica è una Teoria inconsistente.

Ogni società umana ha avuto i suoi sciamani i quali hanno vaticinato sciagure se i loro riti non fossero stati rispettati ed eseguiti con la dovuta attenzione: molti uomini hanno eseguito danze della pioggia senza ottenere una goccia d'acqua ed altrettanti hanno presenziato con fede a riti magici per poi vedere i loro cari morire di malattia. Nessuna pozione miracolosa ha salvato neppure una frazione infinitesima delle vite salvate dai vaccini o dagli antibiotici, nessuna processione ha fermato la peste, il colera o una eruzione vulcanica.

Talvolta i teologi hanno tentato persino di discutere di fenomeni fisici molto specifici: Galileo ha dovuto contrastare una intera scuola di gesuiti che contestava la sua legge di dipendenza quadratica dello spazio percorso da un grave in funzione del tempo trascorso. Eppure bastava un semplice esperimento per rendersi conto di chi avesse ragione.

Nessuna assemblea di saggi, nessuna autorità, nessuna votazione democratica o acclamazione plebiscitaria, nessuna rivelazione per fede si è rivelata così efficace del metodo logico-deduttivo sperimentale per formulare affermazioni vere riguardo i fenomeni naturali.

E solo le società che hanno saputo munirsi di un gruppo di scienziati capaci di utilizzare correttamente il metodo scientifico sono riuscite a prevalere nella lotta per la sopravvivenza: Stalin (la più grande autorità della religione comunista) non rinunciò ai servizi di Landau (il più grande fisico teorico sovietico) solo perché Landau lo contraddiceva spesso. Senza Landau e la sua scuola l'Unione Sovietica non avrebbe retto così a lungo nella sua competizione atomica con gli Stati Uniti.

2.3 Un Intermezzo sulla Teoria dell'Evoluzione (e sulla Evoluzione delle Teorie)

Una Teoria scientifica molto efficace nel descrivere e prevedere importanti fenomeni naturali e che tuttavia ha incontrato (e purtroppo continua ad incontrare) violente opposizioni, nonostante i notevoli risultati pratici che ha reso possibili, è la Teoria dell'Evoluzione, il cui fondatore moderno è Charles Darwin. Le ragioni ultime della ostilità e del rifiuto che questa Teoria ha prodotto sono di natura esclusivamente psicologiche e sociologiche: gli uomini sembrano, in genere, ritenere che la scoperta della loro vera natura sia pericolosa e quindi dichiarano, solitamente, che questa scoperta è impossibile. L'atteggiamento diffidente nei confronti della Teoria dell'Evoluzione si somma alla diffidenza che molti uomini provano, *in generale*, nei confronti delle Teorie, in quanto corpo di conoscenze che molti non riescono a capire fino in fondo.

Alcuni scienziati, però, hanno visto in quella che Cavalli-Sforza chiama la Teoria generale della Evoluzione, addirittura, una chiave di lettura per spiegare la nascita, la strutturazione e la competizione fra Teorie oppure fra Culture diverse oppure fra Società ed Economie diverse: si citano qui rispettivamente gli interessanti saggi di Bellone (2006), Cavalli-Sforza (2004) e Warsh (2006), che mostrano bene come le leggi generali della evoluzione siano molto adatte alla descrizione della evoluzione delle specie, ma anche a quella della culture o delle Teorie scientifiche.

In Warsh (2006), inoltre, è ben spiegato come la stessa conoscenza scientifica debba, ormai, essere considerata una importante parte della ricchezza delle società umane e che essa si accresce esattamente come ogni altra forma di ricchezza: in maniera proporzionale, con un tasso di interesse preciso, al capitale posseduto.

Mentre le idee originarie di Darwin si generalizzano, estendendosi ad ambiti diversi rispetto alla biologia, producendo fruttuose descrizioni dei fenomeni più disparati, la Teoria dell'Evolutione continua ad essere osteggiata, in un modo che ricorda molto la famosa persecuzione operata dall'Inquisizione contro la Teoria Copernicana.

E non si creda che i più accesi detrattori della Teoria dell'Evolutione siano dei fondamentalisti religiosi: in un recente passato, alla fine di una lunga e furiosa polemica sulla compatibilità della nuova Teoria con il Materialismo Dialettico Leninista, la genetica sovietica è stata annichilita da un politicante (Lysenko) che non era neppure in possesso di un dottorato, che di mestiere faceva il perito agrario, ma che aveva messo la sua diabolica capacità di manovrare le cellule del Partito Comunista Sovietico e la volontà di Stalin al servizio di una causa folle: negare la validità del Darwinismo, della genetica Mendeliana e persino delle basi biochimiche dell'ereditarietà.

Lysenko (si veda ad esempio Brancato e Pandolfi (2002) per maggiori dettagli) riuscì a far mandare in Siberia ai lavori forzati i più valenti genetisti sovietici ed **impose a priori**, per rendere il dovuto tributo alla, per lui indiscutibile, validità del Leninismo, **quale dovesse essere il risultato** di una serie enorme di campagne di **misure sperimentali**. Poiché ignorava che la *Teoria della Mutazione Genetica Indotta dall'Ambiente* era stata propugnata (e velocemente confutata da tutti i genetisti) dal capitalista francese Lamarck, Lysenko riuscì ad indurre centinaia di sperimentatori a certificare che le mucche sovietiche riuscivano ad acquisire, se opportunamente sollecitate, delle caratteristiche fisiche che poi erano effettivamente ereditate dai loro figli. Quei pochi che continuarono a vedere quello che realmente succedeva (e cioè assolutamente nulla, visto che l'evoluzione viaggia su una scala di tempi molto più lunga) furono tutti fucilati o spediti in Siberia a rieducarsi.

Purtroppo per l'Unione Sovietica, e per tutti quelli che hanno creduto nell'utopia egualitaria socialista, la genetica e le sue affermazioni vere non furono le sole ad essere rigettate a causa del fatto che qualche stupido burocrate della scienza non riuscisse a capirle: anche la Meccanica Quantistica fu riconosciuta come pericolosa da una cellula del partito sovietico incaricata di esaminare l'attività di ricerca degli Accademici delle Scienze. Questa pericolosità era individuata nella natura statistica (il lettore troverà una discussione dettagliata di questo punto in un capitolo successivo e nel saggio di Omelyanovskij et al. curato da Tagliagambe (1972)) della teoria stessa. Paradossalmente la Meccanica Quantistica fu osteggiata pure da Einstein, sebbene egli stesso fosse unanimemente riconosciuto come uno dei suoi fondatori: e con le medesime argomentazioni degli stalinisti, ma con l'importante aggiunta di un richiamo alla teologia (è di Einstein la famosa affermazione "Dio non gioca a dadi"). Evidentemente anche Lenin ed il Materialismo Dialettico non amavano giocare a dadi. Ma mentre la Chiesa non volle o non riuscì mai a fermare il progresso scientifico e tecnologico (nonostante abbia processato con il Sant'Uffizio molti degli scienziati più brillanti del mondo occidentale), il partito comunista sovietico ci riuscì molto bene: i suoi scienziati non studiarono abbastanza la Meccanica Quantistica, non svilupparono il transistor se non con un enorme ritardo e conseguentemente non riuscirono a far mantenere al loro paese il passo con la terza rivoluzione industriale (quella dei computer) che si sviluppava nei paesi occidentali. La selezione naturale dei sistemi sociali punì, come è noto a tutti, il sistema socialista proprio per la sua incapacità di liberare i suoi operai dal lavoro manuale, anche grazie all'utilizzo dei robot guidati dai computer.

Evidentemente se Filippo, il protagonista del nostro apologo, si fosse imbattuto in uno come Borloskij nel luogo e nel momento sbagliato sarebbe stato anche lui mandato in Siberia ad essere rieducato. Studiando la storia della Genetica sovietica ed interagendo con Borloskij, Filippo finalmente capì cosa gli volesse dire suo padre quando da piccolo gli ripeteva continuamente di parlare solo dopo aver considerato bene se erano sopportabili i rischi che avrebbe corso di conseguenza.

Filippo rabbrivì al pensiero ed abbracciò la carne della giovane donna che gli dormiva affianco ...

Ebbe un momento di incertezza: Denise? Concetta? Antonia? Nicole?

Stupido ... alla tua età non dovrete mai avere queste incertezze: oggi è il giorno di Denise!

Uno dei rari successi del suo teorizzare era stato l'improvviso successo con le donne ... Successo che aveva cominciato ad arridergli dopo che aveva studiato alcuni saggi di etologia evolutiva (ad esempio Baker (1997), Barash e Lipton (2002), Celleron (2002), de Waal (2006)) applicati all'etologia dei primati ed in particolare a quella umana. Questi saggi, che forniscono una profonda ma non troppo complicata analisi dell'evoluzionismo darwiniano applicato alla descrizione del comportamento sessuale umano, sono da taluni considerati controversi. Tuttavia probabilmente l'unico loro punto debole deve individuarsi nel fatto che in essi si osi considerare l'animale uomo esattamente come uno fra gli altri primati superiori apparsi sulla terra. Quindi, avendo assunto un atteggiamento per quanto possibile distaccato ed oggettivo, gli etologi moderni riescono a dimostrare molte affermazioni vere ma sconvenienti, attirandosi gli strali di femministe, benspensanti, autorità religiose ed accademiche: l'unanime condanna delle loro idee e metodi da parte di intellettuali di ogni ideologia e parte politica è probabilmente una delle migliori prove della validità della loro analisi.

La Teoria generale utilizzata dagli etologi moderni nasce dai lavori di Morris (magnificamente riassunti nel suo *La scimmia nuda*) e si occupa della spiegazione degli schemi di comportamento animale per mezzo della teoria dell'evoluzione: per questo è chiamata spesso **etologia evolutivista**.

La sua scoperta entusias mò Filippo enormemente: gli sembrò di avere finalmente lo strumento per capire qualcosa in un insieme di fenomeni che fino ad allora gli erano sembrati del tutto incomprensibili.

Prima di queste dotte letture era stato sempre considerato (o semplicemente si era considerato?) un uomo brutto con un fascino che si riesce a manifestare solo su donne che per una ragione o per l'altra fossero costrette a sentirlo discutere di questioni di un qualche valore intellettuale.

Digiuno della Teoria necessaria e lasciato solo con le sue doti naturali ed istintive di corteggiatore Filippo aveva affascinato solo per caso e sporadicamente alcune fra le donne che avevano avuto l'opportunità di sentirlo parlare a lungo delle cose che lo appassionavano.

Il suo amico Santo gli aveva formulata la sua spiegazione, che potremmo chiamare

La Regola Pratica di Santo:

Ognuno ha il suo proprio pubblico, ed è saggio che ciascuno si rivolga direttamente a questo pubblico, senza perdere tempo là dove non si è apprezzati.

Nonostante la grande stima che Filippo aveva per Santo, questa spiegazione gli sembrò troppo elementare per essere soddisfacente: ma si sa che Santo amava applicare il rigore delle Matematiche solo allo studio logico delle relazioni fra oggetti astratti. Insomma, Santo non era un fisico-matematico, cioè uno studioso delle relazioni fra gli oggetti astratti e gli oggetti reali del mondo sensibile, cioè di quel mondo in cui viviamo. Mentre Santo ha sempre studiato, come ogni matematico puro, le verità logiche insite nelle definizioni dei concetti astratti e nelle loro relazioni reciproche, Filippo si è dato un compito diverso: ha sempre voluto usare le Teorie sviluppate dai matematici puri per descrivere in maniera coerente i fenomeni che occorrono in Natura.

Quindi per trovare una versione più profonda della Regola Pratica di Santo, Filippo si lanciò nello studio di una serie di saggi divulgativi e poi, ritenendosi sempre parzialmente insoddisfatto, nella lettura di testi più specialistici di etologia evolutivista (una buona idea dello stato dell'arte in questo campo è data per esempio da Miller (2002)).

La scoperta delle idee espone in questi testi lo colpì molto e molto si rammaricò per non aver avuto un tale strumento concettuale a disposizione in alcuni momenti cruciali della sua vita precedente.

La regola pratica di Santo trovava una generalizzazione molto soddisfacente nell'ambito di una Teoria che, sebbene complessa, è veramente elegante e sicuramente molto predittiva, i cui principi di base, accennati qui di seguito, saranno oggetto di un capitolo successivo.

Il Darwinismo classico postula che la natura degli esseri viventi sia conservata in un corredo genetico, che ciascun figlio eredita dai due genitori in parti uguali. Solo molto raramente (e la frequenza di questi eventi varia da specie a specie) nel passaggio genitori-figli il corredo genetico cambia in qualche parte: i Darwiniani postulano che queste mutazioni siano del tutto casuali e del tutto indipendenti dall'ambiente in cui vivono gli individui della specie in studio.

Si noti che l'ultima parte del postulato non si è dimostrato sempre valido: infatti se nell'ambiente nel quale gli individui si riproducono sono presenti radiazioni nucleari allora le mutazioni sono molto più frequenti. Purtroppo queste mutazioni continuano ad essere casuali e quindi, in generale, molto negative perché contrarie alla vita.

Dunque in un ambiente protetto, come quello Terrestre fino all'alba dell'era atomica, le mutazioni sono rare e casuali. Quanto rare? Le più recenti indagini sui primati superiori mostrano (si veda per esempio il saggio di Diamond (1994)) che la loro velocità di mutazione (ed in particolare quella della specie umana) è di circa l'uno per cento di cambiamento sul totale del corredo genetico ogni cinque milioni di anni!

Il corredo genetico è l'insieme delle informazioni necessarie a costruire gli individui di una data specie: cambiarlo significa cambiare le caratteristiche di tali individui. Se le mutazioni sono casuali allora le nuove istruzioni saranno in qualche parte illogiche e poco funzionali: il nuovo individuo in generale non riuscirà neppure a nascere oppure sarà malato o in generale meno adatto alla vita.

I Darwiniani postulano che l'evoluzione delle specie sia un prodotto delle mutazioni: abbiamo detto che le mutazioni avvengono raramente e che sono, in generale, sfavorevoli alla vita ma quando, ancora più raramente, una mutazione è favorevole, avvantaggiando in qualche modo l'individuo che ne è portatore allora la mutazione avvenuta si diffonde fra i suoi eredi e diventa patrimonio del corredo genetico della specie. Le più recenti scoperte (si veda per esempio il saggio di Davies (2001)) indicano che tutti gli esseri umani ora viventi discendono da una unica femmina che molto probabilmente è vissuta in Africa duecentomila anni fa circa. Sicuramente la nostra comprensione della nostra stessa Natura aumenterà enormemente quando sarà chiaro quale mutazione avvenne nella nostra comune progenitrice (che molti chiamano semplicemente Eva) e quali furono le conseguenze favorevoli di questa mutazione.

Quello che i Darwiniani classici non riescono a descrivere bene è la velocità con la quale una mutazione favorevole si diffonde in un gruppo nella quale essa sia casualmente avvenuta: postulare che una mutazione favorevole si diffonda in un gruppo in forza dell'aumentata capacità dell'individuo mutante di sopravvivere nel suo ambiente comporta delle sottostime molto rilevanti della velocità di diffusione della mutazione stessa, in special modo quando la specie considerata si riproduca in maniera sessuata.

Gli evolucionisti moderni hanno allora introdotto il concetto di selezione sessuale (che già Darwin introduce per spiegare come si formano le razze nell'ambito di una specie): essi assumono che le femmine di una specie si fanno carico della selezione delle mutazioni favorevoli velocizzandone così la diffusione.

Anche questo postulato è stato poi leggermente modificato per rendere conto dell'evoluzione di alcune specie, fra cui i primati: le femmine, in maggior misura, ma anche i maschi, quando sono chiamati ad investire risorse per allevare la prole, operano una scelta sessuale che rende più efficace il processo di selezione delle mutazioni favorevoli.

Con questa modifica il Darwinismo spiega perfettamente quell'insieme di complessi fenomeni che sono chiamati complessivamente "evoluzione delle specie".

Sono tutte direttamente favorevoli alla qualità della vita le mutazioni selezionate sessualmente dalle femmine di tutte le specie? La risposta è chiaramente: no!

Si pensi, ad esempio, alle code di pavone: esse sono un enorme impaccio ai movimenti, sono un richiamo per i predatori e non hanno nessun uso nella lotta alla sopravvivenza. Ed è appunto per questa ragione che le pavoncelle hanno selezionato pavoni con code sempre più grandi: se un pavone ha la forza di reggere una coda grande allora il suo stato generale di salute, la sua forza fisica e le sue capacità di reazione alle variazioni delle situazioni ambientali indicano che il suo corredo genetico è particolarmente buono.

La selezione sessuale porta alla scelta di mutazioni che un Darwinista classico (così classico da avere idee che Darwin stesso liquiderebbe come ingenue!) considererebbe dannose o al più del tutto inutili alla vita: tuttavia la selezione sessuale, in cambio, assicura una velocità di diffusione delle mutazioni scelte molto grande, abbastanza grande da produrre una *rapida* evoluzione della specie.

Alcuni uccelli della Scandinavia, in periodo riproduttivo, si riuniscono in un Lek, un luogo deputato alla selezione dei maschi più prestanti da parte delle femmine. Il rito del Lek porta una generazione di femmine a scegliere nell'insieme dei maschi disponibili quelli che sono ritenuti più adatti a tramandare i propri geni: solo una percentuale abbastanza bassa di maschi trasmette il proprio corredo genetico alla generazione successiva.

Simile al rito del Lek è il meccanismo di scelta nei gorilla (e dei leoni marini): i maschi che vivono in una regione occupano i territori disponibili, dopo esserseli contesi. Non tutti i territori sono quello che sembrano: alcuni sono solo apparentemente più appetibili, ma solo un gorilla intelligente se ne accorgerà. Un gorilla forte, ma stupido, si fermerà a scegliere un territorio apparentemente adatto, ma che presenta dei problemi che solo in seguito diventeranno espliciti; un gorilla magari meno forte ma più furbo sceglierà un territorio più sicuro anche se dall'*appeal* meno esplicito. Le femmine di gorilla sceglieranno il maschio (e/o il suo territorio) in base alla loro valutazione della sua appetibilità (che include, o forse si riduce, all'appetibilità del suo territorio). Si noti che i gorilla sono blandamente poligami (mentre i leoni marini sono molto poligami): in media un gorilla controlla un territorio che può dare supporto almeno a tre e fino a sei femmine con i loro piccoli (mentre i leoni marini hanno un harem di decine di femmine). Come conseguenza, poiché in ogni popolazione animale che si riproduce per via sessuale circa la metà degli individui è di sesso maschile, un terzo (e fino ad un sesto) dei gorilla (ed una percentuale piccolissima di leoni marini) trasmette il proprio corredo genetico alla generazione successiva: in questo modo si spiega perfettamente la velocità del processo evolutivo nelle specie considerate perché si stima esattamente la velocità di diffusione di una mutazione. Infine si chiarisce come possa imporsi una mutazione che non può assolutamente essere considerata direttamente come favorevole alla vita: basta che le femmine possano considerare una tale mutazione come indicatore efficiente (sebbene indiretto) di maggiore capacità riproduttiva.

Si noti che per capacità riproduttiva deve intendersi generalmente capacità di trasmettere i propri geni alle generazioni successive: la capacità riproduttiva può includere la capacità di meglio sopravvivere nell'ambiente in cui la specie vive (darwinismo classico) ma anche la capacità di imporsi nel processo di selezione sessuale.

Per esempio la capacità di violentare efficacemente, cioè senza causare loro danni fisici gravi, le femmine che si vogliano sottrarre alla copula (come accade sempre nel caso estremo di una particolare specie di uccelli, nella quale lo stupro è diventato l'unico contatto sessuale possibile) deve considerarsi una dote che assicura ad un maschio una progenie e quindi una dote che viene tramandata di generazione in generazione.

Ecco che a Filippo apparve finalmente chiaro cosa succede nelle feste da ballo umane (che lui aveva sempre detestate e che invece tanto piacevano ad Alfredo): una festa da ballo è un Lek nel quale i maschi umani mostrano alle femmine il loro potenziale di capacità riproduttiva. Se sono ben coordinati, allora balleranno meglio; se sono capaci di affrontare i pericoli allora ne correranno di inutili per dimostrarlo (magari bevendo molto e poi conducendo follemente una automobile nella notte); se sono capaci di aiutare le femmine con i piccoli nei primi mesi di vita, quando il loro piccolo cervello in crescita non è capace di regolare i ritmi del sonno, allora resteranno svegli tutta la notte per corteggiarle; se hanno risorse economiche da investire nella prole allora si accenderanno la sigaretta con una banconota da cento euro.

E se uno è capace di esaminare razionalmente i problemi e di darne una soluzione?

Il suo Lek (cioè il suo pubblico, secondo la formulazione di Santo) non sarà una festa da ballo: dovrà cercare occasioni nelle quali le femmine abbiano modo di apprezzare le sue doti e di valutarle per quanto realmente valgono ai fini della sua capacità riproduttiva. Ovviamente femmine stupide non saranno mai capaci di determinare l'intelligenza di un dato maschio e per loro il Lek dell'intellettuale è semplicemente invisibile: la loro preferenza sarà tutta per gli addominali scolpiti, uno dei simboli preferiti dalla scimmia nuda maschio per indicare il suo stato di salute fisica. Oppure, come avevano fatto tutte le donne di Alfredo, preferiranno l'uomo

premuroso e sottomesso, perché queste doti sono garanzia di investimento di risorse nella prole: e tali femmine mostreranno addirittura di disprezzare le doti intellettuali del loro uomo, che sacrificheranno sull'altare delle gioie del focolare, gioie che, almeno per un breve periodo, considereranno l'unica solida base della vita di coppia. Gioie che poi distruggeranno per correre dietro un mascazone che si trovi a passare al momento giusto: cioè dopo che i figli allevati con il premuroso saranno abbastanza cresciuti. Il mascazone, dotato di fascino, promette, infatti, di veicolare e propagare il corredo genetico della donna che ha affascinato con il suo corredo genetico di approfittatore.

Santo rise molto e di gusto quando Filippo gli raccontò della Teoria che includeva la sua regola come corollario ad un teorema di Migliore Capacità Riproduttiva, e si mostrò molto interessato agli aspetti formali della Teoria dei Giochi che venivano coinvolti: tuttavia continuò ad affermare convinto che la Teoria era lontana dal poter descrivere in maniera efficace i fenomeni. Anzi Santo mostrò sempre il suo scetticismo riguardo la possibilità di poter descrivere razionalmente il comportamento umano.

Ma su questo punto Filippo non può essere d'accordo.

Infatti l'esperienza che si può estrarre dalla storia del pensiero umano è che ogni fenomeno può essere spiegato soddisfacentemente, aspettando un lasso di tempo abbastanza lungo per accumulare tutte le conoscenze necessarie a sviluppare la Teoria giusta.

E' ovvio che le prime Teorie utilizzate per spiegare certi fenomeni saranno imprecise, nel senso che non saranno in grado di prevedere molte delle evidenze sperimentali osservate.

Quando gli scienziati cominciano ad investigare una data classe di fenomeni formulano, in via congetturale, delle ipotesi di lavoro, delle spiegazioni preliminari. In questo modo viene prodotta una prima Teoria che ambisce a descrivere la specificata classe di fenomeni.

Per esempio, per tentare di spiegare l'osservata variabilità di caratteri in una data specie di esseri viventi e la somiglianza talvolta grande dei caratteri mostrati da specie simili, **Lamarck congetturò che i) l'ambiente potesse cambiare il corredo genetico di un dato individuo e ii) che i cambiamenti indotti potessero essere trasmessi da una generazione alle successive.**

Quando una Teoria mostra dei limiti essa viene modificata più o meno radicalmente, in modo da poter spiegare meglio i fenomeni che tenta di descrivere. In questo modo viene prodotta una Teoria più efficace nella predizione degli aspetti più complessi dei fenomeni in studio.

I Darwiniani si resero conto che l'ipotesi di lavoro di Lamarck era una idea da certi punti di vista molto buona: infatti postulava l'esistenza di un corredo genetico che caratterizza la natura di ogni essere vivente e che tale corredo viene trasmesso di generazione in generazione sotto l'influenza dell'ambiente in cui gli esseri vivono. Tuttavia non si riuscì mai a verificare sperimentalmente (tranne in quei casi in cui lo sperimentatore avrebbe rischiato la deportazione in Siberia se avesse affermato il contrario, irritando così Lysenko e la sua cricca di burocrati stalinisti) che un certo carattere di un qualche organismo, sviluppato in risposta alle sollecitazioni dell'ambiente, possa essere trasmesso alla discendenza.

Di conseguenza i Darwiniani al posto dell'ipotesi i) di Lamarck, postulano la seguente ipotesi alternativa:

iii) nel processo di trasmissione del corredo genetico da una generazione a quella successiva talvolta possano avere luogo degli errori che causano delle variazioni del corredo stesso.

In altre parole i Darwiniani postulano che nel passaggio da una generazione all'altra possano avvenire delle mutazioni.

Con questa modifica la primitiva Teoria dell'evoluzione di Lamarck diventa quella Darwiniana, che spiega meglio i fenomeni che riguardano i cambiamenti nel tempo dei caratteri peculiari delle specie viventi.

Quando anche la seconda Teoria proposta incontra delle difficoltà, cioè degli aspetti dei fenomeni che non sono spiegati soddisfacentemente, verrà proposta una terza, poi una quarta ... poi una ennesima Teoria, che descriveranno via via sempre più dettagliatamente i fenomeni che si vogliono descrivere.

Così l'evoluzionismo Darwiniano fu modificato da Darwin stesso, con l'introduzione del concetto di evoluzione indotta dalla selezione sessuale, per spiegare l'esistenza di razze nell'ambito di una data specie, e dagli etologi evoluzionisti per spiegare alcune peculiarità del comportamento animale ed in particolare dei primati.

Nessuna Teoria potrà dirsi definitivamente vera: tuttavia il processo di incremento della conoscenza sui fenomeni permette via via di formulare Teorie sempre più comprensive e predittive. Inoltre grazie alla formulazione di una Teoria più complessa si possono scoprire addirittura fenomeni nuovi, che non erano mai stati osservati prima.

Come prima illustrazione di questo circolo virtuoso innescato dal progredire delle conoscenze teoriche si ricordi che solo quando fu chiaro il processo evolutivo che avviene nelle specie si poté spiegare la ragione per la quale i pochi resti fossili di animali scoperti fino ad allora mostrassero aspetti anatomici così diversi da tutte le specie attualmente viventi. Ma, soprattutto, ebbero grande impulso gli studi di comparazione dell'anatomia di specie diverse insieme ad una caccia razionalmente organizzata a resti fossili di un particolare tipo di specie vissuta nel passato: quella del cosiddetto *anello mancante* della catena evolutiva. Un anello mancante è semplicemente una specie che mostra caratteri evolutivi intermedi fra una specie primitiva ed una più moderna e che spiega, grazie alla sua sola esistenza, i tempi e le modalità di cambiamento dei caratteri in considerazione. La ricerca e lo studio dei fossili, l'embriologia e l'anatomia comparata, fino all'affermarsi della Teoria dell'Evoluzione, avevano rappresentato delle attività secondarie per i biologi: dalla sua formulazione in poi si trasformarono in alcune delle attività intellettuali umane di maggior interesse e permisero la scoperta di una enorme mole di fenomeni biologici

che erano semplicemente sconosciuti precedentemente. Come conseguenza l'embriologia diventò soprattutto embriologia evolutiva, essendo possibile ora riconoscere che ogni embrione di una data specie nel suo processo di crescita ripercorre velocemente tutti gli stadi evolutivi nei quali la sua specie si è trovata nei milioni di anni precedenti: grazie all'applicazione combinata dei metodi d'indagine dell'embriologia evolutiva e dell'anatomia comparata di specie viventi e fossili i postulati della Teoria dell'Evoluzione ci hanno permesso di comprendere, ad esempio, come si sono evoluti e sviluppati (e conseguentemente come funzionano) gli apparati uditivi di tutte le specie ora viventi (si veda il saggio di Gould (1994) per maggiori dettagli).

Una seconda illustrazione della necessità di poter usufruire di una Teoria se si vogliono scoprire fenomeni nuovi è molto recente: grazie all'etologia evuzionistica ed all'embriologia evolutiva nel 1998, l'anatomista australiana Helen O'Connell (in un lavoro pubblicato nel 1998 sul *Journal of Urology*) ha potuto congetturare e scoprire alcuni dettagli dell'anatomia umana che erano sfuggiti (non si riesce a capire bene come) a quasi duemila anni di investigazioni: infatti la O'Connell ha individuato la localizzazione e le dimensioni di tutti i corpi cavernosi collegati al clitoride umano, riuscendo pure a spiegare finalmente la sua fisiologia e le ragioni della grande variabilità delle sue dimensioni apparenti in diversi individui.

Altri esempi di Teorie che dopo aver permesso la spiegazione di fenomeni già osservati dopo qualche modifica hanno condotto all'osservazione di molti fenomeni mai osservati precedentemente oppure esempi di fenomeni che sono stati scoperti solo in conseguenza della formulazione di Teorie nuove verranno esposti nei capitoli successivi: per non far credere che tale processo di raffinamento sia caratteristico delle scienze della vita vale la pena di ricordare qui brevemente come si sia evoluta la conoscenza dell'Universo Mondo nel quale vive la specie umana.

Inizialmente si postulò che la nostra Terra fosse anche in grande quello che appariva in piccolo, cioè alla scala di lunghezze propria del nostro corpo. In altre parole sembrò ragionevole che la Terra fosse piatta, esattamente come ci appare dopo alcune osservazioni superficiali. Tuttavia già nel VII-VI secolo A.C. apparve inconfutabilmente chiaro che una tale Teoria era troppo semplice per poter spiegare alcuni fenomeni che pure erano osservabili con relativa facilità: per esempio gli alberi delle navi si possono scorgere all'orizzonte prima degli scafi delle navi stesse. La Teoria fu modificata: la Terra non poteva essere piatta (si veda ad esempio Tannery (1930-1990),(1893-1995)). Poiché la superficie più semplice dopo quella piana è la superficie sferica, Talete aveva trovato utile postulare che la Terra avesse una forma sferica: usando questo nuovo postulato si poté spiegare facilmente il nuovo fenomeno osservato. Successivamente la scuola Pitagorica formulò un modello dell'Universo nel quale la terra ed il sole, che erano assunte avere una superficie sferica, giravano insieme intorno ad un punto fisso, che chiamarono fuoco. Nel III secolo A.C., Eratostene e la sua Scuola svilupparono la Teoria sulla sfericità della Terra raccogliendo un'ampia mole di osservazioni sperimentali. Le indagini di Eratostene permisero la elaborazione di un calendario molto preciso, la definizione dei Meridiani e dell'Equatore ed in ultima analisi la misurazione del raggio terrestre. Partendo dai risultati di Talete e della Scuola Pitagorica, ed elaborando le osservazioni sulla luminosità dei vari corpi celesti come visti dalla Terra che erano già disponibili all'epoca, Aristarco di Samo (si veda il saggio di Heath (1981)) postulò che l'unica sorgente di luce nel sistema solare fosse il Sole e che tale sistema fosse costituito da pianeti, cioè materia organizzata a forma di sfere, in rotazione intorno a loro stessi ed in rotazione intorno al Sole, riuscendo anche, con un metodo di triangolazione, a dare una stima della distanza fra il Sole e la Terra. Inoltre alcuni traduttori latini di opere scientifiche greche parlano di un ulteriore passo nel processo di miglioramento della descrizione teorica ellenistica del Mondo: a partire dallo sviluppo teorico della Meccanica, ed in particolare dallo studio e descrizione delle forze centrifughe, gli scienziati ellenistici riuscirono a prevedere che, a causa del suo moto di rotazione intorno al suo asse, la Terra doveva avere una forma di ellissoide schiacciato ai poli. Questa previsione ha preceduto di molti secoli la sua verifica sperimentale ottenuta per mezzo di sofisticate misure effettuate in epoca moderna.

Purtroppo la conoscenza delle matematiche declinò durante tutto il periodo di espansione dell'Impero Romano, e le antiche conoscenze scientifiche furono presto perse (si vedano i saggi di Russo citati in Bibliografia) lasciando l'umanità di nuovo munita della sola semplice Teoria (la Terra è piatta) formulata in prima istanza. Durante tutto il Medioevo (anche grazie alla volontà di alcuni teologi) pochi osarono pensare che la Terra potesse non essere piatta. Tuttavia l'abbandono del sistema eliocentrico non fu totale: Tolomeo, un epigone della antica scienza astronomica, è riuscito, senza capire veramente la Teoria eliocentrica su cui si basava, a salvare un algoritmo di calcolo, elaborato dagli astronomi ellenistici, che riesce a calcolare la posizione, nella volta stellata, dei pianeti del sistema solare. Questo algoritmo si basava sul calcolo di cicli ed epicicli ed era sicuramente stato formulato da matematici le cui conoscenze erano molto più vaste di quanto si crede comunemente (si veda Gallavotti (2001)): per comodità questo algoritmo sceglieva un sistema di riferimento solidale alla Terra, con un procedimento che è stato poi utilizzato ampiamente dai fisici moderni, senza che nessuno ritenesse che essi accettassero un sistema geocentrico (una analisi elementare di queste questioni è data in Aczel (2003)). Ovviamente Tolomeo ed i suoi allievi medioevali, digiuni quasi totalmente delle Teorie meccaniche, interpretarono la scelta di convenienza fatta dagli antichi inventori dell'algoritmo (cioè di formulare le equazioni del moto dei pianeti nel sistema solidale alla Terra) come un Postulato fondamentale della antica Teoria Meccanica del Mondo, che così dimostravano di non capire. Conseguentemente essi attribuirono agli antichi delle ipotesi che gli antichi non si erano mai sognati di fare e, di fatto, utilizzarono, per ignoranza, l'autorità degli antichi per confutare le Teorie degli stessi antichi scienziati.

Il lettore dovrebbe aver tratto da questa veloce descrizione dell'evoluzione delle Teorie sull'Universo Mondo un importante insegnamento: non è sempre detto che Teorie più moderne siano migliori di Teorie più antiche e che la conoscenza sia accumulata dalla specie umana in un processo di miglioramento

**costante. Talvolta il nostro patrimonio di conoscenza decresce ed il grado di sofisticazione delle Teorie che produciamo ed utilizziamo può peggiorare invece che migliorare.
Le umane sorti non sono sempre ed indiscutibilmente progressive!!**

2.4 Applicazioni della Etologia Evoluzionistica

Comunque, da quando Filippo si era impossessato di un modello teorico per descrivere il comportamento sessuale umano, la messe di risultati *pratici* che era riuscito ad ottenere era diventata copiosa e di grande qualità. Da quando giocava al gioco del maschio super-alfa era riuscito a convincere donne sempre più belle ed intelligenti a tentare di diventare la sua donna esclusiva ... Filippo si posizionò al centro di un Lek, si rassegnò al fatto che lui poteva scegliere solo fra le femmine interessate alle sue doti, doti che esponeva nel suo proprio Lek, e si occupò semplicemente di render facilmente comprensibile al suo pubblico il valore del suo corredo genetico e quindi delle sue capacità riproduttive.

Insomma imparò che anche nella competizione sessuale (come nella competizione accademica, quella competizione cioè che è necessario affrontare per essere eletti titolari di una cattedra) la pubblicità è l'anima del commercio: se si è capaci ma nessuno lo sa allora il proprio potenziale riproduttivo (e quello creativo di produttore di ricerche e di formatore di giovani menti) rimane inesperto.

Ovviamente il mondo è pieno di venditori di fumo (maschi non molto capaci di soddisfare le loro femmine oppure professori incapaci di insegnare quello che in realtà non hanno capito) e solo le femmine più intelligenti (oppure commissari di concorso a posti di professore universitario particolarmente dotati) sanno distinguere un messaggio pubblicitario ingannevole da quelli realmente fondati su solidi dati di fatto.

Filippo imparò ad evitare le stupide, per quanto belle gli potessero apparire. Infatti le stupide non potevano entrare nel suo Lek di concetti astratti e capacità predittiva delle Teorie: una pavoncella cieca non può apprezzare la più meravigliosa delle code di pavone.

Filippo imparò, anche, ad evitare le femmine alla ricerca di premure eccessive e che indulgono nei sogni ad occhi aperti: per dedicare loro il tempo di cui hanno bisogno avrebbe rischiato di non raggiungere lo status di super alfa su cui voleva fondare la sua strategia riproduttiva.

Queste donne, come dimostrato ampiamente dalla vita di Alfredo e dai racconti di Domenico, dopo aver distrutto la carriera del loro uomo lo lasciano rimproverandogli di non aver avuto successo.

Il Lek di Filippo può essere descritto sommariamente così: donne in possesso di una solida cultura generale, con una attività intellettuale molto superiore alla media, in cerca di un interlocutore con il quale poter avere continui scambi di opinione. Ad alcune di queste donne piace anche trasformare spesso questi scambi di opinione in accese discussioni, apparentemente aspre, ma solitamente solo finalizzate ad affermare la propria individualità.

Probabilmente la vera ragione dell'acredine che lo divideva dal suo collega Borloskij aveva un fondamento biologico che poteva essere almeno parzialmente spiegato dalla Etologia Evoluzionistica: i Lek di Borloskij e Filippo sono quasi coincidenti e quindi i due erano in chiara competizione presso lo stesso pubblico. Ma Borloskij era un esperto di Chiacchiere applicate all'Ingegneria e una qualsiasi pavoncella con un po' più di intelligenza poteva capire la differenza fra un venditore di Chiacchiere ed un Fisico-Matematico. Questa spiegazione è probabilmente utile anche a capire perché, nel breve periodo nel quale aveva finto di essere amico di Filippo, Borloskij aveva passato tutto il tempo a vantare (più a sé stesso che a Filippo) le magnifiche doti intellettuali delle sue figlie in contrasto con quanto Filippo gli raccontava dei suoi figli: essendo un ansioso Filippo aveva sempre la tendenza ad esagerare i problemi che incontrava nei suoi tentativi di imporre loro una buona educazione.

Inoltre Borloskij, essendo tendenzialmente un paranoico (o forse essendo proprio un paranoico clinico, ma questo non si può stabilire senza la collaborazione del paziente), è sempre stato in preda ad una sindrome da invidia verso chiunque potesse rappresentare un potenziale competitore alle sue aspirazioni di potere totale ed in particolare verso Filippo.

Ovviamente la gara fra le aspiranti occupanti del Lek di Filippo doveva coinvolgere sempre molte concorrenti, tutte ben consapevoli della gara e del numero e talvolta dell'identità delle altre aspiranti ... E la gara non veniva vinta mai da nessuna ... Perché se fosse stato possibile vincerla allora non sarebbe stata veramente interessante. Infatti che maschio di valore può mai essere un maschio per il quale non ci siano molte femmine in competizione? Ben misero è un Lek frequentato da poche selezionatrici! Molte competitori significa molto valore del corredo genetico conteso.

Ecco spiegato perché Il Gatto e La Volpe, altri due colleghi di Filippo, passavano tutto il tempo a vantarsi delle loro grandi capacità di seduzione e di come trattassero male le povere stupide che erano cadute nella loro trappola. Un ingenuo avrebbe creduto che vantarsi di maltrattare le donne fosse controproducente: invece tali vanterie avevano come effetto che molte furbette (sebbene poco intelligenti nella stessa misura dei due) facevano la fila per essere da loro ingannate. Il Gatto (meno furbo dei due) risulta essere stato incastrato (nel senso che ha accettato di mantenerne i figli) da ben quattro donne (a distanza di sette anni ciascuna). La Volpe, molto più furbo, non ha mai lasciato la sua ricca compagna ed ha sempre tenuto a bada le aspiranti sostituite.

Che magnifiche spiegazioni di fenomeni vari e complessi si possono ottenere da una Teoria in fondo semplice e ragionevole.

Denise, Concetta, Antonia, Nicole ... Che magnifico effetto pratico di una profonda teoria astratta!

Tuttavia Filippo si era dovuto rendere conto che non era assolutamente possibile vantare la potenza del metodo scientifico se usato per dominare i fenomeni che accadono quando un uomo ed una donna decidono di avere una relazione sentimentale, sessuale, intellettuale ... Almeno non in discussioni fra amici e colleghi: il saggio di

Cellerino (2002) dimostra, però, che i tempi sono maturi perché un neurobiologo possa scrivere di questi argomenti.

La tentazione di divulgare nella cerchia delle sue conoscenze le moderne scoperte scientifiche nel campo dell'etologia umana, all'inizio era stata fortissima: l'ingenuo che ruggiva dentro Filippo fin dalla sua tenera infanzia l'aveva indotto a parlare della Teoria (e dei suoi personali successi nella applicazione di questa Teoria alla pratica corrispondente) a colleghi ed allievi. Ne aveva parlato ad Alfredo, ed questi aveva cercato tutte le recensioni negative disponibili in letteratura di ogni testo di etologia evoluzionistica, ne aveva parlato a Santo, e questi si era detto disgustato dalla descrizione dettagliata di alcuni comportamenti umani che ne provano la validità, ne aveva parlato con Domenico, che garbatamente aveva tentato di impedirgli di divulgare il contenuto delle sue ultime letture. Filippo ne aveva parlato in giro lo stesso.

I risultati erano stati devastanti. Colleghi (cioè almeno i soliti Gatto e Volpe, istigati da Borloskij), forse invidiosi, avevano cominciato a spargere voci strane sul suo conto: Filippo veniva dipinto come un illuso visionario e contemporaneamente come un depravato solito ad approfittare dell'ingenuità di giovani donne. Queste voci furono sparse da personaggi del tutto digiuni di Teoria (che anche fra i professori universitari viene spesso disprezzata). Credendo di danneggiare la reputazione di Filippo, questi pratici dell'intelletto in realtà gli fecero un grande favore. Infatti nulla aiuta di più un gorilla maschio super-alfa nella caccia a nuove gorilla femmine della notizia (vera o falsa che sia) che il detto gorilla sta maltrattando le sue femmine attuali: questa notizia equivale ad un richiamo istintivo e fortissimo che invoglia le nuove femmine a scalzare le vecchie.

Quindi ben presto, dopo che il fallimento della strategia di danneggiamento divenne esplicito, le strane voci si placarono.

Peggior effetto, sulla vita di Filippo, ebbe la sua mancanza di riservatezza nei confronti dei suoi allievi. Alcuni di loro, fra cui quelli che lui considerava i suoi prediletti, cominciarono a raccontare di come erano stati costretti a comprare libri disgustosi (cioè i testi divulgativi dell'etologia evoluzionistica) che il pazzo (cioè Filippo) considerava oro colato. Le fidanzate e mogli di questi dottorandi e giovani ricercatori (ovviamente immediatamente messe al corrente delle Teorie propagandate da Filippo) ordinarono presto ai loro uomini di rompere ogni contatto con il depravato.

Se alcuni obbedirono subito, altri tentarono di approfittare dell'aiuto accademico di Filippo senza aiutarlo in nessuna delle attività didattiche o di ricerca che lui aveva iniziate, fino a quando i rapporti fra il Professore e gli Allievi si deteriorarono irrimediabilmente.

La sua ex Susanna che era stata indotta, con un trucco, a leggere il saggio di etologia evoluzionistica più divulgativo (Baker (1997)) lo demolì con un accanimento degno di ben altra causa. Ma la ragione psicologica di questo comportamento fu subito chiara: Susanna non avrebbe mai ammesso di avere sposato un maschio beta per ripiego al solo scopo di avere subito dei figli né tantomeno avrebbe confessato che nel fondo del suo inconscio una vocina gli diceva di far un figlio con un super-alfa e di affibbiarlo al beta come padre, diciamo così, putativo ...

Insomma Filippo non poteva vantare i successi dell'etologia evoluzionistica pena un drastico deterioramento dei suoi rapporti sociali: compreso questo fatto smise di parlarne con tutti.

Solo Antonia, per un lungo periodo e prima di cadere in preda a una tempesta ormonale a fini riproduttivi, aveva mostrato di apprezzare e capire: le altre con le quali aveva discusso dell'argomento erano fuggite subito. Di conseguenza non ne parlò più neppure con le sue donne ...

Insomma: anche nel caso dell'etologia evoluzionista Filippo, pur essendo sicuro di aver compreso una teoria potenzialmente utile per capire i comportamenti degli esseri umani, si era rassegnato a tenere per sé quanto aveva compreso ... Infatti le affermazioni vere nell'ambito di questa teoria, se applicate a descrivere il comportamento degli scimpanzé o dei gorilla, sono considerate accettabili ma se applicate ai primati umani sono considerate sconvenienti dagli umani più razziocinanti e semplicemente sono rifiutate come false dagli umani meno dotati nell'uso della logica o più condizionati da una educazione moralistica. Che tristezza... Sperò di poterne parlare, al momento giusto, con i suoi figli.

Ma c'era un problema: se i ragazzi avessero applicato la teoria per descrivere il comportamento dei loro genitori, ne avrebbero potuto trarre delle conseguenze logiche abbastanza imbarazzanti. Avrebbero potuto speculare sulle ragioni per le quali un monogamo convinto (quale Filippo era stato per almeno dieci anni della sua vita) aveva, dopo una relazione assolutamente esclusiva, cominciata una caccia cinica, spietata e divertita a tutte le gonnelle che gli capitavano a tiro.

E queste ragioni lo stesso Filippo non le aveva volute veramente scoprire.

Abbracciò più forte Antonia, no! Stupido, Denise, e, superando le sue blande lamentele (ecco era Denise, perché Antonia offre sempre tanta resistenza prima delle nove del mattino da indurlo a desistere) riuscì a svegliarla ...

(Evidentemente Denise ha la pressione alta mentre Antonia la pressione bassa: Filippo si ripromise di consigliare a Denise una visita dal cardiologo. Doveva anche convincerla a prenotare una visita con un angiologo: sarebbe stata utile per la cellulite e le vene varicose che potenzialmente potevano rovinare la sua splendida forma fisica).

Subito dopo, calmata l'ansia, si riaddormentò ... stringendo a sé quel magnifico cuscino di carne ...

I suoi sogni furono subito popolati da equazioni: stava cercando di inventare quelle che descrivono ... l'evaporazione di gocce d'acqua, ... la competizione in un gruppo sociale per l'accaparramento di un bene, ... l'evoluzione di una democrazia (necessariamente imperfetta per il Teorema di Arrow) in una dittatura, ... il flusso di un fluido in un mezzo poroso, l'emissione di suoni da parte di pannelli di materiale composito, ... le grandi deformazioni di un particolare tipo di gomma molto utilizzata nell'industria automobilistica ...

Finalmente piombò in un sonno senza sogni, o almeno senza sogni che potesse ricordare, nel quale trovare un po' di riposo.

2.5 Sulla difficoltà di individuare le affermazioni vere e sulla ancora maggiore difficoltà che si incontra nel tentare di farle accettare

Dopo qualche tempo Filippo riprese a sognare: anzi fu assalito da un incubo per lui ricorrente. In questo tipo di incubo più o meno immancabilmente sua madre gli pronosticava una litania di disgrazie.

Purtroppo questo incubo non era solo un incubo notturno: sua madre, tutte le volte che lui, da sveglio, commetteva l'errore di parlarle di un qualsiasi aspetto della vita sua o di chiunque altro essere umano, ha sempre previsto (e probabilmente continuerà, fino all'ultimo respiro, a prevedere) sciagure imminenti.

La madre di Filippo può, a ben fondato titolo, dire di aver previsto qualsiasi sciagura sia accaduta nel mondo durante la sua lunga vita. Il metodo da lei usato è semplicissimo ed antichissimo: basta considerare tutti i possibili sviluppi di una data situazione e cominciare a prevedere che tutti questi sviluppi accadranno, elencandoli in una crisi di ansia nevrotica. Successivamente bisogna avvertire la malcapitata vittima dei pericoli incombenti, raccomandandosi di non intraprendere una certa azione ma anche di intraprenderla subito, elencando tutte le possibili conseguenze di entrambe le scelte. Dopo aver fatta la lista di tutti i possibili contrattempi e di tutte le possibili disgrazie (anche quelli più improbabili) bisogna concludere dicendo: "io ti ho avvertito, le conseguenze dei tuoi errori saranno molto spiacevoli".

La tradizione culturale cui la signora si riferisce è così antica da aver origini che si perdono nella notte dei tempi: probabilmente la strategia intimidatoria ed ansiogena da lei utilizzata è stata escogitata non molto tempo dopo l'invenzione del linguaggio da parte di alcuni nostri fortunati progenitori (una interessante analisi sulla nascita della superstizione è data in Mainardi (2001)).

Un caso classico di questo tipo di comportamento è descritto nelle narrazioni medioevali apocriefe e/o corrotte delle vite di Cesare e di Crasso.

Infatti, secondo gli storici medioevali, i due condottieri, dovendo decidere se intraprendere una campagna rispettivamente di conquista della Gallia o contro i Parti, e seguendo una antica consuetudine, si recarono a Cuma per consultare la più famosa Sibilla dell'antichità.

Alla loro domanda di un pronostico, riguardo l'esito dell'impresa che volevano compiere, la Sibilla rispose scrivendo su sei foglie altrettante parole, che possono essere ordinate ottenendo la seguente frase (l'ordine nel quale sono trascritte le parole implica già un inizio di interpretazione del vaticinio!):

ibis redibis non morieris in bello (*)

Questa frase può tradursi parola per parola così

Andrai ritornerai non morirai in guerra (**)

La storia tace su di un importante dettaglio: c'erano forse altre foglie con su tracciati opportuni segni di interpunzione?

(Un esperto conoscitore della lingua latina e della storia della sua evoluzione sa benissimo che il latino classico non conosce interpunzioni: infatti solo durante il medioevo esse furono introdotte nel latino scritto. Il lettore, però, non si faccia distogliere dal flusso delle considerazioni che seguono solo a causa di questo dettaglio che, se è importante per stabilire l'inattendibilità di parte o tutta la narrazione dei fatti riportata dalle fonti medioevali, risulta irrilevante ai fini della nostra discussione sulla natura delle affermazioni ambigue).

Ovviamente, anche ammesso che un insieme di foglie con segni di interpunzione fosse stato consegnato a Cesare o a Crasso, non sarebbe mai stato possibile decidere in quale posizione, nella frase, la Sibilla intendesse posizionarli.

Ora se il lettore pone un punto “.” dopo la parola “andrai”, un punto interrogativo “?” dopo la parola “ritornerai” ed un punto esclamativo “!” dopo la parola “non” otterrà il seguente pronostico di sventura:

andrai. Ritornerai? Non! Morirai in guerra (***)

Il lettore digiuno della sintassi del latino deve essere avvertito del fatto che in quella lingua talvolta l'esclamazione “No!”, che utilizza l'avverbio di negazione “No” come termine olofrastico, cioè come termine che è equivalente ad una intera frase, è equivalente alla esclamazione “Non!”. Più precisamente si deve notare che in latino, diversamente da quanto accade nella lingua italiana, la particella negativa “Non” può essere usata, ma solo dopo una interrogazione, come termine olofrastico. Comprendere questa circostanza linguistica è essenziale se si vuole comprendere la natura dell'ambiguità che si vuole seguire qui, seguendo una corrotta tradizione medioevale.

Se invece il lettore preferisce porre un punto interrogativo “?” dopo la parola “andrai”, un punto “.” alla fine della frase e vuole anteporre il rimanente punto esclamativo “!” alla parola “non” otterrà

andrai? Ritornerai! Non morirai in guerra. (****)

che è un chiaro pronostico di vittoria.

Secondo gli storici medioevali Cesare e Crasso preferirono credere a questa seconda interpretazione: il primo intraprese la vittoriosa campagna contro i Galli ed il secondo andò in contro ad una disfatta contro i Parti. E si noti che era ben pensabile che anche Cesare, se avesse perso la guerra avrebbe molto probabilmente perso, come Crasso, anche la vita, vista la ben nota ferocia dei Galli. In tutti i casi la Sibilla ha sempre potuto affermare di aver previsto quanto poi è effettivamente accaduto: le è bastato invocare la “giusta” lettura del suo pronostico.

Il lettore è invitato a ripensare brevemente alla spiegazione che abbiamo data per rendere chiara l'ambiguità del responso della Sibilla (ambiguità da cui si deriva l'aggettivo *Sibillino*): ad esempio nel testo in grassetto che precede le affermazioni (***) e (****) per nominare la parola “non” che è utilizzata in tali affermazioni e per non farla apparire come una negazione del verbo successivo (cioè della parola “otterrà”) si sono usate delle virgolette.

Si noti che abrogando le virgolette per distinguere il nome di una parte del linguaggio dalla parte del linguaggio stessa nel testo precedente la (***) il citato testo in grassetto diventa

Ora se il lettore pone un punto. Dopo la parola andrai, un punto interrogativo? Dopo la parola ritornerai ed un punto esclamativo! Dopo la parola non otterrà il seguente pronostico di sventura:
che è un testo semplicemente incomprensibile.

L'uso di affermazioni formulate per descrivere la struttura di altre affermazioni deve essere sempre improntato alla massima cautela: parlare di parole, affermare su affermazioni può condurre ad intrecci di significati non facilmente risolvibili.

Su questo punto si ritornerà nella sezione seguente.

La madre di Filippo è sempre stata una ipocondriaca: ha passato tutta la sua vita a curarsi malattie immaginarie, temute a causa della lettura di qualche voce dell'enciclopedia medica o di qualche articolo allarmistico sui giornali. Inoltre si è sempre preoccupata dello stato di salute dei suoi parenti ed amici, paventando anche per loro le malattie più gravi: una particolare attenzione ha, ovviamente, sempre prestato ai suoi figli.

Ha diagnosticato a Filippo in ordine di tempo: gravi malattie gastro-intestinali (perché il piccolo Filippo si difendeva dalla strategia di ipernutrizione della madre tentando di digiunare), l'appendicite (in questo caso riuscendo, con modi intimidatori, a persuadere un chirurgo a rimuovere l'appendice di Filippo), il nanismo (perché Filippo le sembrava crescere ad un ritmo più lento rispetto ai suoi coetanei), una leucemia (perché aveva una ghiandola linfatica ingrossata), vari tipi di tumore (associati a dolorette che Filippo improvvidamente le riferiva), l'ulcera perforante (perché il nonno materno di Filippo ne aveva sofferto), varie malattie veneree asintomatiche (ogni volta che aveva il sospetto che Filippo avesse cambiato donna), varie malattie respiratorie ed articolari e molte altre ...

Un giorno, per così dire fortunato, Filippo si sentì dire dalla mamma che doveva aumentare l'assunzione di carote, perché questo alimento ha delle proprietà miracolose nella cura delle malattie agli occhi. A rinforzare questa raccomandazione la mamma di Filippo utilizzò anche la seguente affermazione: da quando la mamma di Alfredo gli impone una assunzione intensiva di carote la miopia di Alfredo si è arrestata! (Come se non si sapesse che la miopia progredisce in particolari momenti della vita, e che questi momenti erano passati per Alfredo).

Da notare che Filippo non aveva avuto fino a quel momento assolutamente mai problemi di vista di nessun tipo: neppure una banale lieve miopia, nulla!

Facendo riferimento ad un utilissimo articolo di un settimanale cattolico molto popolare, la madre di Filippo si era convinta che una malattia stesse minando la vista di quel suo figliolo che tanto sforzava gli occhi per i suoi studi. Filippo reagì come aveva fatto tante volte in precedenza: rispose alla mamma dicendo che nessun sintomo indicava che una malattia del tipo da lei descritta fosse in atto e che quindi non vedeva nessuna ragione per chiedere un appuntamento all'oculista. D'altra parte aveva già conosciuto, fino alla maggiore età e quindi fino al momento in cui si era potuto appellare alla sua capacità di giudizio indipendente, molti medici che avevano quasi sempre bruscamente ricordato alla mamma che erano loro a dover fare diagnosi ed ordinare indagini. Per calmare la sua genitrice, Filippo le assicurò che avrebbe introdotto dosi da cavallo di carote nella sua dieta.

Dopo neppure una settimana Filippo notò un calo drastico della sua acutezza visiva: nel giro di poche ore si sottopose ad una visita medica e scoprì di avere una malattia ereditaria, molto rara, che rischiava di fargli perdere la vista.

La madre di Filippo, incurante del fatto che per decine di volte all'anno per almeno trenta anni aveva diagnosticato malattie immaginarie a tutti i suoi parenti ed amici e che mai nessuna di queste malattie si era poi manifestata, prese questo evento come la prova definitiva delle sue grandi capacità diagnostiche. Conseguentemente cominciò l'esercizio che più la appassionava: la ricerca dell'eziologia della malattia. Filippo ha coniato, a questo proposito, l'espressione "*eziologia fantastica*" ed ha individuato nell'illogico ed irrazionale collegamento causa-effetto stabilito da sua madre una peculiarità specifica dell'ipocondria. Infatti la signora, dopo attenta riflessione e dopo aver letto testi fondamentali nella formazione di un clinico diagnostico serio (cioè il già citato settimanale cattolico) e dopo aver consultato i maggiori esperti nel campo dell'oculistica moderna (cioè una sua amica che vanta l'importante titolo accademico di essere moglie di un medico legale) decise che la malattia del figlio non era dovuta, come ben descritto dai testi classici e come ben noto a tutti i clinici della regione, ad un gene recessivo molto diffuso nella sua città natale bensì al cloro diluito nell'acqua delle piscine che Filippo aveva frequentato per qualche tempo prima che la sua malattia si manifestasse.

La mamma di Filippo ama molto l'esercizio della fantasia nel ricercare l'eziologia delle malattie: nessuna considerazione di buon senso riesce a farla deflettere dalle convinzioni che, nel suo modo misterioso e del tutto personale, elabora sulla relazione causa-effetto fra i fenomeni di cui la sua mente si è voluta occupare. Neppure invocare il principio d'autorità (lo ha detto un premio Nobel!) ha un qualche effetto su di lei: infatti sceglie le sue autorità scientifiche nello stesso modo misterioso con il quale cerca le cause dei fenomeni che la riguardano. La sua preferenza va piuttosto ai Rasputin (si veda il saggio di Brancato e Pandolfi(2002)) invece che ai Galileo: solo rivoluzionari studi nelle scienze psicologiche potranno far capire quali sono le ragioni che determinano le scelte delle autorità e dei leader fatta dai singoli individui e dai gruppi sociali.

Un saggio molto interessante che apre sicuramente una strada verso la spiegazione di tutti quei fenomeni che avvengono nella mente umana quando essa sceglie i suoi riferimenti culturali, le sue *autorità guida*, oppure cede o resiste alla superstizione è quello di Mainardi (2001): questa spiegazione è ancora una volta ottenuta con i metodi dell'etologia evoluzionistica.

E si noti bene che, sebbene la sua preferenza sia verso le malattie e la medicina, la nostra signora si è voluta interessare a molte questioni: per esempio si è molto documentata sui fenomeni vulcanici che affliggono la sua

città oppure sui fenomeni di riscaldamento nell'atmosfera Terrestre (il famoso effetto serra, che molto la ha spaventata, dal momento che una delle conseguenze più temute di tale effetto è l'innalzamento del livello del mare e la casa della signora è molto vicina alla costa).

Avendo deciso di sfruttare alcune normali manifestazioni di attività di un noto vulcano, utilizzando la credulità popolare, un esperto di fenomeni vulcanici preannunciò una imminente eruzione. Altri suoi colleghi, più affidabili e saggi, cercarono di calmare il panico generale che fu conseguenza dell'annuncio: la mamma di Filippo, usando la sua catena di amicizie, riuscì ad invitare addirittura a cena lo scienziato catastrofista. Ebbene non si calmò neppure quando suo marito riuscì a carpire all'esperto una delicata informazione che ridimensionava il pericolo imminente: il "disinteressato" esperto possedeva una società per lo sfruttamento immobiliare della zona da evacuare ed aveva annunciato l'imminenza dell'eruzione solo per acquistare a buon prezzo terreni ed immobili. La scoperta di questo piano diabolico non calmò le ansie della signora: ella dichiarò dopo qualche tempo di aver visto su un giornale scientifico *la fotografia dal satellite* del magma in risalita verso la superficie. Sebbene fosse uno scienziato di professione, Filippo non aveva mai sentito parlare di metodi per fotografare il magma da un satellite: ma come con internet, il calcolatore e la telefonia cellulare nella credenza popolare con i satelliti si può fare di tutto. Il ragionamento sembra naturale: se gli americani possono fotografare una mela sul tetto di casa mia con il satellite perché mai non si potrebbe fotografare anche il magma in risalita? Il fatto non del tutto irrilevante che le onde elettromagnetiche non possono attraversare il terreno e penetrare a chilometri di profondità è ovviamente una argomentazione troppo astratta per essere considerata seria da un profano in cerca di risposte immediate ai suoi problemi pratici. Così la mamma di Filippo riuscì a terrorizzare tutte le sue conoscenze (ed in particolare la madre di Alfredo, il compagno di studi di Filippo: il lettore deve sapere che anche le due signore, come i loro figli, avevano la stessa età e sono state compagne di classe fino alla maturità ed hanno anche scelto la stessa facoltà) per mesi: irritato ed incuriosito Filippo si mise alla ricerca dell'articolo fonte di tanta preoccupazione. Ed alla fine lo trovò: era molto serio e scientificamente corretto. Utilizzando misure satellitari è possibile stabilire in quali parti della crosta terrestre ci siano delle grosse deformazioni superficiali. Poiché tali deformazioni superficiali sono indotte da movimenti profondi gli autori auspicano che si possa trovare un metodo per dedurre da tali misure di deformazione informazioni sulla localizzazione degli ipocentri e degli epicentri di futuri terremoti. Gli autori non si compromettono sulla possibilità di prevedere con le misure satellitari da loro proposte anche il momento esatto nel quale avverrà il terremoto.

Come la mamma di Filippo abbia associato a questo articolo la possibilità di fotografare il magma resta un mistero che aspetta di essere chiarito.

Più chiare sono, invece, le ragioni che indussero la madre di Alfredo a sottoporre sua figlia ad un martellante lavaggio del cervello per dissuaderla dall'uso della pillola anticoncezionale.

Rispetto alla madre di Filippo, che pure è abbastanza osservante, la madre di Alfredo mostra un maggiore attaccamento ai riti ed alle gerarchie religiose: al punto da affidarsi per le più importanti scelte della sua vita al consiglio del suo padre confessore.

Come ben raccontato nel saggio di Djerassi (1994), mai nessun medicinale nella storia dell'umanità è stato sperimentato così lungamente e sistematicamente come la pillola anticoncezionale: milioni di donne (all'inizio soprattutto Portoricane, Messicane ed Ispaniche californiane, ma successivamente le cavie umane, consapevoli od inconsapevoli, sono state le Nord Americane WASP, White AngloSaxon Protestant) hanno provato la sostanziale innocuità di questo metodo contraccettivo usando per decenni. In ultima analisi le controindicazioni alla pillola contraccettiva sono le controindicazioni alla gravidanza, visto che la pillola inganna l'ovario femminile facendogli credere che una gravidanza sia già in atto. Tuttavia (si vedano i due saggi di Yallop (1997, 2007) e quello Anonimo (2006)) la pillola contraccettiva è stata avversata violentemente da quella parte della Chiesa Cattolica che ha eletto gli ultimi due Papi. Di conseguenza la pillola non solo ha subito una condanna morale (cosa che è sempre ammissibile, visto che ognuno ha il diritto di scegliere la guida etica che ritiene più opportuna, se questa guida non gli chieda di violare le leggi, poiché si deve *dare a Cesare quello che è di Cesare*) ma è stata anche oggetto di una feroce campagna denigratoria che ha elencato degli inesistenti suoi effetti collaterali negativi per la salute. La mamma di Alfredo, probabilmente poiché riteneva che una donna che usi la pillola sia una poco di buono, si è fatta convincere, ed ha convinto la sua prima figlia, della pericolosità per la salute della pillola: così la figlia ha utilizzato, pur essendo nullipara, la spirale (ovviamente senza dirlo alla madre) e, sfortunatamente, ne è stata resa sterile, come accade purtroppo spesso (per questa ragione la spirale è solitamente indicata solo per donne alla fine del proprio ciclo riproduttivo). Che l'uso della spirale sia pericoloso per le nullipare fu subito chiaro agli sperimentatori (si veda ancora Djerassi (1994)), ma per bassi interessi commerciali legati alla necessità di sfruttare brevetti questo fatto è stato nascosto all'opinione pubblica molto a lungo: coloro che volevano ricavare denaro dalla vendita di spirali si sono, nei fatti, alleati a quelli che denigravano la pillola anticoncezionale per ragioni ideologiche.

Ecco un esempio di paura ingiustificata che riesce a causare un danno reale.

Negare che una affermazione sia vera (per esempio: la pillola contraccettiva è innocua per la grande maggioranza delle donne), facendo radicare nella mente delle persone timori infondati, porta a sottovalutare pericoli reali (la spirale può causare sterilità) e conseguentemente a compiere delle azioni del tutto ingiustificate sul piano della razionalità.

La tragedia della sorella di Alfredo è assolutamente trascurabile rispetto a ben altre tragedie causate dalla campagna contro i metodi contraccettivi: sofferenze e sottosviluppo continuano ad imperversare in Africa, in America Latina ed in Asia mentre sono a disposizione metodi razionali, innocui, semplici ed economici di pianificazione familiare.

Una peculiarità del comportamento degli individui che non scelgono di farsi guidare nelle loro azioni dalla razionalità può essere individuata facilmente: essi affermano che poiché anche utilizzando tutte le conoscenze disponibili in un dato momento sono accadute (e continueranno ad accadere) fatti non previsti e non controllabili allora l'uso di quel concentrato di esperienza e razionalità che sono le Teorie è del tutto inutile.

Le affermazioni che più si sentono ripetere sono: visto che con la medicina moderna non è sempre possibile curare il cancro allora la medicina moderna è inutile; oppure: visto che il tale medicinale ha effetti collaterali allora tutti i medicinali sono inutili; oppure: visto che un certo aeroplano è caduto a causa di un cedimento strutturale allora è inutile progettare con metodi scientifici gli aeroplani e quindi è inutile utilizzare il metodo scientifico nell'ingegneria.

A parte l'uso inappropriato della logica fatto nel formulare le precedenti (e scorrette) deduzioni si può immediatamente controbattere che senza vaccinazioni, igiene, disinfezione ed antibiotici l'umanità starebbe ancora combattendo con epidemie periodiche e mortalità infantile al venti per cento, che gli effetti collaterali di medicinali seriamente testati sono sempre preferibili ai mali che essi riescono a curare, che senza lo sviluppo delle Teorie moderne non sarebbe stato possibile compiere imprese mai neppure tentate precedentemente, come mandare degli uomini sulla Luna.

Gli oppositori del metodo scientifico usano la parola Teoria in senso spregiativo, come equivalente di insieme di affermazioni incerte, il cui fondamento è dubbio.

In realtà una Teoria ben formulata fornisce, in un dato momento, il miglior compendio possibile delle conoscenze note riguardo ad un dato fenomeno.

Una tale Teoria non fornisce certezze indiscutibili, che non sono realisticamente raggiungibili, ma solo le migliori congetture disponibili in un dato momento.

2.6 Frasi ambigue.

Affermazioni ben formulate cui può essere assegnato Valore di Verità. Criteri per la scelta dei Principi (o Postulati) che fondano una Teoria.

La (*) è considerata uno degli esempi più antichi di frase ambigua. Non si può dire sensatamente che la (*) sia vera, né si può dire che sia falsa.

I logici dicono quindi che alla (*) non può essere assegnato un valore di verità.

Una frase a cui si può assegnare un valore di verità in maniera non ambigua viene detta affermazione ben formulata.

Quando si vogliono cercare dei Principi che siano il fondamento concettuale di un corpo di conoscenze, quando si voglia organizzare l'insieme delle conoscenze su alcuni fenomeni in maniera logicamente efficace, allora si concepiscono delle affermazioni ben formulate che vengono scelte come Postulati della Teoria che si vuole fondare.

La richiesta che i Postulati o Principi di una data Teoria siano frasi a cui si possa assegnare un valore di verità è così ovvia, che potrebbe addirittura sembrare superflua: tuttavia la storia dell'umanità è segnata dai tentativi di innumerevoli sibile che hanno tentato di trarre profitto dalla vendita ai creduloni di frasi apparentemente profonde ma sicuramente ambigue. Alcuni aforismi in Appendice raccontano quanto pericolose siano queste frasi ambigue e Di Trocchio (1995) o Brancato e Pandolfi (2002) danno conto dell'ampiezza del fenomeno sociale a cui ci si riferisce.

Un esempio di Postulati o Principi è dato dalle affermazioni che abbiamo formulate nella sezione sulla Teoria dell'Evoluzione per illustrare la Teoria di Lamarck e che poi abbiamo modificato per giungere alla formulazione della Teoria di Darwin.

Si noti che sia l'affermazione i) che l'affermazione iii) ivi riportate hanno valore di verità: possono avere o valore di verità "vero" oppure valore di verità "falso", in maniera non ambigua. Queste affermazioni non possono essere contemporaneamente vere e false (in altri termini esse non sono contraddittorie). Le frasi contraddittorie sono una categoria di frasi molto pericolosa, forse più pericolosa di quelle ambigue (in fondo la frase (*) può essere resa non ambigua con pochi segni di interpunzione): in una sezione successiva si imparerà a riconoscere, per evitarle, anche le frasi intrinsecamente contraddittorie.

In tempi recenti l'abitudine di usare frasi ambigue e contraddittorie per persuadere le persone ad agire secondo i voleri di presunti esperti si è purtroppo molto diffusa: questi personaggi hanno così screditato la parola Teoria, di cui hanno abusato. La situazione paradossale è la seguente: i ciarlatani hanno cercato di usare il prestigio che la parola Teoria ha conquistato, grazie ai successi del metodo scientifico, in secoli di uso appropriato, per cercare di accreditare le proprie frasi disoneste ed accrescere il loro proprio prestigio. Fortunatamente non hanno raggiunto il loro scopo ma purtroppo hanno diffuso scetticismo sulla utilità delle Teorie serie che, essendo il frutto di un serio lavoro di ricerca e sperimentazione, sono realmente efficaci. Si è persino usato il termine Teoria (insieme al termine Teorema) per denotare un insieme di deduzioni dalla dubbia validità utilizzate da alcuni magistrati (che si presume siano in mala fede) per imprigionare od infangare la reputazione di imputati presunti innocenti. Di conseguenza l'insieme delle persone sensate e caute, che formano la maggioranza silenziosa delle nostre società,

ha cominciato a chiedersi se sia veramente utile sostenere finanziariamente schiere di scienziati il cui unico lavoro consiste nel formulare Teorie.

Ovviamente l'analisi della questione è semplice: **bisogna che le nostre società investano nella ricerca fondamentale, e quindi nello sforzo di formulare Teorie sempre più efficaci, ma bisogna anche che la conoscenza scientifica sia diffusa anche fra i "non professionisti" della scienza. È infatti essenziale che la capacità di discernere le frasi dei ciarlatani dalle affermazioni sensate degli scienziati sia ampiamente diffusa.**

Dobbiamo ora affrontare la questione:

come si riconosce che una lista di frasi forma effettivamente una Teoria ben posta?

La risposta a questa domanda può trovarsi già nei pochi testi che ci sono pervenuti degli scienziati ellenistici (si vedano ad esempio: il Metodo di Archimede (Loeb (1991) riportato nel seguito) o la traduzione di Heath del "Sulle dimensioni e distanze del Sole e della Luna" di Aristarco di Samo (1981) e Russo (2007) ed è chiaramente formulata, in tempi più recenti, da Popper (1970).

A questo fine notiamo che anche un insieme di affermazioni ben formulate può essere contraddittorio: insomma mettere insieme delle frasi non ambigue non significa necessariamente avere un insieme di affermazioni fra loro consistenti. Dire che "oggi piove" è logicamente permesso, perché questa affermazione è non ambigua e può rivelarsi vera oppure alternativamente falsa. Anche dire "oggi non piove" è parimenti logicamente permesso. Ovviamente non è logicamente permesso basare una Teoria sull'insieme di queste due affermazioni: esse formano un insieme di affermazioni non logicamente consistente o, in altre parole, contraddittorio.

Si dirà che un insieme di affermazioni è non contraddittorio (o logicamente consistente) quando esso non contiene mai una affermazione insieme alla sua negazione e quando da esso non si può dedurre logicamente una certa affermazione insieme alla sua negazione.

Quanto è stato capito, in un dato momento storico, su di un dato insieme di fenomeni naturali viene riassunto per mezzo di un insieme non contraddittorio di affermazioni ben formulate che viene così a formare una Teoria (che il processo di costruzione delle Teorie debba essere considerato anche nella sua evoluzione storica è chiaramente dimostrato dalle considerazioni sviluppate in Kuhn (1995)).

Una Teoria consiste nella raccolta di un insieme logicamente consistente di affermazioni ben formulate che sono considerate vere perché dimostrate logicamente a partire da un elenco ben precisato di Postulati, (o Principi Primi) di cui si accetta, per ipotesi di lavoro, la presunta verità e rappresenta il tentativo migliore di razionalizzazione dei fenomeni noti, al momento della sua elaborazione.

L'insieme di affermazioni che vengono raccolte per formare una Teoria deve soddisfare ad alcuni criteri, che sono stati specificati nella forma moderna da Popper (1970).

Ovviamente i fenomeni possibili e non già noti sono infiniti: quindi bisogna essere sempre pronti a cambiare Teoria, adattando e modificando quella precedentemente formulata, per descrivere i nuovi fenomeni che si vengono a sperimentare mano a mano che sono conosciuti.

Secondo la terminologia introdotta da Popper, **una Teoria è falsificata quando sono disponibili evidenze sperimentali che contraddicono le previsioni della Teoria in questione.** Ed ovviamente, come sottolineato dallo stesso Popper, **una buona Teoria deve essere costruita in modo da poter essere, in linea di principio, falsificabile:** insomma una buona Teoria meteorologica deve poter prevedere, ad esempio, che domani pioverà, compromettendosi in una previsione. Poiché la possibilità che domani non piova è da essere contemplata, la Teoria meteorologica considerata è falsificabile (almeno nella affermazione considerata) e quindi effettivamente predittiva. Affermare che "domani pioverà o domani non pioverà" non è formulare una affermazione accettabile nell'ambito di una Teoria, ma è semplicemente un esercizio di un particolare tipo di comportamento sibillino.

I postulati di una Teoria devono fornire, per mezzo dei metodi della deduzione logica, un insieme di affermazioni conseguenza, che rappresentano le sue predizioni.

Il criterio di non contraddittorietà logica di una Teoria si può facilmente enunciare richiedendo che i suoi postulati siano logicamente consistenti.

Ma per riconoscere che una data Teoria sia ben formulata bisogna aggiungere anche il seguente criterio fondamentale che riguarda ancora tutte le affermazioni deducibili dai postulati che ne sono la base di partenza: tutte le predizioni di una Teoria ben formulata devono essere, in linea di principio, falsificabili.

Se una Teoria viene effettivamente falsificata da un insieme di osservazioni allora **la presunta verità dell'elenco ben precisato di postulati su cui essa si basava è contraddetta.** Bisognerà quindi modificare alcuni dei postulati nell'elenco, cancellarne altri, introdurne di nuovi, tutto per tenere in dovuto conto i nuovi fenomeni conosciuti.

Ogni Teoria sarà probabilmente falsificata da qualche fenomeno non noto al momento della sua formulazione, e quindi nessuna Teoria può dirsi definitivamente vera. Ma si potrà sempre formulare una

nuova Teoria che descriva tutti i fenomeni già noti, il nuovo fenomeno e tanti altri che non si erano neppure immaginati prima.

2.7 Affermazioni vuote, Affermazioni prive di contenuto informativo, Affermazioni assunte vere per fondare Teorie, Previsioni Falsificabili, Deduzione logica di Affermazioni da altre Affermazioni.

L'insieme delle affermazioni è infinito e solo alcune sono formulate in modo da poter avere un valore di verità (cioè in modo da potersi dire in linea di principio o vere oppure false e non contemporaneamente vere e false) e fra queste ultime solo alcune hanno speranza di poter essere considerate vere nell'ambito di una Teoria sensata (cioè necessariamente falsificabile) e predittiva (cioè capace di prevedere correttamente le modalità nelle quali si osservano i fenomeni).

E' ovvio che produrre l'affermazione

B = "la peste scoppierà, se è così destinato"

significa produrre una affermazione che in linea di principio non potrà mai essere considerata né vera né falsa. L'affermazione B non può essere usata nell'ambito di una Teoria ben posta perché non ha valore di verità. Qualche volta si dice che le affermazioni del tipo della B appena considerata sono vuote.

D'altra parte affermare che

C = "la peste bubbonica è una conseguenza dei peccati commessi dagli umani"

è lecito da un punto di vista puramente logico. Tuttavia l'affermazione C non è lecita nell'ambito di una Teoria falsificabile: infatti gli umani commettono incessantemente peccati (questa è la loro natura!) e quindi l'affermazione non è mai falsificabile: data una epidemia di peste si potranno sempre trovare peccati di cui essa risulti la conseguenza. Inoltre i formulatori della affermazione C danno un elenco così grande di azioni da classificare come peccati che sicuramente ogni sottoinsieme di umani ne commette in gran quantità in ogni momento: quindi la causa della peste, come specificata dalla C, è in realtà sempre in azione, e quindi la C è equivalente ad affermare che la peste può scoppiare in qualsiasi momento ed in qualsiasi gruppo umano: di conseguenza il contenuto informativo e predittivo della C è assolutamente nullo.

Una Teoria ben formulata può essere invece quella che si riassume dicendo che

A = "la peste viene trasmessa dal morso di pulci infette
che scatena la malattia sia negli uomini che nei ratti".

L'affermazione A è falsificabile perché se si verificasse il contagio di un uomo perfettamente isolato in un ambiente assolutamente privo di pulci allora essa risulterebbe falsa e questa possibilità non può essere esclusa *a priori* su basi puramente logiche: a tutt'oggi, però, ogni contagio di peste è stato ricondotto ad un morso di pulce infetta proveniente da altri uomini o ratti e quindi l'affermazione A non risulta per il momento falsificata. Sebbene si possa presentare la necessità di modificare la Teoria che ha prodotto l'affermazione A, essa racchiude molte delle informazioni e conoscenze oggi disponibili riguardo la peste.

Chiedersi quanto dista il Sole dalla Terra è una domanda sensata se si utilizza una Teoria che consideri i corpi celesti fatti della stessa natura dei corpi sulla Terra. Le risposte possibili sono infinite: come riferito da Heath (1981), utilizzando diversi metodi e Teorie, in epoca Ellenistica furono ottenute diverse stime. Posto uguale ad 1 il diametro terrestre (determinabile con il metodo di Eratostene) Aristarco valuta la distanza fra Terra e Sole come pari a 180, Ipparco uguale a 1245, Posidonio uguale a 6545, Tolomeo uguale a 605, mentre misure moderne danno il valore di 11726. Si noti come già Tolomeo possedeva una Teoria meno vicina a quelle attuali rispetto ai suoi predecessori, e come la stima di Aristarco sia di gran lunga meno realistica dei suoi successori. Tuttavia la tradizione riconosce ad Aristarco il merito di essere il fondatore della Teoria eliocentrica, perché è lui ad introdurre un metodo ed una visione del mondo radicalmente nuovo: la sua visione è solo perfezionata dai suoi successori.

Delle infinite affermazioni possibili riguardo la distanza fra il Sole e la Terra solo poche ci permettono di prevedere con accettabile correttezza i fenomeni nei quali tale distanza gioca un ruolo rilevante (e si ricordi qui per esempio, il ruolo giocato dal Sole sulle maree terrestri): come fare ad individuarle?

Quando si deve prevedere l'esito di una data azione o lo svolgersi di un dato fenomeno sono possibili infinite alternative, che generalmente non possono neppure essere elencate.

Una Teoria scientifica fornisce il metodo più efficace per selezionare fra queste infinite alternative:

- 1) si scelgono dei postulati, si assume che tali postulati siano veri (tenendo ben presente che questa scelta può essere sbagliata e che successivamente potrà essere necessario modificarla);
- 2) si deduce, con l'ausilio della matematica, il maggior numero possibile di conseguenze logiche dai postulati, cioè un insieme di affermazioni che sono vere se sono veri i postulati;
- 3) si stabilisce che, fra quelle effettivamente dedotte dai postulati, tutte le conseguenze che possono essere oggetto di una qualche sperimentazione –in un dato momento storico e cioè in presenza di un dato sviluppo tecnologico- non sono falsificate;
- 4) si usa la Teoria per prevedere l'evoluzione dei fenomeni che si vogliono descrivere utilizzando tutte le ulteriori affermazioni che si riescono via via a dedurre dai postulati.

Ovviamente se una qualche affermazione dedotta dai postulati risulterà, alla fine, falsificata, la Teoria dovrà essere modificata.

Ovviamente la scelta dei postulati di partenza per una data Teoria racchiude un certo grado di arbitrarietà: la creatività di un dato scienziato o di un dato gruppo di scienziati è misurata dalla loro capacità di scegliere postulati che siano base di una Teoria che resiste a lungo ai tentativi di falsificazione.

L'inventore di un procedimento scientifico che permetta di dare previsioni sensate, quando riesca a far riconoscere il suo merito nella ristretta cerchia di esperti riconosciuti sull'argomento, verrà salutato come il genio che ha permesso un importante avanzamento della conoscenza umana.

Di contro la maggioranza degli uomini utilizza il metodo sibillino: solo quando è finalmente chiaro come si manifesta un dato fenomeno allora la Sibilla di turno dichiara *a posteriori* di averlo previsto. Ad esempio la facoltà di medicina di Parigi dichiarò che la causa della peste era la congiunzione dei pianeti Saturno, Marte e Giove solo *dopo* lo scoppio dell'epidemia; oppure solo dopo l'insorgere della malattia agli occhi di Filippo, sua madre stabilì che il cloro disciolto nelle piscine è pericoloso per la vista (forse sulla base dell'osservazione sperimentale che collega un certo rossore agli occhi al loro contatto con l'acqua clorata).

Una Teoria ben posta fornisce, in un dato e ben precisato insieme di circostanze, una sola previsione precisa.

Una Teoria diventa realmente predittiva perché si espone alla possibilità di essere falsificata.

La razionalità, intesa come unione della logica e dell'osservazione sperimentale, deve essere considerata come l'unico strumento per congetturare –fra le infinite possibilità potenziali (e logicamente coerenti) di realizzazione di un dato fenomeno- quale viene effettivamente scelta dalla Natura.

Una previsione si esprime attraverso una affermazione che, analizzata con metodi puramente logici, risulti poter essere vera oppure falsa (e non contemporaneamente vera e falsa) e che inoltre sia non ambigua e potenzialmente falsificabile.

Ad esempio l'affermazione

D = "Assumendo un antibiotico l'infezione diminuirà d'intensità
oppure non si verificherà nessun effetto oppure il paziente peggiorerà"

ha un valore di verità, nel senso che si può decidere se essa è vera o alternativamente falsa. Infatti essa è evidentemente vera e non è anche contemporaneamente falsa. Quindi da un punto di vista puramente logico non è possibile trovare nulla di scorretto nel suo enunciato. Tuttavia l'affermazione D non è falsificabile: qualsiasi cosa accada D risulterà verificata. L'affermazione D non è una affermazione utilizzabile in una Teoria scientifica.

L'insieme delle affermazioni false è numeroso tanto quanto l'insieme delle affermazioni vere.

Infatti basta negare una affermazione vera e si otterrà una affermazione falsa, e viceversa.

Bisogna a questo punto chiedersi quanto contenuto informativo sia racchiuso in una affermazione vera e se vi siano e come si trovino affermazioni vere più dettagliate che implicino altre affermazioni anche loro vere ma meno dettagliate.

Il contenuto informativo delle prime risulterà ovviamente maggiore di quello delle seconde.

Basterà pensare alla domanda "quanto dista il Sole dalla Terra?" per capire che molto più difficile è trovare la risposta:

$R_1 = "11726 \text{ volte il diametro Terrestre}"$

piuttosto che affermare, ad esempio,

$R_2 = "non meno della lunghezza del raggio Terrestre".$

Ovviamente il contenuto informativo della affermazione R_1 è molto più grande del contenuto informativo della affermazione R_2 .

Ovviamente R_1 implica R_2 , nel senso che se è vera R_1 allora è sicuramente vera anche R_2 : stabilire, nell'ambito di una Teoria l'affermazione R_1 è sicuramente molto più complicato che stabilire la R_2 : anzi se la data Teoria non è sufficientemente complessa allora la R_1 potrebbe non essere deducibile affatto.

Nell'insieme delle affermazioni è possibile stabilire una gerarchia. Alcune affermazioni implicano logicamente altre affermazioni: le prime hanno un contenuto informativo maggiore rispetto alle seconde.

La scienza si serve di strumenti logici per collegare fra loro le affermazioni ed il loro valore di verità, ma per selezionare le affermazioni candidate ad essere vere, per mezzo dell'osservazione dei fenomeni, utilizza il procedimento di costruzione di Teorie falsificabili via via sempre più complesse, confrontando le previsioni via via ottenute con l'evidenza sperimentale.

Il processo di miglioramento di una data Teoria consiste nel trovare affermazioni a contenuto informativo sempre maggiore: affermazioni, cioè, che implicino logicamente tutte quelle affermazioni formulate precedentemente e che non siano state ancora falsificate. Talvolta però, per formulare delle affermazioni consistenti con l'evidenza sperimentale, bisogna modificare la Teoria precedentemente utilizzata così drasticamente da trovarsi di fronte ad una Teoria nuova: anche in questo caso però tutte le affermazioni prodotte nelle Teorie precedenti, e che non siano state falsificate, dovranno essere implicate logicamente da affermazioni formulate nella nuova Teoria.

Se Talete afferma che "La Terra è una superficie non piatta" e congetture che questa superficie sia una sfera, il gruppo di scienziati della biblioteca di Alessandria diretto da Eratostene nel III secolo A.C. stabilisce che "Il raggio di curvatura della superficie terrestre in prossimità dell'equatore è di circa 252.000 stadi di Eratostene", Ipparco prova con argomentazioni tratte dalla Dinamica che "Il raggio di curvatura della Terra ai poli è leggermente inferiore a quello misurato all'equatore" ed infine il gruppo diretto da J.F. Hayford nel 1909 afferma

che “il rapporto fra la differenza fra le lunghezze dei raggi equatoriale e polare e la lunghezza del raggio equatoriale vale $1/297$ ”.

Nella lista di affermazioni elencate quella successiva è più precisa della precedente: nell’ambito di una stessa Teoria (che suppone la superficie della Terra come una superficie chiusa in moto intorno al Sole) si raffinano le conoscenze postulando per la superficie modello della crosta terrestre via via delle proprietà sempre più dettagliate e verificando che i modelli di crosta terrestre elaborati successivamente sono sempre più calzanti con le osservazioni sperimentali.

Altre volte bisogna cambiare più drasticamente l’approccio descrittivo utilizzato. Per passare dalla visione di Liebig della fermentazione a quella di Pasteur bisogna passare dalla Chimica alla Biologia: un cambiamento così drastico di metodologia da poter essere considerato un cambiamento di Teoria e non un semplice raffinamento di una Teoria di partenza.

In tutti i casi però, sia che si raffini una Teoria iniziale, sia che si passi da una vecchia Teoria ad una nuova, alcune fra le affermazioni nella Teoria precedentemente accettata, e cioè quelle che non sono state falsificate, devono essere implicate da affermazioni assunte vere nella Teoria successiva e devono da questa essere ritenute.

Le affermazioni della vecchia Teoria ritenute nella nuova sono quelle che riassumono tutte le conoscenze che la nuova Teoria eredita dalla vecchia.

Che la fermentazione implichi una qualche attività chimica sarà accettato anche da quelli che ne riconoscono la sua natura biologica. Inoltre che lo sferoide Terrestre sia una superficie in prima approssimazione molto simile ad una sfera è insegnato in tutte le scuole del mondo, come il fatto che la superficie terrestre sia una superficie non piatta almeno localmente assimilabile ad una sfera, come pure che la superficie terrestre sia una superficie curva ma che bisogna considerarne una porzione grande molte decine di chilometri per poterne apprezzare la curvatura e quindi per poterla distinguere da una superficie piana.

Insomma tutta una serie di affermazioni sulla natura della superficie Terrestre formulate da Teorie via via più sofisticate sono da considerarsi, anche se solo sotto opportune specificazioni, sempre vere.

Si osserverà che:

- **Le affermazioni ritenute vere in una certa Teoria e che sono state falsificate vengono sostituite, nelle Teorie formulate successivamente, da affermazioni più specifiche che però non sono state ancora falsificate. Queste ultime sono implicate da quelle falsificate, ma non sono ad esse equivalenti.**

Ad esempio: l’affermazione

P= “la superficie Terrestre è piatta”

deve essere riformulata, dopo essere stata falsificata, nella seguente forma più specifica

PL= “la superficie Terrestre è localmente piatta cioè può considerarsi piatta se se ne considera una parte il cui diametro è di poche decine di chilometri”.

L’affermazione PL (che è stata formulata per la prima volta da Gauss), che pure è una conseguenza logica della affermazione P, non è stata ancora falsificata.

- **Le affermazioni vere in una Teoria falsificata ma che non sono state ancora falsificate devono essere deducibili dai nuovi Postulati che sono stati accettati come base della Teoria che la sostituisce**

Riprendendo l’esempio precedente l’affermazione

SF= “la superficie Terrestre ha una forma quasi sferica ed ha un diametro di circa dodicimila e seicento chilometri”

è una affermazione vera nella Teoria di Eratostene sulla forma della superficie Terrestre ed implica la affermazione PL (il teorema che afferma questa implicazione fu dimostrato la prima volta da Gauss).

Approfondire l’esempio fatto sull’evoluzione delle Teorie formulate per descrivere la superficie terrestre è facile. Basta, infatti, osservare la validità di questi semplici Teoremi che è ben nota almeno fin dai tempi di Euclide: (si noti che ognuna di queste proposizioni consiste nello stabilire che una certa affermazione implica un’altra)

- 1) una sfera è una particolare superficie curva, cioè se S è una sfera allora S è una superficie a curvatura non nulla
- 2) uno sferoide schiacciato ai poli è localmente simile ad una sfera, cioè se S è uno sferoide allora S ha localmente la stessa curvatura di una sfera
- 3) localmente una sfera è assimilabile al suo piano tangente, cioè se S è una sfera allora per ogni punto P che appartiene ad S passa esattamente un piano che nell’intorno di P approssima la superficie di S
- 4) la curvatura di una sfera il cui raggio è circa seimila e trecento chilometri può essere avvertita su distanze dell’ordine delle decine di chilometri (questa ultima osservazione è dovuta probabilmente a Talete), cioè se il raggio di curvatura di una sfera è di circa seimila e trecento chilometri allora il piano tangente alla sfera nel suo punto P ne approssima la superficie a distanze di alcune decine di chilometri da P.

Si noti che le elencate implicazioni logiche non sono riferire alla superficie Terrestre, ma semplicemente a superfici geometriche, studiate dalla geometria euclidea.

Si osservi quanto sia importante riconoscere quali Affermazioni siano implicate logicamente da una data Affermazione se si vuole stabilire una gerarchia fra le Teorie.

Ad esempio se si parte dalla Teoria semplice nella quale si assume che la Terra abbia una superficie piatta si possono spiegare molte semplici osservazioni sperimentali, tuttavia non si può spiegare perché di una nave in avvicinamento si veda prima la vela e poi lo scafo. Allora si può cambiare Teoria, supponendo che la Terra sia sferica: in questo modo si spiega la citata osservazione. Come continuare a spiegare le evidenze sperimentali che suggeriscono che la Terra è piatta? Ovviamente grazie alle proposizioni riportate ai punti 3) e 4).

2.8 In cosa differisce l'attività intellettuale di un matematico da quella di uno scienziato

Quanto esposto fino ad ora chiarisce che si devono distinguere diversi momenti nella formulazione di una Teoria scientifica e che il processo di determinazione del valore di verità delle affermazioni non è semplice, né i suoi risultati possono mai da intendersi realmente definitivi.

1. **La logica serve, in ogni caso, come strumento ausiliare nella formulazione delle Teorie. Essa deve essere utilizzata per stabilire a quali affermazioni può essere assegnato sensatamente un valore di verità e per collegare fra loro le affermazioni in modo da poter essere sicuri che dalla (eventuale) verità o falsità di una affermazione derivi la verità o falsità di altre affermazioni.**
2. **Lo scienziato che, studiando la Natura, formula una Teoria deve necessariamente congetturare la verità di alcune affermazioni (che formano l'insieme delle sue ipotesi di partenza o Principi o Postulati della Teoria), ed usando la logica ne deve dedurre altre, che dovrà accettare come vere a partire dalla accettata verità delle sue ipotesi di partenza: successivamente verificherà la bontà delle sue ipotesi di partenza osservando sperimentalmente che nessuna di esse e neppure nessuna delle affermazioni da esse dedotte logicamente siano falsificate.**
3. **Per contro, il logico (e secondo l'accezione moderna del termine, il matematico) studia solo le possibili relazioni di verità o falsità fra affermazioni ben formulate, senza preoccuparsi di stabilire se, nell'ambito di una qualche Teoria, qualcuna delle affermazioni che studia possa considerarsi vera.**

Per aiutare il lettore nella comprensione di quanto stiamo qui argomentando si vuole sottolineare esplicitamente che gli autori di lingua greca, e tutti quelli che si sono abbeverati a quelle fonti, chiamano *matematico* colui che oggi viene chiamato scienziato (il prototipo dello scienziato moderno essendo il fisico), mentre chiamano *geometra o logico* colui che oggi viene chiamato matematico.

Sebbene il lavoro del matematico/geometra sia spesso disprezzato (il più antico testo, si veda Russo (2006), a noi pervenuto che si abbandoni ad una critica distruttiva del lavoro del matematico è il *Adversus Mathematicos* di Sesto Empirico (II-III secolo d.C.), e si sia sicuri che Sesto Empirico disprezzava sia il geometra che il matematico!) **esso è invece da ritenersi utilissimo: il prodotto dei suoi studi è un armamentario logico-deduttivo che permette agli scienziati/matematici di costruire più velocemente le loro Teorie e quindi di scartare con maggiore facilità quelle che non siano in accordo con l'esperienza.**

È ora utile ribadire che la visione della scienza riassunta nei tre periodi numerati precedentemente non è così moderna come spesso si crede.

Certamente già ad Archimede è ben chiara la differenza fra il lavoro del matematico (cioè del logico o del geometra, secondo la nomenclatura antica, nomenclatura che è stata ritenuta, però, fino a tempi relativamente recenti: ad esempio D'Alembert e Lagrange si riferiscono a sé stessi qualificandosi come geometri) e quello dello scienziato (che in un groviglio di significati e di traslazioni, che si avvicendano nei secoli, veniva chiamato matematico in epoca ellenistica): infatti nel 1906 Heiberg scoprì che un palinsesto di preghiere della Chiesa Ortodossa nascondeva il seguente brano di un'opera di Archimede, che è chiamata in letteratura *Il Metodo* o talvolta *Sul Metodo* (si notino le assonanze Cartesiane che questo titolo sembra suscitare!)

“ Archimede saluta Eratostene... Vedendo in te quello che io considero uno studioso appassionato ed un uomo eccellente in filosofia e che tributa il dovuto onore alle investigazioni matematiche, quando esse risultino necessarie, io ho pensato opportuno scriverti per spiegare in dettaglio la peculiarità di un certo metodo, mediante il quale tu sarai in grado di cominciare a congetturare teoremi riguardo agli oggetti matematici per mezzo della meccanica. Io sono persuaso che questo metodo è altrettanto utile anche nella dimostrazione rigorosa (degli stessi teoremi che induce a congetturare): perché alcune cose mi furono chiare prima per mezzo della meccanica, sebbene esse dovessero essere successivamente provate geometricamente poiché il congetturare con questo metodo non significa produrre una dimostrazione. D'altra parte è, naturalmente, molto più facile fornire una dimostrazione quando una qualche conoscenza delle proprietà cercate sia stata acquisita con questo metodo piuttosto che cercarla senza una conoscenza a priori. (segue l'esposizione di un metodo euristico per il

calcolo dell'area sottesa da un arco di parabola nel quale si suppone valido il famoso Principio dell'Equilibrio delle Leve studiato da Archimede nella sua altra opera *Sull'Equilibrio* *I risultati che sono stati appena ottenuti non sono da considerarsi dimostrati rigorosamente* (cioè dedotti con metodi logici dagli assiomi della geometria euclidea): *abbiamo ottenuta infatti solo una indicazione del fatto che essi siano veri. Perciò noi, consci che il teorema non è dimostrato, ma solo sospettando che il risultato sia vero faremo ricorso ad una prova geometrica* (cioè basata sulla logica e non su un insieme logicamente coerente di osservazioni fenomenologiche) *che io stesso ho scoperta e ho già pubblicata.*

Il lettore attento avrà notato che nel testo di Archimede è già perfettamente chiara la differenza fra processo di trasmissione del valore di verità da una affermazione all'altra, che è reso possibile da un procedimento logico, ed attribuzione congetturale di valore di verità ad una data ipotesi fisica.

In altre parole: Archimede stesso afferma che il Principio dell'Equilibrio delle Leve ha un valore di verità "congetturale" mentre il teorema che permette di dedurre dai Postulati della geometria euclidea quanto misuri l'area sottesa da un arco di parabola è rigorosamente vero. Inoltre da come Archimede tratta questi Postulati in altri suoi lavori è fuori discussione che gli è chiaro che, se li si intende come Principi di base della Teoria Geometrica, anche i Postulati di Euclide sono solo congetturalmente veri: infatti si può assumere che essi siano congetturalmente veri per tentare di descrivere le proprietà dello spazio fisico in cui viviamo.

Archimede è inoltre ben conscio del fatto che

- 1) Il suo Principio è una congettura *meccanica*, cioè una ipotesi che tende a descrivere i fenomeni di movimento e di equilibrio dei corpi.
- 2) I Postulati della Geometria sono congetture che tendono a descrivere le proprietà dello spazio in cui si muovono i citati corpi.
- 3) Le congetture formulate ai punti 1) e 2) riguardano fenomeni diversi e sono logicamente indipendenti, nel senso che non è possibile dimostrare logicamente uno a partire dagli altri o viceversa.
- 4) La verità di un teorema si acquisisce usando una procedura puramente logica ed è indipendente dalla verità della sua ipotesi: un Teorema afferma, su basi unicamente logiche, che se una affermazione (la sua ipotesi) è vera allora un'altra affermazione (la sua tesi) è automaticamente vera.
- 5) Se il Principio delle Leve ed alcune altre proprietà dei sistemi di forze possono essere considerate affermazioni vere allora l'area sottesa da un arco di parabola deve avere un certo fissato valore.
- 6) Il Principio delle Leve è logicamente consistente con i postulati della geometria solo se da tali postulati si può dedurre logicamente (cioè con un teorema) che l'area di un arco di parabola ha esattamente il valore calcolato come detto al punto precedente.

Una avvincente esposizione divulgativa dei risultati di Archimede, resi accessibili a chiunque abbia studiato geometria elementare in una scuola media superiore, è data in Netz e Noel (2007).

È veramente interessante notare che tutte queste informazioni riguardo il metodo scientifico, come sviluppato in epoca ellenistica, ci siano arrivate per vie veramente traverse. Il palinsesto detto di Heiberg fu ripulito intorno al 1200, grattando via quell'antico inchiostro con il quale era stato ricopiato secoli prima il testo archimedeo. Fortunatamente l'inchiostro antico era tecnologicamente molto più sofisticato (verrebbe da dire *moderno*, Russo (2006)) rispetto a quello usato successivamente per trascrivere le preghiere ortodosse: il primo era un prodotto chimico a base metallica, mentre il secondo un più primitivo inchiostro a base vegetale. Il palinsesto ad oggi è stato perso e ritrovato più volte, rubato o venduto illegalmente, passando da mani sapienti a mani predatorie, rischiando più volte di essere definitivamente perduto. Inoltre mani maldestre (o forse disperate, Netz e Noel (2007)) hanno più recentemente (1945) ricoperto molti brani del testo di Archimede con uno strato di miniature posticce e solo una analisi con raggi X (nel 2005) ad alta potenza nei Laboratori del Sincrotrone della Stanford University ha permesso di riscoprire non solo quanto trascritto e reso pubblico nel 1906 dal filologo tedesco Heiberg (che poté leggerlo solo usando una lente d'ingrandimento e molta perspicacia) ma anche molti brani che gli erano sfuggiti. Attendiamo dallo studio di questi brani delle nuove informazioni sulle conoscenze ellenistiche che non siano mediate dagli epigoni di epoche più moderne (in Netz e Noel (2007) sono raccontati tutti i dettagli di questa impresa ed è fatto un primo elenco delle scoperte che ne sono derivate).

Il lettore troverà interessante il confronto fra quanto Archimede volle dire ad Eratostene e quanto Galileo volle scrivere nelle sue opere:

SIMPL. Veramente comincio a comprendere che la logica, benché strumento prestantissimo per regolare il nostro discorso, non arriva, quanto al destar la mente all'invenzione, all'acutezza della geometria

(si noti qui un'ennesima traslazione di significato: la geometria è qui intesa come il prototipo di scienza logico-deduttiva finalizzata a descrivere fenomeni, e che quindi deve produrre affermazioni logicamente consistenti ma anche in accordo con l'osservazione sperimentale: questa interpretazione del passo galileiano dell'autore è condivisa almeno anche dall'Albergamo, si veda pag. 47 della referenza in bibliografia)

SAGR. A me pare che la logica insegni a conoscere se i discorsi e le dimostrazioni già fatte procedano concludentemente; ma che ella insegni a trovare i discorsi e le dimostrazioni concludenti, ciò veramente non credo io.

(In questo brano sembra, addirittura, che Galileo affermi che i discorsi concludenti, cioè le teorie che descrivono accuratamente i fenomeni, siano trovati senza l'ausilio della logica e che la logica serva solo a stabilire la loro consistenza: se questa interpretazione fosse fondata Galileo avrebbe espressa qui una visione epistemologica chiaramente falsificazionista)

2.9 Esistono molte affermazioni che non possono essere considerate né vere né false e questo causa molta confusione ovvero I'Antinomia di Epimenide cretese

A questo punto il lettore si potrebbe chiedere se esistono affermazioni (sebbene non ambigue come un responso della Sibilla, che non siano dubitative e che utilizzino il modo indicativo nella loro formulazione) a cui pure non può essere assegnato valore di verità, cioè delle affermazioni ben formulate che non possono essere consistentemente considerate né vere né false.

Si consideri la seguente affermazione :

A = "La affermazione A è falsa". (#)

In questa affermazione, assolutamente non sibillina, i verbi utilizzati sono tutti all'indicativo, non ci sono parole il cui ruolo sintattico sia ambiguo, non si pone nessun quesito e non si utilizza nessuna forma dubitativa: sicuramente bisogna accettarla come una affermazione ben formulata.

Tuttavia: supponiamo che A sia vera. E' allora vero che A è falsa da cui si deduce che A è falsa. Abbiamo ottenuto una contraddizione e quindi A non può essere considerata vera.

Supponiamo invece che A sia falsa. Allora non è vero che la affermazione A è falsa, quindi la affermazione A è vera. Ancora una volta si è in presenza di una contraddizione.

Nel ragionamento esposto si è ovviamente assunto che

- a) una affermazione può essere o vera oppure falsa (perché *Tertium non datur*, cioè una terza possibilità non è data) e non può essere contemporaneamente vera e falsa;
- b) dire che una affermazione non è vera sia equivalente a dire che è falsa;
- c) dire che una affermazione non è falsa sia equivalente a dire che è vera.

Per una discussione adatta al profano dei problemi logici e filosofici che affermazioni del tipo di quella discussa hanno posto fin dalla loro scoperta il lettore può consultare Odifreddi (2001) oppure Crossley et al. (1972). Il lettore che voglia acquisire una formazione di base in logica matematica potrà utilmente utilizzare Berto (2007) mentre quello con qualche esperienza di studio della matematica può invece consultare Tarski (1956) oppure Mendelson (1972).

Secondo Russo (2006), la scoperta di affermazioni dello stesso tipo della (#) è molto più antica di quanto si creda comunemente. Questo è provato, quasi senza ombra di dubbio, dalla trasmissione, nella forma ambigua tipica della cultura medioevale, di una sentenza attribuita ad Epimenide cretese da parte di Paolo, nella sua Epistola a Tito, I,12. La versione non corrotta di questa affermazione doveva suonare più o meno così:

Epimenide cretese dice: Io sto mentendo (##)

Se Epimenide sta mentendo allora quello che dice non è vero e quindi Epimenide non sta mentendo. Se invece Epimenide non sta mentendo allora quello che dice è vero e quindi Epimenide sta mentendo.

Una Affermazione come la A, oppure come la nostra ricostruzione (del tutto arbitraria da un punto di vista storico, ma sicuramente verosimile) dell'antinomia di Epimenide, se è vera è contemporaneamente falsa e viceversa.

Affermazioni che siano contemporaneamente vere e false non possono essere utilizzate per fondare Teorie: tali Affermazioni sono dette Antinomie.

Galileo, con la sua tipica prosa canzonatoria, cerca di dare un esempio di affermazioni alle quali non si può attribuire valore di verità

(Vi dirò della storia) << *del Candiotto, che diceva che tutti i Candiotti erano bugiardi però, essendo egli Candiotto, veniva a dir la bugia, mentre diceva che i Candiotti erano bugiardi; bisogna dunque che i Candiotti fossero veridici, ed in conseguenza esso, come Candiotto, veniva ad esser veridico, e però, nel dir che i Candiotti erano bugiardi, diceva il vero, e comprendendo sé, come Candiotto, bisognava che e' fusse bugiardo. E così in queste sorte di soffismi si durerebbe in eterno a rigirarsi, senza concluder mai niente*>> (dal *Dialogo sopra i massimi sistemi del Mondo*, Ed.Naz. VII, p.66).

In questo modo Galileo vuole escludere le antinomie dall'insieme delle affermazioni che si devono utilizzare per fondare una Teoria: si noterà che nella storia dei Candiotti si deve intendere come "bugiardo" un uomo "che dice sempre bugie".

Il lettore avvertito avrà tuttavia già notato che quella dei Candiotti non è una vera antinomia: Infatti se il Candiotto che parla dice bugia allora esiste almeno un Candiotto che dice la verità, e questo Candiotto veridico non necessariamente è il Candiotto che parla. La prima parte della argomentazione di Galileo (Berto (2007), Tarski (1956), Mendelson (1972)) non è corretta e non conduce ad una contraddizione. Tuttavia dalla sua argomentazione si può concludere correttamente che per il solo fatto che un Candiotto abbia pronunciata la frase riportata allora esiste almeno un altro Candiotto che è veridico, e questo è francamente difficile da credere. Le fonti ultime di Galileo sono evidentemente le stesse di quelle di Paolo.

La semantica è una parte della logica matematica ed è proprio quella teoria che ha come oggetto la ricerca delle regole che permettono

- a) **la formulazione di affermazioni che possono essere considerate o vere o false (e non contemporaneamente vere e false), cioè che possano avere un determinato valore di verità**
- b) **la costruzione di nuove affermazioni, a partire da affermazioni componenti, che ne ereditino il valore di verità in maniera univocamente determinata**

In altre parole la semantica deve fornire gli strumenti allo scienziato per selezionare come principi delle Teorie che formula, fra le tante affermazioni, solo quelle che possano sensatamente dirsi alternativamente vere oppure false e mai contemporaneamente vere e false: cioè quelle affermazioni alle quali ha senso assegnare un valore di verità.

E sicuramente l'affermazione A precedentemente costruita con la definizione (#), sebbene sia ben formulata, deve essere esclusa dal novero delle affermazioni che possono avere valore di verità.

L'impatto che ha avuto la scoperta dell'esistenza delle antinomie nella storia del pensiero umano non può essere sottovalutato: una tale scoperta ha scosso nelle fondamenta la speranza di molti filosofi di poter giungere ad una qualche conoscenza oggettiva sul mondo.

È da notare che su antinomie sono basate intere dottrine filosofiche (Lombardo Radice critica lucidamente quella Kantiana nel suo magnifico *L'Infinito*) e religiose e che l'intera discussione filosofica medioevale ruota intorno all'elaborazione di una ontologia che è condizionata dalla loro esistenza. Oltre che al citato Lombardo Radice (2006) si rimanda il lettore interessato ad approfondire lo studio della questioni sui fondamenti della logica, ed in particolare sulla risoluzione delle antinomie, ai testi, difficili, ma sicuramente alla portata del volenteroso, di Odifreddi (2001)-(2003) e di Nagel-Newman (1974).

Si noti esplicitamente che

la semantica (almeno intesa come una parte della logica) non si compromette mai sulla verità o falsità di una data affermazione: essa semplicemente si propone di individuare quali affermazioni possano coerentemente essere considerate o vere oppure alternativamente false.

Inoltre la semantica studia i metodi necessari a costruire in maniera precisa, ed a partire da una enupla di affermazioni, delle nuove affermazioni il cui valore di verità sia determinato esattamente ed esclusivamente dal valore di verità delle n affermazioni costituenti.

Esempi dei citati metodi di costruzione e di alcune linee di ragionamento utilizzate dalla semantica sono dati nella sezione successiva.

Nel seguito quando si vorrà avvertire il lettore che le argomentazioni che sta leggendo sono considerate "matematica formale" si scriverà usando il carattere "*Lucida Calligraphy*".

2.10 Tavole di Verità ovvero

*Come il Valore di Verità di una Proposizione si può dedurre dal
Valore di Verità delle sue Proposizioni componenti*

Chiameremo **proposizione** una affermazione alla quale possa essere dato, senza ambiguità, un valore di verità.

Siano date due proposizioni, dette A e B. Chiameremo **coniunzione delle due proposizioni, la proposizione $A \wedge B$** che è vera se e solo se sono contemporaneamente vere A e B, e che è falsa in tutti gli altri casi. Usando una Tabella (questo tipo di Tabelle sono dette Tavole di Verità) la definizione introdotta si riassume così:

A	B	$A \wedge B$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

La prima riga della Tabella si legge così: Se A è vera e se B è vera allora $A \wedge B$ è vera. La seconda riga si legge: Se A è vera e se B è falsa allora $A \wedge B$ è falsa. Analogamente si leggono la terza e la quarta riga.

Consideriamo le affermazioni

SV = "L'affermazione seguente è vera"
PF = "L'affermazione precedente è falsa"

Ci si ponga ora il problema di stabilire se SV e PF siano delle proposizioni, cioè se abbia senso assegnare loro un valore di verità.

Supponiamo che X sia una proposizione. Tentando di costruire la congiunzione $SV \wedge X$ si trova che:

- a1) se X è vera allora SV è vera e quindi $SV \wedge X$ è vera;**
b1) se X è falsa allora SV è falsa e $SV \wedge X$ è falsa.

Supponiamo poi che Y sia una proposizione. Tentando di costruire la congiunzione $Y \wedge PF$ di nuovo troviamo che:

- a2) se Y è vera allora PF è falsa e quindi $Y \wedge PF$ è falsa,**
b2) se Y è falsa allora PF è vera e quindi ancora $Y \wedge PF$ è falsa.

Fino ad ora non è stata trovata nessuna contraddizione, quindi l'ipotesi che SV e PF siano delle proposizioni non è stata ancora esplicitamente contraddetta.

Consideriamo ora le proposizioni:

GA = "A pressione fissata, aumentando la temperatura il ghiaccio si scioglie diventando acqua";
N = "Napoleone è nato a Parigi".

Ovviamente, se si accettano come validi i Postulati della Termodinamica, la congiunzione $SV \wedge GA$ è vera mentre $N \wedge PF$ è falsa.

Tuttavia si consideri la congiunzione $SV \wedge PF$.

Se $SV \wedge PF$ è vera allora entrambe le affermazioni costituenti (si veda la Tabella di verità della congiunzione) devono essere vere. Quindi SV è vera, da cui PF è vera, da cui SV è falsa. Si è così trovata una contraddizione.

Se $SV \wedge PF$ è falsa, allora almeno una delle affermazioni SV e PF deve essere falsa. Se SV è falsa allora la affermazione successiva a SV è falsa, cioè PF è falsa e quindi è falso che la affermazione precedente a PF è falsa, cioè SV è vera: una contraddizione. Se PF è falsa allora è falso che la affermazione precedente a PF è falsa, cioè SV è vera, da cui, ancora, PF è vera: una contraddizione.

Il lettore a questo punto potrebbe aver perso la pazienza e potrebbe essere indotto a decidere che la logica è un puro gioco enigmistico, senza alcun serio utilizzo.

I logici, invece, ci hanno fatto molto imparare da queste dimostrazioni di impossibilità.

Non tutte le affermazioni hanno il diritto di essere chiamate proposizioni: solo alcune affermazioni hanno il rango di affermazioni a cui è possibile attribuire un valore di verità.

Molte affermazioni non possono mai essere definite vere o false in maniera consistente (cioè senza contraddizioni).

I logici affermano che i veri scienziati devono evitare (come la peste) queste affermazioni intrinsecamente contraddittorie, perché da esse si può dedurre che una affermazione è vera e contemporaneamente essa è falsa.

Sebbene gli astrologi, i truffatori, gli accademici arrivisti, gli speculatori e molti politici amino molto (e usino spessissimo) questo tipo infido di affermazione esse sono intrinsecamente prive di un qualsiasi contenuto di conoscenza.

Affermare che la proposizione N è falsa, ci trasmette delle informazioni sulla vita di Napoleone. Affermare che GA è vera, ci insegna a costruire i frigoriferi, strumento determinante per liberare l'umanità da alcune malattie legate alla alimentazione.

Discutere se le affermazioni

F = "Questa affermazione è falsa"

oppure

"L'affermazione seguente è vera" \wedge "L'affermazione precedente è falsa"

sono vere o false ci porta a sicura contraddizione e ad una tale confusione da poter sfiancare qualsiasi interlocutore fino ad indurlo a credere alla verità (o falsità) di una qualsiasi affermazione.

Ovviamente gli uomini furbi scelgono di far credere alle affermazioni che più convengono loro ed il metodo da loro preferito è quello di usare come ipotesi di partenza affermazioni sibilline

oppure intrinsecamente contraddittorie. L'arte di confondere in questo modo le idee delle persone e di condurre a decisioni non basate sull'uso corretto della razionalità è molto ben conosciuta dai personaggi come Borloskij; essa è stata insegnata agli attivisti staliniani nelle scuole di partito ed è stata, poi, adottata in generale da tutti coloro che con questi uomini di partito sono stati costretti ad interagire. Contro la propaganda fatta da affermazioni intrinsecamente contraddittorie si può solo combattere con le stesse armi. Il partito comunista non è stata la sola fucina di tali infidi utilizzatori di antinomie ed affermazioni sibilline: nella sua polemica con il gesuita padre Grassi, Galileo (Frova e Marenzana (1998)) arriva a pensare che il suo attaccamento per il vero gli aveva finalmente portato "l'odio di quel bufalaccio del Grassi, da me apertamente dichiarato poco intendente di logica, avvezzo a sostenersi in piedi solo con distinzioni e istorcimenti o altre girandole di parole".

Il ragionamento che è stato esposto nelle righe precedenti ci porta a concludere che le affermazioni F, SV, PF non sono proposizioni e non possono, insieme a tutte le infinite altre affermazioni intrinsecamente contraddittorie, essere usate come base di Teorie scientifiche.

La congiunzione di due proposizioni non è l'unico modo con il quale si possono costruire nuove proposizioni a partire da proposizioni costituenti. Introduciamo qui di seguito altri due modi.

Siano date le proposizioni A e B. Diremo **negazione di A**, la proposizione $\sim A$ che è vera quando A è falsa ed è falsa quando A è vera. Diremo **disgiunzione di A e B**, la proposizione $A \vee B$ che è falsa se entrambe le proposizioni A e B sono false ed è vera in tutti gli altri casi.

Le definizioni appena introdotte sono illustrate in maniera suggestiva dalle seguenti Tavole di Verità:

A	B	$A \vee B$
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

A	$\sim A$
V	F
F	V

Il lettore, a questo punto, si sarà già posto la domanda seguente:

perché introdurre le notazioni $A \vee B$, $\sim A$ e $A \wedge B$,

invece di usare (come sarebbe spontaneo) i termini usati nella lingua italiana, e cioè "o", "non", "e"?

La risposta potrà essere ottenuta facilmente ripensando alle considerazioni sviluppate alla fine della discussione sul presunto responso della Sibilla riguardo le imprese di Crasso e Cesare. Quando si parla di linguaggio, quando cioè si parla dell'uso delle parole per costruire affermazioni, ovviamente si usano parole per descrivere l'uso e la funzione di altre parole.

L'oggetto dell'analisi razionale scientifica è in questo caso il linguaggio, cioè lo strumento utilizzato per effettuare la medesima analisi scientifica.

La ragione delle situazioni paradossali descritte in questa sezione ed in quella precedente risiede proprio nelle possibili ambiguità che possono nascere in una tale analisi "auto-referenziale". Il ruolo della parola "non" nel responso sibillino deve essere discusso con parole, in frasi costruite per descrivere la frase pronunciata dalla Sibilla. È cruciale che in queste frasi ci si possa riferire alla parola "non" nel responso senza confonderla con un "non" che gioca un qualche ruolo nelle frasi stesse:

a questo scopo quando si è parlato della parola "non" utilizzata in una frase diversa da quella attualmente scritta si sono introdotte le virgolette.

Questo stratagemma ci ha permesso di evitare molte ambiguità.

Il lettore consideri l'ultima frase in grassetto riscritta senza utilizzare le virgolette

a questo scopo quando si è parlato della parola non utilizzata in una frase diversa da quella attualmente scritta si sono introdotte le virgolette.

Dare un significato a questa frase è quasi impossibile, sebbene essa sia formulata rispettando tutte le regole della sintassi e della grammatica italiana.

Il lettore consideri anche una precedente frase sottolineata (quella riportata dopo l'ultima Tavola di Verità) nella quale siano sostituiti al simbolo \vee la congiunzione "o", al simbolo \sim la parola "non" ed al simbolo \wedge la parola "e":

perché introdurre le notazioni $A \vee B$, non A e $A \wedge B$

E' facile rendersi conto che le due ultime occorrenze della parola "e" hanno due ruoli diversi, che in questa ultima versione non sono resi chiari: la prima occorrenza ha il ruolo di congiungere l'ultimo nome di proposizioni (A e B) ad altri ($A \vee B$, non A) in una lista, mentre la seconda serve a costruire il nome di una proposizione ($A \wedge B$) che è proprio l'ultimo termine della lista.

Queste brevi considerazioni di buon senso dovrebbero aver convinto il lettore della necessità di introdurre la simbologia logica che, seguendo la letteratura tecnica, si è introdotta anche qui.

Questa simbologia introduce i **connettivi proposizionali**, simboli utilizzati esclusivamente nel processo di costruzione di nuove proposizioni a partire da proposizioni date: il simbolo " \sim " è un connettivo unario, visto che permette di nominare una proposizione nuova in termini di una proposizione di partenza; i simboli " \vee " e " \wedge " sono invece connettivi binari, visto che permettono di nominare una proposizione nuova a partire da due proposizioni di partenza.

Rinviano una discussione più approfondita sul concetto di Metalinguaggio (e di Metateoria) ad un capitolo successivo, si ricorderà qui che i logici moderni (su quanto abbiano compreso del problema gli antichi non è possibile sapere, in assenza di fonti, ma si può congetturare che la formulazione del calcolo delle proposizioni da parte di Crisippo fosse una risposta alle antinomie logiche allora già conosciute) hanno individuato nella confusione fra parole e nomi di parole, frasi e nomi di frasi, la radice delle contraddizioni semantiche ottenute, ad esempio, quando si sono considerate le affermazioni $SV\wedge PF$ e F (discussioni molto più approfondite di queste questioni possono essere trovate, tra gli altri, nei saggi di Rogers (1978) e Mendelson (1972)).

Molto importante per lo sviluppo della logica e delle Teorie scientifiche è il concetto di equivalenza logica.

Diremo che due proposizioni sono logicamente equivalenti quando esse assumono sempre lo stesso valore di verità.

Quindi dire che A e B sono logicamente equivalenti significa dire che esse sono contemporaneamente vere oppure contemporaneamente false. Nasce così naturale definire una terza proposizione, che chiameremo **equivalenza (logica) fra A e B** , che risulti vera se le proposizioni costituenti sono logicamente equivalenti e che risulti falsa se le proposizioni costituenti non sono logicamente equivalenti.

La proposizione $A \Leftrightarrow B$, equivalenza fra A e B , è caratterizzata dalla seguente Tavola di Verità:

A	B	$A \Leftrightarrow B$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

La Tavola di Verità appena introdotta può essere riassunta dicendo che la proposizione $A \Leftrightarrow B$ è vera se A e B sono contemporaneamente vere, è vera se A e B sono contemporaneamente false, è falsa se A è falsa e B è vera, ed infine è falsa se A è falsa e B è vera.

Nessun dubbio nasce nella mente del lettore riguardo alla definizione che si è appena introdotta.

Abbastanza più discussa è stata la posizione che alla fine hanno assunto i logici riguardo alla Tavola di Verità della proposizione $A \Rightarrow B$ (A implica B), cioè di quella proposizione (ottenuta dalla composizione della proposizione A e della proposizione B) che deve essere vera almeno quando la verità di A assicura la verità di B . Seguendo la nomenclatura tradizionale chiameremo la proposizione A , premessa (oppure ipotesi) nella implicazione considerata, e la proposizione B conclusione (oppure tesi).

Per una storia della nascita, in epoca ellenistica, del concetto moderno di implicazione rinviamo ancora a Russo (2006), mentre per una discussione più tecnica del suo ruolo nella logica formale si rinvia ad esempio ad Hatcher (1978).

I logici medioevali riassumono e tramandano le conclusioni di Filone il Dialettico e Crisippo (III secolo A.C.) per mezzo della seguente regola:

Ex absurdo omnia sequuntur

che può tradursi suggestivamente

<<Dall'assurdo si può dedurre qualsiasi cosa>>

Utilizzando la nomenclatura della logica moderna una traduzione più efficace, ma meno letterale, può essere, invece, la seguente

Da proposizioni false si possono dedurre tutte le proposizioni.

Assumendo una posizione molto simile a quella accettata da Crisippo, caratterizzeremo la Tavola di Verità relativa al connettivo logico "⇒" correlando il significato di tale connettivo al significato dei connettivi "⇔", "∨" e "∧".

Infatti se si voglia continuare a mantenere nel linguaggio matematico l'uso comunemente accettato nel linguaggio naturale si dovrà accettare che

(Relazione fra congiunzione, implicazione ed equivalenza logica)

H1) due proposizioni A e B sono equivalenti logicamente se e soltanto se contemporaneamente A implica B e B implica A.

(Relazione fra implicazione e disgiunzione).

H2).date due proposizioni A e B, dovrà essere sempre vero che A implica AVB

In formule: si vorrà definire il concetto di implicazione in modo che

H1) la proposizione

$$A \Leftrightarrow B$$

abbia la stessa Tavola di Verità della proposizione

$$(A \Rightarrow B) \vee (B \Rightarrow A),$$

ed in modo che

H2) risulti sempre vera la proposizione

$$A \Rightarrow (A \vee B).$$

La linea di ragionamento utilizzata è la seguente (il lettore abbia la pazienza di seguire tutti i semplici quattro passi che è necessario compiere per giungere alla importante conclusione che stiamo cercando, e, se ha bisogno di una motivazione *politica* per giustificare lo sforzo che gli è richiesto, legga subito la lettera dal carcere di Gramsci riportata nel successivo Capitolo III: l'esempio di concetto complesso, ma irrinunciabile per la sua importanza nella educazione di un fanciullo alunno nella scuola media inferiore, lì presentato è proprio quello di schema di deduzione logica):

- 1) si consideri come incognita la Tavola di Verità relativa al connettivo "implica":

C	D	C ⇒ D
V	V	I(V,V)
V	F	I(V,F)
F	V	I(F,V)
F	F	I(F,F)

Nella Tavola di Verità testé stilata è stata introdotta una simbologia (il lettore interessato ad approfondimenti può utilmente consultare Mendelson (1972), o Putnam (1979)) dal significato abbastanza trasparente: ad esempio con I(V,V) si è indicato il valore di verità della proposizione $C \Rightarrow D$ quando la premessa C è vera e la conclusione D è vera. Insomma se le variabili x ed y possono assumere solo i valori V oppure F allora I(x,y) indica il valore di verità della proposizione $C \Rightarrow D$ quando C ha valore di verità x e quando D ha valore di verità y.

- 2) si costruisca, poi, la Tavola di Verità delle proposizioni $A \Rightarrow B$ e $B \Rightarrow A$ in termini degli incogniti valori di verità del connettivo preposizionale "implica"

A	B	(A ⇒ B)	(B ⇒ A)
V	V	I(V,V)	I(V,V)
V	F	I(V,F)	I(F,V)
F	V	I(F,V)	I(V,F)
F	F	I(F,F)	I(F,F)

- 3) si imponga che la Tavola di Verità di $(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$ coincida con la Tavola di Verità di $A \Leftrightarrow B$, (ipotesi \mathcal{H}_1) ottenendo così

A	B	$(A \Rightarrow B)$	$(B \Rightarrow A)$	$(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)$	$A \Leftrightarrow B$
V	V	I(V,V)	I(V,V)	V	V
V	F	I(V,F)	I(F,V)	F	F
F	V	I(F,V)	I(V,F)	F	F
F	F	I(F,F)	I(F,F)	V	V

Quando si ricordi la Tabella di Verità del connettivo “ \wedge ” si vede facilmente che la prima riga della precedente Tabella è coerente solo se

$$I(V,V) = V,$$

e che, inoltre, la quarta riga è coerente solo se

$$I(F,F) = V.$$

Si noti che la seconda e la terza riga della Tabella non sono in grado di determinare univocamente i valori di verità $I(V,F)$ e $I(F,V)$: infatti esse stabiliscono soltanto che almeno uno fra questi due valori di verità deve essere F.

- 4) Si costruisca la Tabella di Verità della proposizione $A \Rightarrow (A \vee B)$ e si imponga (ipotesi \mathcal{H}_2) che tale proposizione sia sempre vera

A	B	$(A \vee B)$	$A \Rightarrow (A \vee B)$	$A \Rightarrow (A \vee B)$
V	V	V	I(V,V)	V
V	F	V	I(V,V)	V
F	V	V	I(F,V)	V
F	F	F	I(F,F)	V

La prima, la seconda e la quarta riga della Tavola di Verità precedente comportano ancora che $I(V,V) = V$ e $I(F,F) = V$: possiamo di conseguenza affermare che le ipotesi \mathcal{H}_1 ed \mathcal{H}_2 non sono fra loro in contraddizione. La terza riga comporta che

$$I(F,V) = V.$$

Questa ultima uguaglianza insieme alla terza riga della Tavola di Verità del punto 3) comporta infine che

$$I(V,F) = F.$$

L'apparente paradosso della cosiddetta implicazione materiale

Il lettore che sia giunto fin qui può ritenere di aver avuto una esperienza intellettuale notevole. In primo luogo ha ripercorso circa duemila e trecento anni dopo (più o meno fedelmente) i passi di Filone e Crisippo nella costruzione di un concetto che è veramente fondamentale quando si debbano sviluppare delle Teorie e quindi, in ultima analisi, di un concetto essenziale allo sviluppo sociale, tecnologico ed economico delle società occidentali e poi di tutte le altre.

Il significato dei simboli: V, F, \sim , \Rightarrow , \wedge , \Leftrightarrow , \vee deve essere attribuito in maniera coerente, per evitare di incorrere nelle antinomie (cioè in affermazioni intrinsecamente contraddittorie, come quelle che si sono studiate precedentemente, alle quali non può essere assegnato in maniera univoca un valore di verità): **insomma non si possono assegnare nelle Tavole di Verità della congiunzione, della disgiunzione, della equivalenza e della implicazione dei valori scelti in maniera completamente arbitraria e fra loro non correlati. Le scelte da fare devono essere guidate da un criterio di coerenza: ad esempio quello che ci ha indotto a formulare le ipotesi \mathcal{H}_1 ed \mathcal{H}_2 .**

Si noti infine che i passi dimostrativi da 1) a 4) comportano semplicemente il calcolo di poche colonne di valori di verità. Insomma, seguendo Crisippo, abbiamo costruito esplicitamente, con semplici calcoli, la Tavola di Verità del connettivo logico “ \Rightarrow ”.

Per questa ragione Bertrand Russel ed Alfred N. Whitehead chiamano la Teoria che si è voluta introdurre semplicemente “Calcolo delle Proposizioni”.

Si invita lo studioso lettore a voler seguire Filone il Dialettico anche riscoprendo che, per ogni coppia di proposizioni A e B, la Tavola di Verità della proposizione “ $A \Rightarrow B$ ” è la medesima della Tavola di Verità della proposizione “ $\sim(A \wedge \sim B)$ ”: usando il linguaggio naturale si può dire che

A implica B

è equivalente a dire che

non accade mai che siano contemporaneamente vere A e non B.

Il lettore, confrontando l'efficacia e la precisione con la quale la logica formale specifica il significato dei simboli che introduce quando paragonato alle inevitabili ambiguità di significato implicite in ogni frase costruita nel linguaggio naturale, dovrebbe meditare sulle difficoltà intrinseche che si possono incontrare se si voglia sviluppare la logica usando solo il linguaggio naturale e nessuna simbologia matematica.

*In particolare il lettore si sarà persuaso della necessità di distinguere tra i simboli (per esempio \Rightarrow) ed i corrispondenti nomi (per esempio *implica*).*

Concludiamo la nostra discussione sul significato che deve essere dato al connettivo logico \Rightarrow , cioè, in ultima analisi, sulla tavola di verità che specifica l'uso del concetto logico di implicazione, riscontrando che alla sentenza da cui siamo partiti

Ex absurdo omnia sequuntur

si può dare un senso preciso e compiuto.

Essa si deve interpretare così: per la richiesta di coerenza rappresentata dalle \mathcal{H}_1 ed \mathcal{H}_2 la proposizione $A \Rightarrow B$ deve essere vera tutte le volte che A è falsa.

Questa affermazione è stata, a lungo dal medioevo e fino ai nostri giorni, considerata controversa. A molti è apparsa contro-intuitiva: al punto che alla parola "implicazione", se usata con il significato scelto dai logici che seguono la tradizione di Filone e Crisippo, viene aggiunto l'attributo "materiale", come se fosse possibile dare a tale parola un qualsiasi altro significato coerente.

Insomma pareva ad alcuni filosofi scolastici che il concetto di implicazione utilizzato nel linguaggio naturale fosse in contraddizione con la Tavola di Verità di Filone e Crisippo. In realtà questa situazione appare paradossale solo ad una analisi molto superficiale: nel linguaggio naturale è molto raro che ci si occupi consapevolmente del problema di stabilire quante e quali affermazioni si possano dedurre da affermazioni false, mentre in matematica sono molto diffuse le dimostrazioni per assurdo.

I ragionamenti che abbiamo sviluppati dimostrano che il linguaggio naturale deve essere opportunamente raffinato per fornire allo scienziato gli strumenti logici necessari alle sue indagini.

Tuttavia si hanno esempi di uso corretto dell'implicazione materiale in ambiti non strettamente matematici: l'autore ricorda che era diffuso, negli ambienti giovanili che ha frequentato durante i suoi studi liceali, il seguente detto

Se mio nonno avesse avuto il trolley allora sarebbe stato un tram.

Questa espressione era evocata tutte le volte che qualcuno avesse voluto convincere di una affermazione ritenuta palesemente falsa, con lo scopo di ricordare che se si accetta anche una sola affermazione falsa allora si è costretti ad accettare tutte le altre affermazioni, incluse quelle chiaramente false.

Non sembra quindi che quello della implicazione materiale possa realmente considerarsi un paradosso.

2.11 Fra gli infiniti mondi logicamente possibili viviamo in un solo specifico Mondo

Nell'insieme delle proposizioni, cioè affermazioni non ambigue e che non sono autoreferenziali (che, cioè, non cadono nel trabocchetto delle antinomie), si devono riconoscere due tipi di affermazioni vere: quelle riconosciute tali per mezzo dell'uso della logica e quelle il cui valore di verità è ottenibile, in maniera congetturale, solo per mezzo di osservazioni sperimentali.

Un esempio del primo tipo di affermazione è stato dato nella sezione precedente:

"Se si accettano le ipotesi \mathcal{H}_1 ed \mathcal{H}_2 la tavola di verità di $A \Rightarrow B$ è quella che abbiamo calcolata".

Questa affermazione stabilisce una relazione fra concetti puramente astratti ed è vera se si accettano le definizioni che abbiamo date: insomma essa è il risultato della pura attività intellettuale della nostra mente.

La matematica moderna si occupa di scoprire quali siano le relazioni logiche fra gli oggetti astratti prodotti dalla mente umana.

Come si è detto una critica molto aspra allo studio della matematica è stata avanzata dagli empiristi. Costoro affermano che è tempo perso quello impiegato a studiare oggetti che sono solo prodotto della nostra mente e che

quindi non hanno nessuna relazione con i fenomeni reali: cioè quei fenomeni che accadono nel mondo in cui viviamo.

A questa critica la migliore risposta è data dai risultati che il metodo scientifico ha ottenuto nel migliorare le nostre condizioni di vita: ma gli empiristi negano che sia stato il metodo scientifico a creare lo sviluppo tecnologico delle nostre società. Una efficace sintesi delle ragioni per le quali quest'ultima posizione non sia difendibile è data da Russo (2006), oppure da Russel (2005), Whitehead (1979), Barrow (1992), Mendelssohn (1981).

Si può quindi ritenere che la matematica fornisca un utile strumento nella formulazione di modelli per la descrizione della realtà: ci permette di costruire oggetti astratti e di scoprire le relazioni logicamente necessarie fra questi oggetti.

La matematica fornisce allo scienziato insieme di affermazioni ben formulate e non contraddittorie, alle quali può essere dato coerentemente un valore di verità: chiamiamo tali affermazioni "Proposizioni".

Inoltre, la matematica riesce a stabilire quali proposizioni sono vere, solo in forza delle relazioni logiche che esistono fra concetti astratti.

Queste ultime proposizioni sono chiamate spesso "verità logiche"

Un esempio di affermazione ben formulata è

VL= "Nessun corpo può avere una velocità, rispetto ad un dato osservatore, superiore a quella della luce".

Questa affermazione è sintatticamente corretta, non è ambigua e non è autoreferenziale.

Come assegnarle un valore di verità?

Secondo una scuola di pensiero idealista, come gli Scolastici medioevali, si può sperare di trovare un ragionamento di natura puramente logica alla fine del quale alla VL, insieme a tutte le altre di interesse nella formulazione di Teorie descrittive i fenomeni naturali, può essere assegnato un valore di verità.

Nessuno scienziato moderno (ma neppure Archimede) può sostenere una tale tesi: da Galileo in poi essa è stata semplicemente ignorata nello studio dei fenomeni fisici, e via via che la conoscenza umana si è estesa nello studio di tutte le scienze che si sono sviluppate dopo la fisica.

Alle affermazioni ben formulate che descrivono caratteristiche specifiche dei fenomeni naturali si può sperare di assegnare un valore di verità solo compiendo opportuni esperimenti.

Tuttavia a rendere più complicata l'analisi dei fenomeni naturali interviene una difficoltà.

In realtà alcune affermazioni ben formulate, e logicamente non contraddittorie, non possono essere verificate sperimentalmente in nessun modo: stiamo parlando delle cosiddette proposizioni universali, cioè di quelle affermazioni che enunciano proprietà di un insieme ben specificato ma molto grande o addirittura infinito di oggetti reali.

Infatti per verificare sperimentalmente una proposizione universale bisognerebbe poter compiere un numero di esperimenti troppo grande o, in alcuni casi, addirittura infiniti esperimenti.

Ad esempio l'affermazione VL afferma che un generico osservatore misurando la velocità relativa di un qualsiasi corpo non può mai rilevare una velocità superiore di quella della luce. Ovviamente esiste un numero elevatissimo di osservatori ed un numero altrettanto elevato di corpi: se ad ogni corpo si associa un sistema di riferimento si può affermare che esistono tanti osservatori quanti sono i corpi. Se (come credeva Giordano Bruno ed alcuni cosmologi moderni) l'universo è costituito da un numero infinito di corpi materiali allora sia l'insieme degli osservatori che quello dei corpi è infinito. È chiaramente impossibile verificare sperimentalmente l'affermazione VL. Il lettore sarà arrivato ad ammettere quindi che, **le proposizioni universali** –delle quali la VL è un esempio- **non si potranno mai dire verificate sperimentalmente.**

D'altra parte un esperimento potrebbe stabilire, ad esempio, che è verificata la seguente affermazione

O1="Un dato osservatore ha misurato che la velocità relativa di un certo corpo è stata maggiore di quella della luce".

(Attenzione questo esempio è presentato a fini puramente speculativi: sebbene non si possa escludere il contrario in realtà mai nessun osservatore ha osservato fino ad ora velocità relative superiori a quella della luce!).

Invece dopo aver organizzato una seria campagna di misure si potrà affermare che:

O100="I cento osservatori che fino ad ora hanno misurato la velocità relativa di mille corpi hanno sempre ottenuto un valore inferiore a quello della velocità della luce".

Proposizioni specifiche che riguardano un insieme finito e sufficientemente piccolo di oggetti reali, come la O1 o la O100, possono, contrariamente a quanto accade alle affermazioni universali, essere verificate sperimentalmente.

È semplice convincersi che proposizioni specifiche, osservabili sperimentalmente, possono contraddire proposizioni universali: ad esempio la O1, se fosse verificata sperimentalmente, contraddirebbe la VL.

Si può quindi concludere che **sebbene le proposizioni universali non possano mai dirsi verificate sperimentalmente esse potranno ben essere falsificate, cioè mostrate false, verificando sperimentalmente una proposizione specifica.**

Insomma una proposizione che riguarda un insieme grande (o addirittura infinito) di oggetti reali non potrà mai dirsi verificata sperimentalmente: tuttavia si potrà dire che essa è stata falsificata dall'osservazione di uno specifico comportamento di un preciso oggetto reale.

La verità di una proposizione universale, del tipo della VL, può essere solo congetturata, tentativamente, come base di una Teoria che, provvisoriamente, si decide di usare per descrivere una certa classe di fenomeni.

La difficoltà di cui stiamo parlando, esplicitamente discussa da Popper (1970), non ha bloccato lo sviluppo delle Teorie scientifiche.

Infatti, seguendo una strategia che sembra essere stata utilizzata fin dagli scienziati di epoca ellenistica, **una Teoria scientifica viene fondata individuando un insieme di proposizioni universali del tipo della VL, che sono i suoi Postulati Fondamentali o Principi, che ne formano la base concettuale e che sono accettate come congetturalmente vere.**

La scelta dei postulati è considerata un atto creativo della mente degli scienziati, atto che è collegato all'evidenza sperimentale solo da una serie di considerazioni intuitive.

Una volta che i postulati di una Teoria siano stati scelti, seguendo un procedimento di natura puramente logica, sono dedotte (solo alcune!) visto che l'insieme delle conseguenze logiche di un dato insieme di postulati è sicuramente infinito) le proposizioni da essi implicate logicamente .

Infine alcune proposizioni specifiche fra tutte le affermazioni conseguenza logica dei Postulati sono sottoposte al vaglio della verifica sperimentale.

Si noti che solo alcune fra tutte le affermazioni deducibili dallo scelto sistema di postulati possono essere oggetto di confronto con l'evidenza sperimentale e che, in generale, i postulati sono inclusi proprio nell'insieme delle affermazioni per le quali questo confronto è impossibile.

Ad esempio l'affermazione

“Un raggio di luce emesso da una stella lontana, passando in prossimità del sole, viene deflesso”

è una conseguenza logica dei postulati della Relatività Generale e non è stata ancora falsificata sperimentalmente, perché sono state effettuate delle misure ottiche sui cammini percorsi da raggi di luce emessi da stelle lontane in prossimità del nostro sole ed in tutti i casi osservati le previsioni della Teoria non sono state contraddette.

Tuttavia l'affermazione

“La metrica Riemanniana nello spazio-tempo relativistico è modificata dalla presenza di masse gravitazionali secondo l'equazione di Einstein”

che pure può essere considerata una delle affermazioni di base della Relatività Generale, non può essere direttamente messa a confronto con l'evidenza sperimentale.

Se tutte le affermazioni dedotte dai postulati di una Teoria che siano confrontabili con l'evidenza sperimentale non risultano, in un dato momento, falsificate, si dice che la Teoria ha retto, fino a quel momento, al confronto con l'esperienza.

Conseguentemente questa Teoria può essere usata anche per ottenere previsioni sui fenomeni non ancora osservati e che essa descrive.

Si noti che non vi è nessuna garanzia che queste previsioni non saranno falsificate: esse sono solo quanto di meglio la Teoria possa fornire.

Nel senso che è stato appena specificato, nessuna Teoria scientifica fornisce delle affermazioni sui fenomeni naturali che siano assolutamente certe.

Ben differente è la situazione quando si parla delle affermazioni dimostrate come logicamente vere: la verità di queste ultime non può essere messa in discussione.

Peccato, però, che mentre i procedimenti dimostrativi basati sulla logica possano stabilire delle relazioni (utili!) solo fra enti astratti, esclusivo prodotto della nostra mente, le affermazioni formulate nell'ambito di una Teoria scientifica cercano di descrivere fenomeni naturali ed oggetti concreti e sono quindi di ancora più grande interesse.

La situazione descritta riguardo al valore di verità da attribuire al complesso di affermazioni che formano una Teoria è ben compresa anche dai profani.

Insomma è ben evidente a tutti che le affermazioni universali che sono il fondamento delle Teorie non sono dimostrabili né con argomentazioni di natura puramente logica né con osservazioni sperimentali.

Nessuna Teoria, neppure quella Copernicana, può assicurare che “domani il sole sorgerà, come ha fatto fino ad ora tutti i giorni dal momento della nascita del pianeta Terra”.

La mamma di Filippo e quella di Alfredo, alcune donne scimpanzé che cercano di farsi mantenere (e far mantenere i propri figli) da uomini gorilla super-alfa che con il loro duro lavoro hanno conquistato posizioni di prestigio, tutte le donne e gli uomini che credono negli oroscopi, molti uomini politici interessati a spostare il danaro pubblico in qualche impresa diversa dallo sviluppo della ricerca scientifica, i detrattori delle conoscenze che non riescono a comprendere, tutti questi personaggi, sebbene abbiano un intelletto molto limitato, hanno ben capito quale sia lo status logico dei Postulati che fondano una Teoria, e sanno bene che neppure il decantato metodo sperimentale Galileiano può assicurare la verità del più sofisticato sistema di Postulati.

Tutti costoro, per un loro qualche interesse personale, vogliono sottovalutare il valore informativo contenuto nei Postulati di tutte le Teorie che sono state formulate fino ad oggi e che non sono state ancora falsificate. Tutti costoro usano la parola “Teoria” in senso dispregiativo come equivalente a “insieme di conoscenze non ben fondate e di non sicura validità”.

Certo il valore informativo di una Teoria non falsificata non è assoluto: ma è pur sempre meglio utilizzare le conoscenze che le nostre Teorie riassumono, piuttosto che prendere le decisioni sulla base di umori basati su stati ormonali o sulla base di miopi considerazioni di interesse oppure ancora abbandonarsi a decisioni dettate dal puro e semplice caso.

Insomma le Teorie scientifiche non ci danno la certezza dell'esito delle nostre azioni, ma ci forniscono una guida molto più sicura del semplice congetturare soluzioni basandosi sull'istinto o sull'intuito. D'altra parte pur mostrando disprezzo per le *Teorie* nessuno dei denigratori del metodo scientifico, in presenza di un referto positivo di una risonanza magnetico-nucleare, si metterà a discutere sul valore congetturale della Meccanica Quantistica, che è la base concettuale dell'apparato utilizzato o discuterà sulla necessità che lo Stato paghi lo stipendio ai professori di Fisica Teorica, ma chiederà al dottore cosa è necessario fare per combattere la malattia. Il descritto stato di cose, la sicura mancanza di certezze assolute che ci viene offerta dal metodo scientifico deprime molti, che si gettano nelle braccia dell'idealismo, e induce altri, come Santo, a rifiutare l'esercizio della razionalità al di fuori della matematica pura, che viene vista come l'unica ridotta delle certezze assolute.

La matematica permette di individuare un insieme di proposizioni logicamente vere ed un insieme di proposizioni ben formulate e non contraddittorie, a cui può essere attribuito un valore di verità.

D'altra parte l'evidenza sperimentale deve essere utilizzata come vaglio della qualità delle Teorie.

L'evidenza sperimentale permette di riconoscere fra le affermazioni con valore di verità, a cui però la logica da sola non può assegnarne uno, quelle che sono effettivamente falsificate, cioè riconosciute false grazie ad un qualche esperimento.

Il progresso scientifico si ottiene grazie al perfezionamento successivo di sistemi di postulati, alla deduzione da essi di affermazioni falsificabili ma non ancora falsificate ed, in definitiva, alla selezione, per mezzo di congetture, di affermazioni a cui attribuire, fino a prova contraria, il valore di verità “vero”.

Spesso si dice che una affermazione è vera nell'ambito di una Teoria, oppure che è accettata come vera in una Teoria, oppure che è vera in un dato Paradigma Scientifico (nel senso dato a questa espressione da Kuhn (1995)).

Tutte queste circonlocuzioni servono a sottolineare il fatto che, escluse le verità logiche, cioè le accertate relazioni logiche che si possono stabilire fra i concetti astratti, *alle affermazioni che abbiano un qualche contenuto informativo sulla Natura delle Cose, non può essere dato un valore di verità assoluto, irrevocabilmente certo.*

Quanto appena detto, parafrasando Leibniz, può anche riassumersi come segue.

Infiniti sono i mondi logicamente possibili:

in uno di questi mondi, ad esempio, la luce viaggia rispetto ad osservatori diversi sempre alla stessa velocità, mentre in altri la luce viaggia rispetto ad osservatori diversi a velocità diverse.

La matematica costruisce modelli di mondi logicamente consistenti, l'insieme dei mondi logicamente possibili.

Tuttavia, gli scienziati accettano una ontologia molto semplice:

esiste un solo mondo fra tutti quelli logicamente possibili.

“L'ordine del mondo è un solo, né mai è stato altrimenti: però chi cerca altro che quel solo che è, cerca il falso e l'impossibile” Galileo, Lettera del 1624 A Francesco Ingoli. Ed. Naz. VI, p.538.

Tutte le affermazioni ben formulate che sono falsificate dagli esperimenti vengono classificate come false, e mentre l'insieme delle affermazioni falsificate aumenta, la nostra conoscenza della natura dell'unico mondo reale aumenta di conseguenza. Tuttavia per prevedere il comportamento di questo mondo abbiamo come guida solo congetture (i postulati delle nostre Teorie) che, sebbene ci abbiano permesso, fino ad un dato momento, di prevedere correttamente l'evolversi dei fenomeni, non sono sicuramente vere, potendo essere falsificate da una futura osservazione sperimentale.

L'esperimento seleziona fra le affermazioni ben formulate quelle sicuramente false.

In questo senso la matematica, cioè la forza razioinante della nostra mente, non può essere la sola guida della nostra indagine sulla Natura.

Per questa ragione i matematici, e i fisici ed in generale gli scienziati, non possono accettare una filosofia idealista.

Riepiloghiamo qui brevemente quanto è stato esposto fin qui in questo prelude:

- Solo a poche affermazioni è possibile assegnare coerentemente un valore di verità: tali affermazioni debbono essere cercate fra quelle ben formulate e non autoreferenziali e saranno chiamate **“Proposizioni”**. Tutte le altre affermazioni sono intrinsecamente contraddittorie oppure ambigue: per le affermazioni che non siano proposizioni non ha alcun senso chiedersi se sono vere oppure false.
- Alcune affermazioni a cui si può assegnare un valore di verità, e cioè quelle proposizioni che riguardano le relazioni fra concetti puramente astratti, possono essere riconosciute come vere oppure false semplicemente utilizzando in maniera corretta la logica. Chiameremo, talvolta, questo tipo di proposizione **“verità logica”**.
- Tuttavia altre proposizioni, quelle che riguardano i fenomeni naturali, non possono essere riconosciute come vere oppure false utilizzando solo la logica. Chiameremo queste ultime **“proposizioni non decidibili logicamente”**.
- **Le proposizioni specifiche non decidibili logicamente si possono riconoscere come vere oppure false per mezzo di opportune osservazioni sperimentali.**
- **Le proposizioni universali non decidibili logicamente possono essere solo falsificate per mezzo di opportune osservazioni sperimentali.**
- Una Teoria scientifica viene fondata scegliendo una lista di proposizioni universali che vengono detti **Postulati o Principi della Teoria**: queste proposizioni sono tentativamente assunte come vere. Le **previsioni** di una Teoria scientifica sono tutte le proposizioni che sono deducibili logicamente dai suoi Postulati. Una Teoria scientifica è ben formulata quando non esiste una proposizione che sia una previsione della Teoria insieme alla sua negazione.
- Alcune delle proposizioni specifiche, dedotte logicamente dai Postulati, sono vagliate con osservazioni sperimentali. Una Teoria è detta **falsificata** quando una proposizione specifica, conseguenza logica dei suoi Postulati, si rivela falsa a causa di un qualche esperimento.
- **Una Teoria**, basandosi sulla presunta verità di proposizioni universali, **non può mai dirsi verificata dalle osservazioni sperimentali**, ma soltanto non falsificata da tutte le osservazioni sperimentali compiute fino ad un dato momento.
- **Il processo di crescita delle conoscenze scientifiche passa attraverso la formulazione di una successione di Teorie scientifiche**: falsificata una Teoria se ne formula un'altra che non è falsificata da tutte le osservazioni sperimentali disponibili.
- Una Teoria, non falsificata dall'insieme di osservazioni sperimentali, disponibili in un dato momento, rappresenta **il migliore strumento predittivo disponibile** in quel momento: le sue previsioni non sono certe, ma rappresentano quanto di meglio le conoscenze disponibili permettono di congetturare.
- **La qualità di una Teoria scientifica** è determinabile considerando l'insieme dei fenomeni, non osservati precedentemente, che essa ha permesso di osservare grazie alle sue previsioni.

Qualcuno potrebbe pensare che le questioni di epistemologia e logica matematica che si sono volute trattare qui siano troppo tecniche e non sia ragionevole pensare di farne oggetto di un capitolo introduttivo di un saggio divulgativo destinato, fondamentalmente, a giovani liceali.

Questa non è l'opinione di Gramsci (si rinvia ancora al Capitolo III) né è l'opinione del Dott. Luigi Ambrosi, Professore nei Regi Licei e Docente nella regia Università di Roma. Nel suo **“Il primo passo alla Filosofia”** Lezioni per i Licei, Le Scuole di Magistero, ecc. Vol. II Logica, Società Editrice Dante Alighieri pubblicato nel 1907 (!!) si potrà trovare una esposizione degli stessi argomenti, un po' datata visto che i lavori di Popper sono successivi, ma sicuramente lucida e rigorosa. L'autore ha trovato questo libro di testo usato nei licei italiani all'inizio del XX secolo nei libri lasciati da suo nonno, che fu un giurista, con appunti e sottolineature a matita dei passi salienti: passi che trattano, sostanzialmente, le medesime questioni che si sono volute affrontare qui.

È opinione dell'autore che tutti i giovani dotati di una ragionevole capacità di comprensione finiscano per porsi le domande a cui si è tentato di dare risposta qui.

È assurdo lasciare queste domande, che pure furono oggetto di tanta elevata speculazione da parte delle più eccelse menti umane, **senza risposte.**

Si costringono così le giovani menti a ripercorrere da sole i vari tentativi compiuti nella storia del pensiero umano: si produrranno così tanti Sesto Empirico, che rifiutano l'importanza di quello che non capiscono, **oppure tanti Tolomeo**, che utilizzando senza capirle delle sofisticate tecniche matematiche in definitiva le snaturano.

L'enorme spreco di intelligenza che è conseguenza del disprezzo delle capacità dei nostri giovani potrebbe avere conseguenze devastanti per la nostra società.

2.12 Limiti reali e presunti delle Teorie e loro uso distorto

Un utile, divertente ed accurato lavoro di raccolta di affermazioni scientifiche controverse e di descrizione delle difficoltà che si sono dovute risolvere per accertare quali fossero realmente le congetture sensate ed i fenomeni reali è dovuto a Fusco (2006).

Che nessuna Teoria possa dirsi definitivamente vera è stato (e sarà ancora nel seguito) ribadito ripetutamente.

Nonostante questo fatto le Teorie, sebbene con i limiti che si sono descritti, si sono rivelate molto utili nel dirigere le nostre azioni.

Anzi si può affermare che le Teorie scientifiche rappresentano l'unico metodo efficace che l'umanità abbia trovato per raggiungere gli obiettivi che vuole prefiggersi.

Questa utilità è provata dall'impressionante miglioramento della qualità della vita che è stato sperimentato nelle società che hanno basato sul progresso scientifico e tecnologico il loro sviluppo economico.

Una dettagliata analisi di questa situazione apparentemente contraddittoria, e una descrizione –attraverso una esaustiva galleria di esempi- di tutte le difficoltà che si incontrano nel formulare Teorie utili, è data da Pinch e Collins (1995) e (2000), a cui è dovuta anche la bella metafora che assimila la scienza e la tecnologia al Golem, la nota creatura della mitologia ebraica. Il Golem, dalla forza enorme, non è definitivamente malvagio né del tutto buono: comportandosi spesso in maniera maldestra ed approssimativa, utilizza la sua forza senza sempre perseguire un fine preciso.

Tuttavia un qualche meccanismo sociale ed evolutivo non ancora completamente compreso ha innescato, negli ultimi millenni, un processo auto-alimentato di progresso delle capacità della specie umana: *essa ha mostrato di saper utilizzare sempre più efficacemente le Teorie per migliorare il proprio controllo sull'ambiente in cui vive.*

Ovviamente la affermazione in corsivo appena enunciata non è condivisa unanimemente.

Alcuni, che non negano il fatto che l'umanità abbia vissuto negli ultimi duemila anni un progresso sbalorditivo, ritengono però di poter individuare altre cause dello sviluppo economico delle società umane. Altri, invece, addirittura negano che questo sviluppo ci sia stato oppure credono che questo sviluppo sia effimero e che non possa essere durevole. Altri ancora, infine, negano più drasticamente che un qualsiasi contenuto di informazione possa essere attribuito alle Teorie.

A questi oppositori del metodo scientifico si può, un po' brutalmente, chiedere come mai non si rifiutino di vaccinare i loro figli (o somministrare loro un antibiotico), con l'argomentazione che la certezza dei benefici della vaccinazione (o dell'antibiotico) sono basati su di una Teoria, che potrebbe essere non predittiva di fenomeni non attualmente conosciuti.

Tuttavia sia ben chiaro che la scienza medica è ben consapevole del fatto che alcuni individui, per ragioni che non sono note ed in casi rarissimi, possono sviluppare una reazione violenta alla vaccinazione, reazione che può portare alla morte.

La Teoria che ci ha permesso una descrizione generalmente efficace del nostro sistema immunitario, al momento, non riesce a spiegare questi rari fenomeni, che occorrono a questi sfortunati individui. Tuttavia il vantaggio ottenuto dalla collettività grazie alla vaccinazione di massa è così grande che lo Stato, nel rendere obbligatoria la vaccinazione ad alcune malattie, accetta di assicurare il pagamento di enormi risarcimenti per un danno che nessuno ancora sa prevenire. Qualche conoscenza in più è disponibile per quanto riguarda le reazioni allergiche agli antibiotici: infatti un medico è personalmente responsabile dei danni causati ad un paziente al quale abbia somministrato un antibiotico, senza preoccuparsi di stabilire precedentemente se il paziente fosse allergico.

Gli oppositori del metodo scientifico sono, solitamente, ricchi esponenti di una agiata classe di privilegiati che profitta senza alcuno scrupolo di tutte quelle comodità e ricchezze che la scienza e la tecnologia hanno messo a disposizione dell'umanità, ma che l'umanità stessa, rischiando l'autodistruzione, non riesce a distribuire equamente fra i suoi componenti.

Probabilmente si può, utilizzando la Teoria dei Giochi, spiegare la ragione dell'esistenza di questi oppositori: in realtà costoro appartengono alla ben nota classe degli approfittatori.

In un dato gruppo sociale, a norma del Teorema di Nash (che enunceremo e discuteremo nel Capitolo corrispondente), si accende sempre la competizione fra i costruttori, cioè coloro che producono a favore di sé stessi e degli altri individui del gruppo, e gli approfittatori, cioè coloro che basano la loro strategia di sopravvivenza sullo sfruttamento del lavoro altrui, cioè sulla rapina di quanto prodotto da altri.

Purtroppo sia l'esistenza dei costruttori (ma questo è chiaro) ma anche l'esistenza degli approfittatori è, se il gruppo sociale è del tipo descritto dal Teorema di Nash, logicamente inevitabile.

Gli oppositori del metodo scientifico non hanno come vero scopo la distruzione della classe degli scienziati e degli intellettuali: sanno bene che senza costruttori tutta la società rischierebbe il collasso. Il loro vero scopo è diminuirne il prestigio, lo stipendio, lo status sociale: negando l'utilità del lavoro dello scienziato gli approfittatori tendono ad accaparrarsi una più grande fetta delle risorse prodotte.

Alcuni uomini politici o imprenditori, che hanno fatto la loro fortuna sulla rapina dei beni prodotti da altri e che hanno avuto difficoltà a conseguire un qualche titolo accademico, sono soliti affermare che gli scienziati sono degli inutili parassiti e dichiarano apertamente che la società ne può fare a meno: tuttavia costoro sono i primi a brigare per ottenere una laurea *honoris causa*.

Quando qualcuno di questi approfittatori si rende conto che una Teoria scientifica prevede esiti nefasti per azioni che a lui stesso convengono allora costui comincia, seguendo la antica tradizione resa famosa da Sesto Empirico, ad elencare tutti i limiti (da lungo tempo noti!) del metodo scientifico, gli insuccessi che l'umanità ha dovuto subire per il fallimento di una qualche Teoria, l'incertezza intrinseca che si deve accettare agendo sotto la guida di una Teoria scientifica.

Mentre lanciano questi lamenti, ovviamente, costoro approfittano senza problemi dei benefici che l'umanità ha ottenuti sviluppando Teorie. Inoltre se il loro interesse immediato dovesse cambiare, i nostri cambieranno, fino alla prossima volta, il loro atteggiamento.

Altri approfittatori cercano, senza averne le doti, di assicurarsi una *sinecura* rapinando una posizione, ovviamente pagata dallo Stato, di professore o ricercatore. Questa seconda classe di approfittatori non nega, ovviamente, l'utilità del ruolo che ricoprono, ma lo discredita, permettendo alla prima classe di approfittatori di sostenere la verità, attraverso la verifica sperimentale di affermazioni specifiche (Tizio è un imbecille e viene pagato per fare lo scienziato), di affermazioni universali (gli scienziati sono tutti inutili e non vale la pena che lo Stato paghi il loro stipendio). Il lettore attento avrà apprezzato l'errore logico (chiarito già da Aristotele) che è alla base del riferito falso sillogismo.

Esistono, anche, oppositori in buona fede del metodo scientifico.

Si tratta di persone che non riescono ad accettare che la verità di un insieme di Postulati sia puramente congetturale. L'esistenza di questi individui dimostra come sia connaturata nella specie umana la necessità di verità e certezze.

Disperati per il fatto di riconoscere che nessuna affermazione universale, che non sia una verità logica, possa essere detta sicuramente vera, sconcertati dal fatto che nessuna affermazione universale sui fenomeni naturali possa mai essere considerata accertata definitivamente, costoro abbracciano una qualche filosofia idealistica e ricercano sicurezza in verità rivelate.

Solitamente coloro che fanno questa scelta sono dei costruttori, del tipo appena descritto: essi dedicano la loro vita al loro gruppo sociale per perseguire il loro ideale di perfezione.

Nulla, però, impedisce ad alcuni approfittatori di parassitare anche questo gruppo di idealisti.

Un particolare tipo di oppositore utilizza, per confutare la validità del metodo scientifico (e delle sue previsioni), il verificarsi delle cosiddette Self-Fulfilling Prophecies cioè delle Profezie che si Auto-Verano.

L'esempio classico di questo tipo di profezie viene dalle scienze economiche e sociali: utilizzare i mezzi di comunicazione di massa per pronosticare la vittoria di un partito politico o l'aumento di valore di un dato titolo azionario serve a far accadere l'evento che si è previsto. Infatti gli elettori (soprattutto se sono *Italiani*) correranno in soccorso dell'annunciato vincitore o gli investitori, aspettandosi un aumento del valore delle azioni, ne compreranno in grande quantità, così aumentandone (per la legge della domanda e dell'offerta) il valore. Ovviamente non si può falsificare una Teoria per mezzo di Self-Fulfilling Prophecies.

La mamma di Filippo, insieme a quella di Alfredo, sono delle grandi esperte di questo tipo di profezie. Quando le nostre signore, ad esempio, decidono di diagnosticare una malattia a qualcuno e quando hanno il potere necessario per imporre al malcapitato le loro ipocondrie (vittime preferite sono ovviamente: loro stesse, i mariti, i figli, i nipoti, ma anche alcune sorelle e cognate con la loro discendenza) comincia una *via crucis* di visite mediche, fino a quando non si trova un medico abbastanza debole, venale o rimbambito da cedere alle pressioni, diagnosticando quanto richiesto (ecco manifestato un esempio di disordine mentale di simulazione classificato con i codici F42.8, F45.2 ed F68.1 nel DSM-IV). Filippo ricorda ancora quando sua madre finalmente riuscì a trovare un medico abbastanza rincoglionito da diagnosticargli il nanismo e da prescrivergli ormoni che effettivamente lo avrebbero reso nano, bloccandone lo sviluppo. Fortunatamente il saggio pediatra di Filippo si oppose decisamente, riuscendo a convincere il padre di Filippo ed a salvare il poveretto. Questa storia fece capire a Filippo quanto pericolosa fosse l'ipocondria della madre e gli fece immaginare una scena che sarebbe potuta accadere se il suo pediatra non fosse stato quel grande clinico che effettivamente era. Filippo, una volta rimasto per sempre all'altezza di un metro e cinquanta, sarebbe stato visitato da medici che avrebbero dovuto proclamare la loro impotenza di fronte a danni ormai irreparabili. E, come se non bastasse, avrebbe pure dovuto sentire sua madre affermare trionfante: lo avevo ben detto io!

A sottolineare il fatto che la madre di Filippo è sempre stata in buona fede e che la sua sofferenza è reale bisogna però riferire di una delle poche profezie che la signora sia riuscita a far auto-avverare. Questa è una profezia che grave danno ha arrecato a lei stessa: infatti ora soffre di una notevole forma di *diabete indotto dal terrore del diabete*.

La storia è semplice. Una nonna della madre di Filippo, è vissuta centoquattro anni, sebbene soffriva di una lieve forma di diabete. La bisnonna riuscì a controllare molto bene e senza medicinali la malattia con una cura draconiana ma semplicissima: un digiuno ferreo, interrotto dall'assunzione di pochissimo cibo, prevalentemente contenente proteine. La madre di Filippo, che a differenza della sua nonna non riusciva a controllarsi a tavola, decise che la sua forma di diabete era ben più grave di quella della sua antenata: dopo la solita *via crucis* di visite mediche presso centri diabetologici di tutta Italia, la signora riuscì a convincere un medico a prescrivere l'insulina, la cui assunzione distrusse quasi subito le sue deboli isole di Langerhans (cioè quegli aggregati di cellule che nel pancreas umano producono l'insulina). Così finalmente, come da lei temuto e previsto da tempo, la signora poté dirsi diabetica insulino-dipendente.

La mamma di Alfredo è un po' meno in buona fede: quando la sua seconda figlia, in un raro momento di indipendenza di giudizio e sotto la spinta ormonale dell'adolescenza che le faceva considerare attraente un maschalzone, finì per fidanzarsi proprio con quel maschalzone la nostra signora tentò, con saggi ragionamenti, di dissuaderla. Lo sforzo di teorizzazione fu grande: alla giovane innamorata fu spiegato dettagliatamente perché era certo che il maschalzone le avrebbe spezzato il cuore, con le solite argomentazioni utilizzate, da sempre, in queste circostanze (il lettore dovrà attendere qualche capitolo prima di studiare la Teoria che serve a descrivere la serie di fenomeni etologici che accadono durante quella competizione chiamata "La Guerra dei Sessi"). La Teoria non riuscì a persuadere la giovane che perseverò nell'amare il suo maschalzone. Per dimostrare alla figlia che la sua

Teoria era giusta la madre di Alfredo, che aveva potenti aderenze politiche, decise di parlare al mascazone direttamente: e riuscì a trovare le giuste argomentazioni per convincerlo che la relazione da lui iniziata era destinata al fallimento e per indurlo a rompere il fidanzamento (azione che fu poi premiata con un buon lavoro in una città distante ottocento chilometri). Trionfante la signora poté annunciare alla figlia che le sue previsioni si erano avverate: ecco un caso di *abbandono indotto dal pronostico dell'abbandono*.

Molto spesso è l'abuso della conoscenza scientifica (cioè il suo uso inappropriato) che induce i suoi oppositori a rifiutarne la validità.

Sono veramente tanti gli esempi di distorsione di fatti reali nei quali una Teoria di successo viene utilizzata in maniera non appropriata. Se si forza l'applicazione una Teoria di successo, a situazioni non appropriate (cioè alla descrizione di fenomeni ad essa non attinenti) si ottengono inevitabilmente previsioni sbagliate.

Il padre di Alfredo, per terrorizzare gli adolescenti Alfredo e Filippo, e limitare la loro frequentazione di letti di donne leggere (dove per donna leggera, secondo la di lui definizione, si intende una donna che faccia sesso fuori del matrimonio e senza intenzioni riproduttive immediate) riuscì a concepire l'esistenza di malattie veneree infettive trasmesse per contatto con lenzuola. Filippo si documentò al riguardo: sebbene un genocidio sia stato perpetrato dai coloni francesi in Quebec diffondendo il vaiolo nella popolazione indiana per mezzo di coperte infette (si consulti Diamond (1998b) e Mann (2005)) non esiste nessuna evidenza sperimentale che un efficace mezzo di trasmissione delle malattie *veneree* sia rappresentato dalle lenzuola.

Un caso classico di utilizzo distorto di una Teoria di grande successo è dato dalla Astrologia. Sebbene durante tutto il medioevo nessuno sapesse più perché gli antichi avessero tanto studiato le stelle (ma purtroppo si può dire che anche oggi in questa situazione si trova la grande maggioranza degli esseri umani) era ben noto che le osservazioni astronomiche erano state per secoli considerate la più elevata delle attività intellettuali umane. Inoltre era rimasta (e talora è rimasta anche oggi) nell'inconscio collettivo la convinzione distorta che queste osservazioni avessero un potere predittivo. Gli antichi non erano sorpresi, ad esempio, dalle eclissi di sole: anzi le potevano prevedere con precisione! D'altra parte nessuno era in grado di comprendere più nulla delle complesse Teorie matematiche antiche e del loro utilizzo per la descrizione di alcuni ben precisi fenomeni astronomici (e solo quelli!): *qualche mente fantasiosa*, comprendendo bene solo il significato della parola "predizione", *decise di applicare quelle elementari nozioni astronomiche* che riusciva a desumere dalla lettura superficiale di antichi testi per prevedere il destino degli uomini. Senza nessuna base sperimentale si utilizzarono poche e male assortite cognizioni astronomiche per formulare gli "Oroscopi", cioè affermazioni Sibilline (e per fare questo si attinse ad una tradizione ben consolidata) vagamente basate su dati oggettivi (la data di nascita di un individuo e la posizione delle stelle in alcuni momenti precisi). La cosa sorprendente, almeno per una mente libera da superstizioni, è che un tale maldestro tentativo di sbarcare il lunario senza lavorare abbia avuto successo per così tanti secoli e per così tanti truffatori. Ecco un serio argomento di studio per la Teoria dei comportamenti sociali: perché mai si è dato tanto credito agli Oroscopi? (a tal riguardo si consulti Mainardi (2001)).

In questo esempio: **il fatto reale** è la capacità predittiva delle eclissi, da parte di astronomi che ben padroneggiano l'Astronomia, che è la Teoria che descrive il moto dei corpi celesti; **la distorsione, invece, del fatto reale** consiste nel credere che l'Astronomia (nella sua forma banditesca che viene chiamata Astrologia) possa prevedere, insieme alle eclissi, il futuro degli uomini, che è un insieme di fenomeni che mai è stato collegato a nessun fenomeno celeste per mezzo di osservazioni sperimentali ripetibili.

Come ben documentato da Russo (nel suo *Flussi e Riflussi*), in epoca ellenistica fu elaborata una Teoria per spiegare l'insorgere delle maree negli oceani terrestri. Grazie alla Teoria della Gravitazione le maree furono ricondotte, utilizzando una matematica precisa e rigorosa, all'attrazione esercitata sulle masse d'acqua terrestri sia dal Sole che dalla Luna. Si ritiene che anche delle predizioni quantitative fossero state elaborate da uno scienziato ellenistico del II secolo a.C.: Seleuco di Babilonia. Dell'influenza della Luna sulle maree in epoca medioevale rimase solo una vaga reminiscenza letteraria, mediata anche da opere come il *De Rerum Natura* di Lucrezio: essa fu ri-elaborata ed estesa introducendo il concetto *fantasioso* di interazione fra Luna ed acqua. Quindi si affermò la credenza che le varie fasi lunari influenzassero (negativamente o positivamente) i processi di vinificazione ed in generale, in agricoltura tutte quelle azioni che coinvolgevano l'uso dell'acqua. Con un ulteriore salto logico si radicò la credenza che la Luna influenzasse anche il ciclo mestruale delle femmine umane (da cui l'aggettivo "*lunatica*") sulla immaginifica base del fatto che, in fondo, il sangue mestruale sia un liquido.

E' a tutti noto che l'omeopatia (ben descritta ad esempio nel saggio di Skrabanek e McCormick (1992) e nelle referenze ivi citate) è una presunta branca della medicina che cura una malattia somministrando piccole dosi di un principio attivo che in grandi dosi è causa della malattia stessa. Nessuna Teoria o principio scientifico è mai riuscito a giustificare questa balzana idea saltata alla mente di Samuel Hahnemann nel 1800. Ovviamente una tale idea assurda non avrebbe preso piede se le cure non fossero innocue e non si basassero sull'effetto *placebo*: saggiamente gli omeopati consigliano la enorme diluizione dei principi attivi in acqua. Alla fine, utilizzando la misura del numero di Avogadro che stabilisce quante molecole di un dato composto sono presenti in una data quantità di massa del composto stesso (una mole), si è stabilito facilmente che **nessuna molecola** di principio attivo viene effettivamente somministrato ai pazienti. Dopo questa osservazione sarebbe sembrato inevitabile il declino di questa pseudo-scienza. Tuttavia la voglia di credere ai miracoli è grande, come è rilevante l'assonanza del principio di base dell'omeopatia con quello, ben più solido ed efficace, alla base della immunizzazione per vaccinazione. D'altra parte capire la confutazione teorica dell'efficacia dell'omeopatia richiede una conoscenza e fiducia nei principi di base della Chimica che evidentemente non sono abbastanza diffuse. A confondere ulteriormente le acque (e a dare la possibilità ai produttori di preparati omeopatici di continuare a lucrare vendendo "medicines" del tutto inefficaci, ma che costano pochissimo e non richiedono nessun investimento a

rischio nella ricerca) ci si è messo anche il cattedratico francese Benveniste, nel cui laboratorio universitario, contraddicendo tutte le leggi della Fisica fino ad ora formulate, l'acqua avrebbe (ma solo in assenza di osservatori estranei al laboratorio) mostrato di "ricordare" con quale materiale era stata diluita precedentemente, e solo se durante la preparazione era stata opportunamente scossa. Poiché in nessun altro laboratorio al mondo tali risultati si sono potuti ripetere pare che finalmente, almeno a livello di comunità scientifica, l'omeopatia sia stata riconosciuta solo come un valido rimedio all'ipocondria. Quando Filippo formulò questa affermazione in presenza di Alfredo, che pure ha conseguito un dottorato in Fisica-Matematica, innescò una violenta discussione che terminò solo quando si scoprì che l'ultima donna di Alfredo si curava (e curava Alfredo ed tutti i loro figli, anche quelli avuti dai loro precedenti compagni) con preparati omeopatici e che, per poterle restare vicino, Alfredo doveva *credere* nell'omeopatia.

Per quale ragione affermazioni prodotte senza una solida base di conoscenze, non suffragate da osservazioni sperimentali, ma anzi falsificate continuamente sono tuttavia indiscutibilmente accettate da tante persone?

Come mai la credulità popolare accetta di arricchire società che producono acqua fresca e che la vendono come medicinali di sicuro effetto?

La ragione è probabilmente molto semplice: nel 1798, poco prima della *invenzione* di Hahnemann, il medico inglese Edward Jenner (si veda, ad esempio, il dizionario Larousse e Di Trocchio (1998)) scoprì che si poteva rendere immune al vaiolo un bambino iniettandogli un agente infettivo del vaiolo delle mucche (che è meno virulento del vaiolo umano). La sua scoperta fu considerata un inganno per molti anni, fino a quando il medico non convinse, con la forza della evidenza sperimentale, l'intera comunità scientifica.

Si noterà che forse l'unico altro "medicinale" di successo basato sull'idea di somministrare per "curare" piccole dosi dello stesso principio attivo che causa la "malattia" è la pillola anticoncezionale: infatti con essa si evitano le gravidanze somministrando piccole dosi degli ormoni che naturalmente sono prodotti dal corpo di una donna in gravidanza.

La galleria delle affermazioni credute vere dalla maggioranza degli uomini o addirittura dalla maggioranza degli scienziati ma non supportate da una qualche evidenza sperimentale e non formulate nell'ambito di Teorie correttamente elaborate potrebbe continuare all'infinito:

(molti degli esempi riportati sono diffusamente discussi in Di Trocchio (1995) e (1998) e Bouvet et al. (1997), altri sono tratti da Russo (2006), Brancato e Landolfi (2002), altri ancora hanno come fonti Wikipedia o Encarta)

- Aristotele credeva che il cervello servisse a raffreddare il sangue, a causa della sua forma a circonvoluzioni che effettivamente può ricordare un radiatore moderno
- Per tutto il medioevo si è creduto che la malaria (si decomponga il nome in "mal'aria" per avere conferma di questa affermazione) fosse causata dai fumi (miasmi) che si levano dalle paludi
- I primi importatori di tabacco in Europa ne pubblicizzavano le miracolose doti curative per i polmoni
- Si ritiene ancora che il rosso ecciti i tori, sebbene sia stato provato che essi non siano in grado di distinguere i colori.
- Per secoli l'onanismo è stato indicato come causa di innumerevoli malattie, fino a quando il dott. Kinsey non dimostrò che la masturbazione (e molte altre pratiche sessuali) erano molto comuni nella popolazione degli USA
- Fino al 1803, quando uno sciame di meteoriti caduto in Francia fu osservato da Biot, a causa di una sentenza di Aristotele, si era ritenuta l'affermazione "i meteoriti sono caduti dallo spazio sulla terra" fisicamente assurda.
- Secondo il chimico Liebig, e la maggioranza dei chimici suoi contemporanei, la fermentazione non era causata da organismi viventi.
- Secondo i sostenitori della *Societas Universa contra vaccinum virus* fondata nel 1885 (cioè ben cento anni dopo le scoperte di Jenner) "la vaccinazione disorganizza i tessuti e predispone l'organismo a tutte le malattie contagiose" (questa campagna ha avuto degli echi pure negli anni ottanta del Novecento, inducendo la madre di Filippo a temere che una vaccinazione potesse avere conseguenze catastrofiche).
- L'uso della disinfezione dell'intera sala operatoria e dei medici prima di un intervento chirurgico fu a lungo considerato "una pratica inutile e dannosa, soprattutto per le puerpere". Lo scopritore della profilassi di disinfezione, il medico viennese Semmelweis fu addirittura fatto ricoverare in una clinica per malattie mentali.
- Secondo Hertz e Poincaré "i segnali radio non si possono trasmettere a più di trecento chilometri".
- Contrariamente ad un dogma delle neuroscienze, veramente duro ad essere sradicato, è stato dimostrato sperimentalmente che i neuroni di un sistema nervoso possono rinnovarsi.
- Per un banale errore di battitura della segretaria dello scienziato che ne stava studiando la composizione, si continua a credere che gli spinaci siano ricchi di ferro.
- Plinio sostiene che : "Gli autori più competenti affermano che gli occhi sono legati al cervello da alcune vene. Io crederei che siano collegati allo stomaco: certamente non si può cavare un occhio a qualcuno senza che vomiti".
- Secondo Seneca il vino colpito dal fulmine si congela, tornando allo stato liquido esattamente dopo tre giorni, dopo di che uccide o rende pazzo chi lo beve.
- La facoltà medica dell'Università di Parigi nell'ottobre 1348, su richiesta del re Filippo VI di Valois, affermò che "l'epidemia di peste in corso è stata causata dalla congiunzione di Saturno, Marte e Giove alle 13 del 20 Marzo 1345, che aveva guastato l'atmosfera e impestato il mondo". Inoltre per difendersi dal contagio

bisognava “purificare l’aria con un gran fuoco” come faceva ad Avignone Papa Clemente VI ed utilizzare le doti purificatrici di uno smeraldo, che rivolto a mezzogiorno neutralizzava i veleni e rivolto verso occidente preveniva il contagio. La prevenzione del contagio a chi non possedesse smeraldi era ottenuta “non lavandosi il corpo, eccettuando faccia e piedi”.

- La controversia sulla qualità dei grassi idrogenati. In risposta ad un concorso bandito da Napoleone III finalizzato a trovare un sostituto del burro che non irrancidisse, il dott. Mége, farmacista, utilizzò il processo chimico dell’idrogenazione per sintetizzare la Margarina. Questo composto chimico ha basato la sua forza commerciale sul fatto che solo l’uomo lo utilizza come alimento: è molto raro che batteri o altri animali accettino di nutrirsiene. Tuttavia la Margarina e tutti i grassi idrogenati hanno reso possibile lo sviluppo della pasticceria industriale, che prima era impossibile, visto che il burro e gli altri grassi animali si avariano velocemente e non possono essere conservati molto a lungo. Inoltre i costi di produzione dei dolci è diminuito drasticamente da quando alcune grosse industrie chimiche hanno immesso sul mercato grosse quantità di questo loro prodotto, a lungo spacciato come salutare, perché (sic!) *vegetale!* L’evidenza sperimentale ha dimostrato che molti miliardi di dollari sono stati spesi dal sistema sanitario americano per curare le malattie certamente indotte dai grassi idrogenati, ma, come le multinazionali del tabacco hanno lucrato sulla salute dei fumatori, così le multinazionali chimiche vogliono lucrare sulla salute dei golosi. Nel 2006 il mercato italiano dei grassi idrogenati valeva almeno 22 milioni di Euro.
- **È nata prima la teoria geometrica che è alla base di quella tecnica di rappresentazione figurativa che è comunemente chiamata “prospettiva” oppure la teoria è stata elaborata solo successivamente all’affermarsi della tecnica?** Secondo Wikipedia, Encarta e molte altre fonti (il lettore si diverta a iniziare una ricerca con qualche motore in Internet) anche molto autorevoli, solo con Leon Battista Alberti si giunge ad una formulazione razionale della teoria geometrica che è alla base della prospettiva. Tuttavia questa tecnica è molto abilmente utilizzata durante tutto il periodo ellenistico, ed anche nel primo periodo imperiale, da tutti gli artisti specializzati nelle arti grafiche. Chiunque abbia visitato la casa dei Vetti a Pompei od il museo archeologico nazionale di Napoli, sarà costretto ad ammettere che la costruzione prospettica basata sul punto di fuga era ben nota agli autori degli affreschi e dei mosaici che vi si possono ammirare: ed è ben difficile sostenere che, sebbene precedentemente Euclide abbia sviluppata l’Optica Geometrica, e molti concetti (moderni?) della geometria proiettiva (fra cui quello di cono visivo), questi artisti, in tempi successivi, abbiano sviluppato empiricamente proprio le tecniche che derivano dalla Teoria Euclidea. Insomma qualche volta anche gli scienziati si vogliono auto-ingannare, formulando affermazioni false, riguardo l’attribuzione di importanti scoperte scientifiche. **Alcuni scienziati, infine, trovando delle difficoltà a padroneggiare le matematiche che sono alla base di molte teorie e tecniche, si auto-consolano illudendosi che alcune tecniche (o forse tutte!) possano essere elaborate senza alcuna base teorica: per questa ragione essi hanno piegato opportunamente il significato dell’aggettivo *empirico* che, talvolta, viene utilizzato per qualificare una tecnica non basata su di una teoria. Una delle tesi sostenute in questo saggio è che di tali tecniche non ci sia traccia nella storia del pensiero umano.** La apparente controversia nata a proposito della prospettiva deve essere interpretata alla luce di queste considerazioni: pur di non ammettere il primato logico della teoria rispetto alla pratica si finisce per ignorare l’evidenza storica, rimuovendo dalla coscienza l’esistenza di interi trattati teorici ed attribuendo ad autori successivi, che magari la hanno solo riscoperta, la paternità di una teoria antica.

E’ accettato oramai da molti storici che durante tutto il medioevo si perse quasi completamente notizia della scienza ellenistica e dell’antico modo razionale di formulare Teorie per risolvere i problemi pratici della vita: in quel periodo, più che mai, la naturale tendenza umana alla superstizione fu utilizzata al servizio degli istinti umani, anche i peggiori.

Se era necessario sbarazzarsi di una donna le si attribuivano i poteri di una strega, per esempio accusandola di causare malattie, e la si bruciava viva. Se si ambiva alle ricchezze di un uomo lo si accusava di essere un untore e lo si portava al patibolo per placare l’epidemia: molti roghi di ebrei furono appiccati nella dichiarata speranza di fermare la peste. Anche quando le azioni non sono motivate da mala fede, ma anzi sono animate da tutte le migliori intenzioni, se intraprese senza raziocinio conducono al disastro: la città di Orvieto, durante la peste del 1348 aggiunse a quelli normalmente in calendario ben cinquanta riti religiosi: grazie all’assemblamento così ottenuto la peste diventò molto più efficace nella sua azione mortale e nel giro di cinque mesi la popolazione di Orvieto fu dimezzata.

2.13 Un saggio avvertimento finale:

Poiché la Natura delle Cose è solo parzialmente conoscibile affermare quella che appare essere la Verità fa male (soprattutto a Chi La Dice)

Il lettore avrà notato come in questo Preludio si sia evitato sistematicamente l’uso isolato delle parole “verità” e “falsità” e di come invece si sia cercato di utilizzare le espressioni “affermazione vera”, “valore di verità”, “falsificabilità” eccetera, anche specificando spesso che tali espressioni hanno senso solo nell’ambito di applicabilità di una “Teoria ben formulata”.

Per esempio la affermazione

(sostanzialmente formulata da Galileo nella sua *Lettera del 1624 a Francesco Ingoli Ed. Naz. VI*)

“Un oggetto, in moto con velocità v in una direzione rispetto ad una nave a sua volta in moto rispetto ad un osservatore esterno con velocità V nella medesima direzione, ha velocità, rispetto all’osservatore esterno, pari a $v+V$ ”

è assolutamente vera nell’ambito della Meccanica Classica.

E fino a quando le due velocità V e v siano piccole rispetto a quelle della luce, questa affermazione non è mai stata falsificata da nessuna osservazione sperimentale.

Tuttavia se la nave è una nave spaziale e l’oggetto è un meteorite ed entrambi i corpi viaggiano, rispetto ad un osservatore esterno, a velocità vicine a quella della luce, l’affermazione precedente è falsificata dalle osservazioni sperimentali.

Se essa viene riformulata rendendo esplicite tutte le ipotesi necessarie (tacite, inconscie, inesprese o anche non concepite per ignoranza dai suoi primi formulatori), per esempio così:

CV= “Siano v e V due velocità molto piccole rispetto a c , la velocità della luce. Un oggetto, in moto con velocità v in una direzione rispetto ad una nave a sua volta in moto rispetto ad un osservatore esterno con velocità V nella medesima direzione, ha velocità, rispetto all’osservatore esterno, pari a circa $v+V$, con un errore la cui entità è fissata in termini del massimo fra i rapporti v/c e V/c ”,

allora continua ad essere vera anche nell’ambito della Meccanica Relativistica, che è stata formulata per descrivere, meglio di quanto faccia la Meccanica Classica, tutti i fenomeni che occorrono durante il moto dei corpi.

Per poter sperare che la Meccanica Relativistica sia una generalizzazione della Meccanica Classica la affermazione CV dovrà essere implicata dalle ipotesi accettate da Einstein per riformulare la Meccanica: in effetti in quasi tutti i testi di Fisica Generale è dimostrata questa implicazione, a riprova del fatto che la prima Teoria citata è un progresso rispetto alla seconda.

La conoscenza umana procede per correzioni successive delle affermazioni sui fenomeni, e ritenere di aver raggiunta una Verità, cioè una affermazione definitivamente vera, si è sempre tramutato in una, talvolta drammatica, illusione.

Tagliare le teste dissenzienti (o corromperle per far loro affermare il contrario, come fatto dall’imprenditore citato in apertura di Capitolo) pur di non cambiare il proprio punto di vista purtroppo non cambia la realtà: la Natura delle Cose non dipende dalle ideologie, dai bisogni, dalle ambizioni, dai capricci di noi umani. Essa E’ (come ben capisce anche Lucrezio) indipendentemente da noi che la osserviamo. Inoltre la Natura delle Cose non è conoscibile se non per mezzo di Teorie che ne permettono una descrizione parziale, che può essere perfezionata, ma che non può mai essere considerata definitiva.

Di conseguenza un individuo che affermi troppo brutalmente delle verità può soffrire gravi danni nella sua vita di relazione: infatti le sue affermazioni potranno essere sempre considerate incapaci di cogliere tutti gli aspetti della realtà, e, soprattutto se non fanno comodo a qualcuno, tali affermazioni saranno sempre attaccabili con argomentazioni anche molto serie.

Si ricordi, ad esempio che Galileo si sentì controbattere, all’annuncio della sua scoperta delle macchie solari, osservazione violentemente sgradita a chi propugnava la perfezione delle sfere celesti, che probabilmente era il suo telescopio a mostrare delle false immagini. D’altra parte non era stato lo stesso Galileo a descriverne alcuni malfunzionamenti, come aberrazioni ottiche e distorsioni d’immagine? Come poteva Galileo essere sicuro che le macchie solari non fossero delle false immagini?

Per ovvie ragioni non è, quindi, saggio costringere un maschio beta, che ha tacitamente accettato di tollerare i tradimenti della sua femmina, ad ammetter pubblicamente quale è il suo reale accordo di compromesso, come non fu saggio da parte di Filippo far notare al suo allievo Malachia che la sua donna tollerava i di lui maltrattamenti solo perché ella era molto povera ed ambiva ad avere figli il prima possibile, con un giovane abbastanza ricco da mantenere madre e figli. Infatti entrambe le affermazioni si basano su considerazioni che si prestano a sottili modifiche, a piccole forzature o a ragionevoli reinterpretazioni che potrebbero condurre a conclusioni completamente diverse: e si può essere certi che sia il maschio beta che Malachia hanno già dato fondo a tutti gli artifici logici necessari a giustificare in maniera molto più accettabile i loro comportamenti.

L’unico risultato che si raggiunge, nel caso in cui qualcuno commenti apertamente i suoi comportamenti, è quello di ottenere una violenta reazione da parte del maschio beta ed una sicura riprovazione da parte di tutti gli individui che dovessero apprendere della inopportuna rivelazione della verità. Filippo, da parte sua, riuscì, senza quasi accorgersene, a distruggere il primo gruppo di ricerca che aveva tentato di costituire: tutte le donne dei suoi allievi, informate da Malachia e dalla sua fidanzata delle inopportune parole del professore, decisero che lavorare con lui non era più possibile.

Altre volte la ricerca della verità comporta sforzi incredibili di equilibrio psicologico, di forza fisica e l’esercizio di una forza di volontà notevoli, e spesso, anche quando questa volontà abbia prodotto dei successi, non è possibile divulgare quanto è stato scoperto: un esempio letterario di questa situazione, che molto insegna sulla

natura umana e sulla situazione sociale siciliana, è dato dalla intera raccolta dei racconti sulle indagini del commissario Montalbano, prodotti dalla penna di Camilleri, inventore geniale di storie immaginarie, ma specchio fedele di comportamenti umani reali.

Infine chi, come ad esempio un politico oppure un professore universitario o un insegnante di scuola media superiore, sia obbligato, per dovere di ufficio, a partecipare alle decisioni di organi collegiali sa bene che è assolutamente inutile cercare di persuadere la maggioranza anche di verità lapalissiane: se ben guidate le assemblee “democratiche” possono deliberare decisioni del tutto illogiche, contrarie al buon senso e ad ogni evidenza sperimentale.

Come già ricordato in una conferenza dove lo scopritore degli effetti delle infezioni sui pazienti sottoposti ad operazioni chirurgiche spiegava i successi del suo metodo, il presidente mise ai voti una mozione per stabilire se le affermazioni del relatore erano vere o false: incredibilmente una schiacciante maggioranza deliberò che la disinfezione delle sale operatorie, dei ferri chirurgici e di tutto quello che viene a contatto con il paziente, è inutile, e forse dannosa.

Assemblee elettive hanno deliberato tutte le idiozie possibili, collegi dei docenti di prestigiose scuole medie superiori hanno deliberato che è inutile insegnare la sintassi della lingua italiana, organi collegiali universitari hanno decretato che è possibile studiare i metodi di progettazione dei motori elettrici senza conoscere l'Elettromagnetismo e quelli dei motori termici senza aver studiato la Termodinamica, la cellula del partito Comunista responsabile dello sviluppo della Biologia Sovietica deliberò che se si taglia una gamba ad una cavalla allora i suoi cavallini nasceranno senza la stessa gamba.

Nulla è più difficile di persuadere gli esseri umani della fondatezza (o della infondatezza) di una certa affermazione.

Tuttavia mai nella storia dell'umanità è stato perseguito un qualche obiettivo con maggiore accanimento di quello profuso per diffondere “*la verità*”.

E mai la formulazione di un utile concetto astratto, come quello di verità, ha avuto anche tanti effetti negativi, perché potenzialmente ambiguo.

Per la difesa di una (presunta) verità si sono fanaticamente commessi genocidi, imprigionati o bruciati vivi scienziati, iniziate guerre, condotti alla follia (o in campo di concentramento o in gulag siberiano) oppositori politici o avversari nella carriera finanziaria, accademica o scientifica.

Probabilmente Galileo (si veda ad esempio Frova e Marenzana (1998), Sobel (2000)) fu perseguitato anche per l'invidia che il suo successo suscitava in qualche accademico meno geniale, Giordano Bruno fu bruciato vivo anche per la sua incapacità nella ricerca di compromessi, i genetisti sovietici non avevano da gestire nessuna bomba atomica, cosicché la loro libertà di espressione fu molto minore di quella dei loro colleghi fisici (come riferito da Graziosi (2006), Landau, il maggiore fisico teorico Sovietico della prima metà del Novecento, si oppose spesso alle decisioni di Stalin, ma non fu mai perseguitato, ed il più prestigioso Istituto di Fisica Teorica Sovietico fu intitolato proprio a lui).

Anche non dire la verità (volontariamente od involontariamente) può essere pericoloso: ricordino gli allievi ingegneri che il loro lavoro da professionisti consisterà nell'attestare che un dato artefatto da loro progettato (ad esempio un edificio, un aeroplano, un braccio robotico, un transistor) avrà un corretto funzionamento nelle condizioni di esercizio specificate dalle leggi, dai regolamenti o talvolta dal progettista stesso. Un edificio dovrà resistere ad un dato terremoto, un aeroplano dovrà poter volare in sicurezza durante una bufera di neve, un braccio robotico dovrà poter spostare un dato carico senza danneggiarsi, un transistor dovrà funzionare fino ad un dato voltaggio e per una data corrente: se le affermazioni sul comportamento di questi sistemi attestate da un professionista dovessero rivelarsi alla prova dei fatti false, le leggi prevedono per lui pesanti sanzioni civili e penali.

Tuttavia credere che dire la verità ci esoneri da conseguenze spiacevoli, che la verità sia salvifica, che un individuo nell'affermare cose vere sia un ambasciatore (che non porta pena) innocente, al quale non si può addebitare nessuna colpa, ebbene credere tutto ciò è pura ingenuità.

La verità (ammesso che abbia senso parlarne) è una piantina delicata che non può essere esposta alle intemperie, un segreto da far conoscere ai pochi pronti ad accettarla, una vetta da scalare con grande rischio e fatica, una impresa pericolosa che solo i più coraggiosi possono affrontare.

Enunciare una banale verità in un momento inopportuno può avere conseguenze devastanti.

La nonna Angela (madre della madre di Filippo) è stata una donna, che quasi senza farsene accorgere, ha avuto un grande ruolo nella di lui educazione. Schiva, di poche, ma molto calzanti, parole, ha dedicato tutta la sua vita al marito (nonno Antonio, raro esempio di vero Gorilla umano), ai figli ed ai nipoti, annullando ogni sua esigenza per il vantaggio della sua famiglia. Ebbene le uniche, rare, situazioni nelle quali riusciva a litigare con il marito erano quelle nelle quali esordiva dicendo: “E’ verità che ...”. Le cose che brevemente aggiungeva causavano immancabilmente una reazione immediata del Gorilla nonno, che la scuoteva (come fa un Gorilla scimmia quando le sue femmine tentano una qualche ribellione) per ri-affermare il proprio predominio.

Il piccolo Filippo chiese a suo padre la ragione di un tale comportamento: come Aniceto credeva che dire la verità non fosse un male, che anzi gli meritasse un premio. Non si rendeva conto del fatto che semplicemente affermare una cosa vera, disponibile lì sotto gli occhi di tutti, comprensibile se solo la si voglia capire, potesse avere delle spiacevoli conseguenze.

Poteva capire che denunciare un ladro mentre perpetrava un furto potesse essere spiacevole per il ladro, ma non capiva perché dovesse essere sgradevole anche per il poliziotto che riceve la denuncia e soprattutto non capiva perché fosse pericoloso per il denunciante.

Suo padre, che dal suo stesso padre (il nonno paterno di Filippo) aveva ereditata l'abitudine di rispondere con argomentazioni che poi riassumeva in massime, gli rispose che

- a) qualche poliziotto è in combutta con il ladro e quindi potrebbe non volere perdere la percentuale promessa del maltolto,
- b) denunciare il furto mette solitamente a rischio il denunciante perché la ritorsione del ladro e dei suoi complici può essere terribile (i ladri credono sempre di essere giustificati nelle loro azioni e che chi si oppone loro sia fondamentalmente in colpa),
- c) anche nella storia della scienza chi ha enunciato verità scomode ha avuto gravi problemi,
- d) un uomo politico che abbia l'abitudine di dire la verità può essere eletto al più una prima volta, ma che successivamente viene considerato un ingenuo dai suoi concittadini, che gli preferiranno politici più affidabili.

La massima con cui si concluse la spiegazione di suo padre è rimasta stampata nella mente di Filippo per tutta la vita:

La Verità fa male, soprattutto a Chi La Dice.

Purtroppo, molto spesso, Filippo nella sua vita non è riuscito ad applicarla: da grande si rese conto che pure suo padre e suo nonno avevano quasi sempre ignorata la loro stessa perla di saggezza e che molte delle tempeste attraverso le quali era passata la loro famiglia erano da attribuirsi al difetto genetico che costringeva tutti loro a comportarsi come Aniceto.

Capitolo 3

Pro Mathematicis (ὙΠΕΡ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚῶΝ, In difesa dei Matematici)

ovvero

Una Introduzione con Alcune Avvertenze

Sebbene, per lunga tradizione, molti ritengano che una introduzione non si debba necessariamente leggere, si prega, invece, il lettore di considerare questa particolare introduzione come parte integrante del testo, poiché molte delle argomentazioni successive ne richiedono la lettura preliminare. Per sottolineare questa necessità è stata fatta la scelta di posporre l'introduzione addirittura al terzo Capitolo.

Nella storia del pensiero umano l'importanza della matematica è stata sistematicamente negata, ed il suo ruolo nello sviluppo della tecnologia è stato molto spesso ritenuto irrilevante.

Nel suo *Adversus Mathematicos* Sesto Empirico, un filosofo del II-III secolo d.C., fornisce già tutti gli argomenti (già ampiamente utilizzati nella commedia *Le Nuvole* di Aristofane) che poi sono stati ripetutamente riscoperti e riutilizzati per sostenere l'inutilità sociale del lavoro intellettuale ed in particolare di quello dei matematici. Come abbiamo già fatto notare la parola "matematico", per Sesto Empirico e per tutti gli intellettuali di tradizione ellenistica, significa, secondo la nomenclatura moderna, "scienziato". Quindi Sesto Empirico e tutti i suoi epigoni non considerano inutile solo lo studio logico dei concetti astratti prodotti dalla nostra mente, ma anche lo studio razionale di tutti i fenomeni naturali utilizzando il metodo scientifico.

Questa posizione estrema è stata resa meno radicale dagli empiristi moderni, soprattutto di scuola anglosassone. Probabilmente costoro non si erano avveduti della traslazione di significato della parola matematico, che in epoche relativamente recenti è passata a significare "colui che studia le relazioni logiche fra concetti astratti". *Gli empiristi moderni negano solo l'utilità dello studio dei concetti astratti ma affermano che i fenomeni naturali debbono essere studiati semplicemente utilizzando il buonsenso che deriva dalla pratica.*

Come costoro facciano a distinguere il buonsenso di un astrologo dal buonsenso di un ingegnere non è dato sapere.

Sta di fatto che, a partire dalla Rivoluzione Francese, la figura moderna dell'ingegnere è formata basando la sua educazione su solide conoscenze matematiche e fisiche: i fondatori delle scuole di ingegneria francese hanno ritenuto che l'unico modo possibile di utilizzare l'ingegno per risolvere problemi pratici sia quello di utilizzare il metodo scientifico.

Molti pratici affermano che, in realtà, lo studio della matematica sia inutile a chi voglia controllare i fenomeni perché : **le cose si fanno come si fanno.**

Con questa affermazione, che può apparire (ed in definitiva è!) paradossale, si vuole significare che il progresso delle conoscenze umane avanza solo attraverso un processo caratterizzato da una lunga sequenza di tentativi ed errori, i quali, distillati da uno spirito di osservazione attento, portano alla formulazione di ricette per risolvere i problemi.

In questo spirito la conoscenza avanzerebbe solo attraverso l'accumularsi lento di esperienza, esperienza che viene tramandata, come nel caso dei macachi giapponesi il cui comportamento è raccontato in Mainardi (2001), di generazione in generazione.

Questo meccanismo ha sicuramente portato l'umanità, in decine di migliaia di anni, a produrre le primissime innovazioni tecnologiche, come ad esempio la ruota o i primi rudimentali processi di metallurgia.

Nessuno può negare che questo meccanismo di accrescimento delle conoscenze sia reale ed attivo: infatti esso può essere effettivamente osservato in un qualsiasi branco di primati superiori!

Quello che è difficile sostenere è che questo metodo primitivo e lento possa essere stato la causa del velocissimo e travolgente progresso tecnologico che l'umanità ha vissuto negli ultimi duemila anni, periodo dal quale, peraltro, bisogna sottrarre una gran parte del medioevo.

Gli empiristi sostengono che la matematica possa, al più, consentire la spiegazione *a posteriori* delle ragioni per le quali una data innovazione tecnologica abbia effettivamente avuto successo.

Si cita (ma forse solo pochi altri esempi sarebbero possibili) ancora il caso della scoperta della ruota: si afferma che la ruota è stata prima scoperta per mezzo di tentativi ed errori, passando inizialmente attraverso l'uso di tronchi di albero a forma cilindrica per far scorrere gli oggetti pesanti su superfici che altrimenti sarebbero state troppo scabre per permetterne lo spostamento e poi attraverso l'invenzione del mozzo, per collegarla ad un carro, e si ribadisce infine come solo successivamente i matematici (in particolare l'ingegnere francese Coulomb) abbiano sviluppato i concetti astratti di attrito radente e di attrito volvente, nell'ambito di una Teoria meccanica che in definitiva spiega le modalità di funzionamento di una ruota.

L'analisi appena riportata è del tutto corretta: tuttavia bisogna far notare, innanzitutto, che grazie agli studi di Coulomb è stato possibile progettare e realizzare, ad esempio, grandi dighe in terra che nessuno aveva mai osato costruire prima, e che Coulomb ha applicato la sua Teoria alla descrizione della ruota solo per mostrare una sua semplice illustrazione ai giovani, esclusivamente a fini didattici.

In secondo luogo bisognerebbe chiedere a questi empiristi come sia stato possibile scoprire, **per puro caso**, il transistor, i microprocessori, il raggio laser, il motore a scoppio o la bomba termonucleare. Forse queste scoperte sono "casualmente" connesse alla precedente invenzione di Teorie quali la Meccanica Quantistica, l'Elettromagnetismo, la Termodinamica o la Fisica Atomica? E chi può affermare che tali Teorie non siano neppure concepibili, e sicuramente non trasmissibili, senza la precedente acquisizione di opportuni strumenti concettuali sviluppati dai matematici?

Insomma il presente Capitolo vuole essere una invettiva

Pro Mathematicis (*ΥΠΕΡ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ, In difesa dei Matematici*)

che tenta di rispondere alle tante invettive lanciate contro i matematici.

Questa difesa è necessaria perché:

- bisogna persuadere i politici ad investire nella educazione e nella ricerca
- bisogna persuadere i giovani allo studio
- bisogna educare l'elettore medio al pensiero astratto perché sostenga con il suo consenso il necessario sforzo che la società deve approfondire nella cultura e nella ricerca, che sono indispensabili alla crescita ed allo sviluppo sociale ed economico.

Qualcuno potrà pensare che la violenza retorica profusa in queste pagine sia esagerata. Purtroppo non è questo il caso, come si può dimostrare raccontando solo due aneddoti, il primo dei quali ha visto come spettatori alcuni milioni di italiani, aneddoti che fotografano una situazione che rischia di prendere una piega pericolosa.

- Un premio Nobel per la fisica, esperto di fisica atomica, viene invitato a partecipare ad una trasmissione televisiva a cui partecipano anche giornalisti ed uomini politici. Il direttore di un settimanale interrompe il premio Nobel, che con grande sforzo di chiarificazione stava riuscendo a far capire perfettamente quanto grave sia il problema delle gestione delle scorie radioattive e che si rammaricava del fatto che i governi italiani non gli avessero permesso (con opportuni finanziamenti) di iniziare una ricerca che egli riteneva avrebbe potuto condurre l'Italia a possedere l'esclusiva di una tecnologia per lo smaltimento di queste scorie, tecnologia innovativa ed importantissima. Invece di sostenere la posizione del premio Nobel, magari ricordando che, invece, governi ed amministrazioni di vario colore politico hanno finanziato iniziative del tutto inutili, come ad esempio (con qualche milione di euro) un corso di studi per diventare *velina* (cioè una ballerina televisiva, posti disponibili per anno: due), oppure ricordando che, sempre a causa di tagli di finanziamenti dissennati, nel nostro paese il numero di iscritti ai corsi di laurea in matematica e fisica sta diminuendo drammaticamente e che fra breve non avremo più insegnanti di queste discipline, ebbene il nostro giornalista ha preferito **spiegare, con malcelata impazienza, al premio Nobel per la fisica come si costruiscono centrali nucleari sicure e tutte le ragioni per le quali le preoccupazioni riguardo la loro sicurezza sono del tutto infondate.**
- Un epigono di Sesto empirico. Uno studente di ingegneria, che ha iniziato gli studi per riscattarsi socialmente, visto che suo padre lavora come carpentiere, ambisce ad una laurea per far passare la sua famiglia, nell'arco di una generazione, nella classe sociale formata da chi impartisce ordini, invece che restare in quella che gli ordini li riceve. Ovviamente nulla di male in questa aspirazione, se essa non si basasse su di un presupposto del tutto infondato: e cioè che gli ingegneri danno ordini esclusivamente per manifestare il loro potere e maltrattare i sottoposti e non perché custodi di un bagaglio di conoscenze millenario, bagaglio che permette loro di diminuire i rischi ed aumentare l'efficienza nell'industria delle costruzioni. Durante l'esame di Meccanica delle Strutture il nostro studente comincia a mostrare delle enormi lacune, non solo nella materia specificatamente oggetto dell'esame ma anche nell'uso della lingua italiana ed in quelle parti elementari della matematica e della fisica che sono necessarie nella pratica ingegneristica. Quando l'esaminatore gli fa notare i problemi che presenta la sua preparazione la reazione è violenta: argomentando furiosamente sull'inutilità della scienza e della cultura (ed in particolare dell'uso dei congiuntivi e dei condizionali) *nella pratica*, lo studente arriva a sostenere che l'apporto alle scienze dell'ingegneria dovuto a Saint-Venant (uno dei più grandi scienziati francesi dell'Ottocento, fondatore della meccanica dei solidi, della meccanica dei fluidi e di alcune

importanti tecniche ingegneristiche) è assolutamente nullo, visto che i risultati ottenuti da Saint-Venant sono stati rielaborati in poco tempo e del tutto indipendentemente da suo padre.

3.1 Considerazioni a proposito della scelta di un titolo

La scelta di un titolo per un saggio, come per un romanzo, una poesia, una canzone, una sinfonia, o un'opera teatrale, è impresa ardua: molto del successo della fatica dell'autore dipende dal modo nel quale il frutto del suo lavoro viene presentato.

Ci sono al giorno d'oggi dei professionisti che ritengono di saper scegliere i titoli di un qualsiasi prodotto dell'ingegno umano in modo da assicurarne il successo.

Non vi è nessun dubbio che *l'abito fa il monaco*, e che quindi un prodotto anche scadente ma molto ben pubblicizzato possa avere un notevole successo: nella storia delle attività umane ci sono infiniti esempi a dimostrare questa affermazione. Tuttavia -e nel capitolo sulla Teoria dei Giochi sarà approfondita la discussione su questo punto- non è possibile vendere sempre e solo prodotti in base ad un oculato battage pubblicitario. Qualche volta qualcuno deve pur tentare di vendere qualcosa che non sia solo un elegante involucro ma che abbia un qualche contenuto.

Un titolo deve tentare di rispecchiare il contenuto: non si capisce quindi la moderna tendenza ai titoli brevi, contratti e quindi, molto spesso, ambigui.

Non ci dovrebbe essere nulla di male in un titolo lungo ma esplicativo: la storia della scienza, della letteratura, della filosofia è piena di ottimi esempi di titoli *lunghi* e nondimeno *eleganti*, anzi eleganti proprio perché lunghi.

Il revisionismo modernista porta gli esperti di marketing a cambiare (accorciandoli) persino i titoli di saggi che hanno fatto la storia del pensiero umano.

Ad esempio i due più famosi e rivoluzionari saggi di Darwin sono così intitolati dall'autore:

- 1) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (1859) (Sull'origine delle specie per mezzo della selezione naturale o La preservazione delle razze favorite nella lotta per la vita)
- 2) *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1871) (Gli antenati dell'Uomo e La Selezione in relazione al sesso)

Qualcuno sostiene che questi due titoli si possano sostituire più efficacemente con

- 1) **Le origini della specie**
- 2) **L'origine dell'uomo**

Molto probabilmente i titoli originali, invece, sono più suggestivi proprio *perché più lunghi*. Certo il lettore si deve impegnare a seguire un periodo complesso: ma il messaggio che viene così trasmesso è molto più significativo.

Ecco alcuni titoli *lunghi* di saggi e lavori che hanno sicuramente avuto un duraturo impatto sulla nostra conoscenza:

- **Di Galileo Galilei:**

Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nove scienze attenenti alla meccanica ed ai movimenti locali

- **Di Jean D'Alembert:**

Traité de Dynamique, dans le quel les lois de l'équilibre et du mouvement des Corps sont réduites au plus petit nombre possible, et démontrées d'une manière nouvelle et où l'on donne un Principe général pour trouver le Mouvement de plusieurs Corps qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque

(che si può tradurre così: <<Trattato di Dinamica, nel quale le leggi dell'equilibrio e del movimento dei corpi sono ridotte al più piccolo numero possibile e dimostrate in un modo nuovo e dove si formula un Principio generale per trovare il movimento di molti corpi che agiscono gli uni sugli altri in un modo qualsiasi>>).

Il Principio cui ci si riferisce in questo ultimo titolo è il Principio dei Lavori Virtuali, che ha avuto una enorme influenza nello sviluppo della scienza moderna permettendo la formulazione di tutte le leggi fisiche fino ad oggi note.

- **Di Sir W. Rowan Hamilton:**

On a general method of expressing the paths of light, and of the planets, by the coefficients of a characteristic function.

<<Su di un metodo generale per esprimere i percorsi della luce e dei pianeti per mezzo dei coefficienti di una funzione caratteristica>>.

Questo lavoro che ha fornito profondi strumenti concettuali per sviluppare in maniera unitaria l'ottica geometrica, l'astronomia e la meccanica ed ha, tra l'altro, aperto la strada alla Meccanica Quantistica, da cui, in ultima analisi, deriva tutta la tecnologia dei transistor, e quindi tutta quella tecnologia informatica che è alla base della seconda (o terza?) rivoluzione industriale.

Purtroppo la antica tendenza a tentare di rendere chiaro il proprio pensiero (e quello dei propri ispiratori) spiegandolo dettagliatamente è stata sostituita dalla moda della *semplificazione ad ogni costo*. La semplificazione non è un valore *per sé*: la semplificazione a scapito della auto-consistenza o della chiarezza è anzi da evitare e da combattere

Come diceva il saggio Orazio

Brevis esse laboro, obscurus fio
(Se) mi sforzo di essere breve, divento oscuro).

Ovviamente talvolta dei titoli lapidari sono molto appropriati:

- De rerum Natura (Lucrezio)
- Mécanique Analytique (Joseph-Louis Lagrange)
- La scimmia nuda (Desmond Morris)

Ma non sempre si ha la fortuna di poter trovare un titolo così significativo e breve, come quelli appena elencati. Tuttavia la convinzione che le semplificazioni estreme siano da perseguire in ogni caso ha portato a pubblicizzare un nuovo giornale – che per altro ha avuto anche un discreto successo – proprio vantandone il taglio minimalista e semplicistico. Nella speranza di attirare fasce di pubblico più vaste, confrontando questo nuovo giornale con gli altri già in circolazione la pubblicità afferma che esso evita *inutili intellettualismi*: una lettura attenta dei suoi articoli telegrafici dimostra che, purtroppo, uno fra i tanti intellettualismi evitati dai suoi redattori è quello che porta a distinguere fra un sistema elettorale maggioritario ed uno proporzionale!

**Il lettore troverà di seguito elencati alcuni titoli o sottotitoli per questo saggio
(alternativi a quelli finalmente preferiti dall'autore)
fra i quali potrà scegliere quelli che più gli convengono**

- Illustrazioni del Metodo Scientifico per il Profano
- Il metodo scientifico deve essere guida delle azioni umane
- Esempi di applicazione del Metodo Scientifico: una presentazione per il profano
- Una guida all'uso della Scienza per capire quello che accade intorno a noi
- Come gli umani usano il metodo scientifico per sopravvivere
- Un Invito all'Esercizio delle Umane Facoltà Superiori
- Prima si deve pensare e poi si può fare
- C'è una Spiegazione Razionale per Ogni Cosa
- Prima di Agire bisogna pensare alle Conseguenze delle proprie Azioni
- Nessuna realizzazione è possibile senza una pianificazione basata sulla logica

L'autore si è sentito molto sollevato nello scoprire di non essere il solo ad avere avuto lunghe esitazioni riguardo la scelta del titolo da dare a questo saggio: ad esempio la lettura del lavoro di Diamond 2007 gli ha fatto scoprire che anche questi ha finalmente scelto il suo titolo dopo aver rinunciato almeno ad un altro. Il titolo di Diamond (2007)

che nell'originale inglese è

Collapse. How societies Choose to Fail or Succeed

e che diventa nella versione italiana

Collasso. Come le società scelgono di morire o vivere

è così formulato nel prologo

Come alcune società sono crollate, per cause dovute ad una componente ambientale e, in alcuni casi, con il contributo dei cambiamenti climatici, dell'ostilità dei popoli confinanti, della fine delle relazioni con i partner commerciali e del modo di reagire ai problemi proprio di ogni società.

Probabilmente quest'ultimo titolo si sarebbe dovuto preferire a quello che poi è stato messo in copertina: ma il rischio di perdere lettori era così grande (ed il lavoro di Diamond merita la massima diffusione possibile!) che forse è stato meglio non fare così. D'altra parte è pur vero che, per alcune preventive delucidazioni, ci sono (quando ci sono) i risvolti di copertina.

3.2 È spesso difficile vedere le cose che sono così come sono

La più grande peculiarità della mente umana è rappresentata dalla sua predisposizione a porsi domande sulla natura delle cose che percepisce. Ovviamente accade anche che, talvolta, la nostra mente si rifiuti di vedere, comprendere ed accettare certi fenomeni, temendo di dover ammettere, di conseguenza, delle spiegazioni che, invece, vuole considerare inaccettabili.

Non risulta che nessuno mai abbia avuto paura di studiare le leggi che regolano l'equilibrio delle leve, ma già Galileo ha avuto bisogno di grande coraggio per poter, semplicemente, vedere che i gravi cadono percorrendo

spazi che sono proporzionali al quadrato del tempo trascorso. Infatti da questo fenomeno si può facilmente dedurre che la Teoria Aristotelica del moto (abbracciata per molti secoli dalla Chiesa Cattolica) è errata.

Quando, poi, l'oggetto di osservazione della nostra mente è proprio la natura umana, allora si arriva ad evitare (o addirittura a negare!) l'evidenza.

Come esempio di elusione di fenomeni molto rilevanti si ricorda qui come, per lungo tempo, si sia semplicemente evitato di descrivere e studiare il comportamento sessuale umano standard. Solo con la grande indagine di Kinsey negli anni '40 e '50 del Novecento si è fatta luce su quale sia la "norma" statistica, e quanto rilevanti siano le "deviazioni", in tale comportamento (per una dettagliata storia dell'impresa di Kinsey, delle sue motivazioni e dei problemi sociali e psicologici affrontati durante la ricerca si riferisce il lettore al saggio di Coraghessan Boyle (2004), oltre che all'opera di Kinsey stesso (1948), (1953).

Inoltre, come esempio di negazione totale dell'evidenza, si ricorda che (si vedano i saggi di Baker-Bellis (1995), di Carrada-Tannini (2000) ed i testi da loro citati) negli anni '40 del Novecento tutti i risultati sperimentali sulle modalità di trasmissione, di padre in figlio, dei caratteri ereditari peculiari del gruppo sanguigno non sono stati divulgati, perché essi implicavano che almeno il dieci per cento dei bambini esaminati non potevano (se si accettano le leggi dell'ereditarietà di Mendel) essere figli di coloro che, invece, si credevano loro padri. Questi sconvolgenti risultati sono stati pubblicati (in sordina) negli anni '60, e presentati al grande pubblico solo quando si è trovata una loro ulteriore conferma grazie allo sviluppo delle tecniche molecolari sul DNA.

Tuttavia la impellente voglia di indagare, caratteristica di alcuni ingegni, è sempre riuscita, alla fine, a rompere tutti i tabù ed a rendere manifesti, a tutti gli umani, anche i fenomeni più "scabrosi", più controversi, più difficili da accettare. Questi fenomeni hanno posto delle domande impegnative e stimolanti, che hanno rappresentato delle vere sfide per il nostro intelletto.

A queste domande sono state date delle risposte talvolta sorprendenti: grazie, soprattutto!, alla capacità di comunicare fra di loro che è stata sviluppata, nel corso della loro evoluzione, dalle menti umane.

Il lettore dovrà fare sua l'intenzione dell'imperatore Federico II e non farsi intimidire, impressionare o spaventare dall'osservazione delle cose che sono così come sono: perché è con la realtà che la nostra specie deve fare i conti e non con le speranze, talvolta illusorie, generate dalla nostra stessa mente.

3.3 Indagando la Natura l'umanità si è cimentata in una impresa ambiziosa

La realtà ha superato, spesso, la nostra immaginazione ma mai la nostra razionalità: l'analisi scientifica dei fenomeni è sempre riuscita, magari dopo molti sforzi, ad individuarne la loro logica interna. Sempre: anche quando, ad un primo esame, tale logica appariva completamente nascosta.

Molte di queste conquiste intellettuali della specie umana sono state ottenute grazie alla naturale curiosità tipica di alcuni suoi membri ed alla testardaggine, da loro mostrata, nella ricerca di spiegazioni soddisfacenti per i fenomeni osservati.

Sicuramente, però, nessuna mente, neppure la più eccelsa, può riuscire a raccogliere, catalogare e comprendere, **da sola**, tutte le informazioni necessarie a formulare queste spiegazioni.

La grande impresa della indagine del nostro universo è stata, e sarà sempre di più, una impresa corale alla quale partecipano tutti gli esseri umani.

3.4 L'educazione dei giovani è essenziale se si vuole che questa impresa continui

L'educazione, la trasmissione della conoscenza, in tutte le sue forme, la cultura e la scienza sono gli strumenti utilizzati dalla nostra specie per perpetuarsi ed imporsi nel suo ambiente.

Dopo essersi dimostrati di grande efficacia nella descrizione dei fenomeni fisici, chimici e biologici e quando hanno raggiunto la perfezione necessaria solo allora i metodi dell'analisi scientifica sono stati rivolti allo studio della sorgente del nostro stesso pensiero: la nostra mente è arrivata ad indagare la sua stessa natura.

Ha studiato le leggi del suo funzionamento (con la logica), i modi che le varie menti hanno sviluppati per interagire fra di loro (con la psicologia, l'etologia, le scienze sociali), infine si è occupata dello studio del funzionamento del supporto fisico al pensiero: il cervello.

Questo saggio vuole convincere qualche mente, in un'epoca nella quale la cultura sembra non essere posta nella dovuta considerazione, a partecipare a quella grande indagine sulla natura che tanto ha appassionato i nostri antenati e che tanto ha migliorato, rispetto al loro, il nostro modo di vivere.

Al lettore è dovuta una importante avvertenza:

la natura delle cose non è semplice.

La spiegazione razionale di fenomeni complessi deve necessariamente avere una complessità ad essi paragonabile.

Bisogna farsi appassionare dal lavoro di indagine intellettuale per saper trovare la forza e la costanza di applicazione necessarie ad ottenere (come premio dei propri sforzi) la spiegazione dei problemi più interessanti (che inevitabilmente sono anche i più difficili da risolvere).

In altre epoche il sistema educativo si dava come compito principale proprio l'addestramento alla concentrazione nello studio ed all'uso della forza di volontà: infatti questa concentrazione e questa forza sono necessari a

comprendere il risultato del lavoro intellettuale di tutti coloro che, prima di noi, si sono cimentati nell'indagine sui fenomeni naturali.

Tuttavia, come previsto da Gramsci nella lettera dal carcere che si riporta qui di seguito, negli ultimi tempi i sistemi educativi dei paesi occidentali sembrano aver rinunciato anche al più debole tentativo di iniziare i giovani all'esercizio della necessaria disciplina mentale.

“Il fanciullo che si arrabatta coi barbara ed i baralipon (*cioè degli schemi di deduzione logica studiati nella logica antica, si veda la voce corrispondente nel dizionarietto finale*) si affatica, certo, e bisogna cercare che egli debba fare la fatica indispensabile e non più, ma è anche certo che dovrà sempre faticare per imparare a costringere sé stesso a privazioni e limitazioni di movimento fisico, cioè a sottostare ad un tirocinio psico-fisico. Occorre persuadere molta gente che anche lo studio è un mestiere, e molto faticoso, con un suo speciale tirocinio, oltre che intellettuale anche muscolare-nervoso: è un processo di adattamento, è un abito acquisito con lo sforzo, la noia, anche la sofferenza. La partecipazione di più larghe masse alla scuola media (*quando Gramsci scrive questa lettera il sistema educativo europeo cominciava ad affrontare il problema della educazione di grandi masse di studenti al livello della scuola media: oggi gli stessi problemi si stanno proponendo al livello degli istituti di educazione universitaria*) porta con sé a rallentare la disciplina dello studio ed a domandare facilitazioni. Molti pensano addirittura che le difficoltà siano artificiose, perché sono abituati a considerare lavoro e fatica solo il lavoro manuale. La questione è complessa. Certo il fanciullo di una famiglia tradizionale di intellettuali supera più facilmente il processo di adattamento psico-fisico [...]. Ecco perché molti del popolo pensano che nelle difficoltà dello studio ci sia un trucco a loro danno [...]: vedono il signore (e per molti signore vuol dire intellettuale) compiere con scioltezza ed apparente facilità il lavoro che ai loro figli costa lacrime e sangue, e pensano che ci sia un trucco. In una nuova situazione, queste questioni possono diventare asprissime **ed occorrerà resistere alla tendenza di rendere facile ciò che non può esserlo senza essere snaturato**. Se si vorrà creare un nuovo strato di intellettuali, fino alle più grandi specializzazioni, da un gruppo sociale che tradizionalmente non ha sviluppato le attitudini conformi, si dovranno superare difficoltà asprissime. (*Da A.Gramsci "Gli intellettuali e l'organizzazione della cultura" Einaudi 1964 pp.113-114. Il saggio da cui è tratto il brano "Per la ricerca del principio educativo" fu steso nel 1930 in uno dei primi "Quaderni dal Carcere"*).

3.5 Le menti geniali sono veramente poche ma tutti possono comprendere le loro conquiste intellettuali

Il lettore interessato ai complessi (e per questa ragione affascinanti) fenomeni naturali che giocano un ruolo rilevante nella nostra vita dovrà avere la pazienza di applicarsi per tutto il tempo necessario a comprenderli. Il messaggio ottimista di Gramsci consiste nel ritenere che tutti gli esseri umani siano in grado di compiere questa impresa intellettuale.

Insomma: essere partecipe delle conquiste della mente umana è possibile a chiunque investa nello studio il tempo necessario.

Ovviamente, però, solo alcune menti particolarmente creative riusciranno a inventare spiegazioni nuove, Teorie innovative, modelli più efficaci e, di conseguenza, a scoprire, o far scoprire, fenomeni nuovi.

Si tenga anche presente che, per alcuni fenomeni, sono stati proposti tentativi di spiegazione che poi sono stati migliorati, modificati, approfonditi, talvolta anche completamente soppiantati.

In questo saggio si è tentato di fornire, sempre, la spiegazione più calzante possibile fino ad oggi disponibile. Non è detto che la ricerca in letteratura, da parte dell'autore, di una tale spiegazione sia sempre stata coronata dal successo: solo per qualche fallimento dei suoi sforzi di precisione e rigore oppure a causa di qualche temporanea débâcle od incapacità della intera comunità scientifica nel trovare le giuste spiegazioni non si può dedurre che il metodo scientifico sia uno strumento inefficace: gli enormi ed indiscutibili successi che tale metodo ha ottenuti a partire dall'epoca ellenistica sono la fonte del nostro benessere attuale.

La comprensione dei fenomeni richiede un investimento notevole di risorse intellettuali, di tempo e di impegno, soprattutto quando l'interessato si appresti all'uso del metodo scientifico da principiante. Chiunque riesca a fare proprio questo metodo sarà ripagato per tutti gli sforzi profusi: comprendere significa dominare gli eventi (senza farsi travolgere), controllarli e dirigerli nella direzione voluta.

Ovviamente non è disponibile la cura di tutti i mali, la risposta definitiva a tutte le domande: ma piuttosto che restare impotenti vittime di situazioni completamente fuori dal nostro controllo è sicuramente più efficace rimanere lucidi ad analizzare razionalmente quali siano le possibili soluzioni ai problemi che si presentano.

L'indagine scientifica del mondo riflette tutto quello che di positivo risiede nella mente umana ed è la ragione ultima di tutti i progressi nella qualità della vita che la nostra specie è riuscita a conseguire.

3.6 Tentare di divulgare solo i risultati o anche i metodi usati per ottenerli?

Quando si descrivono i successi del metodo scientifico si è tentati di magnificarlo elencando quelli che appaiono, in un dato momento, i suoi successi più significativi: la spiegazione di un fenomeno considerato a lungo misterioso, la progettazione di un nuovo ed utilissimo apparecchio resa possibile dall'avanzamento delle conoscenze, la acquisita possibilità di controllare fenomeni altrimenti catastrofici.

E sicuramente è **necessario persuadere i giovani allo studio mostrando quali successi siano stati resi possibili grazie all'uso della razionalità nelle attività umane.**

L'opera di Rosenthal (2006) è un bell'esempio di saggio che sicuramente centra l'obiettivo di divulgare i risultati di una difficile teoria matematica (quella della probabilità) e di mostrare quanto sia importante la sua conoscenza non solo per gli specialisti (fisici, ingegneri, biologi o economisti) ma anche quando si debbano affrontare molti dei problemi che si presentano nella vita quotidiana.

Tuttavia, probabilmente per una scelta strategica di fondo, tale saggio, come molti altri, rinuncia al tentativo di divulgare, insieme ai risultati, anche i metodi utilizzati per ottenerli. Forse la scelta di Rosenthal è quella giusta: prima si deve persuadere il profano della potenza del metodo, senza spaventarlo con i dettagli tecnici delle deduzioni utilizzate, e poi si spera che egli trovi la forza necessaria ad acquisire la forma mentale che lo porterà prima a comprendere la struttura logica dei modelli dei fenomeni già formulati e poi a partecipare attivamente alla costruzione di nuovi modelli.

Nel presente saggio, operando in alternativa una scelta simile a quella fatta da Aczel (2005), sempre in un saggio dedicato alla probabilità, **si vuole tentare di divulgare, insieme ai risultati, anche qualche metodo.**

Ovviamente si sono scelte della matematica o della fisica o delle altre scienze alcune parti tecniche ritenute universalmente fra le più semplici o fondamentali: infatti ci si è limitato a descrivere alcuni argomenti fra quelli che potrebbero essere oggetto di studio nelle scuole medie superiori.

La speranza è che il lettore non se ne faccia spaventare e voglia affrontare il piccolo sforzo che gli viene richiesto. Allo scopo di confortarlo:

Modifichiamo un antico detto!

Il vecchio detto: *in labore fructus* (il frutto dipende dal lavoro), riferito al contesto della nostra discussione può essere trasformato così: *in ipso labore fructus*. (È nello stesso lavoro il frutto).

Infatti comprendere la logica interna dei fenomeni richiede un notevole impegno, una grande fatica intellettuale. Questa fatica è il pedaggio che si deve pagare per poter affrontare nella maniera più efficace i problemi che la vita ci pone (quindi *in labore fructus*). Tuttavia la selezione naturale ha favorito quelle menti, fra tutte le menti umane apparse sulla terra, che in questo lavoro intellettuale trovavano soddisfazione. Tutti gli umani provano piacere quando comprendono o ottengono la soluzione di un qualche problema astratto (si pensi ad esempio al successo universale ottenuto dal Sudoku). Insomma sono fra noi solo coloro che già nel solo uso creativo della mente trovano un grande diletto, prima ancora di vedere se da tale uso deriva un qualche vantaggio (l'arte per l'arte, la scienza coltivata solo per il piacere di capire). Si può quindi dire che *in ipso labore fructus*.

3.7 I due modi in cui è possibile leggere questo saggio

Con l'eccezione del Preludio, nel quale la Semantica è discussa insieme alle sue Applicazioni Pratiche, **i capitoli di questo saggio sono di due tipi. Nel titolo del primo tipo appare sempre la parola Teoria, mentre nel titolo del secondo tipo appare sempre la parola Pratica.**

Nei capitoli etichettati come "Teoria" si discutono alcuni dei principi concettuali che dovrebbero essere acquisiti per avere una guida nella comprensione dei fenomeni descritti nei capitoli etichettati come "Pratica".

Nella storia della filosofia della scienza si è discusso continuamente per stabilire se nell'attività di descrizione della natura intrapresa dall'uomo venisse prima l'opera di *Teorizzazione* e dopo quella di *Applicazione della Teoria alla Pratica* oppure se l'ordine preferito (e praticato) dalla mente umana fosse quello inverso.

Il lettore, dando una veloce scorsa all'indice, scoprirà che l'autore ritiene che l'attività di astrazione (che comporta un notevole sforzo creativo intellettuale) implicita nella formulazione di una Teoria sia sempre precedente (temporalmente e logicamente) alla sua applicazione nella Pratica.

Tuttavia solo fare il punto in questa questione (e senza avere nessuna speranza di arrivare ad una qualche conclusione) richiederebbe un saggio di ben altra dimensione e valore: rimandiamo il lettore interessato, per esempio, ai testi di Russo (2006), Chalmers (1979), Popper (1970) e Kuhn (1995) elencati in bibliografia.

Insomma il lettore è avvertito che per l'autore sono nel giusto i falsificazionisti e hanno torto gli induttivisti.

I primi considerano una Teoria come un prodotto creativo, quasi artistico, della mente umana: tale prodotto è precedente al suo utilizzo nella descrizione ed al controllo dei fenomeni (attività in cui consiste in ultima analisi la Pratica). I secondi, invece, ritengono che una Teoria sia il distillato concettuale di una grande mole di osservazioni Pratiche e che quindi la Teorizzazione sia una conseguenza logicamente necessaria (non sempre utile e talvolta addirittura dannosa) di una accurata attività Pratica. Secondo la visione induttivista, quindi, la Teoria sarebbe semplicemente una sistemazione *a posteriori* della raccolta di una grande mole di dati empirici *pratici*.

Probabilmente la visione induttivista della scienza è stata sviluppata in un momento storico particolare (durante il Rinascimento) ed ha rappresentato la giusta risposta (in quella data situazione) ai tentativi di bloccare la rinascita moderna delle scienze della natura (si pensi solo al martirio di Giordano Bruno, considerato eretico perché sosteneva l'esistenza di infiniti soli ed infiniti pianeti nell'universo, ed al processo imposto a Galileo Galilei, riabilitato solo alla fine del Novecento dal Sant'Uffizio).

**Ma quale persona di buon senso sosterebbe che è meglio prima fare e poi pensare?
Se non si sa cosa cercare si potrà mai trovare qualcosa?**

Le perplessità che nascono nella mente dell'uomo di buon senso sono ben rappresentate dalla storia paradossale del tacchino induttivista di Popper (si veda Chalmers (1979)).

Un tacchino induttivista si dedica alla raccolta precisa e rigorosa di dati sperimentali: ogni giorno, in primavera, estate, autunno ed inverno riceve cibo espressamente preparato per lui. Sia che il tempo sia buono che quando piove, se fa freddo o se fa caldo, se il padrone è di cattivo o di buon umore, se i figli del padrone sono in casa oppure sono usciti, se la suocera del padrone è in visita oppure se manca da molte settimane, sempre ed immancabilmente il tacchino viene nutrito.

Alla fine, soddisfatto del suo rigore metodologico, il tacchino, alle venti del 23 dicembre, enuncia il risultato delle sue induzioni, la Teoria di cui sente di dover andar fiero: il padrone mi nutre immancabilmente alle diciannove di ogni giorno. Indescrivibile il suo sconcerto quando il giorno dopo, 24 dicembre a mezzogiorno il padrone gli tira il collo per preparare la cena di Natale.

L'autore, tuttavia, non ha voluto imporre al lettore il suo punto di vista.

Anche se spera vivamente che arrivato alla fine dell'ultimo capitolo il lettore abbia accettato il punto di vista falsificazionista, egli ha ritenuto di dividere la trattazione in modo da rendere possibile una lettura induttivista: **quelli che desiderano o preferiscano prima apprendere dei fenomeni e solo successivamente siano interessati alla loro spiegazione teorica debbono semplicemente leggere i capitoli etichettati come "Pratica" prima di quelli di "Teoria".**

Il lettore tenga però presente che, quale che sia il punto di vista che ritiene giusto accettare, nessuna teoria è indiscutibilmente e definitivamente vera: come molti filosofi greci già insegnavano più di duemila anni fa, l'aver osservato il sorgere del Sole tutte le mattine non ci assicura del fatto che anche domani mattina il Sole sorgerà di nuovo.

Le Teorie hanno un ambito di applicabilità ben preciso, una validità limitata dalla mole di osservazioni che le hanno motivate e che riescono a giustificare (si tenga anche conto del fatto che mentre le possibilità logiche sono infinite la realtà ne sceglie esattamente una per realizzarla).

Le Teorie sono delle congetture che ci permettono di scegliere razionalmente fra le infinite possibilità logiche nelle quali un fenomeno può realizzarsi quella che sembra, date le conoscenze disponibili, essere più verosimile.

Bisogna essere sempre pronti a cambiare teoria, anche drasticamente, se le conoscenze riguardo un dato fenomeno lo impongono.

Tuttavia, nonostante tutti questi limiti (ineliminabili!) del metodo scientifico, la cultura occidentale non ha fortunatamente abbracciata la critica distruttiva di tale metodo come formulata da Sesto Empirico e dai suoi epigoni: senza l'indagine scientifica del mondo l'umanità sarebbe ancora afflitta dal lavoro manuale, dalle malattie, dalla superstizione.

3.8 Finalità di questo saggio

Lo scopo dichiarato di questo saggio è di tentare di dimostrare che nessuna attività umana (pratica!) ha ragionevoli possibilità di essere destinata al successo se non guidata da una Teoria che ne permetta la pianificazione razionale.

La speranza dell'autore è che il lettore, arrivato alla fine della sua lettura, trovi fra i titoli proposti uno che gli sembri efficace nel trasmettere questo messaggio.

E per attività umana io non intendo solo la costruzione dello Space Shuttle o la realizzazione del Piano Economico Quinquennale dell'Unione Sovietica o della Repubblica Francese ma, per esempio, anche la scelta del tipo di studi da intraprendere oppure dei collaboratori da associare ad uno studio professionale oppure della donna (o uomo) con cui avere dei figli.

A chi si fosse scandalizzato dall'associazione appena fatta fra "pianificazione razionale" e "scelta della donna (o uomo) con cui avere dei figli" si comincia qui per il momento (rinviando la discussione più dettagliata che questa questione merita) a ricordare che solo da pochissimo tempo, con l'affermazione dell'ideologia dell'amore romantico, i matrimoni non sono più freddamente pianificati da persone non coinvolte emotivamente.

E non è detto che questa evoluzione del costume sia conveniente per la qualità della vita degli esemplari della nostra specie: sarà in un capitolo successivo che chiariremo come le forze biologiche abbiano determinato l'affermarsi dell'ideologia dell'amore romantico e come questa ideologia sia in realtà una strategia di autodifesa delle donne finalizzata al rafforzamento delle loro prerogative di scelta sessuale.

Ovviamente se una Teoria deve spiegare i comportamenti umani allora i fenomeni a cui essa si riferisce sono le azioni e gli eventi che si presentano nella storia degli individui che formano il gruppo umano.

Tutti i fatti e le persone descritte in questo libro sono verosimili.

Tuttavia è chiaro il pericolo che correrebbe un autore che dovesse utilizzare in un contesto simile le storie accadute a personaggi realmente esistiti o esistenti: sebbene la natura umana sia feroce nessuno gradisce ammetterlo e nessuno vuole riconoscersi nei propri comportamenti cinici e brutalmente utilitaristici.

La scelta fatta dall'autore è quella di attribuire comportamenti osservati (in generale non direttamente) su molte persone diverse al medesimo personaggio (che così diventa il paradigma di un certo tipo umano) e di modificare il corso degli eventi in modo da contrarre in un solo racconto storie che se descritte fedelmente richiederebbero almeno dieci volumi.

Per illustrare questo punto arrischiamo qui una metafora forse un po' azzardata, che discuteremo approfonditamente in una voce del Dizionario. Alcune lingue, fra cui spicca per complessità ed eleganza il greco antico, utilizzano uno strumento espressivo molto efficace: **la crasi**, cioè la contrazione di più parole per formarne una nuova dal significato più complesso. Il lettore consideri ciascuno dei personaggi di questo apologo come una **crasi** ottenuta componendo molte personalità che, sebbene distinte, condividono aspetti caratteriali peculiari: e tali caratteri possono solo dopo una analisi teorica accurata essere associati in una stessa categoria. Ribadiamo quindi che nel senso specificato dai paragrafi precedenti:

Ogni riferimento a fatti o persone realmente esistiti è puramente casuale.

Anzi se qualcuno riuscisse ad identificarsi con uno dei personaggi inventati nei capitoli successivi ci troveremmo innanzi a sole due possibilità: o il nostro è un mitomane che in un delirio di onnipotenza crede di poter rappresentare completamente una tipologia umana oppure egli è realmente un grande. In entrambi i casi gli etologi evolucionisti avrebbero grande interesse nello studiare un soggetto del genere: sarà quindi, in entrambi i casi, un gran vantaggio per la scienza se si facesse avanti.

Questo libro è scritto per dimostrare che lo studio delle scienze esatte è fondamentale nelle nostre società, nelle quali il benessere economico è strettamente legato alla continua innovazione nelle tecnologie di produzione e nei beni di consumo.

Tuttavia

l'uso della matematica sarà volutamente limitato al massimo.

Infatti si è ritenuto di esporre solo in maniera informale e discorsiva le teorie che sono state sviluppate per descrivere i fenomeni che tenteremo di comprendere.

Lo scopo dell'autore sarà raggiunto se almeno un lettore riuscirà a farsi convincere che la specie umana domina il mondo nel quale vive grazie al fatto che alcuni suoi membri si sono dedicati allo sviluppo ed allo studio di teorie formalizzate (cioè della matematica). Infatti mentre alcune informazioni (per esempio: se scuoti un ramo e se su di esso ci sono frutti maturi allora questi frutti cadono a terra da dove li puoi raccogliere facilmente) sul mondo possono essere raccolte ed organizzate facilmente dalla mente umana, visto che il nostro cervello è dotato di "moduli di elaborazione" innati immediatamente disponibili alla bisogna, altre informazioni, più complesse, (ad esempio: se si distinguono un numero finito di suoni e si inventano corrispondentemente un numero finito di simboli, le lettere di un alfabeto, allora è possibile rappresentare tutte le parole di una lingua utilizzando le poche lettere introdotte, con grande risparmio di energie mentali) non possono essere immediatamente elaborate dal nostro cervello senza che esso non si sia opportunamente esercitato, costruendo opportune strutture neuronali adatte a queste elaborazioni più complesse.

Purtroppo un uso poco felice dei termini definisce (in maniera limitativa) il primo tipo dei citati processi mentali come *pratici*, mentre il secondo tipo di elaborazione (impossibile a quegli individui che non si siano esercitati fin dalla loro infanzia) è classificato, talvolta con disprezzo, come *teorico*.

Tutti i cervelli possono acquisire le capacità di elaborazione teorica delle informazioni, rese possibili dalle strutture neuronali più complesse della corteccia, a condizione che si sottopongano ad un continuo e rigoroso esercizio (l'effetto dell'apprendimento sul cervello umano è descritto in maniera suggestiva nell'articolo divulgativo di Powell (2006)): ovviamente nessuno può diventare un premio Nobel per la fisica con la sola forza di volontà (il corredo genetico di un dato individuo può avvantaggiarlo invece negli studi musicali), ma tutti sono in grado di capire il frutto della creatività di un premio Nobel. L'esercizio mentale è altrettanto faticoso di quello fisico ed è l'indispensabile prerequisito allo studio di Teorie complesse.

Niccolò Copernico riassume considerazioni simili a quelle qui espresse Nella Prefazione del suo *De Revolutionibus orbium coelestium* (1543) affermando che

Mathemata Mathematicis Scribuntur.

Che può tradursi in

Le cose matematiche sono scritte per i matematici.

Questa affermazione è stata letta spesso come il tentativo di affermare la superiorità di una elite di superuomini sulla massa e come tale è stata conseguentemente rifiutata come antidemocratica.

L'etimologia delle parole utilizzate indica invece che il messaggio che si vuole trasmettere è completamente diverso: in greco *mathemata* significa letteralmente *le cose che per essere capite richiedono uno studio preliminare*, cosicché *matematico* significa semplicemente: *colui che prima di affermare cose sul mondo ha studiato*. (Si veda la voce Matematica nel Dizionario).

Copernico vuole semplicemente dire che le cose profonde che stava capendo riguardo l'Universo erano formulate dopo attento studio e che si aspettava un uguale studio da parte del lettore.

Implicito e polemico è ovviamente l'invito a pensare (a lungo) prima di parlare di cose complicate.

Si è cercato, in questo saggio, un ragionevole compromesso fra il rigore metodologico necessario a non tradire il pensiero matematico che guida ogni teorizzazione e la necessità di semplificare la trattazione allo scopo di non perdere l'attenzione del profano che abbia realmente la volontà di comprenderla.

Mai in questa ricerca si deve cedere alla tentazione di sacrificare il rigore e la precisione matematica nel maldestro tentativo di giungere più semplicemente alle questioni pratiche, poiché come afferma Menecmo, maestro di Alessandro Magno, (si veda la discussione di questo aforisma in Appendice I)

non ci sono vie regie alla matematica.

Tuttavia si ritiene anche che il livello di astrazione matematica debba essere sempre il minimo necessario e sufficiente alla modellazione di una data prefissata classe di fenomeni perché un'inutile complessità del formalismo matematico utilizzato (sebbene talvolta possa gratificare il senso di autostima di quelli che lo usano) è del tutto fuorviante. Far credere che fenomeni di un grado di complessità inferiore debbano essere descritti da modelli inutilmente complicati è anche sostanzialmente diseducativo: inoltre **se si usa un formalismo matematico sproporzionato alla complessità dei problemi da risolvere si dà fiato a coloro che rifiutano la validità del metodo logico-deduttivo nella scienza e quindi, paradossalmente, si rende un cattivo servizio alla causa che si ritiene di voler difendere.**

Nel difficile perseguire il citato compromesso si sono tenute ben presenti, tra l'altro, le seguenti considerazioni che un grande intellettuale formulò in circostanze analoghe e che vogliamo riportare ritenendole appropriate e di grande attualità: non è possibile esprimere più chiaramente i principi educativi e scientifici a cui si vuol fare riferimento.

Queste pagine -in cui ho raccolte le lezioni da me impartite quest'anno agli allievi del Politecnico di Torino- rispecchiano fedelmente la concezione didattica a cui io ispiro il mio insegnamento; il quale si propone, deliberatamente, finalità di alta cultura, e, solo subordinatamente, di preparazione professionale. La scelta degli argomenti è stata fatta con quest'unica preoccupazione: di offrire allo studioso i principi fondamentali, di approfondirne il significato e la portata, di vedere come si possa su di essi costruire un corpo razionale di dottrine, e come questo possa poi venire, di volta in volta, utilizzato per risolvere problemi concreti. Gli argomenti che meglio si prestano a tale scopo sono stati sviluppati a fondo. Altri, per sé stessi non meno importanti, ma sotto questo punto di vista meno suggestivi, sono stati in tutto o in parte trascurati. Il lettore non troverà qui la solita raccolta di soluzioni fatte, da applicare -a proposito o a sproposito- a tutti i problemi che la pratica tecnica gli potrà presentare. Ma potrà imparare ad analizzare ed a risolvere ciascuno di quei problemi, rendendosi conto del valore delle ipotesi su cui la soluzione si fonda e del grado di approssimazione ch'essa comporta.

(Da G. Colonnetti "Scienza delle Costruzioni" UTET 1941 Premessa al testo)

Infine è necessario sottolineare che questo saggio, a fini divulgativi, raccoglie (forse collegandole in maniera non convenzionale) idee elaborate da molti scienziati e studiosi. Essendo l'impresa veramente ardua, non si tenterà neppure di dare il dovuto credito a tutti quelli, (fra cui maestri, colleghi o allievi dell'autore), che direttamente, attraverso discussioni o loro lezioni, oppure indirettamente, attraverso i loro scritti, ne hanno influenzato i contenuti.

Tuttavia, per fornire uno strumento utile per gli approfondimenti che la curiosità del lettore dovesse richiedere, si è tentato di fornire molti e dettagliati riferimenti bibliografici.

L'autore ha elaborato alcune di queste pagine mentre teneva corsi presso l'Università de Toulon et du Var, l'Università d'Aix-Marseille III e la Virginia Polytechnic Institute and State University. L'ambiente culturale di istituzioni universitarie e società così diverso dal nostro ha sicuramente lasciato il segno.

L'autore ha però un timore: quello di aver scritto essendo, senza volerlo, in preda ad una *trance* creativa simile a quella del *Pierre Menard* di Borges. *Pierre Menard* è uno scrittore immaginario, partorito dalla mente del grande J.L. Borges. Questo scrittore immaginario si prefigge, lui ben consapevolmente, di raggiungere una particolare vetta di creatività: quella di rivivere l'esperienza creativa di Cervantes nell'atto di scrivere il suo *Don Chisciotte*. *Pierre Menard* non copia il *Chisciotte* di Cervantes: lo riscopre e lo riscrive parola per parola, sforzandosi di rivivere personalmente le esperienze di Cervantes.

Da J.L. Borges, *Pierre Menard, autore del Chisciotte*

L'opera visibile lasciata da questo romanziere è di facile e breve enumerazione (.....) Esaminati con zelo gli archivi personali del poeta ho potuto stabilire che essa comprende (segue l'elenco di diciotto opere) (....) Vediamo ora l'altra: la sotterranea, l'infinitamente eroica, l'impareggiabile (...) (che) consta dei Cap. IX e XXXVIII della prima parte del Don Chisciotte e di un frammento del cap. XXII. So che una tale affermazione ha tutta l'aria di un'assurdità; giustificare questa absurdità è lo scopo di questa nota. (...) Non volle comporre un altro Chisciotte -ciò che è facile- ma il Chisciotte. Inutile specificare che non pensò mai a una trascrizione meccanica dell'originale: il suo proposito non era di copiarlo. La sua ambizione mirabile era di produrre alcune pagine che coincidessero -parola per parola- con quelle di Cervantes. <<Il mio proposito è certo sorprendente (...) restare Pierre Menard e giungere al Chisciotte attraverso le esperienze di Pierre Menard>>.

Molti scienziati e ricercatori dotati di un ragionevole senso della realtà ammetteranno che, molto spesso, nella loro vita si sono accorti, dopo aver capito con molta fatica una qualche parte della matematica o dei modelli usati nelle scienze, di aver riscoperto e riscritto, involontariamente – ma esattamente come Pierre Menard –, un

qualche fondamentale ed a loro ben noto Don Chisciotte. L'amara constatazione è che, almeno, Pierre Menard sapeva quello che stava facendo.

Capitolo 4

Teoria: Insiemi, Relazioni e Funzioni. Il Teorema del Dittatore.

In questo capitolo si vuole iniziare il lettore all'uso della Teoria degli Insiemi. Questa Teoria è uno strumento essenziale per chi voglia essere in grado di sviluppare delle argomentazioni razionali.

Prima di introdurre l'elenco di concetti primitivi ed assiomi di cui abbiamo bisogno per fondare la Teoria degli Insiemi vogliamo motivare lo sforzo intellettuale richiesto.

Diversamente da quanto fatto tradizionalmente non cercheremo di far capire come le idee della Teoria degli Insiemi siano fruttuose mostrando il suo ruolo nella costruzione di altre Teorie matematiche derivate, come l'analisi matematica, e mostrando poi come queste Teorie derivate, a loro volta, siano essenziali nella costruzione di modelli per descrivere i fenomeni fisici.

Il lettore interessato a vedere come alcune delle Teorie matematiche sviluppate utilizzando la Teoria degli Insiemi ci mettano in grado di costruire utilissimi modelli per o fenomeni fisici può consultare utilmente Berlinski (2001), Barrow (1992), Gowers (2004), Russel (1970), Whitehead (1976).

Invece qui noi useremo la Teoria degli Insiemi, senza l'intermediazione di Teorie derivate, per affrontare un problema pratico che si presenta nelle scienze politiche e sociali. Si tenterà così di illustrarne immediatamente le enormi potenzialità.

Il beneficio che si spera di ottenere dovrebbe essere evidente: innanzitutto si spiegheranno dei fenomeni importanti utilizzando direttamente la Teoria degli Insiemi. In secondo luogo l'interesse del lettore dovrebbe accendersi più facilmente: i fenomeni discussi sono comuni nella vita di ciascuno di noi, visto che ogni individuo della specie umana vive in un gruppo sociale ed è costretto ad interagire incessantemente con molti altri individui. Non è facile persuadere un profano, ad esempio, dell'importanza delle equazioni di Maxwell, che pure giocano un ruolo molto rilevante nella nostra vita di tutti i giorni. È, infatti, difficile far vedere la relazione che esiste fra tali equazioni e la capacità, acquisita dalle nostre società solo grazie alla loro invenzione, di distribuire capillarmente l'energia elettrica nelle città o di comunicare grazie alla telefonia mobile. In generale, per la nostra mente, i fenomeni fisici più importanti sono abbastanza più difficili da capire rispetto a molti fenomeni sociali. Nessuno si meraviglia di questa differenza: infatti, raramente un essere umano ha esperienza diretta di un fulmine, ma tutti gli esseri umani devono avere una ragionevole familiarità con le dinamiche sociali, se non vogliono mettere a repentaglio la loro stessa sopravvivenza. Quest'ultima considerazione, un po' ingenua, trova ben più argomentate conferme nei risultati degli studi più recenti dei primatologi. Come riferito ad esempio in Russon et al. (???) e nei saggi di de Waal, la nostra specie, insieme a gorilla, scimpanzé e bonobo, da almeno dieci milioni di anni si è evoluta grazie allo sviluppo di una complessa struttura di relazioni sociali: la nostra intelligenza sociale è il frutto di un lungo processo evolutivo che ha lasciato una traccia profonda nel nostro patrimonio genetico. D'altro canto l'apparizione della nostra intelligenza razionale è sicuramente più recente: ma non tenteremo neppure di sfiorare il controverso problema che si pone se si cerchi di stabilire **quando, come e perché** quest'ulteriore dote è stata aggiunta al nostro genotipo. Chi fosse interessato potrà cominciare le sue personali investigazioni su questo argomento con la lettura di Miller (2002).

4.1 Il problema della ricerca di un metodo democratico per la determinazione delle scelte sociali

Più precisamente il problema pratico che vogliamo discutere è il seguente

problema della scelta sociale:

dato un insieme di opzioni che si presentano ad un certo gruppo sociale e dato l'insieme delle scelte fra queste opzioni operata da ciascun membro del gruppo trovare un metodo per determinare la scelta sociale, cioè quella scelta fra le opzioni possibili che guiderà le azioni del gruppo nel suo complesso. Ovviamente si dovrà richiedere che la scelta sociale sia "democratica", cioè risulti un compromesso accettabile fra tutte le scelte individuali compiute dai membri del gruppo.

Questo problema è di grande importanza: ad esempio supponiamo di dover stabilire come si deve organizzare il ciclo di raccolta dei rifiuti in una regione italiana. Ovviamente esistono diverse alternative tecniche, diversi interessi, leciti ed illeciti, diverse sensibilità ambientali, con scale di valori diverse. Qualcuno vorrebbe spingere sulla raccolta differenziata, qualcuno vorrebbe organizzare un ciclo industriale, qualcuno vorrebbe sfruttare i propri terreni come semplice discarica.

Il problema della scelta sociale che ci stiamo ponendo assume in questo caso una veste particolare: quali decisioni prendere a livello regionale che siano un ragionevole compromesso fra quelle che ciascun cittadino prenderebbe se fosse solo lui a decidere?

Illudersi che la scelta da compiere, per risolvere il problema proposto, sia competenza di una ristretta cerchia di tecnici è sicuramente ingenuo. Fra le soluzioni concepibili quelle più efficaci richiedono, per essere attuabili, un ragionevole consenso da parte di una grossa percentuale di cittadini. È evidente, infatti, che cercare di attuare la soluzione più sensata, quella della raccolta differenziata, richiede un consenso quasi unanime dei cittadini e presuppone che sia possibile tenere sotto controllo quei pochi delinquenti che hanno interesse personale a mischiare i rifiuti pazientemente differenziati dai cittadini, per poi lucrare sull'uso delle discariche dei rifiuti non differenziati.

È utile capire chi abbia formulato, e quando e perché sia stato riconosciuto come importante, il problema della scelta sociale.

Nella temperie seguente all'inizio della Rivoluzione Francese e poco prima di essere ghigliottinato dai Giacobini che avevano appena preso il potere, il marchese di Condorcet si pose il problema di individuare il sistema elettorale e politico che meglio rispecchiasse quelle aspirazioni di uguaglianza fra gli uomini che si volevano realizzare.

Il momento storico era ricco di fermenti intellettuali: la Rivoluzione, imbevuta di ideologie razionaliste, si stava dotando delle scuole di matematica migliori del mondo per affrontare nel modo più efficace quei problemi tecnici e sociali che il vecchio regime non aveva voluto o saputo risolvere.

In quel momento storico l'attributo "*matematico*" non era usato per denigrare o deridere, quasi fosse un sinonimo di "*inutilmente complesso*" o peggio. La Rivoluzione favoriva l'analisi rigorosa e scientifica dei problemi ed il pensiero matematico veniva unanimemente riconosciuto come lo strumento più adatto per ottenere la loro soluzione.

La figura ed il *curriculum studiorum* dell'ingegnere e dello scienziato moderno vengono concepiti in quella epoca: la cultura scientifica di base venne allora riconosciuta come fondamentale per la formazione dei tecnici e dei professionisti.

Condorcet, immerso in un tale ambiente culturale, cercò di individuare il metodo democratico perfetto per ottenere le scelte sociali a partire da quelle individuali.

Più precisamente il problema di Condorcet richiede, assegnate le possibili opzioni ed assegnati tutti gli ordini di preferenza fra queste opzioni operati ciascuno da ogni cittadino (ognuno di tali ordini è una scelta individuale), di stabilire quale ordine fra le opzioni debba essere adottato nel suo complesso dal gruppo formato da tutti i cittadini. Ovviamente **la regola** che associa all'insieme degli ordini di preferenza dei cittadini l'ordine di preferenza adottato dall'intero gruppo (regola che viene detta funzione di scelta sociale) è **più o meno democratica** a seconda di quanto e come tenga conto dell'opinione (ordine di preferenza) di un numero più o meno grande di cittadini.

Dopo alcuni tentativi Condorcet si rese conto che un tale metodo non era facilmente determinabile. Infatti, con semplici considerazioni, poté dimostrare che tutti i metodi utilizzati fino a quel momento (e tutti quelli che poté escogitare lui stesso) portavano o a scelte sociali che non rispecchiavano fedelmente ed equamente la volontà dei singoli elettori oppure a risoluzioni così ambigue da non poter essere considerate delle scelte effettive.

Il problema di Condorcet non è un problema di nessuna utilità pratica, anzi -in certe situazioni- una sua soluzione (anche in una forma debole, nella quale sia indebolita la richiesta di totale equivalenza delle opinioni dei cittadini in tutte le fasi del processo deliberativo) è cruciale per la sopravvivenza di un dato gruppo sociale.

Volendo evitare di parlare della situazione politica nella quale l'Italia si trova in permanenza dall'inizio della decadenza della struttura politica dell'Impero Romano (il lettore potrà trovare una gustosa e dettagliata descrizione delle vicissitudini che il nostro paese ha dovuto attraversare negli ultimi due millenni ne "*La Storia d'Italia*", monumentale opera di Indro Montanelli) si ricordi, invece, la situazione nella quale si era messo lo Stato Francese durante la sua Quarta Repubblica. Nella Costituzione della Quarta Repubblica Francese era prestata un'attenzione enorme all'equilibrio dei poteri, alla ricerca della condivisione delle scelte, alla rappresentatività di tutte le opinioni e tendenze della società a tutti i livelli del processo legislativo, decisionale e di governo. Una tale Costituzione rischiò di essere fatale per la Francia: durante la prima crisi coloniale che incendiò il Vietnam, il governo francese perse la fiducia del parlamento durante le ultime disperate trattative con il capo degli insorti, che si trovò senza interlocutore per mesi, mesi che passò in Costa Azzurra; durante la ancora peggiore crisi Algerina la Francia rischiò, poi, il collasso definitivo semplicemente per mancanza di una efficace guida politica. Il generale De Gaulle salvò il suo paese riuscendo a far approvare una serie di modifiche costituzionali che portarono alla Quinta Repubblica. Ovviamente molti partiti politici francesi ritennero che De Gaulle avesse seriamente attentato alla democrazia, riducendo, nel suo paese, gli spazi di confronto fra opinioni diverse. Infatti, De Gaulle introdusse nell'ordinamento del suo paese la figura di un Presidente dai poteri quasi monarchici: ovviamente questo presidente è eletto a suffragio universale dai cittadini, ed il Parlamento può limitarne molto i poteri: ma una volta eletto, e nel periodo, limitato, della durata del suo mandato, un Presidente della Quinta repubblica ha assolutamente l'ultima parola sulle più importanti fra le scelte che lo Stato deve compiere.

Il problema, che Condorcet si era posto qualche secolo prima, era di grande attualità nel suo stesso paese durante la crisi Algerina!

Ebbene, dopo qualche anno un matematico anglosassone avrebbe dimostrato che De Gaulle aveva avuto ragione: non è logicamente possibile concepire un sistema democratico che sia contemporaneamente perfettamente rappresentativo e capace di gestire efficacemente le contingenze politiche. In altre parole, se un sistema politico è caratterizzato dalle modalità con le quali si forma e viene adottata la scelta sociale a partire dalle scelte dei cittadini, ci troviamo in presenza di una impossibilità logica: se si deve prendere una decisione precisa riguardo una certa lista di opzioni può accadere che non sia possibile tenere in ugual conto le opinioni di tutti i cittadini. Quindi, se si vuole che il sistema politico sia in grado di prendere sempre delle decisioni, bisogna inventare un sistema politico nel quale qualche cittadino abbia un peso maggiore degli altri nel processo decisionale.

Per avere la prova matematica definitiva che De Gaulle era nel giusto bisognava aspettare, infatti, che fosse dimostrato un teorema che stabilisce che la ricerca di Condorcet di un metodo democratico perfetto è destinata al fallimento: questo teorema è dovuto ad Arrow.

Il concetto chiave del Teorema di Arrow è quello di relazione d'ordine: quel tipo particolare di relazione che è il modello matematico utilizzato, tra l'altro, per descrivere una scelta effettuata sia da un individuo che da un gruppo sociale.

Arrow, per aver ottenuto un risultato così importante, ha ricevuto il premio Nobel per l'Economia nel 1972 ed il suo Teorema sulle Possibili Funzioni di Scelta Sociale, sia per la novità dei metodi d'indagine che ha introdotto sia per l'importanza pratica dei problemi che considera, ha avuto un grande impatto nelle scienze sociali e nella matematica moderna: esso può essere considerato il punto di partenza di un nuovo, promettente e ricchissimo campo di ricerca nella matematica applicata.

E' da notare che l'apporto originale dato da Arrow alla scienza moderna non consiste nell'aver inventato, ad esempio, la Teoria degli Insiemi (creata da Cantor e sviluppata fra gli altri da Frege, Russel e Zermelo) né nell'aver sviluppato un nuovo metodo di analisi dei problemi matematici (come ha fatto Tarski, maestro di Arrow e forse uno dei più inventivi ed originali logici del Novecento, cui è dovuta, tra l'altro, una utilissima caratterizzazione del concetto di infinito).

Arrow ha *semplicemente* trovato una magnifica applicazione di Teorie matematiche sviluppate da altri: risolvendo il problema di Condorcet ha reso evidente l'importanza delle conquiste intellettuali della matematica del Novecento.

Dovrebbe far meditare il fatto che il Nobel sia stato assegnato a lui e non, per esempio, a Tarski.

Il teorema di Arrow ha invogliato molti studiosi ad applicare i metodi rigorosi della matematica (ed in particolare della Teoria degli Insiemi) allo studio delle scienze sociali e, più in generale, ha attirato l'attenzione di un vasto pubblico di non specialisti: anche perché, in maniera suggestiva (magari indulgendo a qualche tentazione sensazionalistica) è stato ribattezzato spesso dai suoi divulgatori come *il Teorema del Dittatore*.

Il Teorema di Arrow sulla funzione di scelta sociale può enunciarsi informalmente affermando che: le funzioni di scelta sociale che operano un preciso ordine fra le opzioni possibili non possono dipendere fedelmente ed equamente da ogni scelta individuale, cioè da ciascuno degli ordini fra le opzioni come scelto dai singoli componenti del gruppo sociale.

Le funzioni di scelta sociale o sono predeterminate parzialmente da scelte "a priori" oppure sono intrinsecamente dominate da un solo individuo (il dittatore, appunto!).

Ovviamente cosa significhino esattamente le espressioni "preciso ordinamento", "dipendere fedelmente ed equamente", "predeterminate parzialmente" e "intrinsecamente dominate" non è possibile dire senza fare uso dei metodi e delle idee della Teoria degli Insiemi, ed in particolare dei concetti di relazione, relazione d'ordine e funzione.

Il nostro cervello funziona stabilendo relazioni fra oggetti, eventi, individui: per comunicare, per risolvere semplici problemi della vita di tutti i giorni tutti utilizzano, talvolta inconsciamente, il concetto di relazione.

Ancora una volta il lettore è avvertito: la nostra specie non è l'unica in grado di stabilire le relazioni astratte di cui stiamo parlando (si veda de Waal (1982-2007)). Invece è ragionevolmente certo che siamo i soli a poter formalizzare consapevolmente il concetto di relazione.

Arrivare a rendersi conto consciamente del significato e dell'uso del concetto matematico di relazione può rendere più efficace l'analisi razionale dei problemi pratici che devono essere analizzati.

Torneremo su questa questione ripetutamente nei capitoli successivi: cominciamo ora a fondare la Teoria degli Insiemi.

4.2 Concetti propedeutici dalla Teoria degli Insiemi

Avvertenza. Chi non sia sicuro di aver già trovato delle forti motivazioni allo studio della matematica è invitato a saltare, in prima lettura, questa sezione: quella successiva riprende, in maniera ancora più informale e semplificata, molti dei concetti qui esposti. Tuttavia bisogna osservare che **non sempre chi ha voglia di capire riesce ad accontentarsi delle esposizioni semplificate**. Spesso i profani si pongono domande profonde, alle quali, purtroppo, non riescono a dare da soli una risposta soddisfacente, e con ragione!, visto che queste domande hanno trovato risposta solo grazie all'opera dei più grandi matematici del passato.

Molti giovani sono stati indotti a leggere le prime versioni di questo saggio accettando così di essere usati come cavie volontarie. Con meraviglia, e una certa dose di soddisfazione, l'autore ha scoperto che la maggioranza fra

di essi ha cominciato a capire l'essenza della Teoria degli Insiemi solo dopo aver affrontato la lettura di questa sezione che, per la verità, è stata scritta proprio su richiesta esplicita di tre allievi ingegneri. Il primo ossessionato, ed un po' spaventato, dal concetto di infinito ha preteso che ne fosse data una esposizione auto-consistente, i secondi hanno preteso una dettagliata (e non troppo critica) esposizione della visione platonista della matematica, che loro preferiscono a quella aristotelica.

Non conviene egli confessare, la virtù della geometria esser il più potente strumento d'ogni altro per acuire l'ingegno e disporlo al perfettamente discorrere e specolare? E che con gran ragione voleva Platone i suoi scolari prima ben fondati nelle matematiche?

Galileo Galilei, *Opere*, ed. Naz., vol.VIII.

Coloro che ignorano la geometria sono anfore senza manichi.

Platone.

In questa sezione il lettore familiarizzerà con i seguenti concetti:

affermazione universale, affermazione esistenziale, elemento, appartenenza, insieme, sottoinsieme, inclusione, relazione, funzione, insiemi finiti, insiemi infiniti.

Il taglio che sarà dato alla presentazione è assolutamente informale, ma si cercherà di renderlo il più auto-consistente possibile. Al lettore non verranno richieste conoscenze precedenti ma soltanto una buona dose di pazienza: quella pazienza che è necessaria a seguire le argomentazioni rigorose che sono tipiche della matematica.

La Teoria degli insiemi è stata formulata in maniera molto formale dai logici del Novecento: qui, per evitare di soffocare sul nascere la voglia di capire del profano, si è scelto di presentare questa teoria in maniera *ingenua*. In altre parole ci si è ispirati al famosissimo testo di Halmos *Naive Set Theory* (Teoria Ingenua degli Insiemi) citato in Bibliografia e che tanto successo ha avuto negli ultimi decenni.

Tuttavia non saranno percorse scorciatoie né tentate semplificazioni: l'esperienza fatta dall'autore negli anni (oramai venti) nei quali ha tenuto corsi universitari indica, senza dubbi di nessun tipo, che coloro che vogliono capire si pongono sempre le domande giuste, quelle alle quali le migliori menti del passato hanno già dato le giuste risposte. Tentare di nascondere le difficoltà concettuali porta ad un solo risultato: gli studenti più avveduti si irritano perché si rendono conto del fatto che si sta loro nascondendo qualcosa, quelli meno avveduti -appena cominciano a non capire- decidono che la matematica (o in generale la disciplina che stanno cercando di imparare) è un gioco formale vuoto e privo di significato, e quindi si sentono autorizzati a cercare di imparare nozioni mandandole a memoria.

Esponendo le **cose che sono, così come sono** si rischia, al più, di sbagliare registro e di annoiare il lettore magari frastornandolo con una mole di dettagli tecnici: probabilmente, però, è meno dannoso commettere questo secondo errore piuttosto che indulgere nell'approssimazione e nella superficialità.

4.3 Concetti derivati, concetti primitivi, Platonismo, Assiomi

Al lettore più attento è dovuta una avvertenza:

la Teoria degli Insiemi, nella versione che include il Calcolo delle Proposizioni ed il Calcolo dei Predicati, è considerata dalla maggior parte dei matematici moderni la base del pensiero razionale umano: secondo questa visione nessun concetto primitivo è più fondamentale di quelli che stiamo per introdurre.

Il lettore che non avesse mai vista discutere la distinzione fra concetti primitivi e concetti derivati è invitato, dopo aver lette le pagine che seguono e la voce Assioma in Appendice II, ad approfondire ulteriormente l'argomento. Un utile ausilio a questo scopo è dato dalle prime pagine del manuale di Lombardo Radice (1977), che dà un pregevole esempio di prosa matematica avvincente.

La questione riguardo al metodo da utilizzare per dare un significato preciso alle parole è antica: la sua analisi è riportata nelle opere attribuite ad Aristotele.

4.4 Cominciamo con il distinguere i concetti astratti da quelli relativi ad oggetti reali

Più precisamente: come fare a specificare il significato, ad esempio, della parola "*foglia*" o della parola "*albero*"? Poiché questi concetti attengono ad oggetti reali, e poiché noi accettiamo una ontologia molto semplice: "il mondo mostra le sue proprietà ai nostri sensi in maniera univoca", capire cosa significhino le parole "*foglia*" o "*albero*" è semplicemente una esperienza sensoriale. Toccare, vedere, sentire, odorare è sufficiente a specificare il significato richiesto.

Ben diversa è la situazione quando si deve **cercare di specificare il significato di parole che attengono a concetti astratti**, cioè a concetti non attinenti ad esperienze sensoriali.

Buona parte della *Repubblica* di Platone è dedicata alla discussione di quest'ultima questione: il lettore non deve pensare che si stia discutendo di problemi astrusi e, in definitiva, poco importanti nella vita reale, cioè nella pratica!

L'autore, rivedendo con suo figlio, che all'epoca aveva cinque anni, per la millesima volta il cartone animato di Disney "*Robin Hood*" e durante la scena nella quale il Principe Giovanni si assesta la corona sulla testa e dice al suo primo ministro che "*questa corona mi dà il senso del potere*" si è sentito porre la seguente difficilissima domanda: "*papà, cosa è il potere?*".

La parola "potere" (come la parola "amicizia" o la parola "amore") è una parola che è relativa ad un concetto astratto: poiché nessuna esperienza sensoriale può aiutarci a specificarne il significato.

Il lettore non si senta troppo orgoglioso della sua appartenenza alla specie umana, credendo di poter affermare che solo gli umani sanno quale sia il significato delle parole che attengono a concetti astratti: come dimostrato inconfutabilmente dagli etologi moderni anche scimpanzé, gorilla e bonobo sanno concepire ed utilizzare concetti astratti, come amicizia, pace ed amore (de Waal (2001)-(2002)). In realtà alcuni primati superiori non umani hanno anche capito **benissimo** cosa sia il potere, visto che arrivano a commettere assassinii per mantenerlo, ed anche cosa sia la cultura e l'innovazione tecnologica. Quest'ultimo punto, particolarmente controverso, è stato chiarito in maniera definitiva dai primatologi solo negli ultimi anni (si consultino ancora i lavori di de Waal): nei gruppi di primati superiori se un individuo dotato scopre un metodo nuovo per risolvere problemi pratici, allora dopo un breve periodo si può constatare che l'innovazione è stata adottata dalla maggior parte degli individui del gruppo. Di regola, infatti, si osserva che solo alcuni vecchi maschi dominanti rifiutano le innovazioni: stiamo parlando di quei vecchi potenti che essendo stupidi non sono capaci di accettarle perché le ritengono pericolose per il loro potere (si vedano, ad esempio, le opere di de Waal per approfondimenti su questo punto o Russon et al. (1996)). Anzi è stato provato che se l'innovazione è molto conveniente essa riesce a passare da un gruppo ad altri gruppi, e che, di passaggio in passaggio, si possono formare "pre-culture" anche nelle società di primati.

Se si cerca di specificare il significato delle parole che si riferiscono a concetti astratti per mezzo di definizioni si può allora tentare di utilizzare parole per definire il significato di altre parole.

Purtroppo, però, il numero di parole il cui significato non è noto viene aumentato e non diminuito dall'uso delle definizioni.

Se, ad esempio, si vuole definire il concetto di **insieme**, di **elemento** e di **appartenenza** per mezzo di definizioni si potrà tentare di dire che

"In un insieme sono raggruppati mentalmente più oggetti individuali distinti, conservando la loro individualità e la loro reciproca distinzione anche dopo aver compiuto il raggruppamento mentale".

La frase riportata sarebbe pure molto suggestiva: infatti è stata concepita da una intelligenza molto comunicativa e feconda: quella di Lucio Lombardo Radice (si veda il suo testo di Algebra Astratta del 1977). Tuttavia, e non poteva essere altrimenti, Lombardo Radice non la introduce come definizione ma solo come strumento per illustrare intuitivamente il significato dei concetti che evoca. Come definizione, infatti, essa non risolverebbe il problema che ci siamo posti: infatti per specificare il significato di tre parole (**insieme**, **elemento** e **appartenenza**) sono state introdotte nel discorso ancora nuove parole (*raggruppati*, *mentalmente*, *oggetti individuali distinti*, *conservando*, *reciproca*).

Insomma per definire tre parole sono state utilizzate almeno altre sette parole. La lista delle parole dal significato non specificato è diventata, nei fatti, più lunga invece di diventare più corta.

Questa circostanza è chiamata da Aristotele "**regressione all'infinito**" della catena delle definizioni.

4.5 Come spezzare la catena delle definizioni che regrediscono all'infinito?

Bisogna individuare una lista di concetti fondamentali il cui significato non è specificato per mezzo di definizioni e trovare un modo efficace per dare loro un significato.

Si è così indotti a distinguere i concetti astratti primitivi dai concetti astratti derivati.

I concetti astratti derivati sono ottenuti per mezzo di definizioni nelle quali appaiono altri concetti astratti.

Ad esempio: nella Geometria Euclidea i concetti astratti di "triangolo", "quadrilatero", "cilindro" sono definiti in termini dei concetti astratti "punto", "retta", "piano", "cerchio".

I concetti primitivi sono concetti astratti il cui significato non è specificabile per mezzo di definizioni.

Si pone di conseguenza la questione successiva:

Come specificare il significato dei concetti astratti primitivi?

4.6 La risposta Platonica

Platone propone un'ontologia "*realista estesa*". Differentemente da quanto fatto da molti filosofi idealisti, che negano in tutto o in parte la possibilità di accedere al mondo reale con i nostri sensi, Platone accetta senz'altro la possibilità di accedere per mezzo di esperienze sensoriali al significato delle parole attinenti a quei concetti che sono relativi agli oggetti materiali.

Tuttavia Platone si spinge molto più in là accettando l'esistenza di una realtà di complessità superiore, alla quale solo la mente umana può accedere: stiamo parlando del **mondo platonico delle idee** o **Iperuranio**.

Ovviamente la stanca tradizione filosofica che vige, talvolta, nelle nostre scuole medie superiori dà della visione platonica del mondo un'immagine da burletta. Un lettore dotato di buon senso si rende conto, al più, che questa tradizione trasmette, senza comprenderlo, un pensiero complesso ma non riesce a dare tutte le informazioni necessarie a capirlo.

Il pensiero platonico, riguardo al problema del significato dei concetti primitivi, può essere così sintetizzato: la mente umana può vivere delle esperienze sensoriali di due tipi.

Il primo tipo di esperienza sensoriale la porta a percepire gli oggetti del mondo materiale: con gli occhi si vedono le foglie, con la mano si toccano gli alberi, con le orecchie si sente il canto degli uccelli.

Il secondo tipo di esperienza sensoriale porta la nostra mente ad accedere ai concetti astratti, e quindi al significato delle parole che li evocano. Un giovane che studia la Geometria, secondo la visione platonica, impara a camminare, con la mente, nel mondo delle idee, mondo la cui realtà è indiscutibile esattamente come quella del mondo materiale.

Insomma la nostra mente avrebbe accesso a due tipi di esperienze sensoriali, di natura diversa, ma egualmente reali: quelle che ci mettono in contatto con gli oggetti materiali e quelle che ci fanno accedere alle idee.

Sperando che gli esperti di filosofia platonica non siano troppo disgustati dall'estrema semplificazione appena proposta (il lettore interessato potrà con profitto leggere quanto ben esposto in Lolli (2002)), si vuole qui ricordare che, sebbene avversata dalla maggioranza degli scienziati antichi e moderni, la risposta platonica al problema della regressione all'infinito nelle definizioni dei concetti astratti è stata considerata valida da alcune delle menti matematiche più eccelse fra quelle prodotte dalla nostra specie: Gödel, forse Einstein e sicuramente Poincaré hanno abbracciato una qualche versione della filosofia platonica.

Purtroppo questa visione, sebbene sicuramente suggestiva, sembra mostrare limiti effettivamente insuperabili: infatti il mondo delle idee, come visto da Poincaré, ha delle proprietà diverse da quelle viste da Einstein o Gödel. Einstein vede un mondo delle idee nel quale la Meccanica Quantistica non esiste, mentre Dirac dichiara di vederci dentro delle funzioni che però non sono funzioni vere, ma funzioni con proprietà che le funzioni non possono avere.

Il principio di autorità, il principio del consenso e forse anche il principio della verità rivelata sono utilizzate troppo spesso dai platonici perché la loro visione della realtà sia accettabile.

Comunque, viste le recenti scoperte degli etologi e dei primatologi, in parte proprio dovute a (ed in parte riferite da) de Waal (vedi Bibliografia) e Russon et al. (1996), bisognerebbe accettare di incontrare nel mondo delle idee molti scimpanzé, bonobo, gorilla, ma anche oranghi e macachi.

Nulla di male: chissà, però, cosa ne penserebbe Gödel di questa "condivisione" fra primati. Sentendosi superiore alla maggioranza degli uomini, per le sue capacità di avere *visioni matematiche* (un particolare tipo di esperienze supersensoriali platoniche), Gödel dovrebbe ammettere che visioni simili, forse solo meno articolate, sono accessibili anche, ad esempio, alla scimmia Yeroen, maschio super-alfa dello zoo di Arnhem. Forse, se fosse ancora viva e se riuscissimo a trovare un modo per intavolare una discussione con un macaco, la femmina Imo, grande innovatrice della "tecnologia" del suo gruppo sociale, potrebbe dirci cosa pensa a proposito della controversa esistenza del mondo delle idee (chi dovesse pensare che questa affermazione sia un po' forzata prima di prendere definitivamente posizione è invitato a consultare Russon et al. (1996)).

4.7 La risposta Aristotelica

Secondo una scuola di pensiero che si vuole far risalire ad Aristotele, il problema della specificazione del significato dei concetti primitivi si risolve nel modo seguente.

- Si stabilisce la lista di concetti primitivi il cui significato deve essere specificato.
- Si stila un elenco di proposizioni nelle quali compaiono solo i concetti primitivi della lista specificata. Ognuna di queste proposizioni è detta **Assioma**.
- Si assume valore di verità "**vero**" per ogni assioma.

In altre parole: **il significato dei concetti primitivi della nostra lista viene specificato assumendo come veri gli assiomi di un precisato elenco.**

Il significato dei concetti primitivi è dato dall'assunta validità di un elenco di loro relazioni reciproche, relazioni che sono stabilite dagli assiomi.

Si noterà che il valore di verità "vero" scelto per gli assiomi non è "dimostrato" né è "dimostrabile". Gli assiomi (si veda la voce corrispondente del Dizionario) sono "scelti" per fissare il significato dei concetti primitivi. Alle parole che si riferiscono ai concetti primitivi è dato **per scelta convenzionale** un significato scegliendo gli assiomi che ne stabiliscono le relazioni reciproche.

Ad esempio: le parole "insieme" ed "appartiene" sono concetti primitivi. Questi concetti appaiono nella lista dei concetti primitivi che è fondamento della Teoria degli Insiemi. Le proposizioni che saranno elencate nella sezione successiva, cioè gli Assiomi di Zermelo-Fraenkel, stabiliscono delle relazioni fra gli introdotti concetti primitivi. Il significato della parola "insieme" ed "appartiene" viene specificato, con quello delle parole "vuoto", "per ogni", "coppia", "parti" ed "unione", dalla richiesta che gli Assiomi di Zermelo-Fraenkel siano veri.

Cambiare qualche assioma in un dato elenco di assiomi è equivalente a cambiare il significato dei concetti primitivi da essi definiti.

La scelta degli assiomi, che per sua natura è convenzionale, è quindi una scelta fatta semplicemente per fissare una possibile base del discorso razionale, che servirà come strumento logico necessario al metodo scientifico.

Unica restrizione alla quale questa scelta, altrimenti del tutto arbitraria, deve sottostare è **la richiesta di non contraddittorietà** degli assiomi.

È, infatti, naturale, e così ovvio che nessuno può mettere in discussione questo punto, che una lista di assiomi non può includere una certa proposizione insieme alla sua negazione. Inoltre da una lista di assiomi non si deve neppure poter dedurre, utilizzando regole di deduzione consentite, una proposizione e la sua negazione. Queste due restrizioni da imporre sulla scelta dell'elenco degli assiomi, formulate in epoca moderna da David Hilbert all'atto della formulazione del suo famoso programma di fondazione rigorosa della scienza moderna, rappresentano esattamente la citata richiesta di non contraddittorietà.

È chiaro che nessuno voglia basare il discorso razionale su concetti primitivi il cui significato è caratterizzato da assiomi contraddittori. Infatti, assiomi contraddittori non significano nulla, visto che da essi si può dimostrare ogni proposizione: si ricordi che dalla tavola di verità dell'implicazione si può evincere che da una ipotesi falsa si può dedurre una qualsiasi proposizione. Concetti primitivi che verificano un sistema di assiomi contraddittorio verificano ogni proposizione che si possa formulare con essi: quindi non può esserci nessun significato per tali concetti.

Coloro che si sono ispirati alla visione Aristotelica qui riportata si sono divisi in più scuole, le più notevoli delle quali sono quella dei Formalisti e quella dei Logicisti, ma una discussione delle differenze fra queste scuole, come il tentativo di approfondire meglio il problema dello studio della non contraddittorietà di un sistema di assiomi, ci porterebbe troppo lontano.

4.8 La disputa fra Matematici Platonisti e Matematici Aristotelici

Esistono anche altre scuole di pensiero oltre a quelle le cui posizioni sono state appena abbozzate. Chi fosse interessato ad un quadro più dettagliato delle filosofie della matematica fino ad ora prodotte nella storia del pensiero matematico può consultare la già citata opera di Lolli (2002).

Tuttavia si deve riferire che quella fra i matematici platonisti ed i matematici aristotelici è una disputa che è iniziata in lingua greca fra il IV ed il III sec. a.C. e non si è mai sopita.

Vale la pena riportare qui una battuta semiseria che si è diffusa velocemente fra i matematici della seconda metà del novecento: *"I matematici sono platonisti nei giorni di lavoro e formalisti la domenica, sul sagrato della chiesa"*.

Come dire che, sebbene l'ortodossia matematica richieda di accettare la posizione Aristotelica, in realtà i matematici lavorano *come se* la visione platonista fosse quella giusta. Insomma i matematici vedrebbero il loro piuttosto come un lavoro di scoperta di realtà esistenti al di fuori della loro mente piuttosto che come un lavoro di invenzione di concetti astratti da utilizzare come modelli per i fenomeni reali.

Forse la battuta è stata elaborata solo per confortare matematici in crisi di identità ma forse essa è sintomo di una necessità psicologica più profonda.

Sta di fatto che durante tutto il medioevo – ma anche in altre epoche – la Geometria Euclidea, forse la prima Teoria logico-deduttiva formulata nello spirito Aristotelico, è stata reinterpretata (e modificata nella sua struttura espositiva) in chiave platonica (Russo (2006)).

La parola Assioma è stata, spesso, forzata a significare *"verità auto-evidente"* o *"verità così evidente da non poter essere discussa"*. Ancora più spesso si è creduto di poter dare un'interpretazione empirista all'intero processo di specificazione dei significati per mezzo di un elenco di Assiomi: constatare la loro verità sarebbe il risultato di una visita nel mondo delle idee finalizzata a compiere una serie di prove *sperimentali!*

D'altra parte chiunque abbia insegnato a parlare ad un bambino si è reso conto di quale sia l'unico metodo veramente efficace: usare una piccola lista di parole per formare una ristretta lista di frasi, da ripetere continuamente (per questa ragione un bambino deve rivedere i suoi primi cartoni animati mille volte!). Le prime parole che gli saranno insegnate si riferiranno a concetti attinenti ad oggetti reali, che verranno portati all'attenzione del bambino, facendogli vivere esperienze sensoriali. Successivamente, aiutandosi con parole il cui significato è stato già compreso, si passerà a costruire frasi nelle quali appaiono poche parole nuove, il cui significato sarà determinato dalla relazione reciproca delle parole nuove con le parole il cui significato è già noto, relazione che viene fissata nelle frasi via via formulate.

Si noterà che quello delle frasi illustrative il significato delle parole e quello delle definizioni del significato di parole complesse per mezzo di frasi nelle quali appaiono parole più semplici è anche il metodo utilizzato in un qualsiasi dizionario, che, però, indulge inevitabilmente nel peccato del ragionamento circolare: definisce, ad esempio, "potere" come "potestà" e viceversa.

Il metodo usato per i bambini si è rivelato efficace anche per insegnare un linguaggio simbolico ad alcuni scimpanzé (si veda ad esempio Fouts (1999)).

Sembra evidente che il metodo aristotelico di assegnazione del significato dei concetti primitivi sia molto simile a quello utilizzato da ogni genitore per insegnare la lingua madre al suo bambino.

La visione platonica è evidentemente molto più semplice da spiegare e da far comprendere a non matematici, dato che quella aristotelica può essere compresa veramente solo imparando una qualche Teoria matematica.

Non è quindi un caso che il platonismo sia molto più popolare in epoche nelle quali, come il medioevo, la cultura matematica è in fase di declino. Inoltre non meraviglia che Euclide, durante un periodo di grande fioritura delle scienze, abbia prodotto un testo di Geometria da utilizzare nel percorso formativo di tutti gli intellettuali: solo vedendo in tutti i dettagli come si costruisce un particolare sistema di assiomi si può capire in profondità quale sia la vera forza del metodo assiomatico.

D'altro canto il platonista ha delle **visioni** e le comunica, con grande convinzione, al profano. Si può quindi affermare che il platonismo fa leva sul più rodato metodo di trasmissione delle informazioni nei gruppi dei primati: quello che si basa sul principio di autorità.

L'autore, a questo proposito, ricorda sempre quando durante i suoi studi liceali, il giorno dopo una magnifica lezione di fisica sulla cinematica relativista impartita dalla sua competente professoressa, il suo compagno "*primo della classe*" entrò in aula annunciando solennemente: "Ieri notte ho finalmente visto la quarta dimensione". Qualcuno sembrò dargli credito, fino a quando la professoressa scoppiò in una sonora risata e spiegò alla classe che lei non aveva mai creduto ai platonisti: nessuno può vedere la quarta dimensione!

Che si voglia assumere una posizione platonista o aristotelica si ammetterà che è **grande il debito che l'umanità ha nei confronti della cultura ellenistica.**

Gli antichi scienziati hanno elaborati gli unici metodi efficaci per risolvere il problema della regressione all'infinito delle definizioni e ci hanno tramandato un lascito che ha reso possibile la nascita ed alimentato lo sviluppo della scienza e della tecnologia moderne.

È per questa ragione che ha senso affermare che tutte le società moderne sono eredi di quella ellenistica.

Per molti anni, prima che molti innovatori avventati decidessero di fare altrimenti, le questioni che abbiamo affrontato nelle pagine precedenti sono state oggetto degli studi di qualsiasi giovane che aspirasse ad un qualsiasi lavoro intellettuale. Una realistica, ma per qualcuno ovviamente controversa, risposta alla domanda "*dove sta andando la scuola?*" è data da Russo (1998).

Il metodo scientifico, e lo sviluppo di ogni tipo di pensiero razionale, si basa sulla soluzione tradizionalmente attribuita ad Aristotele dei problemi logici e di metodo che abbiamo discussi.

Si noti, però, che anche i platonisti partecipano a quel grande sforzo di formulazione e sviluppo di Teorie che rende possibile il progresso umano: quando un sistema di assiomi è particolarmente utile, subito dopo la sua invenzione, esso solitamente viene **scoperto nel mondo delle idee** da qualche platonista che comunica la sua visione agli altri platonisti. Ad onor del vero, succede anche che qualche platonista si autosuggerzioni al punto di credere di aver scoperto quello che ha semplicemente inventato.

Quale che sia il fenomeno sociale che la rende possibile, bisogna dire che la collaborazione fra platonisti ed aristotelici si è rivelata sempre possibile e fruttuosa.

4.9 Importante avvertenza: la Teoria che parla di Teorie

Nel prelude si è cominciato a sviluppare una Teoria, la Semantica, in cui delle parole sono state utilizzate per stabilire quale sia il significato di altre parole. In particolare si è parlato, più di una volta, della parola "vero" o della parola "falso". La Semantica è una Teoria che ha per oggetto le parole ed i loro significati: ed usa parole per parlare di parole.

Nelle pagine precedenti si è discusso di come si costruisce una generica Teoria, dando i fondamenti di una Teoria che ha come oggetto di studio le Teorie. Per sottolineare l'esistenza di una gerarchia "logica" Tarski usa per indicare una tale Teoria il termine "Metateoria".

Il lettore avvertito si sarà certamente preoccupato perché, ad esempio, mentre si discuteva del concetto primitivo "vero" si è sviluppato un ragionamento e si è concluso che si può accettare una data affermazione. Oppure si è detto che accettare una certa tavola di verità comportava accettare come conseguenza un'altra tavola di verità, proprio mentre si cercava di definire il concetto primitivo "implica".

Tutti i precedenti giri di parole non evitano, ma solo nascondono, un pericoloso processo autoreferenziale che potrebbe essere intrinsecamente contraddittorio.

Nel seguito si pronuncerà la parola "tre" prima di definire il concetto primitivo di "numero naturale", oppure, pudicamente, si parlerà di elenco (o sistema) di assiomi e non di "insieme" di assiomi. Ovviamente usare la parola insieme mentre si definisce il concetto di insieme può apparire intrinsecamente pericoloso: potrebbe voler dire che un insieme è un insieme, punto e basta (abbracciando, in definitiva una visione platonista).

La questione è complessa e non deve essere elusa.

A questo tipo di considerazioni sui pericoli dell'autoreferenzialità e su quelli impliciti nell'uso di ragionamenti circolari (ragionamenti nei quali si usa un dato concetto per definire il significato dello stesso concetto) sono arrivati tutti quelli con i quali si siano posti seriamente il problema di capire veramente i fondamenti della matematica: in generale queste considerazioni sono fatte, prima o poi, da ogni studente serio. Se poi a questo studente è stata presentata l'Antinomia di Epimenide allora è quasi automatica una reazione di sospetto riguardo alla solidità logica delle considerazioni matematiche che stiamo cercando di presentare qui.

La risposta a questo tipo di obiezioni è stata data in maniera precisa da Giuseppe Peano e da Alfred Tarski, due delle più profonde menti matematiche del novecento.

Il lettore non deve confondere il Metalinguaggio (cioè un linguaggio usato per parlare di un altro linguaggio) e la Metateoria con il Linguaggio e con la Teoria.

Se si usa un Metalinguaggio semplicissimo ed una Metateoria semplicissima per costruire linguaggi e teorie più complesse si sta riducendo l'analisi di una struttura logica complessa all'analisi di una struttura logica meno complessa.

Introdurre le Tavole di verità, ad esempio, significa ridurre l'analisi complessa di un concetto difficile, come quello, ad esempio, di "proposizione vera" allo studio di tabelle di due lettere "V" ed "F". Si può quasi dire che il concetto astratto di verità sia così ridotto ad un concetto attinente al mondo reale delle macchie di inchiostro tracciate su di un foglio.

La metateoria deve essere sempre più semplice della teoria che viene costruita con essa.

Peano e la sua scuola, ancora più di Tarski, ci insegnano poi ad evitare, nella costruzione delle teorie più fondamentali, come la Semantica e la Teoria degli Insiemi, ogni forma di metalinguaggio e di metateoria.

I testi di Peano che vogliono fondare la matematica sono semplici successioni di simboli, il cui significato viene via via specificato con assiomi, senza mai pronunciare una parola nel metalinguaggio.

Sebbene un testo del genere possa sembrare illeggibile, esso è sicuramente più semplice di un altro nel quale siano maldestramente mescolati un Metalinguaggio ed un linguaggio, o peggio una Metateoria ed una Teoria.

Proprio come un bambino (o la scimmia Washoe, si veda Fouts (1999)) impara a parlare, partendo da una situazione nella quale non conosce il significato di nessuna parola, cominciando ad usare parole semplici in frasi semplici così Peano vuole iniziare alla matematica, cioè al più rigoroso discorso astratto umano, per passi successivi. La sua strategia è semplice: definisce, via via, i concetti astratti primitivi e mostra il loro uso ed il loro significato formando le affermazioni più fondamentali, cioè gli assiomi. Successivamente, utilizzando delle regole logiche di deduzione ben precisate e caratterizzate, deduce teoremi a partire dagli assiomi.

Il linguaggio utilizzato dagli scienziati viene così conquistato attraverso una catena di assiomi, definizioni e teoremi.

Con tutti i limiti, che pure sono stati scoperti numerosi, del metodo assiomatico, la costruzione della matematica, e quindi di ogni linguaggio razionale, procede esattamente come concepito da Peano.

È in questo senso che l'esposizione presentata in questo saggio è informale: la costruzione delle Teorie matematiche è accompagnata da spiegazioni, intuitive, formulate in quel particolare metalinguaggio che è la lingua italiana.

Il lettore può e deve tentare un utile esercizio: riconoscere i concetti primitivi, isolare tutti gli assiomi in cui appaiono tali concetti, assiomi che sono introdotti per specificarne il significato, e cancellare tutte le parole che sono state qui introdotte per accompagnare la presentazione (usando il linguaggio naturale come Metalinguaggio) allo scopo di renderla meno scarna.

Nelle presentazioni didattiche della matematica si trova una varietà di scelte che oscillano fra due estremi: alcuni scelgono di limitare l'uso del Metalinguaggio al massimo, fino a tendere alla situazione limite nella quale esso non è utilizzato per nulla, altri indulgono nell'uso continuo di spiegazioni intuitive e metamatematiche che, talvolta, invece di illuminare i significati finiscono per oscurarli.

Da un lato c'è chi preferisce evitare il rischio di essere considerato poco rigoroso e di essere accusato del reato di commessa antinomia ed autoreferenzialità: quelli che appartengono a questa scuola parlano e scrivono poco, commentano pochissimo e giustificano le loro scelte di presentazione per nulla. Ovviamente il lettore profano è terrorizzato da tanto rigore e non riesce, almeno al primo impatto, ad apprezzarne il valore, che è enorme.

Infatti, queste esposizioni mostrano che è possibile costruire in maniera precisa un linguaggio rigoroso utilizzando il metodo assiomatico aristotelico.

E si noti bene che sebbene non sia possibile escludere che in una qualche parte della matematica ci siano in agguato antinomie nascoste (si veda Hatcher (1973)), nessuna contraddizione, nessuna autoreferenzialità e nessun ragionamento circolare è stato ancora scoperto in tutta l'enorme mole di Teorie matematiche che sono state sviluppate dal III secolo a.C. fino ad ora.

L'autore è stato educato allo studio della matematica da un testo di analisi matematica scritto (Cafiero-Zitarosa (1978)) seguendo l'impostazione appena descritta: all'inizio ha odiato molto chi aveva concepito quello che sembrava solo un modo raffinato per torturare gli studenti, ma successivamente è stato molto grato a chi, imponendogli questo tipo di educazione, lo ha messo in grado di capire la vera natura della matematica.

Da un altro lato c'è chi indulge in spiegazioni metalinguistiche, tenta di far capire il perché di certe scelte assiomatiche e cerca di indicare quali percorsi si sono rivelati vicoli ciechi e quali percorsi sono stati fruttuosi per l'avanzamento della conoscenza matematica.

I paladini di questa seconda scuola spesso indulgono in affermazioni ambigue ed imprecise, che sono causa di infiniti fraintendimenti ed equivoci. Equivoci di comprensione che portano poi talvolta a perdere completamente il controllo del formalismo matematico utilizzato: formalismo matematico che, se impiegato senza competenza, diventa un vuoto gioco di parole.

In questo saggio si è tentato un compromesso fra le due scelte: nell'Appendice IV è dato un esempio di esposizione alla Peano.

4.10 Insiemi e sottoinsiemi, appartenenza ed inclusione

Il significato delle espressioni

- **Per ogni x**,
(questa espressione è denotata con il simbolo “ $\forall x$ ”, il simbolo “ \forall ” è detto anche **quantificatore universale** mentre il simbolo “x” è detto **variabile**, quando necessario introdurremo anche altre variabili utilizzando lettere minuscole “y,z,...”)
- **Insieme**
(questa espressione può essere denotata con lettere maiuscole “A,B,C...”, ogni lettera maiuscola è detta **costante**, oppure con una variabile)
- **Appartiene**
(denotata con il simbolo “ \in ”)
- **Insieme vuoto**
(denotato con il simbolo “ \emptyset ”).
- **Insieme coppia**
(fissate le variabili x ed y denoteremo l'insieme coppia formato da essi con il simbolo “ $\{x,y\}$ ”)
- **Insieme delle Parti**
(fissata la variabile x denoteremo l'insieme delle parti di x con il simbolo “ $P(x)$ ”)
- **Insieme Unione**
(fissato l'insieme x denoteremo l'unione dei suoi elementi con il simbolo “ $\bigcup_{w \in x} w$ ”)

deve essere specificato per mezzo di assiomi.

In altre parole:

i concetti corrispondenti alle espressioni introdotte sono primitivi nella Teoria degli Insiemi.

Il linguaggio che stiamo inventando ha alcuni simboli primitivi che possono essere combinati per formare affermazioni ben formulate (o formule ben formate, che abbrevieremo in fbf).

I simboli del nostro linguaggio sono:

- le lettere minuscole “x, y, z, ...”,
- le lettere maiuscole “A, B, C, ...”,
- i simboli logici “ $\sim, \leftrightarrow, \Rightarrow, \forall, \wedge, \vee$ ”,
- le parentesi “()”,
- le lettere funzionali insiemistiche “P, {, }, U”
- la lettera predicativa insiemistica “ \in ”.

Definizione. Termini atomici, Termini e Formule Atomiche della Teoria degli Insiemi. Ogni costante utilizzata per denotare un insieme ed ogni variabile utilizzata dopo un quantificatore universale è un **termine atomico**. Se t ed s sono termini (in particolare termini atomici) le espressioni del tipo

$$P(t), \{t,s\}, \bigcup_{w \in t} w$$

sono esse stesse dei **termini**.

Sono dette **Formule Atomiche** formule del tipo “ $t \in s$ ” dove t ed s sono termini. La sintassi delle formule atomiche è semplice:

termine – lettera predicativa – termine.

La precedente definizione ci insegna a costruire tutti termini in maniera corretta: essa è, infatti, una definizione costruttiva. Partiamo dai termini atomici: applicando un numero finito di volte ed in un ordine qualsiasi, anche eventualmente ripetendole, le tre lettere funzionali possiamo costruire il generico termine. Ad esempio sono termini le seguenti espressioni:

$$\left\{ \bigcup_{x \in \{P(z), P(y)\}} x, P(w) \right\} \quad \bigcup_{x \in P(y)} x \quad \left\{ P(P(\bigcup_{w \in x} w)), y \right\}.$$

Definizione. Formule ben Formate. Le formule atomiche sono formule ben formate (fbf). Se A e B sono fbf (formule ben formate) allora sono formule ben formate anche le seguenti altre:

$\sim A$	$A \wedge B$	$A \vee B$
$A \leftrightarrow B$	$A \Rightarrow B$	$(\forall x)(A)$

Il lettore avrà notato come nelle definizioni precedenti nel linguaggio della Teoria degli insiemi sono stati introdotti i due simboli: “ (,)”. Le parentesi devono circondare una formula ben formata quando questa formula sia utilizzata per costruire, secondo le regole specificate, nuove fbf e sono usate quando è necessario raggruppare i termini che appaiono in una formula. L'espressione (che il lettore ha appena incontrato per la prima volta)

$$(\forall x)(\mathcal{A})$$

si legge: *per ogni x vale la formula A*.

La formula \mathcal{A} , che è stata racchiusa da due parentesi, viene detta **campo di azione del quantificatore universale** che la precede.

Definizione. Occorrenze libere e vincolate di una variabile logica. Sia \mathcal{B} una formula ben formata. Se x è una variabile logica che appare in \mathcal{B} come la variabile di un quantificatore universale si dice che x occorre in \mathcal{B} come variabile vincolata, o anche che x è una variabile vincolata in \mathcal{B} . Altrimenti si dice che x è una variabile libera in \mathcal{B} o che occorre in \mathcal{B} come variabile libera.

Definizione. Quantificatore Esistenziale. Introduciamo qui un nuovo simbolo del nostro linguaggio. Per brevità la seguente fbf

$$\sim((\forall x)(\sim\mathcal{A}))$$

verrà scritta così

$$(\exists x)(\mathcal{A}).$$

Inoltre sarà talvolta utile utilizzare al posto della seguente fbf

$$((\forall x)(\sim\mathcal{A}))$$

la seguente altra

$$(\nexists x)(\mathcal{A}).$$

Abbiamo appena fissate le regole di sintassi del nostro linguaggio, specificando come si costruiscono i termini e le formule ben formate. Si deve ora stabilire quali fbf sono assiomi, cioè quali fbf sono *scelte* con valore di verità “vero”.

Il significato dei concetti primitivi della Teoria degli Insiemi viene specificato per mezzo dell'elenco di assiomi che esibiremo nelle prossime pagine.

Inoltre bisogna imparare a costruire le fbf che si possono dedurre logicamente dagli assiomi: in altre parole bisogna introdurre le regole di deduzione logica il cui uso è consentito.

Infatti, il metodo assiomatico si basa sulla seguente procedura:

- Si stabiliscono i simboli del linguaggio, e le regole sintattiche per costruire fbf.
- Si sceglie un dato elenco di fbf come assiomi: essi specificano il significato dei simboli introdotti.
- Successivamente si stabiliscono le regole di deduzione logica che possono essere usate per costruire i Teoremi, cioè le formule ben formate che sono conseguenza logica degli assiomi.

Si noti che nell'ambito della Teoria degli Insiemi le proposizioni, cioè le affermazioni a cui si può dare valore di verità, devono essere formule ben formate.

Auspiciabilmente **le regole cui ci si riferisce nell'ultimo fra i punti elencati non devono essere in contraddizione gli assiomi della Semantica**, cioè con le richieste definitorie che specificano il significato delle parole “vero”, “falso” e “proposizione”, insieme a quello delle parole “ \sim ”, “ \leftrightarrow ”, “ \Rightarrow ”, “ \forall ”, “ \exists ”.

In primo luogo già nella scelta della lista di assiomi della Teoria degli Insiemi bisogna fare molta attenzione a non confliggere con gli assiomi della Semantica.

Se, ad esempio, si accetta come assioma la formula \mathcal{A} , nell'elenco degli assiomi non potrà essere aggiunta la formula $\sim\mathcal{A}$. Questa richiesta può essere facilmente soddisfatta.

In secondo luogo bisogna essere sicuri che se alcune formule sono vere e se da esse, con le specificate regole di deduzione, si costruiscono nuove formule anche queste ultime sono vere.

Infine bisogna assicurarsi che dallo scelto sistema di assiomi non possa dedursi una contraddizione, cioè che da esso non possa dedursi una formula e la sua negazione. Questa

richiesta, sebbene naturale, si rivela in generale molto difficile da controllare: per ben poche Teorie matematiche si può affermare di essere sicuri che non siano contraddittorie (riguardo a questo punto il lettore interessato consulti Hatcher (1973)).

L'analisi, cui si è solamente accennato nei capoversi precedenti, che è necessaria per assicurarsi che un elenco di assiomi non sia in conflitto con il significato dei concetti di "vero" e "falso", come determinati dai più fondamentali assiomi della Semantica, è stata sviluppata da Tarski (1956).

Gli assiomi sono fbf che si assumono vere e che stabiliscono delle relazioni definitorie fra i concetti primitivi che occorrono in esse.

Per comodità **distingueremo gli assiomi in due gruppi: i primi sono detti assiomi logici, i secondi sono specifici della Teoria degli Insiemi.**

Questa distinzione è molto antica: negli Elementi di Euclide, nei quali si fonda la Geometria con il metodo assiomatico, gli assiomi logici sono distinti da quelli specifici riguardanti gli enti geometrici (Russo (2006)).

La tradizione medioevale ci ha tramandato delle versioni della logica ellenistica molto corrotte: tuttavia Russo (2006), con argomentazioni convincenti, riesce a dedurre che la logica formale ellenistica era già molto avanzata e molto più simile a quella moderna di quanto si è creduto per lungo tempo. Probabilmente la prima formulazione di almeno alcuni fra gli assiomi logici che seguono è dovuta a Crisippo. Fra i matematici moderni che hanno rifondato la logica formale ricordiamo Peano, Russell, Whitehead, Skolem ed Hilbert.

Subito dopo aver elencato gli assiomi logici daremo le regole che permettono di calcolare da tutti gli assiomi (sia quelli logici che quelli specifici della Teoria degli Insiemi) altre fbf vere. Ribadiamo che una formula ben formata calcolata a partire dagli assiomi applicando le consentite regole di deduzione è detta Teorema.

Gli assiomi che seguono specificano il significato dei simboli logici.

4.11 Assiomi logici

4.11.1 Lista di assiomi "Calcolo delle Proposizioni"

Se \mathcal{A} , \mathcal{B} e \mathcal{C} sono delle fbf si accettano sempre come vere le seguenti fbf

- $(\mathcal{A} \vee \mathcal{A}) \Rightarrow \mathcal{A}$
- $\mathcal{A} \Rightarrow (\mathcal{A} \vee \mathcal{B})$
- $(\mathcal{B} \vee \mathcal{A}) \Rightarrow (\mathcal{A} \vee \mathcal{B})$
- $(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{C}) \Rightarrow ((\mathcal{A} \vee \mathcal{B}) \Rightarrow (\mathcal{C} \vee \mathcal{B}))$
- $((\sim \mathcal{B} \Rightarrow \sim \mathcal{A}) \Rightarrow ((\sim \mathcal{B} \Rightarrow \mathcal{A}) \Rightarrow \mathcal{B}))$

Il lettore calcolerà le tavole di verità degli assiomi appena elencati e scoprirà che essi sono delle tautologie: questo significa che queste fbf hanno sempre valore di verità \vee indipendentemente dal valore di verità delle fbf che le compongono. È anche facile convincersi della ragionevolezza degli assiomi proposti (che sono sostanzialmente stati elaborati da Hilbert: la presentazione qui proposta è, in realtà, una semplificazione della versione originale).

A questo scopo, ad esempio, basta leggere, nel linguaggio naturale, le formule scelte come assiomi. La prima, ad esempio, si può enunciare dicendo che "se è valida la proposizione \mathcal{A} oppure se è valida la proposizione \mathcal{A} allora si deduce che è valida la proposizione \mathcal{A} ".

Non si deve credere che affermare il primo assioma sia un inutile spreco di risorse intellettuali: se non si conosce *a priori* il significato delle parole "proposizione, oppure, implica" allora è molto importante specificarne le relazioni reciproche per mezzo degli assiomi introdotti!

Similmente il lettore si dovrà persuadere della fondatezza, magari con una visita nel mondo delle idee, degli altri assiomi.

Leggere l'ultimo può essere molto istruttivo:

Supponiamo di aver stabilito che "non \mathcal{B} implica non \mathcal{A} " e "non \mathcal{B} implica \mathcal{A} " sono formule valide allora deve essere valida anche \mathcal{B} .

4.11.2 Lista di assiomi “Calcolo dei Predicati”

Sia \mathcal{A} una fbf nella quale la variabile x non ha nessuna occorrenza libera. La seguente fbf è accettata come vera:

- $(\forall x)(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \Rightarrow (\mathcal{A} \Rightarrow (\forall x) \mathcal{B})$

Sia \mathcal{A} una fbf e sia la variabile x libera in \mathcal{A} . Sia la fbf \mathcal{B} costruita a partire da \mathcal{A} sostituendo la variabile y , che non appare già nella fbf \mathcal{A} , sempre al posto della variabile x . Sia la fbf \mathcal{C} costruita a partire da \mathcal{A} da sostituendo un termine generico sempre al posto della variabile x . Le seguenti fbf sono accettate come vere:

- $(\forall x)(\mathcal{A}) \Rightarrow (\forall y)(\mathcal{B})$
- $(\forall x)(\mathcal{A}) \Rightarrow \mathcal{C}$.

4.12 Regole Primitive di Inferenza

Il lettore dovrebbe considerare che con le regole che stiamo per formulare si possono dedurre dagli assiomi logici e da quelli della Teoria degli Insiemi tutti i Teoremi che sono stati dimostrati in matematica.

- **Regola di Scambio Definizionale**
Consideriamo la tautologia $\mathcal{A} \Leftrightarrow \mathcal{B}$. Sia \mathcal{C} una fbf nella quale appare la formula \mathcal{A} . Se \mathcal{C} è un assioma oppure è un teorema allora la formula \mathcal{D} , ottenuta rimpiazzando in \mathcal{C} tutte le occorrenze di \mathcal{A} con \mathcal{B} , è nell'elenco dei teoremi.
- **Regola di Modus Ponens**
Quando le fbf \mathcal{A} e $\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}$ sono nell'elenco degli assiomi e dei teoremi e a questo elenco si può aggiungere la fbf \mathcal{B} .
- **Regola di Generalizzazione**
Sia x una variabile e sia \mathcal{A} un assioma o un teorema. La formula $(\forall x)(\mathcal{A})$ si può aggiungere nell'elenco dei teoremi.

Le regole primitive di inferenza che abbiamo elencato conservano il valore di verità: se applicate a fbf vere producono fbf vere.

Questa circostanza può semplicemente essere controllata considerando le tavole di verità dell'equivalenza logica e dell'implicazione, per quanto riguarda le prime due. Più riposta è l'analisi della trasmissione del valore di verità per la regola di generalizzazione. Il lettore interessato è invitato a consultare, ad esempio, Mendelson (1972).

4.13 Intermezzo: Calcolo delle Proposizioni

In questo Capitolo vogliamo studiare gli assiomi che specificano contemporaneamente il significato di molti concetti primitivi: quelli che abbiamo elencati all'inizio della sezione. Tuttavia, come notato esplicitamente per la prima volta da Frege e da Hilbert, è possibile costruire un sistema di assiomi “ridotto” che specifica il significato dei concetti della seguente lista più ristretta:

- Proposizione, cioè affermazione cui può attribuirsi valore di verità,
- “ $\sim, \Rightarrow, \forall$ ”.

Nel Calcolo delle Proposizioni si identificano le proposizioni con le formule ben formate che si costruiscono come segue:

- Una fbf atomica è formata da una lettera (solitamente si usano dei caratteri specifici per indicare le fbf atomiche: in questo testo si usano a questo fine i caratteri CAMBRIA MATH ESTESI “ $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}, \dots, \mathcal{W}, \mathcal{X}, \mathcal{Y}, \mathcal{Z}$ ”).

- Se \mathcal{A} e \mathcal{B} sono fbf allora le seguenti sono anch'esse fbf:

$\sim\mathcal{A}$	$\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}$	$\mathcal{B} \vee \mathcal{A}$
-------------------	---------------------------------------	--------------------------------

Le formule atomiche, nel Calcolo delle Proposizioni, consistono in lettere che indicano proposizioni: ad esempio \mathcal{A} , \mathcal{B} . A partire da formule atomiche ed utilizzando ripetutamente i connettivi logici “ \sim, \Rightarrow, \vee ” si ottengono tutte le formule ben formate.

Già Aristotele nei suoi testi di logica introduce variabili (come le nostre lettere “ $\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C}, \dots, \mathcal{W}, \mathcal{X}, \mathcal{Y}, \mathcal{Z}$ ”) i cui valori sono affermazioni a cui si può attribuire valore di verità. Il vantaggio che si ottiene con questa astrazione è enorme. Si consideri ad esempio la seguente tautologia (che è chiamata **Regola della Contronominale**):

$$(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \Leftrightarrow (\sim \mathcal{B} \Rightarrow \sim \mathcal{A}).$$

Riconoscere che questa fbf è una tautologia significa riconoscere che la proposizione che abbiamo costruita, a partire dalla **generica** fbf \mathcal{A} e dalla **generica** fbf \mathcal{B} , è sempre vera, indipendentemente dal valore di verità delle proposizioni costituenti. La regola della contronominale è una verità logica, cioè una proposizione che è vera indipendentemente dal valore di verità delle proposizioni costituenti: in tutti i mondi possibili date una proposizione \mathcal{A} ed una proposizione \mathcal{B} , si riesce a dimostrare che la prima implica la seconda se e soltanto se la negazione della seconda implica la negazione della prima. La regola della contronominale **non deve essere verificata sperimentalmente**: il suo valore di verità è conseguenza delle scelte assiomatiche che abbiamo fatte per specificare il significato delle parole “non, implica, se e solo se, proposizione, vero, falso”.

È importante capire che alcune proposizioni hanno valore di verità “vero” indipendentemente dal valore di verità delle proposizioni costituenti: tali proposizioni quelle che sono state chiamate dai logici medioevali “verità logiche” e da quelli moderni “tautologie”.

Per tutte le proposizioni il cui valore di verità non è determinabile utilizzando solo i metodi della logica bisogna “interrogare la natura” facendo ricorso all’esperienza:

“È sciocchezza il cercar filosofia che ci mostri la verità di un effetto meglio che l’esperienza e gli occhi nostri”

Galileo Galilei, Opere, ed. Naz. Vol.IV.

Il metodo scientifico parte dallo studio della logica, costruisce il “discorso razionale” Galileiano in maniera rigorosa, si munisce di tutte le parole che specificano i concetti astratti necessari, degli assiomi che specificano il significato dei concetti primitivi, delle verità logiche che possono essere dimostrate e successivamente attacca il problema della descrizione del mondo, formulando Teorie che congetturano la verità di alcune proposizioni (I Postulati della Teoria) e confrontando le previsioni della Teoria con i risultati ottenuti da prove sperimentali.

Ritorniamo al Calcolo delle Proposizioni.

Ad esempio se \mathcal{A} e \mathcal{B} sono formule ben formate allora lo sono anche le seguenti:

- $\sim(\mathcal{A} \Rightarrow \sim\mathcal{B})$
- $(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \vee (\mathcal{A} \Rightarrow \sim\mathcal{B})$.

Il lettore è invitato a calcolare la tavola di verità delle due formule che sono state appena introdotte: è facile verificare che la seconda è una tautologia.

I seguenti concetti possono essere rivisti come concetti derivati nel Calcolo delle Proposizioni:

- “ \Leftrightarrow, \wedge ”

Infatti la formula

- $\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}$

può essere riguardata un modo breve per scrivere la formula

- $\sim(\mathcal{A} \Rightarrow \sim\mathcal{B})$

Mentre la formula

- $\mathcal{A} \Leftrightarrow \mathcal{B}$

può essere riguardata un modo breve per scrivere la formula

- $(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \wedge (\mathcal{B} \Rightarrow \mathcal{A})$.

Se le definizioni introdotte non dovessero risultare immediatamente naturali, ci si può convincere della loro sensatezza semplicemente calcolando le tavole di verità delle formule precedute dal quadratino.

Gli assiomi che si usano per specificare il significato dei concetti primitivi che abbiamo elencati sono quelli della precedente Lista di assiomi del Calcolo delle Proposizioni.

Le regole che si considerano lecite per dedurre correttamente formule ben formate dagli assiomi sono Modus Ponens e Scambio Definizionale. Una formula ben formata che può essere dedotta (cioè **calcolata**) dagli assiomi del Calcolo delle Proposizioni per mezzo delle regole di inferenza è detta **teorema**.

Con quello che è stato appena detto si è fissata la **sintassi** del Calcolo delle Proposizioni.

Per indicare che la fbf A appare nella lista degli assiomi oppure nella lista dei teoremi useremo la notazione

$$\vdash A.$$

La **semantica** del Calcolo delle Proposizioni è stata esposta nel Capitolo II, nel quale ai concetti primitivi "Proposizione, \sim, \Rightarrow, \vee " sono stati aggiunti i concetti primitivi "Vero, Falso". Il legame fra questi ultimi ed i primi è stato individuato nelle tavole di verità. Come è stato già osservato le regole di inferenza che abbiamo introdotte applicate a proposizioni vere conducono a proposizioni vere: in altre parole le regole di inferenza applicate a proposizioni vere producono proposizioni vere. È stato già notato che gli assiomi introdotti da Hilbert sono tautologie, cioè proposizioni sempre vere, indipendentemente dal valore di verità delle proposizioni costituenti: possiamo allora concludere che tutti i teoremi del Calcolo delle Proposizioni sono tautologie.

Quindi la sintassi che abbiamo introdotta, cioè le regole di calcolo (!!) dei teoremi a partire dagli assiomi utilizzando le regole di inferenza, è compatibile con la semantica che fu introdotta con le tavole di verità dei connettivi logici.

Si pone ora un problema di grande importanza:

Esistono tautologie che non sono teoremi?

In altre parole:

se tutti i teoremi sono tautologie, perché gli assiomi sono tautologie e perché le regole di deduzione conservano la verità delle proposizioni, allora esistono tautologie che non sono teoremi?

Il lettore è invitato, per apprezzare meglio l'importanza del problema posto qui, a leggere la voce "barbara/baralıpton" del dizionarietto: in quella voce e nelle referenze lì citate scoprirà quanti sforzi sono stati profusi nella storia del pensiero umano nel tentativo di risolverlo. Già un logico del XIII secolo, Raimondo Lullo riferisce di vari tentativi tesi ad "automatizzare" la dimostrazione dei teoremi. Lullo cerca di utilizzare un sistema di dischi girevoli a questo scopo: ebbene la sintassi del Calcolo dei Predicati fornisce un metodo di calcolo per ottenere i teoremi dagli assiomi. Come provato da molti moderni programmi di calcolo (si veda ad esempio il programma sviluppato da Norman Megill e reso disponibile al sito citato in Bibliografia) il sogno di Lullo sta diventando ora realtà: le macchine di von Neumann (cioè i nostri calcolatori) dimostrano teoremi!

Insomma chiedersi se tutte le tautologie sono teoremi equivale a chiedersi se a partire dagli assiomi ed utilizzando le regole di inferenza si possono "raggiungere" con un algoritmo di calcolo tutte le affermazioni vere!

Questo è chiaramente un problema teorico di enorme importanza "pratica"!

Il seguente risultato chiude la questione:

Ogni tautologia è un teorema.

Per la dimostrazione di questo risultato, dovura a Kalmár, si veda Mendelson (1972).

Qualche volta questo risultato viene enunciato affermando che

Il Calcolo dei Predicati è completo

che equivale a dire che:

con le regole di inferenza del Calcolo dei Predicati si può dedurre dagli assiomi ogni affermazione logicamente vera.

È lasciato allo studioso lettore la facile verifica che le seguenti fbf sono tautologie, e che quindi esse possono essere calcolate come teoremi a partire dagli assiomi del Calcolo delle Proposizioni:

$\sim\sim A \Leftrightarrow A$	$A \Rightarrow (B \Rightarrow (A \wedge B))$	$\sim(A \wedge B) \Leftrightarrow (\sim A \vee \sim B)$
$(A \wedge B) \Rightarrow A$		$(A \wedge \sim B) \Leftrightarrow \sim(\sim A \vee B)$
$(A \Rightarrow B) \Leftrightarrow (\sim A \vee B)$		$A \wedge (B \vee C) \Leftrightarrow (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$

4.14 Assiomi di Zermelo-Fraenkel

Il sistema di assiomi che segue, che coinvolge direttamente i concetti primitivi specifici della Teoria degli Insiemi e li lega a quelli puramente logici, è stato proposto da Zermelo e perfezionato da Fraenkel.

Definizione. Elemento. Quando $x \in y$ diremo che x è elemento di y .

Definizione. \notin . La formula " $x \notin y$ " è una abbreviazione per " $\sim(x \in y)$ ".

Nel linguaggio della Teoria degli Insiemi si definisce dunque la nuova lettera predicativa " \notin ".

4.14.1 Assioma ZF1. Assioma del vuoto

Esiste un insieme, che non ha elementi.

In formule

$$(\exists y)(\forall x)(x \notin y)$$

Definizione. Uguaglianza fra Insiemi. Diremo che due insiemi sono uguali se e soltanto se essi hanno gli stessi elementi.

La formula " $x=y$ " è una abbreviazione per " $(\forall z)((z \in x) \Leftrightarrow (z \in y))$ ".

Questa definizione introduce un'altra lettera predicativa: " $=$ ".

La formula " $x \neq y$ " è una abbreviazione per " $\sim((\forall z)((z \in x) \Leftrightarrow (z \in y)))$ ".

Questa definizione introduce la lettera predicativa " \neq ".

Teorema. Proprietà dell'Uguaglianza fra Insiemi.

- i) $(\forall x)(x=x)$
- ii) $(\forall x)(\forall y)((x=y) \Leftrightarrow (y=x))$;
- iii) $(\forall x)(\forall y)(\forall z)((x=y) \wedge (y=z) \Rightarrow (x=z))$

Dimostrazione. È una semplice applicazione delle regole di inferenza.

4.14.2 Assioma ZF2. Assioma di uguaglianza

Assumeremo che se due insiemi sono uguali allora essi sono elementi esattamente degli stessi insiemi. In formule:

$$(\forall x)(\forall y)((x=y) \Rightarrow ((\forall z)((z \in x) \Leftrightarrow (z \in y)))$$

Dall'assioma di uguaglianza ed utilizzando le regole di inferenza si può dedurre (si veda Hatcher (1978)) un importante risultato che andiamo ora ad enunciare.

Definizione. Sia $\mathcal{A}(x,x)$ una fbf nella quale appare la variabile x . Le occorrenze libere di x nella $\mathcal{A}(x,x)$ possono essere sostituibili dalla variabile y o non sostituibili dalla variabile y . Diremo che una occorrenza libera di x in $\mathcal{A}(x,x)$ è sostituibile dalla variabile y se questa occorrenza non cade nel campo d'azione di un quantificatore la cui variabile sia y . Costruiamo la formula $\mathcal{A}^s(x,y)$ rimpiazzando la variabile x in alcune sue occorrenze libere sostituibili con la variabile y .

Teorema di Sostituzione La seguente fbf è un teorema deducibile dagli assiomi fin qui accettati:

$$\vdash (x=y) \Rightarrow (\mathcal{A}(x,x) \Leftrightarrow \mathcal{A}^s(x,y)).$$

Dal Teorema di Sostituzione si evince che dall'uguaglianza degli insiemi x ed y si può dedurre che una formula ben formata è valida per l'insieme x se e solo se è valida per l'insieme y .

Definizione. $\exists!$. Sia $\mathcal{A}(x)$ una fbf nella quale appare la variabile libera x . La formula ottenuta sostituendo ad ogni occorrenza della variabile libera x la variabile z è denotata $\mathcal{A}(z)$, mentre quella ottenuta sostituendo ad ogni occorrenza della variabile libera x la variabile w è denotata $\mathcal{A}(w)$. La formula ben formata

$$(\exists x)(\mathcal{A}(x)) \wedge ((\forall z)(\forall w)((\mathcal{A}(z) \wedge \mathcal{A}(w)) \Rightarrow (z=w))$$

si abbrevia scrivendo

$$(\exists!x)(\mathcal{A}(x)).$$

Teorema. $(\exists!x)((\forall y)(y \notin x))$.

Dimostrazione. Bisogna dedurre dagli assiomi, usando le regole primitive di inferenza, che la seguente fbf è un teorema:

$$(\exists!x)((\forall y)(y \notin x))$$

In altre parole

$$\vdash (\exists x)((\forall y)(y \notin x) \wedge ((\forall z)(\forall w)((\forall y)(y \notin z) \wedge (\forall y)(y \notin w)) \Rightarrow (z = w)))$$

Si cominci a notare che per l'assioma ZF1 si ha

$$\vdash (\exists y)(\forall x)(x \notin y).$$

Poiché è stato verificato che

$$\vdash \mathcal{A} \Rightarrow (\mathcal{B} \Rightarrow (\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}))$$

Identificando con \mathcal{A} la formula $(\exists y)(\forall x)(x \notin y)$ per calcolare la formula $(\exists!x)((\forall y)(y \notin x))$ basta calcolare la formula $((\forall z)(\forall w)((\forall y)(y \notin z) \wedge (\forall y)(y \notin w)) \Rightarrow (z = w))$, identificarla con \mathcal{B} ed applicare la regola d'inferenza Scambio Definizionale.

Al fine di calcolare la formula

$$((\forall z)(\forall w)((\forall y)(y \notin z) \wedge (\forall y)(y \notin w)) \Rightarrow (z = w))$$

si cominci a notare che

$$(z = x) \Leftrightarrow (\forall z)((z \in x) \Leftrightarrow (z \in y)).$$

Quindi

$$\sim (z = x) \Leftrightarrow \sim (\forall z)((z \in x) \Rightarrow (z \in y)) \wedge ((z \in x) \Rightarrow (z \in y)).$$

Da cui, usando ripetutamente la tautologia

$$(\sim(\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}) \Leftrightarrow (\sim\mathcal{A} \vee \sim\mathcal{B}))$$

e la regola d'inferenza Scambio Definizionale, si ottiene

$$\begin{aligned} \sim (z = w) &\Rightarrow ((\exists x)((x \in z) \wedge (x \notin w)) \vee ((\exists x)((x \in w) \wedge (x \notin z))) \Rightarrow ((\exists x)(x \in z) \vee ((\exists x)(x \in w)) \Rightarrow \\ &\Rightarrow (\sim (\forall x)(x \notin z) \vee \sim (\forall x)(x \notin w)) \Rightarrow \sim ((\forall x)(x \notin z) \wedge ((\forall x)(x \notin w))). \end{aligned}$$

Usando infine la tautologia che abbiamo chiamata regola della contronominale si calcola la formula desiderata.

Il Teorema appena dimostrato si può enunciare nel linguaggio naturale affermando che esiste ed è unico un insieme che non ha elementi. Tale insieme sarà chiamato **insieme vuoto** e sarà denotato con il simbolo \emptyset .

Abbiamo qui introdotta, grazie all'Assioma ZF1, una costante nel nostro linguaggio, che nomina l'insieme vuoto.

Definizione. Sottoinsieme. Diremo che y è sottoinsieme di x , e in questo caso useremo la notazione " $y \subseteq x$ ", se ogni elemento di y è necessariamente elemento di x .

In formule

$$(y \subseteq x) \Leftrightarrow (\forall z)((z \in y) \Rightarrow (z \in x)).$$

Questa definizione introduce un'altra lettera predicativa: " \subseteq ". Diremo che y è **sottoinsieme proprio** di x , e in questo caso useremo la notazione " $y \subset x$ ", se ogni elemento di y è necessariamente elemento di x e se esiste un elemento di x che non appartiene ad y . In formule

$$(y \subset x) \Leftrightarrow ((y \subseteq x) \wedge (\exists z)((z \in x) \wedge (z \notin y))).$$

Teorema. Il vuoto è sottoinsieme di ogni altro insieme.

In formule:

$$\vdash (\forall x) (\emptyset \subseteq x).$$

Dimostrazione. Il lettore, usando carta e penna, ripeta i "calcoli" seguenti. Sotto ogni riga di calcolo è spiegata la regola che fa passare dalla riga precedente a quella seguente.

- $\sim (\forall x) (\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow \sim (\forall x)(\forall y)(y \in \emptyset \Rightarrow y \in x)$ per definizione della lettera predicativa \subseteq
- $\sim (\forall x) (\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow (\exists x)(\sim (\forall y)(y \in \emptyset \Rightarrow y \in x)) \Leftrightarrow (\exists x)((\exists y)\sim (y \in \emptyset \Rightarrow y \in x))$ per la definizione di \exists
- $\sim (\forall x) (\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow (\exists x)((\exists y)\sim (\sim (y \in \emptyset) \vee (y \in x)))$ per la tautologia $(\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \Leftrightarrow (\sim \mathcal{A} \vee \mathcal{B})$
- $\sim (\forall x) (\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow (\exists x)((\exists y)((y \in \emptyset) \wedge \sim (y \in x)))$ per la tautologia $(\mathcal{A} \wedge \sim \mathcal{B}) \Leftrightarrow \sim (\sim \mathcal{A} \vee \mathcal{B})$

- $\sim(\forall x)(\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow (\exists x)(\exists y)(y \in \emptyset)$ *per la tautologia $(A \wedge B) \Rightarrow A$*
- $\sim(\forall x)(\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow (\exists y)(y \in \emptyset)$ *poiché la variabile x non occorre nella fbf $(\exists y)(y \in \emptyset)$*
- $(\forall x)(\emptyset \subseteq x) \Leftrightarrow \sim(\exists y)(y \in \emptyset) \Leftrightarrow (\forall y)(y \notin \emptyset)$ *ottenuta da $(A \Leftrightarrow B) \Leftrightarrow (\sim A \Leftrightarrow \sim B)$ e dalla definizione di \exists .*

4.14.3 Assioma ZF₃. Assioma della coppia

Dati gli insiemi x e y esiste un insieme z i cui elementi sono esattamente x e y .
In formule:

$$(\forall x)(\forall y)(\exists! z)((\forall w)((w \in z) \Leftrightarrow ((w=x) \vee (w=y)))).$$

L'insieme coppia di elementi x ed y la cui esistenza è stata appena accettata sarà denotato con il simbolo $\{x, y\}$.

Il lettore che trovi la formula utilizzata nell'assioma della coppia troppo complicata è invitato a leggerla così: per ogni x e per ogni y esiste un unico z (l'insieme coppia formato da x ed y) tale che per ogni w , w appartiene a z se e solo se w è uguale ad x oppure w è uguale ad y . Quello che si vuole esprimere è perfettamente comprensibile ed addirittura ovvio.

Stiamo stabilendo che il nostro concetto primitivo di insieme deve essere abbastanza complicato da permettere di costruire, a partire dagli insiemi x ed y , l'insieme coppia formato esattamente dagli elementi x ed y . Stipulare ZF₃ è essenziale se si vuole riprodurre nella Teoria degli Insiemi uno dei ragionamenti più tipici fra quelli prodotti dalla mente umana (e forse anche dalla mente dei primati superiori: si veda Wade (2007), de Waal(2002) e Russon et al. (1996)).

Definizione. Singleton. Sia dato un insieme x . Chiameremo singleton di x l'insieme $\{x, x\}$, cioè l'insieme i cui elementi si riducono ad x . L'insieme $\{x, x\}$ esiste in forza dell'assioma ZF₃ e sarà denotato, d'ora in poi, con il simbolo $\{x\}$.

4.14.4 Assioma ZF₄. Assioma dell'unione

In formule:

$$(\forall x)(\exists! y)(\forall z)((z \in y) \Leftrightarrow ((\exists w)((w \in x) \wedge (z \in w))))$$

Fissato l'insieme x denoteremo $\bigcup_{w \in x} w$ l'insieme la cui esistenza è stata appena accettata.

Nel linguaggio naturale si può affermare che: per ogni insieme x esiste un insieme y che è detto **unione degli elementi di x** . Si noti che gli elementi di x diventano sottoinsiemi di y . L'insieme y ha come elementi tutti e soli gli elementi z di un qualche elemento w di x .

Per non credere di star cercando di sciogliere una sciarada, il lettore deve pensare che stiamo considerando gli elementi di x ciascuno come un insieme: il generico di tali elementi è stato denotato con w . Il generico elemento del generico w è stato chiamato z . L'insieme unione y , la cui esistenza stiamo stipulando con l'assioma ZF₄, ha come elementi esattamente tutti gli elementi z di tutti gli insiemi w , ciascuno dei quali è un elemento di x .

Si noti l'efficacia della notazione formale con la quale abbiamo preferito cominciare l'enunciazione dell'assioma: in maniera molto compatta si è potuto esprimere quanto ha richiesto quasi sette righe di parole per essere espresso con il linguaggio naturale. E qualcuno potrebbe sostenere che nella formulazione con il linguaggio naturale si è introdotta una qualche ambiguità.

Bisognerebbe considerare le formule matematiche come un intelligente stratagemma per significare esattamente, e nel modo più efficiente possibile, quanto si intende comunicare. Se si pensa a quanto tempo l'umanità ha sprecato inseguendo il significato di frasi sibilline lo sforzo necessario a padroneggiare il formalismo matematico risulta completamente giustificato.

Esempio. Consideriamo l'insieme \mathcal{N} delle nazioni europee. Decidiamo che $n \in \mathcal{N}$ significhi che n è una nazione europea. Analogamente diremo che $c \in n$ se c è un cittadino di n . Ad esempio la $\mathcal{F} = \text{Francia}$ è un elemento di \mathcal{N} , e $S = \text{Sarkozy}$ è un elemento della Francia. L'insieme unione degli elementi di tutte le nazioni europee è un insieme i cui elementi sono cittadini: questo insieme unione è l'insieme di tutti i cittadini europei. Il generico elemento di questo insieme unione è il generico cittadino del generico paese europeo.

Osservazione. Il lettore curi di distinguere nella sua mente il concetto di elemento di un insieme dal concetto di sottoinsieme di un insieme. Se y è un elemento dell'insieme \mathcal{F} introdotto nell'esempio allora y è un cittadino francese. Il sottoinsieme di \mathcal{F} formato dai cittadini francesi nati a Parigi non è, ovviamente, un cittadino francese.

Il concetto di sottoinsieme è un concetto derivato, nell'ambito della Teoria di Zermelo Fraenkel. Infatti la definizione che abbiamo introdotta riconduce il concetto di sottoinsieme a quello di insieme e di appartenenza. Tuttavia è necessario specificare meglio il concetto di sottoinsieme per mezzo di un opportuno assioma, quello che afferma che esiste l'insieme di tutti i sottoinsiemi di un insieme dato.

4.14.5 Assioma ZF5. Assioma delle parti

Dato un insieme x assumiamo che esiste un ben precisato insieme i cui elementi sono tutti e soli i sottoinsiemi di x . L'insieme di cui stipuliamo l'esistenza si chiama **insieme delle parti di x** ed è denotato con il simbolo $P(x)$. In formule:

$$(\forall x)(\exists !y)(\forall z)((z \in y) \Leftrightarrow (z \subseteq x)).$$

L'assioma che segue serve a impedire che il concetto di appartenenza sia troppo simile al concetto di inclusione. Dopo l'enunciazione dell'assioma elencheremo alcune fbf che ne conseguono (cioè alcuni Teoremi che questo Assioma permette di dimostrare) e che rendono conto più precisamente di quanto abbiamo affermato.

4.14.6 Assioma ZF6. Assioma di fondazione o di regolarità

In formule:

$$(\forall x)((x \neq \emptyset) \Rightarrow ((\exists y)((y \in x) \wedge (\nexists z)((z \in x) \wedge (z \in y))))$$

Nel linguaggio naturale: Ogni insieme non vuoto x ha almeno un elemento y che non ha alcun elemento z in comune con x .

Teorema. $(\forall x)(\forall y)((x \in y) \Rightarrow (y \notin x))$.

Se un insieme x appartiene all'insieme y allora y non può a sua volta essere un elemento di x .

Corollario. $(\forall x)(x \notin x)$.

Nessun insieme è elemento di sé stesso.

Dimostrazione. Si rimanda ad Hatcher (1973).

Poiché, dalla definizione è ovvio che " $x \subseteq x$ ", si noterà che dall'assioma di regolarità si può dedurre che la lettera predicativa " \subseteq " ha un ruolo ben distinto dalla lettera predicativa " \in ".

Il lettore è invitato, se non vuole cadere in una serie di fraintendimenti e generare nella sua mente una pericolosa confusione di significati, a distinguere bene il concetto di appartenenza dal concetto di inclusione.

4.14.7 Assioma ZF7. Assioma di rimpiazzamento

Sia \mathcal{F} una fbf nella quale appaiono le due variabili libere x ed y e non appaiono le variabili z e w . Per sottolineare questa circostanza scriveremo $\mathcal{F}(x,y)$. Accettiamo come Assioma la formula:

$$((\forall x)(\exists !y)(\mathcal{F}(x,y))) \Rightarrow ((\forall z)(\exists !w)(\forall y)((y \in w) \Leftrightarrow ((\exists x)((x \in z) \wedge \mathcal{F}(x,y))))$$

Utilizzando il linguaggio naturale conviene spezzare l'enunciato in due parti. Cominciamo introducendo l'espressione "**fbf funzionale rispetto le variabili libere x ed y**": $\mathcal{F}(x,y)$ è una fbf funzionale quando per ogni x esiste una sola y che la rende verificata. In altre parole la $\mathcal{F}(x,y)$ è funzionale quando fissato un valore per la sua prima variabile allora essa rappresenta una affermazione vera solo quando la sua seconda variabile assume un ben precisato valore. L'assioma di rimpiazzamento afferma che scelta una fbf funzionale ed un insieme z esiste un solo insieme w i cui elementi sono tutte e sole le y per le quali esistono elementi x di z che rendono vera la fbf $\mathcal{F}(x,y)$.

Esempio: Supponiamo che la fbf $\mathcal{F}(x,y)$, possa tradursi nel linguaggio naturale così "y è la madre di x". L'assioma di rimpiazzamento afferma che se si assume che z si identifica con l'insieme degli esseri umani nati nel comune di Roma dal 1° Gennaio 1970 allora esiste un unico insieme w i cui elementi y, per un qualche x nell'insieme z, verificano la formula "y è la madre di x". L'insieme w, nel nostro esempio, si identifica dunque con l'insieme delle donne che hanno partorito un figlio nel comune di Roma dal 1° Gennaio 1970. Si noti che, poiché *mater certa est*, la formula ben formata che abbiamo considerata è sicuramente funzionale: dato un x la y che la verifica esiste ed è unica.

Una importante conseguenza dell'assioma di rimpiazzamento è data nel seguente Teorema:

Teorema. Sia $\mathcal{A}(x)$ una fbf nella quale la variabile x sia libera. La seguente formula è vera:

$$(\forall r)(\exists! w)(\forall x)((x \in w) \Leftrightarrow ((x \in r) \wedge \mathcal{A}(x)))$$

Dimostrazione. Si può assumere, senza perdita di generalità che la variabile y non occorra in $\mathcal{A}(x)$: infatti se questo fosse il caso basterebbe sostituire sia le occorrenze libere che quelle legate di y con altre variabili, cosa che non cambia il valore di verità della $\mathcal{A}(x)$ in forza degli accettati assiomi logici. La dimostrazione si ottiene semplicemente applicando l'assioma di rimpiazzamento sostituendo alla fbf $\mathcal{F}(x,y)$ la fbf $\mathcal{A}(x) \wedge (x=y)$, sostituzione lecita essendo, ovviamente, quest'ultima fbf funzionale. L'assioma di rimpiazzamento e la regola Modus Ponens comportano quindi che

$$(\forall z)(\exists! w)(\forall y)((y \in w) \Leftrightarrow ((\exists x)((x \in z) \wedge \mathcal{A}(x) \wedge (x=y))))$$

da cui, con semplici rinominazioni delle variabili, si deduce l'asserto.

La formula ben formata che è stata appena dimostrata vera fu inizialmente assunta come assioma da Zermelo: essa costituiva quello che viene chiamato **Assioma di Isolamento o di Separazione**. Solo successivamente Fraenkel e Skolem si resero conto della necessità di introdurre il più forte assioma di rimpiazzamento.

Nel linguaggio naturale l'assioma di isolamento afferma che, data una fbf $\mathcal{A}(x)$ e dato un insieme r, esiste ed è unico il sottoinsieme di r formato da tutti i suoi elementi che rendono vera la $\mathcal{A}(x)$.

L'assioma di isolamento specifica che ad ogni "proprietà" specificata da una fbf corrisponde un sottoinsieme di un insieme dato. Nelle prime versioni formalizzate della matematica, quelle elaborate da Frege, era assunto valido, al posto dell'assioma di isolamento, un altro assioma che potremmo enunciare così: ogni proprietà caratterizza un insieme. I tentativi di Frege, sebbene abbiano permesso un grande avanzamento della nostra conoscenza matematica (Hatcher 1978), furono resi vani dalla formulazione dell'antinomia di Russell, che discuteremo fra poco.

La lezione che i matematici hanno imparato da Russell è importantissima: enunciare una proprietà (operazione che nel nostro linguaggio matematico si compie scrivendo una fbf) non basta a caratterizzare un insieme di oggetti, anche se essi fossero solo oggetti astratti. Solo se, in partenza, si dispone già di un insieme di oggetti ben precisato allora si può utilizzare una fbf per caratterizzarne un sottoinsieme.

Definizione. Sia dato un insieme r ed una fbf $\mathcal{A}(x)$ indicheremo l'unico sottoinsieme di r la cui esistenza è assicurata dall'assioma di isolamento con il simbolo

$$\{x \in r / \mathcal{A}(x)\}.$$

Definizione. Coppia Ordinata. Dati gli insiemi x ed y chiameremo **coppia ordinata di x ed y** l'insieme $\{\{x\}, \{x, y\}\}$. L'insieme x è detto primo elemento della coppia ordinata, mentre l'insieme y è detto secondo elemento della coppia ordinata. Indicheremo la coppia ordinata degli insiemi x ed y, quando x è il primo elemento, con il simbolo (x, y) . Il simbolo $(,)$ denota una lettera funzionale derivata, definita in termini della lettera funzionale primitiva $\{, \}$.

Lemma. Dati gli insiemi x ed y valgono le seguenti formule

$$\begin{aligned} x \in z &\Rightarrow \{x\} \in P(z) \\ ((x \in z) \wedge (y \in w)) &\Rightarrow (\{x, y\} \in P(z \cup w)) \wedge (\{x\} \in P(z \cup w)) \\ ((x \in z) \wedge (y \in w)) &\Rightarrow (\{\{x\}, \{x, y\}\} =: (x, y) \in PP(z \cup w)). \end{aligned}$$

Dimostrazione. È lasciata come esercizio al lettore.

Definizione. Quantificatore universale e quantificatore esistenziale con insieme di variabilità fissato. Sia \mathcal{A} una fbf e sia y un insieme. Le formule ben formate

$$\begin{aligned} (\exists x)((x \in y) \wedge (\mathcal{A})), \\ (\forall x)((x \in y) \Rightarrow (\mathcal{A})) \end{aligned}$$

affermano rispettivamente che esiste un x tale che x appartiene ad y e tale che è verificata la \mathcal{A} oppure che per ogni x risulta che x appartenente ad y implica che è verificata la \mathcal{A} . In entrambi i casi diremo che il quantificatore (esistenziale o universale che sia) ha un insieme di variabilità fissato. Nelle formule ben formate esibite tale insieme è stato denotato con la lettera y . Nel seguito abbrevieremo le due fbf precedenti usando le seguenti notazioni

$$\begin{aligned} (\exists x \in y)(\mathcal{A}), \\ (\forall x \in y)(\mathcal{A}) \end{aligned}$$

che verranno lette rispettivamente così: esiste un x appartenente ad y per cui risulta \mathcal{A} , oppure che per ogni x appartenente ad y risulta la \mathcal{A} .

Con la presente definizione abbiamo introdotte due nuove regole sintattiche (derivate!) per costruire formule ben formate.

Definizione. Prodotto Cartesiano. Sia a un insieme e b un insieme. Chiameremo prodotto cartesiano di a con b l'insieme formato dall'unione di tutte le coppie ordinate formate da un primo elemento preso dall'insieme a e da un secondo elemento preso dall'insieme b . L'insieme prodotto cartesiano di a con b è indicato con il simbolo $a \times b$. Il simbolo \times è una lettera funzionale derivata. In formule

$$a \times b := \{z \in PP(a \cup b) \mid (\exists x \in a)(\exists y \in b)(z = (x, y))\} = \bigcup_{x \in a, y \in b} (x, y).$$

Osservazione. Si è dovuto attendere questo punto della trattazione per definire il concetto derivato di prodotto cartesiano perché si è avuto bisogno degli assiomi delle unioni, delle parti e di isolamento per poter affermare che tutte le coppie ordinate formate da un primo elemento preso dall'insieme a e da un secondo elemento preso dall'insieme b costituiscono effettivamente un insieme. Si avverte nuovamente il lettore che non sempre un concetto astratto che sembra averne le caratteristiche può essere riconosciuto come un insieme: l'Antinomia di Russel esposta nella sezione seguente dà un esempio di concetto astratto intrinsecamente contraddittorio che pure a prima vista potrebbe sembrare avere tutto il diritto ad essere considerato un insieme.

Definizione. Relazioni. Dominio di una relazione. Codominio di una relazione.

Consideriamo gli insiemi a e b ed il loro prodotto cartesiano. Chiameremo relazione fra a e b un sottoinsieme \mathfrak{R} del loro prodotto cartesiano. In formule

$$\mathfrak{R} \subseteq a \times b.$$

Sia x un elemento di a ed y un elemento di b . Diremo che x è in relazione con y (o anche che y è in relazione con x) tramite la \mathfrak{R} quanto la coppia (x, y) appartiene ad \mathfrak{R} .

Chiameremo dominio di \mathfrak{R} l'insieme

$$\text{Dom}(\mathfrak{R}) := \{x \in a \mid (\exists y \in b)((x, y) \in \mathfrak{R})\}.$$

Il dominio di \mathfrak{R} è l'insieme degli elementi di a che sono in relazione con un qualche elemento di b . Chiameremo codominio di \mathfrak{R}

$$\text{Codom}(\mathfrak{R}) := \{y \in b \mid (\exists x \in a)((x, y) \in \mathfrak{R})\}$$

Il codominio di \mathfrak{R} è l'insieme degli elementi di b che sono in relazione con un qualche elemento di a .

Definizione. Funzioni. Sia \mathfrak{R} una relazione fra gli insiemi a e b . Diremo che \mathfrak{R} è una funzione definita nel sottoinsieme $\text{Do}(\mathfrak{R})$ dell'insieme a con valori nell'insieme b quando vale la seguente fbf:

$$\text{Fun}(\mathfrak{R}) := ((\forall x \in \text{Do}(\mathfrak{R}))(\exists! y \in b)((x, y) \in \mathfrak{R})).$$

Nel seguito quando scriveremo $\text{Fun}(f)$ intenderemo che la relazione f è una funzione, cioè che per la funzione f vale la fbf che abbiamo introdotta a secondo membro della precedente equazione.

Nel linguaggio naturale diremo che una funzione è una relazione che gode di una particolare proprietà: un elemento del suo dominio può essere in relazione con un solo elemento del suo codominio.

Sia f una funzione definita nel sottoinsieme $\text{Do}(f)$ dell'insieme a con valori nell'insieme b . Sia x un elemento di $\text{Dom}(f)$. L'unico elemento di b che è in relazione con x tramite la f verrà denotato con il simbolo $f(x)$.

Osservazione. Si noti che in generale esistono funzioni che mettono in relazione più elementi del dominio con un medesimo elemento del codominio. Dati gli insiemi a e b ed un fissato elemento \bar{y} appartenente a b , si consideri, ad esempio, il sottoinsieme C di $a \times b$ formato dalle coppie (x, \bar{y}) , con x generico elemento di a . Ovviamente

$$\text{Codom}(C) = \{\bar{y}\}, \quad \text{Dom}(C) = a.$$

La funzione che si è appena introdotta è detta funzione costante definita in a con valore \bar{y} .

Definizione. Funzioni iniettive. Sia f una funzione definita nell'insieme $\text{Do}(f) \subseteq a$ con valori nell'insieme b . Diremo che f è iniettiva quando

$$(\forall x \in \text{Dom}(f))(\forall y \in \text{Dom}(f))(f(x) = f(y) \Rightarrow (x = y)).$$

Lemma.

$$f \text{ iniettiva} \Leftrightarrow (\forall x \in \text{Codom}(f))(\exists! y \in \text{Dom}(f))(x = f(y))$$

Definizione. Funzioni suriettive. Diremo che f è suriettiva sull'insieme b se $\text{Codom}(f) = b$.

Lemma. La funzione f definita in a è suriettiva su b quando $(\forall x \in b)(\exists y \in a)(f(y) = x)$.

Lemma. Sia f una funzione definita in a con valori in b . Ovviamente $(f \subseteq \text{Dom}(f) \times \text{Codom}(f))$.

Quindi ogni funzione f può essere riguardata come una funzione definita nel suo dominio a valori nel suo codominio. Con questa variazione dell'insieme dei valori ogni funzione può essere resa suriettiva.

Lemma. Sia f una funzione iniettiva. In forza del lemma precedente tale funzione può essere resa suriettiva restringendo il suo insieme dei valori a $\text{Codom}(f)$.

$$(\exists! g) \left((g \subseteq \text{Codom}(f) \times \text{Dom}(f)) \wedge ((\forall x \in \text{Dom}(f))(g(f(x)) = x)) \right).$$

Inoltre la funzione g è iniettiva.

Nel linguaggio naturale diremo che ogni funzione iniettiva f permette la costruzione di una unica funzione g (iniettiva) che ha come dominio il codominio di f , come codominio il dominio di f e che associa ad ogni elemento $f(x)$ l'elemento x .

Definizione. Funzione inversa di una funzione iniettiva. La funzione g la cui esistenza è stata dimostrata nel Lemma precedente è detta funzione inversa della funzione f . Denoteremo la funzione inversa della funzione f con il simbolo f^{-1} .

Definizione. Corrispondenze biunivoche. Sia f una funzione definita nell'insieme d a valori nell'insieme c . Diremo che f è una corrispondenza biunivoca fra c e d quando:

$$(f \text{ è iniettiva}) \wedge (\text{Dom}(f) = d) \wedge (\text{Codom}(f) = c).$$

Quando f è una corrispondenza biunivoca fra d e c useremo il simbolo

$$c \xleftrightarrow{f} d.$$

Questo simbolo, quando risulterà possibile e cioè quando non sarà necessario indicare esplicitamente il nome della corrispondenza biunivoca, sarà abbreviato nel seguente altro

$$c \leftrightarrow d.$$

Lemma. Una funzione è una corrispondenza biunivoca fra l'insieme c e l'insieme d se e solo se la sua funzione inversa è una corrispondenza biunivoca fra c e d .

Il lettore con qualche esperienza pregressa in matematica avrà notato che negli assiomi che abbiamo discussi fino ad ora, e nel mostrare alcune loro prime conseguenze, non è stato mai usato il concetto di intersezione.

La ragione per la quale si è preferito attendere può essere chiarita ora: la lettera funzionale

$$\bigcap_{w \in x} w \text{ (intersezione degli insiemi appartenenti ad } x)$$

relativa alla variabile x si riferisce ad un concetto derivato.

Infatti, dopo aver formulati tutti gli assiomi che abbiamo elencati fino ad ora, è possibile introdurre *con una definizione nella quale appaiono i già introdotti concetti primitivi* l'insieme intersezione degli insiemi appartenenti ad un insieme dato (talvolta per evitare espressioni nelle quali la parola insieme è ripetuta troppe volte si parla di *famiglie di insiemi*, ma si deve considerare questo solo un artificio linguistico: non è necessario distinguere il concetto di "famiglia di insiemi" da quello di "insieme di insiemi").

Definizione. Intersezione. Sia x un insieme. Chiameremo **intersezione degli insiemi appartenenti ad x** l'insieme definito dalla seguente formula:

$$\bigcap_{w \in x} w := \left\{ y \in \bigcup_{w \in x} w \mid (\forall w)((w \in x) \Rightarrow (y \in w)) \right\}$$

L'intersezione di una famiglia di insiemi è l'insieme i cui elementi sono tutti e soli gli elementi che appartengono contemporaneamente a tutti gli insiemi della famiglia.

$$y \in \bigcap_{w \in x} w \Leftrightarrow (\forall w)((w \in x) \Rightarrow (y \in w))$$

Prima di introdurre l'assioma successivo (nell'ordine scelto da Zermelo), e seguendo una linea di pensiero dovuta a Tarski, diamo le seguenti definizioni.

Definizione.. Sia x un insieme. In forza dell'Assioma ZF5 esiste l'insieme $\mathcal{P}(x)$ delle sue parti. Dato un insieme $p \subseteq \mathcal{P}(x)$ diremo che **$z \in p$ è minimale in p rispetto all'inclusione** se è verificata la seguente formula

$$(\nexists w)((w \in p) \wedge (w \subset z)).$$

Nel linguaggio naturale si può affermare che z è minimale in p rispetto all'inclusione se nessun altro elemento di p è sottoinsieme proprio di z : cioè nessun elemento di p è strettamente incluso in z . È possibile riformulare questa proprietà nel seguente altro modo, che è molto suggestivo:

$$(P(z) \cap p) = \{z\}.$$

Quest'ultima formula può essere letta così: l'unico sottoinsieme di z che è anche uno dei sottoinsiemi di x in p è z stesso.

Infatti

$$((P(z) \cap p) = \{z\}) \Leftrightarrow ((\nexists w)((w \in p) \wedge (w \subset z))).$$

Osservazione. Sia p un sottoinsieme di $\mathcal{P}(x)$. Se $\emptyset \in p$ allora \emptyset è minimale in p rispetto all'inclusione.

Definizione. Proprietà di Tarski. Sia x un insieme e sia $p \subseteq \mathcal{P}(x)$. Denotiamo $\mathcal{T}(p)$ la seguente fbf

$$(\exists z) \left((z \in p) \wedge \left((\nexists w)((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right).$$

Diremo che **p verifica la proprietà di Tarski** se la $\mathcal{T}(p)$ è verificata.

Nel linguaggio naturale si può affermare che una famiglia p di sottoinsiemi di x verifica la proprietà di Tarski quando esiste un suo elemento z che non include strettamente altri elementi di p , cioè quando esiste un suo elemento z minimale in p rispetto all'inclusione.

Osservazione. Un sottoinsieme p di $\mathcal{P}(x)$ che ha come elemento il vuoto verifica la proprietà di Tarski.

Definizione. Insieme T-finito. Diremo che un insieme x è finito secondo Tarski, o brevemente che è T-finito, se ogni sottoinsieme p di $\mathcal{P}(x)$ diverso dal vuoto verifica la proprietà di Tarski.

In formule x è T-finito se è verificata la

$$(\forall p) \left(((p \subseteq \mathcal{P}(x)) \wedge (p \neq \emptyset)) \Rightarrow \mathcal{T}(p) \right).$$

Insomma un insieme x è T-finito se ogni famiglia di suoi sottoinsiemi ha un elemento minimale rispetto all'inclusione.

Definizione. Insieme T-infinito. Diremo che un insieme è infinito secondo Tarski, o brevemente che è T-infinito, se esso non è T-finito.

Insomma un insieme x è T-infinito se esiste una famiglia di suoi sottoinsiemi che non ha un elemento minimale rispetto all'inclusione.

Il seguente assioma afferma che il concetto primitivo di insieme deve essere abbastanza complicato da fare in modo che esistano degli insiemi T-infiniti.

4.14.8 Assioma ZF8. Assioma dell'infinito

Esiste almeno un insieme infinito secondo Tarski. In formule

$$(\exists x) \left(\sim \left((\forall p) \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \right) \Rightarrow \mathcal{T}(p) \right) \right) \right). \quad (*)$$

Nel linguaggio naturale: esiste un insieme per il quale *esiste una famiglia di suoi sottoinsiemi che non ha un elemento minimale rispetto all'inclusione*.

Esercizio. Come trasformare usando le regole sintattiche la (*) per ottenere una sua forma equivalente.

Applicando le definizioni possiamo trovare alcune forme equivalenti della definizione di insieme infinito secondo Tarski. Nella sequenza di fbf che segue le fbf sono calcolate dalle precedenti e dagli assiomi usando le regole di deduzione e le definizioni: il lettore può considerarla un esempio di deduzione formale.

Partiamo dalla

$$(\exists x) \left(\sim \left((\forall p) \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \right) \Rightarrow \mathcal{T}(p) \right) \right) \right). \quad (*)$$

Se si ricorda che

$$\left(\sim \left((\forall p) (\mathcal{A}) \right) \right) \Leftrightarrow \left((\exists p) (\sim \mathcal{A}) \right)$$

Con l'identificazione

$$\mathcal{A} = \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \right) \Rightarrow \mathcal{T}(p) \right)$$

la (*) diventa

$$(\exists x) (\exists p) \left(\sim \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \right) \Rightarrow \mathcal{T}(p) \right) \right). \quad (**)$$

Se si ricorda che

$$\left(\sim (\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \right) \Leftrightarrow (\mathcal{A} \wedge \sim \mathcal{B})$$

La (**) diventa

$$(\exists x) (\exists p) \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \right) \wedge \sim (\mathcal{T}(p)) \right). \quad (***)$$

Consideriamo ora la

$$\mathcal{T}(p) := (\exists z) \left((z \in p) \wedge \left((\nexists w) ((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right).$$

Si ha

$$\sim \mathcal{T}(p) = (\nexists z) \left((z \in p) \wedge \left((\nexists w) ((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right)$$

e poiché

$$\left((\forall z) (\sim \mathcal{A}) \right) \Leftrightarrow \left((\nexists z) (\mathcal{A}) \right)$$

acquisiamo che

$$\sim \mathcal{T}(p) = (\forall z) \left(\sim \left((z \in p) \wedge \left((\nexists w) ((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right) \right).$$

Usiamo ora le seguenti tautologie (il lettore si prenda il tempo necessario per scrivere le tabelle di verità necessarie a convincersi del fatto che ci troviamo effettivamente in presenza di tautologie)

$$\left((\sim \mathcal{B}) \vee (\sim \mathcal{A}) \right) \Leftrightarrow \left(\sim (\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}) \right), \quad (\mathcal{A} \Rightarrow \mathcal{B}) \Leftrightarrow \left(\sim (\sim \mathcal{A}) \wedge (\mathcal{B}) \right)$$

ottenendo:

$$\sim \mathcal{T}(p) = (\forall z) \left((z \in p) \Rightarrow \left((\exists w) ((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right).$$

Utilizzando l'ultima equazione ottenuta la (***) viene trasformata in

$$(\exists x) (\exists p) \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \wedge \left((\forall z) \left((z \in p) \Rightarrow \left((\exists w) ((w \in p) \wedge (w \subset z)) \right) \right) \right) \right) \right) \quad (****)$$

da cui finalmente abbiamo la forma semplificata:

$$(\exists x) (\exists p) \left(\left((p \subseteq P(x)) \wedge (p \neq \emptyset) \wedge \left((\forall z \in p) ((\exists w \in p) (w \subset z)) \right) \right) \right) \quad (****)$$

La forma che abbiamo ottenuta della fbf che afferma l'assioma dell'infinito si può leggere molto agevolmente. Tradotta nel linguaggio naturale essa diventa:

Esiste un insieme x tale che esiste un p non vuoto, famiglia di suoi sottoinsiemi, che non ha nessun elemento minimale rispetto all'inclusione.

Specificatamente questa ultima affermazione (cioè che la famiglia p non ha nessun elemento minimale rispetto all'inclusione) traduce la fbf

$$\left((\forall z \in p) ((\exists w \in p) (w \subset z)) \right)$$

che estesamente si traduce dicendo: *per ogni z nella famiglia p esiste un w sempre nella famiglia p che è strettamente incluso in z .*

L'ultimo degli assiomi della Teoria di Zermelo-Fraenkel è l'assioma della scelta.

Quello di essere l'ultimo assioma di una Teoria sembra comportare molti problemi. Come l'ultimo assioma di Euclide ha rappresentato un problema per i matematici di molte generazioni, che si sono incaponiti in vani tentativi di dimostrarlo a partire dagli altri, così l'assioma della scelta non è stato accettato immediatamente da tutti i matematici. E sebbene sembra che da qualche tempo la maggioranza di essi lo abbia accettato alcuni matematici continuano a cercare di farne a meno.

Insomma ci sono matematici che ritengono che il concetto di insieme debba essere definito in maniera più debole di quanto abbia proposto Zermelo: costoro non vogliono che il concetto astratto di insieme sia limitato dalla richiesta dell'esistenza di una funzione di scelta.

Tuttavia una parte importantissima della matematica, che è il fondamento di molte Teorie derivate fra quelle più importanti nella costruzione di modelli fisici, non può essere costruita se non si accetta l'assioma della scelta.

Stiamo parlando dell'Analisi Funzionale che genera come Teorie derivate almeno la Meccanica Quantistica, la TermoMeccanica dei Mezzi Continui ed importanti parti di molte Teorie delle Scienze Economiche e Sociali.

Sembra quindi che sia inevitabile il dover restringere il significato dei concetti primitivi della Teoria degli Insiemi accettando l'assioma della scelta.

4.14.9 Assioma ZF9. Assioma della scelta

In formule:

$$(\forall x) \left(((\forall y \in x)(y \neq \emptyset)) \Rightarrow \left(\left((\exists f) \left(\left(f \subseteq x \times \bigcup_{w \in x} w \right) \wedge (\text{Fun}(f)) \wedge ((\forall y \in x)(f(y) \in y)) \right) \right) \right) \right)$$

Nel linguaggio naturale:

Si consideri una famiglia x di insiemi nessuno dei quali sia vuoto. Allora esiste una funzione di dominio x e codominio l'unione degli elementi di x che associa ad ogni insieme y un elemento di y .

Una delle funzioni la cui esistenza stiamo postulando è detta **funzione di scelta nell'insieme x** .

Osservazione. Una funzione di scelta seleziona esattamente un elemento da ogni insieme della famiglia di insiemi assegnata. È ovvia la richiesta che ciascuno degli insiemi della famiglia sia non vuoto, perché la funzione di scelta non potrebbe associare all'insieme vuoto un elemento dell'insieme vuoto, visto che tale insieme non ha elementi. È anche ovvio che la funzione di scelta non sia unica. Infatti, se un insieme \bar{y} della famiglia x non si riduce ad un singleton e se f è una funzione di scelta in x allora esiste un elemento a appartenente ad \bar{y} tale che $a \neq f(\bar{y})$. La funzione g definita come segue

$$(g(\bar{y}) = a) \wedge ((\forall y \in x) ((y \neq \bar{y}) \Rightarrow (f(y) = g(y))))$$

è sicuramente una funzione di scelta diversa dalla funzione f .

4.15 Un pericolo potenziale ci impone di essere cauti anche con concetti apparentemente così semplici come quelli di Insieme, Elemento ed Appartenenza: l'antinomia di Russel.

Bisogna essere molto cauti quando si vuole fondare una qualche Teoria: le antinomie, che sono sempre in agguato, devono essere accuratamente evitate.

La Teoria degli Insiemi è una Teoria puramente logica, nel senso che non si propone direttamente di descrivere fenomeni ma che vuole semplicemente fornire allo scienziato efficaci schemi di ragionamento.

In realtà essa ci fornisce un utile strumento concettuale per descrivere coerentemente tutti i fenomeni. Infatti, i fenomeni osservati, ed i Principi formulati per tentare di descriverli, devono riguardare **insiemi di oggetti fra loro simili in un senso che bisogna ben specificare.**

Ad esempio:

1. Per ben studiare quel fenomeno che gli etologi evuzionisti chiamano la selezione sessuale bisogna considerare l'insieme dei maschi e quello delle femmine, sottoinsieme dell'insieme degli individui di una data specie. In generale (ma i biologi hanno dovuto perfezionare la definizione per tenere conto di alcune eccezioni) un maschio si distingue da una femmina per il numero e la grandezza di gameti messi in gioco nel processo riproduttivo: i maschi producono grandi quantità di piccoli gameti (gli spermatozoi), le femmine producono piccole quantità di grandi gameti (gli ovuli).
2. Per ben studiare alcuni fenomeni cinematici e dinamici i fisici chiamano alcuni corpi *particelle materiali*. L'insieme delle particelle materiali è l'insieme dei corpi il cui diametro è molto piccolo rispetto alle distanze da loro percorse durante il moto. La Terra, nel suo moto intorno al Sole, può essere riguardata come una particella materiale.

Tuttavia non sempre raggruppare degli oggetti concettuali è logicamente lecito. Certi raggruppamenti di oggetti concettuali non sono coerentemente possibili.

In altre parole gli enti astratti prodotti dalla nostra mente non possono essere sempre raggruppati in maniera da rispettare le proprietà logiche che vogliamo attribuire alle parole "appartiene", "inclusione", "insieme" che sono specificate dagli assiomi che abbiamo precedentemente elencati.

Infatti si può costruire un ragionamento molto semplice che coinvolge i concetti primitivi appena citati che conduce ad una antinomia: quella scoperta da Bertrand Russel.

L'antinomia di Russel si può formulare molto facilmente.

Consideriamo l'insieme universale U . U è definito come l'insieme di tutti gli insiemi concepibili. Sia ora X un qualsiasi insieme. Per definizione X appartiene ad U . Consideriamo poi un certo sottoinsieme di U : cioè l'insieme R definito dalla proprietà

L'insieme X appartiene ad R se e solo se X non è elemento di X (PR)

Ovviamente R non è vuoto: l'insieme di tutti gli studenti della facoltà di ingegneria dell'Università di Roma La Sapienza non è uno studente della medesima facoltà. Ovviamente R è un sottoinsieme di U : infatti un elemento di R è un insieme e quindi un elemento di U . Inoltre, proprio per la definizione di U , R è anche un elemento di U .

Fino a questo punto sembra che non sia successo nulla di strano.

Poniamoci, però, una domanda semplice ed ovvia: R appartiene ad R ?

Supponiamo che R appartenga ad R allora R , essendo un elemento di R , deve verificare la proprietà (PR) e quindi R non appartiene ad R .

Dovremo quindi assumere che R non appartiene ad R , ma allora R , non essendo un elemento di R , deve verificare la negazione della proprietà (PR) e quindi R appartiene ad R , che è una contraddizione.

Sembrerebbe quindi che ancora una volta "una girandola di parole" simile a quella sui Candiotti stia minando alle basi tutto il nostro sforzo di ricerca dei "discorsi conclusenti".

Tuttavia i matematici moderni hanno saputo dominare anche questa situazione.

Il ragionamento di Russel non deve vedersi come una Antinomia ma semplicemente come una dimostrazione.

La successione di implicazioni che abbiamo esposto dimostra semplicemente che non è possibile considerare l'insieme di tutti gli insiemi. Insomma, l'oggetto astratto U che abbiamo precedentemente introdotto **non è un insieme**, nel senso specificato dagli assiomi che specificano il suo significato.

Ancora una volta abbiamo appreso che bisogna prestare molta cautela quando si utilizzano concetti astratti: anche poche, ed apparentemente semplici e non equivocate parole, come "insieme", "appartiene", "include", possono, se combinate scorrettamente, portare ad antinomie.

Si osservi ora che è stato veramente importante introdurre l'assioma di isolamento proprio come specificato da Zermelo. Una fbf , ad esempio $x \notin x$ definisce un insieme solo "isolandolo" come sottoinsieme di un insieme dato. Insomma la formula ben formata dell'Antinomia di Russel può essere utilizzata lecitamente solo per caratterizzare un sottoinsieme e non per costruire *ex novo* un insieme tutto nuovo. L'Antinomia di Russel, nell'ambito della Teoria degli Insiemi di Zermelo-Fraenkel, è la dimostrazione di un Teorema molto semplice ma molto importante: non è possibile concepire nell'ambito di una Teoria non contraddittoria, cioè in un "discorso conclusente" galileiano, l'insieme universale.

Il ragionamento presentato da Russel non è stato inventato da Russel: esso è stato utilizzato da Cantor per un'elegante dimostrazione che riporteremo fra poco.

Il merito di Russel è di aver compreso che la fbf $x \notin x$ usata in maniera scriteriata porta a contraddizioni. Quale studioso della storia della matematica ha pure congetturato che Cantor fosse consapevole di questo potenziale uso scriteriato del concetto di appartenenza, ma che non se ne sia preoccupato, dando per scontato che non fosse possibile concepire l'insieme universale. Tuttavia queste ricostruzioni sono di natura puramente congetturale.

4.16 Infinito/Finito

Introduciamo ora la definizione di Dedekind di insieme infinito:

Definizione. Insieme infinito secondo Dedekind. Diremo che un insieme è infinito secondo Dedekind, o *D-Infinito*, se esso può essere messo in corrispondenza biunivoca con una sua parte propria.

Teorema di Tarski.

Si suppongano validi gli assiomi di Zermelo Fraenkel. In particolare si assuma la validità dell'assioma della scelta. Un insieme è *T-Infinito* se e solo se è *D-Infinito*.

Dimostrazione. Sebbene non troppo difficile, questa dimostrazione è abbastanza tecnica. Si rinvia il lettore interessato a Suppes (1960).

La definizione di Tarski di insieme infinito è molto importante. Infatti questa definizione permette di dimostrare, senza utilizzare l'assioma della scelta e con metodi molto semplici le seguenti proposizioni:

Teorema. Valgono le seguenti proposizioni:

- a e b sono insiemi *T-finiti* se e solo se l'unione di a e b è *T-finita*.
- \emptyset è un insieme finito.
- Per ogni insieme x , $\{x\}$ è un insieme finito.
- Se l'insieme a è finito e b è un sottoinsieme di a , allora b è finito.
- Se $a \neq \emptyset$ e $b \neq \emptyset$, $a \times b$ è finito se e solo se a e b sono entrambi finiti.
- a è finito se e solo se $\mathcal{P}(a)$ è finito.

Dimostrazione. Si veda Marchini (1990) e le referenze ivi riportate oppure Suppes (1960).

Il Teorema di Tarski è ancora di più grande importanza: infatti esso permette di stabilire una importante conseguenza dell'assioma della scelta: la caratterizzazione di Dedekind degli insiemi infiniti. Una delle più rilevanti applicazioni della caratterizzazione di Dedekind è la "costruzione" nell'ambito della Teoria degli Insiemi della Teoria dei numeri Naturali.

Inoltre questa caratterizzazione ci permette di apprezzare appieno il concetto di infinito, mettendoci, anche, in condizione di stabilire una gerarchia fra diverse "potenze" di infinito.

Siamo ora in grado di introdurre la seguente definizione e di dimostrare il seguente Teorema.

Definizione. Confronto fra le potenze di insiemi. Dati gli insiemi a e b (essi potranno essere finiti o infiniti). Diremo che la potenza di a è uguale alla potenza di b se esiste una corrispondenza biunivoca fra a e b .

Diremo che la potenza di a è maggiore o uguale alla potenza di b se esiste una corrispondenza biunivoca di b con un sottoinsieme di a .

In formule:

$$(|a| \geq |b|) \Leftrightarrow (\exists f)(\exists c \in \mathcal{P}(a)) \left(b \overset{f}{\leftrightarrow} c \right).$$

Diremo che la potenza di a è strettamente maggiore alla potenza di b se esiste una corrispondenza biunivoca di b con un sottoinsieme di a e non esiste una corrispondenza biunivoca fra a e b . In formule:

$$(|a| > |b|) \Leftrightarrow \left((|a| \neq |b|) \wedge (\exists f)(\exists c \in \mathcal{P}(a)) \left(b \overset{f}{\leftrightarrow} c \right) \right).$$

Teorema di Cantor.

Sia x un insieme. Vale la relazione

$$|x| < |P(x)|.$$

Nel linguaggio naturale: **la potenza dell'insieme delle parti di x è sempre strettamente maggiore della potenza di x .**

Dimostrazione. Questa dimostrazione è così semplice e così istruttiva che vale la pena riportarla. Supponiamo che esista una corrispondenza biunivoca φ fra l'insieme x ed un sottoinsieme p dell'insieme $P(x)$. La φ associa ad un elemento y di x il sottoinsieme $\varphi(y)$ dell'insieme x . In formule:

$$(\forall y \in x)(\varphi(y) \in p \subseteq P(x)).$$

Consideriamo l'insieme definito dalla formula (si noti che la definizione è ben posta in forza dell'assioma di isolamento)

$$R := \{y \in x | y \notin \varphi(y)\}.$$

Ovviamente

$$R \in P(x).$$

Ha quindi senso porsi la domanda:

$$R \in p?$$

Poiché *Tertium non datur* ci sono solo due possibilità: $0 \in p$ oppure $0 \notin p$.
 Da questo momento in poi la dimostrazione procede per assurdo. Questo significa che escluderemo la prima delle alternative che si sono presentate facendo vedere che da essa si può dedurre una contraddizione: in altre parole faremo vedere che se \mathcal{R} appartenesse a p allora sarebbero contemporaneamente vere una proposizione e la sua negazione.
 Supponiamo che $\mathcal{R} \in p$. In questo caso

$$(\exists! y \in x)(\varphi(y) = \mathcal{R}).$$

Nel linguaggio naturale: esiste un solo elemento di x la cui immagine tramite la φ è esattamente \mathcal{R} . Denotiamo questo elemento di x con il simbolo $y_{\mathcal{R}}$. Ricordando la definizione dell'insieme \mathcal{R} , si può concludere immediatamente che valgono le due implicazioni:

$$(y_{\mathcal{R}} \in \mathcal{R}) \Rightarrow y_{\mathcal{R}} \notin \varphi(y_{\mathcal{R}}) \Rightarrow (y_{\mathcal{R}} \notin \mathcal{R})$$

$$(y_{\mathcal{R}} \notin \mathcal{R}) \Rightarrow y_{\mathcal{R}} \in \varphi(y_{\mathcal{R}}) \Rightarrow (y_{\mathcal{R}} \in \mathcal{R}).$$

L'assurdo cui siamo giunti ci porta a concludere che $\mathcal{R} \notin p$.

Quindi: se una applicazione è una corrispondenza biunivoca fra x ed un sottoinsieme p di $\mathcal{P}(x)$ allora p non può essere tutto $\mathcal{P}(x)$, visto che abbiamo esibito un insieme (l'insieme \mathcal{R}) che non può appartenere a p . Successivamente si noti che se consideriamo l'insieme

$$S := \{y \in \mathcal{P}(x) \mid (\exists z \in x)(y = \{z\})\},$$

cioè l'insieme di tutti i singleton di x , è semplice riconoscere che S è un sottoinsieme di $\mathcal{P}(x)$ che è in corrispondenza biunivoca con x . Stante la definizione possiamo concludere che la potenza delle parti di x è strettamente maggiore della potenza di x .

L'esposizione del sistema di assiomi di Zermelo Fraenkel che abbiamo completata in queste pagine, il Teorema di Cantor e la sua dimostrazione permettono di fare le seguenti considerazioni:

- Quando si sia scelto un sistema di assiomi idoneo l'antinomia di Russell viene neutralizzata.
- Il ragionamento che portava all'antinomia di Russell diventa la dimostrazione di un importante Teorema (quello di Cantor), che afferma l'impossibilità di stabilire una corrispondenza biunivoca fra un insieme e l'insieme delle sue parti.
- Il concetto di insieme infinito può essere formulato in maniera indipendente dall'assioma della scelta (definizione di Tarski).
- Tuttavia grazie all'assioma della scelta è possibile caratterizzare il concetto di insieme infinito con la definizione di Dedekind. Questa definizione rende agevole la dimostrazione del Teorema di Cantor.
- **Il Teorema di Cantor afferma che "ci sono infiniti più potenti di ogni infinito". In altre parole: dato un insieme infinito x esiste un altro insieme infinito, cioè $\mathcal{P}(x)$, che ha una potenza maggiore. Nessun infinito è massimale: nessun insieme "è più infinito di tutti gli altri insiemi infiniti".**

Il lettore interessato a queste questioni (e l'autore ha scoperto negli anni che quasi tutti i giovani che si avvicinano, o sono forzati ad avvicinarsi, alla matematica, anche quelli più riottosi!, finiscono per farsi affascinare dalle questioni attinenti al concetto di infinito) è invitato a leggere il saggio di Lombardo Radice (2006).

4.17 Familiarizzare con la Teoria degli Insiemi: Relazioni in un insieme o fra due insiemi

Avvertenza: Questa sezione può essere letta indipendentemente dalla precedente. Inoltre si darà qui per noto il concetto di numero naturale, che pure verrà definito, in maniera rigorosa ed a partire dagli assiomi di Zermelo, in un capitolo successivo. D'altra parte molti matematici (fra cui Poincaré, si veda Lolli (2002)) per una discussione di questo punto) ritengono che il concetto di numero naturale sia così fondamentale da dover essere dato per scontato in ogni fase dello sviluppo del pensiero razionale, visto che ogni mente umana, a loro avviso, riesce a comprenderlo spontaneamente.

Fra i concetti formalizzati dalla matematica moderna uno dei più importanti è quello di relazione \mathfrak{R} in un dato insieme S .

Il concetto formalizzato di relazione dovrebbe (se si diano per valide le dottrine pedagogiche attualmente accettate dalla maggioranza degli studiosi) implicitamente od esplicitamente essere definito ed utilizzato nei corsi di matematica impartiti in ogni tipo scuola media superiore. Se poi si volesse considerare questa richiesta troppo esigente si dovrebbe almeno assicurare che tale concetto faccia parte del bagaglio culturale di chi voglia accedere alle facoltà universitarie tecnico-scientifiche.

Per comodità del lettore ne ripeteremo qui la definizione corredata da alcuni esempi esplicativi. I lettori interessati ad una introduzione “amichevole” ma rigorosa ai concetti di base della Teoria (Ingenua) degli Insiemi sono invitati a consultare in prima battuta i magnifici testi della Open University citati in Bibliografia.

A partire dall'insieme S si può costruire l'insieme S^2 (da leggere S quadro) formato dalle coppie **ordinate** di elementi di S .

In altre parole S^2 è l'insieme di tutte le coppie (a,b) il cui primo elemento a è un elemento di S ed il cui secondo elemento b è ancora un elemento di S .

Si noti che la coppia (b,a) è diversa dalla coppia (a,b) perché, sebbene entrambe le coppie considerate siano costituite dagli elementi a e b di S , l'elemento a che è il primo elemento della coppia (a,b) risulta essere il secondo elemento della coppia (b,a) : **questo punto ha importanza per quanto si dirà in seguito circa il concetto di relazione.**

Chiameremo **relazione in S** un sottoinsieme dell'insieme S^2 , cioè un insieme i cui elementi siano necessariamente elementi di S^2 .

Ovviamente in generale esisteranno coppie in S^2 che non appartengono ad una fissata relazione: in altre parole il sottoinsieme considerato di S^2 per definire una relazione può essere in generale un sottoinsieme proprio.

Per far familiarizzare il lettore con le definizioni introdotte e per fargli riconoscere come egli utilizzi continuamente i concetti introdotti cominciamo a dare alcuni esempi di relazione.

Consideriamo l'insieme U degli esseri umani che siano realmente vissuti o che siano stati immaginati nelle storie raccontate da esseri umani. U^2 è l'insieme delle coppie ordinate di questi esseri umani.

La relazione “essere madre di” è una relazione in U definita dall'insieme delle coppie in U^2 il cui primo elemento è una donna che abbia avuto figli ed il cui secondo elemento è uno dei figli del primo elemento.

In particolare la coppia (Agrippina, Nerone) appartiene alla relazione “essere madre di”. Si noti che se Maria ha avuto due figli (Nicola e Giacomo) le coppie (Maria, Nicola) e (Maria, Giacomo) appartengono entrambe alla relazione “essere madre di”.

Inoltre se Nadia è sterile allora tutte le coppie (Nadia, x) con x appartenente all'insieme U non appartengono alla relazione “essere madre di”.

La lettura dei precedenti paragrafi, che sono stati appesantiti da una continua ripetizione della parola relazione e del nome che ne specifica la natura (per esempio “essere madre di”), rende chiara la necessità di introdurre delle notazioni che facilitino lo scorrere delle nostre argomentazioni.

Scriveremo aMb se e soltanto se a è madre di b , cioè se e soltanto se (a,b) appartiene alla relazione “essere madre di”.

Ovviamente non è mai vero che aMa con qualsiasi a appartenente ad U . Infatti nessun essere umano è madre di sé stesso.

Introduciamo ora la relazione “essere fratelli uterini” nell'insieme U .

Scriveremo aFb quando a e b appartenenti ad U hanno la stessa madre (cioè quando sono fratelli uterini).

Ovviamente (Caino, Abele) e (Castore, Polluce) appartengono alla relazione “essere fratelli uterini”. In formule:
CastoreFPolluce, CainoFAbele.

Il lettore noterà che le affermazioni che ha incontrate nelle righe precedenti sono di due tipi.

Alcune formule riguardano degli elementi ben precisati dell'insieme U ed affermano le relazioni che sussistono fra questi elementi: per esempio

CainoFAbele

stabilisce che fra gli elementi Caino ed Abele dell'insieme U sussiste la relazione “essere fratelli uterini”. Analogamente si potrebbe affermare che la formula

AgrippinaFNerone

è falsa, visto che Agrippina è la madre e non la sorella di Nerone.

Altre formule sono di natura diversa: esse sono **affermazioni universali** (se includono l'espressione *per ogni*) oppure **affermazioni esistenziali** (se includono l'espressione *esiste*): per esempio affermare che

per ogni a appartenente ad U non è mai vero che aMa (*)

significa stabilire una proprietà universale valida per ogni elemento a di U . Sarebbe impossibile ottenere con una lista di relazioni riguardanti elementi ben precisati di U una affermazione che significhi quello che è significato dalla affermazione (*): infatti dire che

non è vero che NeroneMNerone, CainoMCaino ..., e così continuando,

non è equivalente alla (*): l'equivalenza si otterrebbe solo se fosse possibile elencare esplicitamente tutte le coppie di oggetti in U nelle quali il primo elemento è identico al secondo elemento.
Inoltre affermare che

per ogni b appartenente ad U esiste una a appartenente ad U tale che aMb (**)

è il modo preciso per affermare che ogni essere umano in U ha una madre.

La affermazione (**) è un esempio di affermazione esistenziale seguente ad una affermazione universale. Anche la (**) richiederebbe una lista di infinite coppie per essere specificata in maniera esplicita.

Una affermazione esistenziale più semplice è la seguente:

esiste una a in U tale che $aM\text{Nerone}$.

Nel caso in esame si sa che la a che verifica l'affermazione che è stata enunciata esiste ed è unica, coincidendo con Agrippina.

Il lettore si renderà conto che talvolta non si può stabilire quale sia l'elemento che verifica una data condizione esistenziale: per esempio

esiste una a in U tale che $aM\text{Giuseppe}$

è sicuramente vera, ma, senza sapere di più su Giuseppe, non si può dire chi sia a .

Inoltre può succedere che non ci si possa pronunciare sulla possibilità di verificare una affermazione esistenziale. Infatti l'affermazione

esiste una b in U tale che $M\text{Marta}b$

può essere falsa, se Marta non ha avuto figli.

Saper maneggiare correttamente le affermazioni esistenziali ed universali è stato considerato necessario per qualsiasi intellettuale già da Aristotele (e da tutti coloro che si sono occupati del problema della formazione degli intellettuali, anche durante il medioevo e fino ai giorni nostri) che formulò i suoi sillogismi sotto forma relazioni fra affermazioni universali, esistenziali e riguardanti elementi precisati di un insieme fissato. Esempi classici di un sillogismo Aristotelico sono i seguenti:

Ogni uomo è un animale con due occhi.

Se Nicola è un uomo allora Nicola ha due occhi.

Se esiste un uomo allora esiste un animale con due occhi.

Solo in epoca recente una potente scuola di pensiero si sta affermando in Italia (e non solo!) che sostiene l'inutilità dei descritti costrutti logici nelle professioni liberali, nella scienza e nella tecnologia.

Il lettore noterà che è ovvia la seguente affermazione

Per ogni a, b e c in U risulta che aMb e aMc se e soltanto se bFc .

L'equivalenza appena stabilita afferma in maniera compatta che due individui b e c hanno la stessa madre se e soltanto se sono fratelli uterini.

Introduciamo, poi, le relazioni “essere fratelli consanguinei” ed “essere fratelli germani” in U . Scriveremo aCb (che leggiamo dicendo che a è fratello consanguineo di b) quando a e b hanno lo stesso padre e $aFFb$ (che leggiamo a è fratello germano di b) quando a e b hanno lo stesso padre e stessa madre. Ovviamente

aCb e aFb se e soltanto se $aFFb$.

Il lettore che abbia una qualche familiarità con il diritto di famiglia riconoscerà che i giuristi utilizzano continuamente le relazioni e le equivalenze che abbiamo discusse.

Utilizzeremo, nel seguito, allo scopo di discutere dei vari tipi di relazione che possono essere considerati:

- La relazione “essere nonna” nell'insieme U , che denoteremo con la notazione aNb e che leggeremo dicendo che a è nonna di b .
- La relazione “essere antenata” nell'insieme U .
- La relazione “essere più alto o di pari altezza di” nell'insieme U , che denoteremo con la notazione aAb e che leggeremo dicendo che a è più alto o di pari altezza di b .
- La relazione “esercitare la stessa professione o mestiere” nell'insieme U , che denoteremo con la notazione aLb e che leggeremo dicendo che a esercita la stessa professione o mestiere di b .
- La relazione “avere lo stesso codice genetico” nell'insieme U .
- La relazione “avere ottenuto più o un ugual numero di preferenze” nell'insieme CA dei candidati ad una data magistratura elettiva.
- La relazione “essere più o ugualmente appetibile sessualmente agli occhi di un dato essere umano” nell'insieme U .
- La relazione “essere più o ugualmente pesanti” nell'insieme di tutti gli oggetti pesabili da un dato apparato di misura.
- La relazione “avere un figlio in comune con” nell'insieme U .
- La relazione “avere esattamente la metà della parte di corredo genetico variabile fra gli individui della specie in comune con” nell'insieme di tutti gli esseri appartenenti ad una specie diploide (cioè con un DNA formato sempre da coppie di cromosomi).

- La relazione “essere genitore” nell’insieme U.
- La relazione “essere figlio” nell’insieme U

Come abbiamo visto è possibile introdurre varie relazioni in diversi insiemi.

Quando una nostra argomentazione non dipenderà dalla particolare relazione considerata introdurremo il simbolo \mathfrak{R} per denotare la generica relazione nel generico insieme S.

Inoltre invece di scrivere che (a,b) appartiene ad \mathfrak{R} scriveremo $a\mathfrak{R}b$ (leggendo che a è nella relazione data da \mathfrak{R} con b).

Sia data una relazione \mathfrak{R} nell’insieme S. Chiameremo **dominio** della relazione \mathfrak{R} il sottoinsieme $\text{Dom}(\mathfrak{R})$ di S formato da tutti gli elementi di s che sono primo elemento di una coppia ordinata che appartiene ad \mathfrak{R} . Chiameremo **codominio** della relazione \mathfrak{R} il sottoinsieme $\text{Codom}(\mathfrak{R})$ di S formato da tutti gli elementi di s che sono secondo elemento di una coppia ordinata che appartiene ad \mathfrak{R} .

In altre parole:

L’elemento r in S appartiene a $\text{Dom}(\mathfrak{R})$
se e soltanto se
esiste (almeno) un elemento s in S per cui risulta $r\mathfrak{R}s$

oppure

L’elemento r in S appartiene a $\text{Codom}(\mathfrak{R})$
se e soltanto se
esiste (almeno) un elemento s in S per cui risulta $s\mathfrak{R}r$

Il dominio della relazione “essere madre di” è il sottoinsieme dell’insieme U formato da tutte le donne che abbiano partorito un figlio vivo, mentre il suo codominio è tutto l’insieme U visto che tutti gli esseri umani sono stati partoriti da una donna.

Il dominio della relazione “essere fratelli germani” è il sottoinsieme di U formato da tutti gli esseri umani i cui genitori abbiano avuto più di due figli in comune: in questo caso il dominio della relazione coincide con il suo codominio.

Il lettore si renderà facilmente conto che per le relazioni elencate precedentemente sono vere le seguenti affermazioni:

- Il dominio della relazione “essere nonna” è l’insieme delle donne che abbiano avuto nipoti, mentre il suo codominio è tutto l’insieme U, visto che ogni essere umano ha ben due nonne.
- Il dominio della relazione “essere antenata” è l’insieme delle donne che abbiano discendenti: si noti che questo insieme coincide con l’insieme delle donne che abbiano avuto almeno un figlio. Questa banale considerazione spiega la ragione per la quale avere figli sia considerato così importante dagli elementi di U: infatti avere figli è l’unico modo per avere discendenti e sono rimasti nel corredo genetico di ogni specie solo quei geni che erano associati alla forte volontà di avere discendenti, essendo i geni indifferenti o ostili alla riproduzione destinati a sparire velocemente. Il codominio della relazione “essere antenata” è tutto U.
- Il dominio della relazione “essere più alto o di pari altezza di” nell’insieme U è formato da tutto l’insieme U tranne l’essere umano più basso del mondo (che probabilmente sarà il bambino più corto alla nascita che sia mai nato). Il codominio, invece, sarà l’insieme U meno l’uomo più alto del mondo.
- Per stabilire quali siano il dominio ed il codominio della relazione “esercitare la stessa professione o mestiere” nell’insieme U bisogna stipulare se *avere lavoro* significhi *esercitare una professione o mestiere*. Avendo fatta questa scelta convenzionale si stabilisce facilmente che il dominio ed il codominio della relazione coincidono con l’insieme degli elementi di U che lavorano.
- Il dominio ed il codominio della relazione “avere lo stesso codice genetico” è formato dall’insieme degli esseri umani che hanno fratelli gemelli omozigoti.
- Il dominio della relazione “avere ottenuto più o un ugual numero di preferenze” nell’insieme CA dei candidati ad una data magistratura elettiva è formato da tutto CA meno il candidato che abbia ottenuto (da solo) meno voti di ciascuno degli altri candidati. Il codominio di questa relazione è formato da tutto CA meno il candidato che abbia avuto (da solo) più voti di ciascuno degli altri candidati.
- Per la relazione “essere più o ugualmente appetibile sessualmente agli occhi di un dato essere umano” nell’insieme U il dominio è uguale ad U meno l’essere umano meno appetibile (se tale essere non è ugualmente appetibile rispetto ad un altro). Il Codominio è invece uguale ad U meno l’essere umano più appetibile (se tale essere non è ugualmente appetibile rispetto ad un altro). Ovviamente un dato essere umano non può accedere sessualmente a tutti gli esseri appartenenti ad U. La relazione di preferenza che tale essere umano riesce a stabilire è solo nel sottoinsieme di U formato dagli esseri umani che riesce a conoscere.
- Per la relazione “avere un figlio in comune con” nell’insieme U: il Dominio ed il Codominio di tale relazione coincidono con l’insieme dei genitori in U.
- Per la relazione “essere genitore” nell’insieme U: il Dominio è dato dall’insieme dei genitori mentre il Codominio da tutto U.
- Per la relazione “essere figlio” nell’insieme U: il Dominio è dato dall’insieme U, mentre il Codominio dall’insieme dei genitori

Sia data una relazione \mathfrak{R} nell'insieme S . Chiameremo relazione inversa della relazione \mathfrak{R} la relazione \mathfrak{R}^{-1} definita dalla

(a,b) appartiene ad \mathfrak{R}^{-1} se e soltanto se (b,a) appartiene ad \mathfrak{R} .

In altri termini una relazione inversa si costruisce invertendo l'ordine nelle coppie ordinate che costituiscono la relazione data.

Ovviamente valgono le seguenti relazioni

$$\text{Dom}(\mathfrak{R})=\text{Codom}(\mathfrak{R}^{-1}) \text{ e } \text{Codom}(\mathfrak{R})=\text{Dom}(\mathfrak{R}^{-1}).$$

Il lettore noterà nella discussione degli esempi che segue come il linguaggio formalizzato proprio della matematica sia molto più preciso di quello naturale (per esempio della lingua italiana). In realtà la matematica è semplicemente un linguaggio preciso nel quale nessuna ambiguità di significato (che è potenzialmente in grado di inficiare ogni linea di ragionamento) è consentita.

Una affermazione può dirsi matematica quando raggiunge il grado di precisione di significato che è necessaria per ben formulare e risolvere un problema dato.

Si capisce così come mai la grammatica e la sintassi della lingua greca (che poi sono state prese a modello per quelle di tutte le altre lingue e successivamente hanno rappresentato le basi della linguistica moderna) siano state studiate e sviluppate in epoca ellenistica proprio mentre nascevano le matematiche nella loro forma moderna (Russo (2006)).

- La relazione “essere nonna” nell'insieme U , non ha come inversa la relazione “essere nipote”. Infatti la lingua italiana non distingue con un unico termine l'essere nipote di una nonna dall'essere nipote di un nonno. Possiamo definire “essere nipote di nonna” come la relazione inversa di “essere nonna”.
- La relazione “essere antenata” nell'insieme U . Come nell'esempio precedente “essere discendente” non è la relazione inversa di “essere antenata”: infatti possiamo definire “essere discendente della donna” come la relazione inversa della relazione “essere antenata”.
- La relazione “essere più alto o di pari altezza di” nell'insieme U , ha come inversa la relazione “essere effettivamente più basso”. Quindi se a è più basso di b allora scriveremo $aA^{-1}b$.
- La relazione “esercitare la stessa professione o mestiere” nell'insieme U coincide con la sua relazione inversa. In formule si può affermare che $L=L^{-1}$.
- Anche la relazione “avere lo stesso codice genetico” nell'insieme U coincide con la sua relazione inversa.
- La relazione “avere ottenuto più o un ugual numero di preferenze” nell'insieme CA dei candidati ad una data magistratura elettiva ha come inversa la relazione “aver ottenuto strettamente meno preferenze”.
- La relazione “essere più o ugualmente appetibile sessualmente agli occhi di un dato essere umano” nell'insieme U ha come inversa la relazione “essere effettivamente meno appetibile sessualmente agli occhi di un dato essere umano”. Si noti qui l'ambiguità implicita che rischia di essere introdotto nel contesto di questo esempio: bisognerebbe riformulare la definizione delle due relazioni per essere sicuri che il dato essere umano della prima relazione è esattamente lo stesso che compare nella seconda relazione. Una possibilità di riformulazione più precisa della affermazione precedente potrebbe essere la seguente: Sia a un elemento dell'insieme U allora la relazione “essere più o ugualmente appetibile sessualmente agli occhi di a ” ha come relazione inversa la relazione “essere effettivamente meno appetibile sessualmente agli occhi di a ”.
- La relazione “essere più o ugualmente pesanti” nell'insieme di tutti gli oggetti pesabili da un dato apparato di misura ha come relazione inversa la relazione “essere effettivamente meno pesante”.
- La relazione “avere un figlio in comune con” nell'insieme U coincide con la sua relazione inversa .
- La relazione “avere esattamente la metà della parte di corredo genetico variabile fra gli individui della specie in comune con” nell'insieme di tutti gli esseri appartenenti ad una specie diploide (cioè con un DNA formato sempre da coppie di cromosomi) coincide con la sua inversa.
- La relazione “essere genitore” nell'insieme U ha come inversa la relazione “essere figlio” nell'insieme U .

Definiamo ora alcune particolari classi di relazioni:

Siano a e b due generici elementi di S : diremo che la relazione \mathfrak{R} è simmetrica in S quando tutte le volte che $a\mathfrak{R}b$ risulta che $b\mathfrak{R}a$.

Siano a e b due generici elementi di S : diremo che la relazione \mathfrak{R} è transitiva in S quando $a\mathfrak{R}b$ e $b\mathfrak{R}c$ implica $a\mathfrak{R}c$.

Sia a un generico elemento di S : diremo che la relazione \mathfrak{R} è riflessiva in S quando $a\mathfrak{R}a$.

Abbiamo già notato che la relazione “essere madre di” non è simmetrica. E' anche evidente che essa non è né riflessiva (nessuno è madre di sé stessa) né transitiva (infatti se aMb e bMc allora aMc). Invece le relazioni “essere fratello germano”, “essere fratello uterino” ed essere “fratello consanguineo) sono simmetriche, riflessive e transitive.

Esaminiamo sistematicamente l'insieme degli esempi di relazione che abbiamo precedentemente introdotto alla luce della classificazione appena considerata.

- ((La relazione “essere nonna” nell'insieme U , **non è simmetrica, né transitiva, né riflessiva.**) //Infatti se una prima persona è nonna di una seconda persona allora la seconda non è nonna della prima; se la seconda persona è nonna di una terza allora la prima non è nonna della terza; nessuna persona è nonna di sé stessa.//

Si noti quando più breve sia l'affermazione racchiusa dalle doppie parentesi (...) rispetto a quella racchiusa dalle doppie sbarre //...//. Il pensiero matematico migliora la nostra capacità di trovare la soluzione di problemi complessi spesso semplicemente indicandoci una strategia di economia di pensiero.

- La relazione “essere antenata” nell'insieme U, **non è simmetrica, né riflessiva. Invece è transitiva.** Infatti se è vero che una prima persona è antenata di una seconda allora è falso che la seconda è antenata della prima; inoltre nessuno è antenata di se stessa. D'altra parte se una prima persona è antenata di una seconda persona e la seconda persona è antenata di una terza allora la prima è antenata della terza.
- La relazione “essere più alto o di pari altezza di” nell'insieme U. La relazione è **transitiva**: infatti se aAb (a è più alto di b o di pari altezza di) e bAc allora aAc. La relazione **non è simmetrica**: infatti se Mario è più alto di Antonio allora è vero che MarioAAntonio ma non è vero che AntonioAMario e quindi esiste una coppia di elementi di U che non verifica la proprietà di simmetria. La relazione è **riflessiva** perché tutti gli esseri umani hanno pari altezza con sé stessi e quindi per ogni a appartenente ad U risulta vero che aAa.
- La relazione “essere effettivamente più alto di” nell'insieme U. Ovviamente la relazione è **transitiva**: La relazione **non è simmetrica**: a tal fine vale inalterata l'argomentazione riportata nel punto precedente. La relazione è **non riflessiva** perché nessun essere umano è effettivamente più alto di sé stesso.
- La relazione “esercitare la stessa professione o mestiere” nell'insieme U è **simmetrica, riflessiva e transitiva**. La dimostrazione di questa affermazione è sicuramente alla portata dell'attento lettore.
- La relazione “avere lo stesso codice genetico” nell'insieme U è **simmetrica, riflessiva e transitiva**.
- La relazione “avere ottenuto più o un ugual numero di preferenze” nell'insieme CA dei candidati ad una data magistratura elettiva **non è simmetrica, ma è riflessiva e transitiva**. Infatti se è vero che il candidato a ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato b allora non è vero che il candidato b ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato a: possiamo quindi concludere che la relazione non è simmetrica. Ovviamente però il candidato a ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato a e quindi la relazione è riflessiva. Infine se a ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato b e se b ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato c allora a ha ottenuto più o un ugual numero di preferenze del candidato c e di conseguenza la relazione è transitiva.
- La relazione “essere più o ugualmente appetibile sessualmente agli occhi di un dato esemplare di una specie SP ” nell'insieme degli individui che compongono la specie SP. Questa relazione gioca un ruolo molto importante nella vita di tutti noi, e la capacità di comprendere come funziona nei vari gruppi animali (incluso quello umano) è stata solo recentemente acquisita dagli etologi evuzionisti (si veda ad esempio Eldredge (2005)). Ovviamente questa relazione è **riflessiva e transitiva ma non è simmetrica**.
- La relazione “essere più o ugualmente pesanti” nell'insieme di tutti gli oggetti pesabili da un dato apparato di misura. Questa relazione è **riflessiva, transitiva ma non è simmetrica**.
- La relazione “avere un figlio in comune con” nell'insieme U. Ovviamente questa relazione è **simmetrica e riflessiva. Tuttavia non è transitiva**. Infatti le cronache del Jet Set, ma oramai anche i pettegolezzi dei quartieri piccolo borghesi della provincia italiana, riportano frequentemente di persone che abbiano avuto figli da partner diversi: se la donna a ha un figlio in comune con l'uomo b e se l'uomo b ha un figlio in comune con la donna c non significa che la donna a ha un figlio in comune con la donna c!
- La relazione “avere esattamente la metà della parte di corredo genetico variabile fra gli individui della specie in comune con” nell'insieme di tutti gli esseri appartenenti ad una specie diploide (cioè con un DNA formato sempre da coppie di cromosomi) sarà abbreviata con la notazione aG1/2b che potrà più brevemente leggersi “a ha esattamente la metà del corredo genetico in comune con b”. Ovviamente la relazione introdotta è **simmetrica**. Tuttavia essa **non è riflessiva**, perché nessun individuo ha esattamente la metà del suo corredo genetico in comune con sé stesso. Inoltre questa relazione **non è transitiva**: se l'individuo a è figlio dell'individuo b e l'individuo c è fratello dell'individuo b allora si ha che aG1/2b e bG1/2c ma essendo c zio di a non può essere vero che aG1/2c.

Gli esempi precedenti danno al lettore un'idea dell'importanza del concetto di relazione, e della classificazione delle relazioni ottenuta utilizzando le definizioni di simmetria, riflessività e transitività.

Tuttavia c'è anche un aspetto più squisitamente logico che deve essere notato a questo punto della nostra discussione: per una relazione le proprietà di simmetria, riflessività e transitività sono indipendenti e ricche di contenuto.

Più precisamente possiamo dire dall'analisi degli esempi considerati che le definizioni introdotte sono ricche di contenuto perché **esistono relazioni che non sono né simmetriche, né riflessive e neppure transitive.**

Inoltre **le proprietà introdotte non sono implicite nel concetto di relazione: una relazione può godere di nessuna, di ciascuna, di due fra di esse, oppure di tutte e tre.**

Infine le definizioni introdotte sono indipendenti perché :

- esistono relazioni che verificano ciascuna delle tre proprietà enunciate e nessuna delle altre due;**
- esistono relazioni che verificano una qualsiasi coppia delle tre proprietà enunciate e non verificano la terza.**

Questa affermazione è già stata dimostrata: basta ricordare le considerazioni fatte sui vari esempi precedentemente presentati.

Gli esempi che sono stati diffusamente discussi ci hanno preparato anche alla seguente lista di definizioni.

Definizione. Relazione di Equivalenza. Una relazione \mathfrak{R} definita in S è detta **relazione di equivalenza** in S quando verifica le seguenti condizioni:

- i) \mathfrak{R} è **simmetrica**;
- ii) \mathfrak{R} è **transitiva**;
- iii) \mathfrak{R} è **riflessiva**.

Definizione. Relazione d'Ordine Totale. Una relazione \mathfrak{R} definita in S è detta **relazione d'ordine totale** in S quando verifica le seguenti condizioni:

- i) per ogni coppia (s,r) appartenente ad S^2 o è vero che $s\mathfrak{R}r$ oppure è vero che $r\mathfrak{R}s$;
- ii) \mathfrak{R} è **transitiva**;
- iii) \mathfrak{R} è **riflessiva**.

Definizione. Estremo Superiore. Sia data una relazione \mathfrak{R} d'ordine definita in S e sia T un sottoinsieme di S : in particolare T potrà coincidere con S . Chiameremo **estremo superiore in T rispetto ad \mathfrak{R}** un elemento M di T tale che risulti $s\mathfrak{R}M$ per ogni elemento s in T .

In tutte le Teorie formalizzate gioca un ruolo molto importante un particolare tipo di relazione che è venuto finalmente il momento di introdurre nella nostra discussione: stiamo parlando di quelle particolari relazioni che sono dette funzioni.

A questo scopo chiediamo un ultimo sforzo di astrazione che ci permetterà di definire in maniera precisa il concetto di relazione fra elementi di due insiemi distinti e successivamente quello di funzione definita in un insieme ed a valori in un altro insieme.

Siano dati due insiemi S ed R *a priori* distinti. Chiameremo prodotto cartesiano di S con R l'insieme delle coppie ordinate del tipo (s,r) con s elemento di S ed r elemento di R . Il prodotto cartesiano fra i due insiemi S ed R si indicherà con il simbolo $S \times R$.

Il lettore noterà senza difficoltà che l'insieme S^2 , precedentemente introdotto, è ovviamente il prodotto cartesiano dell'insieme S con sé stesso.

Definizione. Relazione fra due insiemi. Chiameremo **relazione fra l'insieme S e l'insieme R** un sottoinsieme del prodotto cartesiano $S \times R$.

Lasciamo allo studioso lettore la semplice generalizzazione nel caso ora introdotto delle definizioni di Dominio, Codominio di una relazione, come pure la definizione di relazione inversa.

Definizione. Funzioni. Sia \mathfrak{R} una relazione in $S \times R$. Diremo che \mathfrak{R} è **una funzione quando**
Per ogni s appartenente al $\text{Dom}(\mathfrak{R})$ esiste un solo elemento r per cui risulta che $s\mathfrak{R}r$.

In altre parole: una funzione è una relazione che associa ad ogni elemento del dominio un solo elemento del codominio.

Se \mathfrak{R} è una funzione invece della notazione $s\mathfrak{R}r$ si usa più frequentemente la notazione
 $r = \mathfrak{R}(s)$.

Una funzione può essere riguardata come una regola che associa a ciascun elemento di un preciso insieme (il suo dominio) esattamente un elemento del suo codominio.

Teorema di Arrow: Enunciato rigoroso

Cominciamo con il considerare un **gruppo G formato da N individui**. Sia i il generico di tali individui. In altre parole utilizziamo la variabile i (che può assumere valori nell'insieme dei numeri interi compresi fra 1 ed N) per indicare il generico individuo in G .

Supponiamo che il gruppo G debba esprimere le sue preferenze scegliendo in un insieme di alternative concepibili. Denoteremo con S l'insieme delle alternative concepibili.

Per esempio:

G potrebbe essere l'insieme degli elettori Americani durante la crisi Cubana.

L'insieme delle alternative S potrebbe essere l'insieme costituito dalle seguenti opzioni:

- 1) Fingere di non sapere che i Sovietici stanno per inviare dei missili atomici a Cuba
- 2) Minacciare sanzioni economiche ma non iniziare azioni militari
- 3) Bloccare l'accesso a Cuba con la propria flotta per impedire l'arrivo delle armi sovietiche e far sapere ai Sovietici che il blocco sarebbe stato mantenuto anche a costo di una battaglia navale fra le unità navali Americane e Sovietiche
- 4) Attaccare immediatamente Cuba
- 5) Attaccare l'Unione Sovietica
- 6) Inviare, per ritorsione, missili atomici in Turchia.

Ovviamente ogni individuo in G ha una sua personale preferenza fra le opzioni elencate da S . Il problema che vogliamo studiare è il seguente: come sintetizzare le scelte operate fra le sei opzioni da ciascun cittadino americano per ottenere una scelta degli Stati Uniti d'America?

Per rendere razionale l'analisi del problema di Condorcet dobbiamo introdurre un concetto matematico che sia un modello della scelta del singolo individuo e del gruppo G preso come un tutto.

Definizione. Chiameremo **scelta razionale (secondo Arrow)** dell'individuo i oppure dell'intero gruppo G una **relazione d'ordine totale \mathfrak{R} in S** che verifica la seguente proprietà:
per ogni sottoinsieme T di S esiste almeno una opzione in T che è un estremo superiore rispetto ad \mathfrak{R} .

Definizione. Opzioni preferite. Denoteremo con il simbolo $\text{Pref}(T, \mathfrak{R})$ il sottoinsieme di T il cui generico elemento

- i) è un estremo superiore di T nella relazione \mathfrak{R}
- ii) appartiene a T .

L'insieme $\text{Pref}(T, \mathfrak{R})$, che è incluso in T per definizione, rappresenta **l'insieme di tutte le opzioni in T che sono preferite o indifferenti a tutte le altre opzioni in T .**

Osservazione. Si noti che l'insieme $\text{Pref}(T, \mathfrak{R})$ è non vuoto per definizione di scelta razionale secondo Arrow. Inoltre tale insieme in generale può essere formato da più di un elemento: infatti possono esistere più opzioni preferite in T fra loro indifferenti.

Definizione. Data una scelta razionale \mathfrak{R} in S , diremo che nella scelta razionale operata **l'opzione r in S è preferita o indifferente** rispetto alla opzione s quando $s\mathfrak{R}r$.

Come è noto il Presidente Kennedy stabilì una relazione d'ordine che sceglieva come priorità massima l'opzione 3) fra le opzioni elencate precedentemente. Nella relazione d'ordine scelta da Kennedy l'opzione 3) era preferita rispetto alle altre opzioni.

Si noti che, dalla definizione di relazione d'ordine, fissata una scelta razionale in S e date due opzioni s ed r in S deve necessariamente risultare che una delle due opzioni è preferita o indifferente all'altra. In altre parole deve necessariamente essere che

$$s\mathfrak{R}r \text{ oppure che } r\mathfrak{R}s.$$

In una scelta razionale tutte le preferenze fra opzioni possibili devono essere specificate, anche se la possibilità che due opzioni siano ritenute indifferenti è contemplata.

Definizione. Diremo che **s è indifferente rispetto ad r** ed useremo la notazione $sI(\mathfrak{R})r$, quando si abbia contemporaneamente che

$$s\mathfrak{R}r \text{ e } r\mathfrak{R}s.$$

Infatti quando questa ultima circostanza sia verificata è chiaro che le opzioni s ed r , rispetto alla scelta \mathfrak{R} , non possono che essere indifferenti.

Definizione. Fissata una scelta razionale \mathfrak{R} potremo stabilire se tra due opzioni r ed s in S una è effettivamente preferita: infatti diremo che **r è preferita ad s (ed useremo la notazione $rP(\mathfrak{R})s$)** quando non è vero che $r\mathfrak{R}s$.

Come si è visto data una scelta razionale \mathfrak{R} sono naturalmente introdurre in S due ulteriori relazioni che abbiamo denotato rispettivamente con il simbolo $P(\mathfrak{R})$ e con il simbolo $I(\mathfrak{R})$. Tali relazioni indicano le preferenze e le indifferenze nell'insieme S come stabilite dalla scelta \mathfrak{R} e sono dette relazioni di preferenza e relazione di indifferenza, rispettivamente.

Il lettore si renderà facilmente conto che **una relazione di preferenza non è una relazione d'ordine totale**: infatti una relazione di preferenza non è riflessiva (nessuna scelta è preferita a sé stessa) e neppure verifica la condizione i) della definizione di relazione d'ordine totale (infatti è possibile che due opzioni siano indifferenti e quindi né la prima sia preferita alla seconda né la seconda sia preferita alla prima).

E' anche semplice vedere che **una relazione di indifferenza è una relazione di equivalenza in S .**

Si lascia al lettore la prova delle seguenti semplici proposizioni:

Proposizione 1. Se s ed r sono due opzioni in S allora $r\mathfrak{R}s$ oppure $rP(\mathfrak{R})s$.

Proposizione 2. Siano s, r, p tre opzioni in S . Se $s\mathfrak{R}r$ e $rP(\mathfrak{R})p$ allora $s\mathfrak{R}p$.

Definizione. Siano date due scelte razionali \mathfrak{R} ed \mathfrak{R}' ed una opzione p in S . Diremo che

\mathfrak{R}' rafforza le preferenze per p espresse da \mathfrak{R} (lasciando invariate le altre preferenze) ed useremo la notazione

$$\mathfrak{R}' >_p \mathfrak{R}$$

quando sono verificate le seguenti relazioni:

1. per ogni coppia (r,s) di opzioni in S^2 con $r \neq p$ e $s \neq p$ risulta che
 $r \mathfrak{R} s$ se e soltanto se $r \mathfrak{R}' s$;
2. se s è una opzione in S risulta che
 $s \mathfrak{R} p$ implica che $s \mathfrak{R}' p$;
3. se s è una opzione in S risulta che
 $p \mathfrak{P}(\mathfrak{R})s$ implica che $p \mathfrak{P}(\mathfrak{R}')s$.

Il lettore si renderà facilmente conto di come la terminologia introdotta sia intuitivamente fondata: infatti la condizione 1. afferma formalmente che per tutte le coppie di opzioni in S differenti dalla opzione p le preferenze espresse da \mathfrak{R} coincidono con quelle espresse da \mathfrak{R}' . Inoltre le condizioni 2. e 3. possono essere espresse complessivamente dicendo che se l'opzione p era preferita rispetto ad una data opzione s nella scelta \mathfrak{R} allora sarà ancora preferita ad s nella scelta \mathfrak{R}' e che se l'opzione p era indifferente rispetto ad s nella scelta \mathfrak{R} allora risulterà preferita od indifferente ad s nella scelta \mathfrak{R}' .

Definizione. Denoteremo con il simbolo \mathfrak{R}_i una scelta razionale dell'individuo i e con il simbolo \mathfrak{R}_G una scelta razionale del gruppo G.

Definizione. Votazioni. Consideriamo poi l'insieme V di tutte le n-ple di scelte razionali esprimibili dagli individui del gruppo G. Un elemento di tale insieme è formato dall'elenco $(\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_N)$ formato dalla scelta \mathfrak{R}_1 dell'individuo 1, dalla scelta \mathfrak{R}_2 dell'individuo 2, ... e dalla scelta \mathfrak{R}_N dell'individuo N. Quindi un elemento di V è una lista di tante scelte razionali quanti sono gli individui in G: V racchiude l'insieme di tutte le scelte razionali che possono essere prese dall'insieme degli individui in G. Sia v un elemento di V: potremo chiamare v una votazione degli individui in G. **V rappresenta l'insieme delle possibili votazioni.**

Definizione. Generalizzando la definizione data per le scelte razionali, diremo che la votazione

$$v'=(\mathfrak{R}'_1, \mathfrak{R}'_2, \dots, \mathfrak{R}'_N) \text{ rafforza le preferenze per } p \text{ espresse da } v=(\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_N),$$

quando

$$\text{per ogni } i=1,2,\dots,N \text{ risulta che } \mathfrak{R}'_i > p > \mathfrak{R}_i$$

In altre parole la votazione v' rafforza le preferenze per l'opzione p rispetto alla votazione v quando ciascun individuo i nella votazione v' esprime una scelta \mathfrak{R}'_i che rafforza le sue preferenze per l'opzione p come espressa dalla scelta \mathfrak{R}_i nella votazione v.

Definizione. L'insieme D delle possibili scelte razionali del gruppo G. Una relazione d'ordine nell'insieme S delle opzioni possibili è una scelta razionale cioè è un elemento d appartenente a D. Potremo dire che d è una possibile decisione del gruppo G preso come corpo elettorale e che **D è l'insieme delle possibili decisioni che il corpo elettorale può prendere.**

Definizione. Diremo che due votazioni $v'=(\mathfrak{R}'_1, \mathfrak{R}'_2, \dots, \mathfrak{R}'_N)$ e $v=(\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_N)$ **ordinano in maniera equivalente le opzioni in T** sottoinsieme di S quando

$$\text{per ogni coppia } r \text{ ed } s \text{ di opzioni in T e per ogni } i=1,\dots,N \text{ risulta } r \mathfrak{R}_i s \text{ se e soltanto se } r \mathfrak{R}'_i s.$$

In altre parole due votazioni ordinano in maniera equivalente le opzioni in T quando tutti gli individui del corpo elettorale nelle due votazioni esprimono le stesse preferenze ed indifferenze rispetto alle opzioni elencate in T.

Possiamo ora dare la definizione di **Funzione di Scelta Sociale**:

Definizione. Chiameremo (**segundo Arrow**) funzione di scelta sociale una funzione che abbia come dominio l'insieme V di tutte le possibili votazioni del gruppo G sulle opzioni rappresentate dall'insieme S e come codominio l'insieme D delle possibili scelte razionali del gruppo G.

Il problema di Condorcet si può ora formulare in maniera rigorosa: quali sono le funzioni di scelta sociale che meglio rappresentano democraticamente la volontà del corpo elettorale?

(Ovviamente sarebbe più preciso dire che si può ora dare una, fra le tante possibili, formulazione rigorosa del problema di Condorcet: quella concepita da Arrow).

Il lettore che sia arrivato fin qui avrà acquisito abbastanza familiarità con il metodo matematico per capire che la domanda che abbiamo formulata richiede, per potersi dire ben posta, delle definizioni che permettano di specificare cosa significa l'espressione "*miglior rappresentano democraticamente*".

Sia F una funzione di scelta sociale. Si ricordi che, per le definizioni date, se $v=(\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \dots, \mathfrak{R}_N)$ è una votazione allora $\mathfrak{R}_G=F(v)$ è una scelta razionale del gruppo sociale G.

1. Condizione di Indipendenza dalle Alternative Irrilevanti.

Siano v' e v due votazioni del gruppo G e $\text{Pref}(T, F(v))$ e $\text{Pref}(T, F(v'))$ le opzioni in T (incluso in S) preferite od indifferenti a tutte le altre opzioni in T rispetto alla scelta sociale $\mathfrak{R}_G=F(v)$ e $\mathfrak{R}'_G=F(v')$ rispettivamente.

Diremo che la funzione di scelta sociale F è **indipendente dalle alternative irrilevanti** quando
 Per ogni T incluso in S , se v' e v ordinano in maniera equivalente le opzioni in T
 allora $\text{Pref}(T, F(v)) = \text{Pref}(T, F(v'))$.

2. Condizione di Monotonia nelle Preferenze

Sia v' una votazione che rafforza le preferenze per l'opzione p espresse dalla votazione v . Diremo che la funzione F gode della proprietà di rappresentare fedelmente il rafforzamento delle preferenze (o più brevemente che è **monotona nelle preferenze**)
 se per ogni coppia di opzioni s ed r in S per cui $sP(F(v))r$ risulta che $sP(F(v'))r$.

3. Condizione di Esistenza di un Dittatore

Diremo che una funzione di scelta sociale F è **dittatoriale** se
 esiste un individuo i in G tale che per ogni votazione v in V e per ogni s ed r
 $sP(\mathcal{R}_i)r$ implica $sP(F(v))r$.

4. Condizione di Imposizione di Preferenze

Diremo che una funzione di scelta sociale F è **imposta** o equivalentemente che **ha delle preferenze imposte** quando
 esiste almeno una coppia s ed r di opzioni in S per cui risulta che per ogni votazione v , $sF(v)r$.

Siamo ora in grado di enunciare il

Teorema di Arrow sulle Possibili Funzioni di Scelta Sociale:

Si consideri un insieme di possibili opzioni S costituito da almeno tre opzioni. Sia F una funzione di Scelta Sociale che associ ad ogni votazione v una scelta sociale. Se F verifica le condizioni di Indipendenza dalle Alternative Irrilevanti e di Monotonia nelle Preferenze allora o F è imposta oppure è dittatoriale.

Per una dimostrazione del Teorema di Arrow rinviamo il lettore per esempio al lavoro di Arrow ed al manuale di Fishburn citati in Bibliografia.

La speranza dell'autore è che il lettore sia arrivato fin qui apprezzando via via sempre più il valore dell'opera di sistemazione e formalizzazione dovuta ad Arrow: egli ha reso possibile una formulazione precisa del concetto di scelta razionale, preferenza, scelta individuale e scelta sociale.

Il risultato a cui Arrow ci conduce è un risultato di impossibilità: se le opzioni fra le quali gli individui del gruppo G sono almeno tre non esiste nessuna funzione di scelta sociale che sia democratica (cioè non dittatoriale e non imposta) e che rispecchi fedelmente l'espressione della volontà popolare (cioè che sia monotona nelle preferenze e che sia indipendente dalle alternative irrilevanti).

4.18 Teorema di Arrow: Una nuova chiave di lettura per la comprensione dei fenomeni sociali

Chiunque abbia partecipato ai lavori di un organo collegiale deputato a prendere decisioni si è reso conto "praticamente" che non è possibile trovare un meccanismo che assicuri che l'organo collegiale sia sempre in grado di prendere delle decisioni e, contemporaneamente, che tali decisioni rispecchino sempre fedelmente le opinioni di tutti i suoi membri. Quando ciascun membro riesce a far valere equamente il proprio punto di vista allora troppo spesso l'organo collegiale non riesce a formulare una scelta razionale (secondo Arrow). Per far funzionare un organo collegiale si è dovuto accettare che il suo funzionamento sia regolato da un presidente. Si noti bene che le regole di funzionamento di ogni organo collegiale prevedono con grande dettaglio le modalità di elezione del suo presidente. Inoltre la carica di presidente, sebbene elettiva, ha sempre una durata e delle prerogative che non possono essere modificate dall'organo collegiale. Insomma il presidente del Senato o della Camera dei Deputati, ad esempio, ha l'ultima parola sull'ordine del giorno e non può essere destituito, una volta che sia stato eletto, da nessuno, neppure da un voto dello stesso organo collegiale che lo ha eletto.

Un'altra osservazione sperimentale assolutamente non controversa riguarda l'esistenza costante di un capobranco. Dato un branco di individui di una qualsiasi specie di animali (ed un organo collegiale umano rientra in questa fattispecie) si riscontra sempre l'esistenza di un individuo, selezionato con modalità sempre molto simili, che ha il compito di prendere le decisioni necessarie alla sopravvivenza del branco quando tali decisioni non possano essere prese dopo un confronto delle opinioni di tutti i suoi membri.

Si osserva che il capobranco ha un ruolo rilevante almeno in due tipi di situazioni diverse:

1. Quando la decisione deve essere presa in tempi brevi e non sia possibile per una qualche ragione consultare tutti gli individui del branco (si pensi ad un capobranco di un gruppo di scimpanzé che deve decidere se affrontare il combattimento o se fuggire in presenza di una aggressione da parte di un branco nemico, oppure al presidente Kennedy durante la crisi cubana: entrambi i maschi super alfa considerati hanno dovuto prendere delle decisioni in un periodo di tempo breve e non hanno potuto consultare democraticamente il gruppo che guidavano),

2. Quando la decisione è necessaria, sebbene nel gruppo le opinioni siano così discordanti che nessuna decisione sufficientemente condivisa risulta possibile (e l'Italia, nella sua storia, ha dato infiniti esempi di tali situazioni di stallo).

L'istituto del dittatore fu concepito dai primi costituzionalisti romani al fine di munire la Repubblica della capacità di reagire efficacemente alle contingenze impreviste che richiedono reazioni immediate: ma, se inizialmente la carica di dittatore era a durata limitata, Cesare riuscì a farsela attribuire in permanenza, così stravolgendo il meccanismo di funzionamento delle istituzioni repubblicane.

D'altro canto il Teorema di Arrow, piuttosto, riguarda la descrizione di situazioni che ricadono nella seconda classe di situazioni fra quelle appena considerate: quelle nelle quali un gruppo non riesce a prendere decisioni a causa dell'impossibilità di trovare un accordo fra i suoi membri.

Il Teorema di Arrow fornisce dunque la spiegazione razionale dell'esistenza, in ogni gruppo sociale, di un individuo super-alfa: cioè di un individuo che abbia l'ultima parola in tutte le situazioni di stallo che si presentino nel processo decisionale interno al gruppo stesso.

L'analisi del fenomeno "esistenza di un individuo super-alfa" può essere abbozzata come segue:

- Partiamo dall'osservazione sperimentale che ci fa notare che esiste un capobranco in ogni gruppo di individui di ogni specie sociale, cioè in ogni specie nella quale la sopravvivenza di un individuo isolato sia impossibile.
- Cerchiamo, come fatto da Condorcet, di realizzare la democrazia "perfetta", cioè un sistema di regole egualitarie che portino alla formazione di una scelta di un gruppo come un tutto (quella che abbiamo chiamata, seguendo Arrow, scelta sociale) a partire da quelle dei suoi individui.
- Osserviamo che un tale sistema di regole non è stato trovato e che alla fine Arrow ha dimostrato che non esiste nessuna funzione di scelta sociale monotona e indipendente dalle alternative irrilevanti.
- Notiamo, infine, che nella competizione naturale fra specie il vantaggio di vivere in gruppi è così grande che molte specie si sono adattate alla vita sociale.
- Possiamo quindi dedurre che gli individui che appartenevano a gruppi guidati da un individuo super-alfa (piuttosto che lasciati in una situazione di anarchia) hanno avuto maggiori possibilità di sopravvivere e che quindi ben presto tutte le specie sociali sono state formate da individui adattati geneticamente ad accettare che la vita di gruppo sia regolata da un individuo dominante.

Molti rivoluzionari giacobini si sono chiesti come sia stato possibile che durante tutta la storia umana tutte le società abbiano accettato l'esistenza di individui dominanti e come mai tutte le società abbiano sviluppata una struttura altamente gerarchica articolate in classi.

La loro risposta semplicistica è stata che la natura umana è schizofrenica: una maggioranza di individui deboli si è fatta sempre sfruttare da una minoranza di individui violenti ed arroganti.

I giacobini non apprezzarono i tentativi di analisi del matematico marchese di Condorcet: forse anche per questo lo uccisero dopo un processo sommario.

La natura umana non è affatto schizofrenica: la presenza, in un gruppo, di individui dominanti è una necessità logica!

Nessun gruppo può sopravvivere senza che al suo interno sia stato selezionato un individuo (o se il gruppo è grande più individui) il cui compito sia quello di risolvere le controversie in modo che il gruppo sia in grado di prendere delle decisioni in ogni circostanza, anche in assenza di opinioni accettate da una sufficiente maggioranza dei suoi membri.

L'ordine di beccata, cioè l'ordine gerarchico istituito in un dato gruppo per mezzo di scontri fisici ritualizzati, permette al gruppo di stabilire *a priori* chi debba, in situazioni nelle quali nel gruppo non ci sia una volontà sufficientemente condivisa, avere l'ultima parola.

Il vantaggio per una specie sociale nello stabilire il rito per formare una gerarchia e nel regolare la propria vita affidando la soluzione delle situazioni controverse ad un dittatore è molto grande. Conseguentemente molti degli aspetti del comportamento degli individui nelle specie sociali che riguardano la formazione ed il mantenimento di una gerarchia interna al gruppo si sono fissati in parti del loro codice genetico.

I giacobini non riuscirono a sradicare dalla mente dei loro concittadini il senso religioso, né il rispetto per le gerarchie e non riuscirono neppure a cambiare il calendario, suddividendo i mesi in decenni invece che in settimane. Il loro fallimento era inevitabile: queste loro riforme andavano contro la natura umana. Tutte le specie sociali hanno un bagaglio genetico che porta ogni individuo a rispettare la gerarchia ed a partecipare alla competizione per stabilire l'ordine di beccata seguendo un rito abbastanza predeterminato. Riguardo alla riforma del calendario il fallimento era ancora più facilmente prevedibile, perché le conoscenze teoriche necessarie a predirne il fallimento erano completamente a disposizione dei rivoluzionari: il ciclo mestruale delle femmine umane ha un periodo che è un multiplo di sette giorni, ed è cadenzato su base settimanale. Un'analisi femminista di quest'ultima questione potrebbe condurre alla conclusione che molti dei fallimenti dei giacobini furono causati dal fatto che costoro non vollero mai considerare le donne come cittadini a tutti gli effetti.

L'analisi razionale degli eventi storici alla luce delle varie Teorie (fra cui l'etologia evolutivista, si veda Wade (2006)) sviluppate recentemente applicando il metodo scientifico e la matematica nelle scienze sociali potrà gettare una nuova luce su molti degli eventi storici che ci sono stati tramandati. Molti considerano l'affermazione precedente almeno come avventata, altri la rifiutano recisamente, molti ancora credono che le Teorie scientifiche ora disponibili siano molto lontane dal dare previsioni e descrizioni accurate dei fenomeni.

Tuttavia uno dei più grandi pensatori del novecento, Isaac Asimov, che con la sua opera di narrativa scientifica divulgativa ha fatto moltissimo per elevare le conoscenze di ampi strati della nostra società, sembra pensare che

l'analisi scientifica di quell'enorme mole di fenomeni sociali che chiamiamo storia sarà possibile, in un futuro non troppo lontano.

Tutti dovrebbero vivere la magnifica esperienza di immergersi nel mondo immaginario di Asimov tenendo presente che egli, molti decenni prima che le realizzazioni scientifiche che stava preconizzando diventassero realtà, aveva considerato realizzabili ed immaginato con grande precisione i moderni calcolatori, Internet, il proiettore di immagini da computer, la navigazione spaziale e tante altre innovazioni tecnologiche. Ebbene la sua visione più affascinante riguarda la futura formulazione di una rivoluzionaria Teoria, che chiama *Psico-storia*. La Psico-storia permette di prevedere il comportamento di grandi gruppi sociali umani: essa viene applicata dai protagonisti dei racconti di Asimov sia per spiegare gli eventi passati che per prevedere quelli futuri.

Probabilmente il Teorema di Arrow è un primissimo passo verso la formulazione di una Psico-Storia.

Chi ora pensi che si stia dando troppo credito ad un intellettuale visionario che abbandonò presto la carriera accademica (Asimov lasciò una posizione di professore associato in Biologia in una prestigiosa università americana) per dedicarsi alla carriera di scrittore di romanzi di fantascienza è invitato a considerare la parola "Robotica". Questa parola che dà il nome ad una scienza ora molto praticata (ci sono migliaia di professori di Robotica nelle università del mondo). La parola Robotica, insieme ad una definizione molto precisa del suo campo di applicazioni furono, entrambe, concepite dalla mente feconda di Isaac Asimov.

Le considerazioni sul potere descrittivo che l'analisi razionale degli eventi storici ha guadagnato grazie al Teorema di Arrow non si limitano a quelle che abbiamo sviluppate fin qui.

Si consideri, infatti, ancora una volta l'enunciato del Teorema:

- 1) Una funzione di scelta sociale associa alle scelte razionali degli individui una scelta razionale, quella che sarà adottata dal gruppo.
- 2) Una funzione di scelta sociale per cui vale il Teorema di Arrow deve essere indipendente dalle alternative irrilevanti: questo restringe il campo di applicabilità del Teorema.
- 3) Una funzione di scelta sociale che verifica le ipotesi del Teorema di Arrow deve necessariamente dittatoriale oppure deve avere delle scelte imposte.

Riguardo al punto 1) è importante rilevare che una funzione di scelta sociale produce effettivamente una decisione: la relazione immagine dell'insieme delle scelte dei singoli individui è effettivamente una relazione d'ordine totale. Insomma nelle ipotesi del Teorema di Arrow è espressa la richiesta che il gruppo che si sta considerando sia capace effettivamente di prendere decisioni. Si noterà che spesso, come nella Francia della Quarta Repubblica o in Italia da sempre, si preferisce non prendere decisioni piuttosto che non tenere conto dell'opinione di un qualche sottoinsieme del gruppo sociale. Insomma il Teorema di Arrow indica chiaramente quale sia una prima contromisura che può essere tentata per rimediare all'impossibilità logica da esso dimostrata: quella di mantenere le richieste di uguaglianza del peso delle scelte dei singoli a scapito della capacità di prendere delle decisioni. Ovviamente il Teorema non analizza quali conseguenze una tale contromisura possa avere: in particolare non permette un'analisi della perdita di efficienza di un gruppo sociale che sia paralizzato dall'incapacità di prendere decisioni veramente necessarie (come, ad esempio, quella di tagliare la spesa pubblica per diminuire un enorme debito pubblico accumulato da amministratori dissennati, o peggio, ladri).

Riguardo al punto 2) si deve rilevare che qualche volta gli elettori possono decidere di cambiare il proprio ordine di preferenza delle opzioni in un insieme di opzioni per loro equivalenti se riescono a percepire che così facendo possono indurre modificazioni nella scelta sociale risultante per quanto riguarda opzioni a cui tengono molto. Insomma se il mio voto per far costruire una strada invece che un ponte (un cambiamento delle mie opzioni per me irrilevante) renderà più semplice l'assunzione di un mio parente (effetto a cui tengo molto) allora improvvisamente per me la strada diventerà preferibile al ponte. Questo tipo di situazioni probabilmente merita un'analisi più approfondita.

Riguardo al punto 3) si deve rilevare che nella storia si trovano infiniti esempi di situazioni nelle quali le funzioni di scelta sociale utilizzate si possono riconoscere come imposte e/o dittatoriali.

Si noti che è, talvolta, molto difficile stabilire se una certa funzione di scelta è imposta oppure dittatoriale. Una funzione di scelta imposta è quella che si basa su di un insieme di valori che tutti i membri del gruppo accettano come indiscutibile: ad esempio dovendo scegliere fra più candidati ad una certa carica elettiva si è stabilito che se due candidati hanno ottenuto lo stesso numero di voti risulta eletto il più anziano di età. Ecco un valore condiviso (nei gruppi umani ma anche nei gruppi di bonobo) che risolve alcune situazioni nelle quali il meccanismo di scelta sociale si potrebbe inceppare. L'insieme dei valori imposti, ad esempio, da una religione serve a diminuire le situazioni di stallo nel processo di formazione delle scelte sociali. Una funzione di scelta dittatoriale si appella al giudizio di un singolo individuo per dirimere le controversie. Il lettore pensi alla storia dei paesi occidentali e consideri come sia difficile, se non impossibile, nel caso delle società nelle quali opera la Chiesa Cattolica stabilire se scelta sociale è imposta da Dio (funzione di scelta imposta da valori condivisi) o dominata da un dittatore (il Vescovo di una Diocesi oppure il Papa). Si noti che le Chiese protestanti hanno fondato ideologicamente il proprio scisma dalla Chiesa di Roma proprio sulla distinzione fra scelta sociale imposta dai valori e quella imposta da un dittatore. Quando Lutero afferma che ciascun cristiano deve prendere le sue decisioni consultando la Bibbia e mettendo in contatto la sua coscienza con Dio in realtà afferma che l'insieme dei valori che guidano le scelte sociali imposte sono già presenti in ogni uomo e che non è necessario che un'autorità ribadisca i dettati morali, imponga un'interpretazione autentica delle scritture e guidi direttamente il gruppo verso una scelta sociale. D'altro canto sembra proprio che la Chiesa di Roma non abbia la stessa fiducia nella coscienza del singolo individuo e ritenga che la guida delle scelte dei singoli debba essere costantemente monitorata dalla gerarchia: il lettore si formi il suo giudizio riguardo l'efficienza relativa dei diversi gruppi sociali occidentali a seconda del credo religioso che hanno abbracciato: è stato più conveniente adottare l'anarchia dei

valori protestante oppure l'uniformità di giudizio dei cattolici? Si noterà infine che più recentemente Pio XII ha rafforzato la natura dittatoriale della funzione di scelta sociale nei gruppi dove la fede cattolica è più diffusa: affermando l'infallibilità papale egli ha formalizzato il rafforzamento del ruolo del Papa nel processo di formazione della scelta sociale.

Varie sfumature e grandi differenze si possono riscontrare nel ruolo svolto da Re, Imperatori e Monarchi che hanno giocato il ruolo di dittatore in società e tempi diversi. In Viola (1994) è analizzato il sistema costituzionale francese precedente alla rivoluzione: le scoperte che questa lettura permette sono notevoli. Il Monarca Assoluto non era un Despota: il suo potere era limitato da consuetudini, regole formali e persino dalle leggi che lui stesso aveva precedentemente promulgato. Non si pensi che un Monarca Assoluto francese potesse promulgare leggi facilmente: se il Parlamento non la accettava il Re non riusciva neppure a promulgarla. Quindi, molto spesso accadde che il Re fu costretto a rispettare una legge da lui stesso promulgata senza poterla più modificare. Anche in un gruppo di scimpanzé (si veda de Waal (1982-2007) e Russon et al. (1996)) il maschio super-alfa deve rispettare delle regole e sottostare ad alcune procedure se vuole che la sua volontà sia accettata dal gruppo. Insomma un dittatore generalmente contribuisce a formare la scelta sociale in maniera più rilevante degli altri individui, ma, in generale, non impone il suo volere in maniera incontrollata ed indiscriminata.

Il processo che porta alla selezione di un dittatore è oggetto di approfonditi studi etologici: nella specie umana, probabilmente per diminuire le lotte necessarie alla selezione dell'individuo o degli individui dominanti, si è affermato il principio di attribuzione ereditaria del ruolo. In alcuni gruppi sociali alcune famiglie hanno conquistato il diritto di trasmettere il ruolo di individuo dominante di generazione in generazione al maschio primogenito, e, in caso di mancanza di eredi maschi, anche alle femmine primogenite. Come già rimarcato in precedenza, sebbene sia chiaro che i figli ereditano molte delle caratteristiche fisiche e psicologiche dei loro genitori purtroppo le doti di intelligenza, equilibrio, cinismo e ferocia necessarie ad esercitare il ruolo di dittatore non sono ereditate con le leggi dell'ereditarietà scoperte da Mendel per alcuni caratteri delle specie viventi. Insomma la capacità di essere un buon dittatore non si tramanda come il colore degli occhi, e non è neppure un dato recessivo: questa capacità è il risultato di una tale quantità di caratteri ereditari, caratteri che si rimescolano in maniera così rilevante nel passaggio da una generazione all'altra, che se un padre è stato un buon dittatore allora non è detto che lo sia il figlio. Anzi la probabilità che il figlio lo sia è uguale alla probabilità che lo sia un qualsiasi altro individuo.

Questa circostanza è causa di infinite instabilità nelle società che hanno delegato, nella loro evoluzione, il ruolo di dittatore ai discendenti di un uomo che ebbe le doti necessarie a questo ruolo.

Alle Monarchie ereditarie è stato contrapposto il sistema sviluppato nell'antica Grecia: la Democrazia. Il ruolo di dittatore, nelle Democrazie, viene affidato ad individui che si sottopongono ad un processo di selezione, la campagna elettorale, che culmina in una elezione formale da parte di tutti i cittadini. Ogni carica elettiva ha una durata limitata e prerogative rigidamente fissate. La contrapposizione fra i due sistemi politici è durata nei secoli ed evidentemente nessuno dei due presenta tali vantaggi da aver soppiantato l'altro.

Si noterà qui che esistono, come per le Monarchie, diverse forme di Democrazia. Non essendo disponibile la funzione di scelta sociale "ottima" (come dimostrato dal Teorema di Arrow) una democrazia

- 1) deve fare appello ad un insieme di valori per ottenere delle scelte imposte,
- 2) deve scegliere con una procedura il più condivisa possibile uno o più dittatori, limitandone i poteri con un sistema di controlli, e
- 3) si deve rassegnare ad utilizzare una funzione di scelta che non sceglie sempre, che qualche volta si blocca nel processo decisionale.

Chiaramente la diversa misura che i costituzionalisti o i padri fondatori di un dato sistema politico scelgono fra queste tre diverse cure all'impossibilità logica portata alla luce dal Teorema di Arrow caratterizza un'infinità di diverse possibili democrazie.

Le caratteristiche delle società che risultano dai diversi sistemi politici possono essere molto diverse. Si farà qui riferimento solo, ed a titolo di esempio, alle enormi differenze manifestate da due sistemi politici che, nel senso largo che abbiamo qui specificato, possono dirsi democrazie. Stiamo parlando della democrazia Ateniese e del sistema oligarchico spartano. Quanto la prima mostra rispetto per le opinioni dei singoli cittadini tanto la seconda fa appello ad un insieme di valori imposti. Se Atene ha prodotto una cultura raffinata, pensatori fecondi e profondi, alcuni dei testi più importanti della filosofia e del diritto occidentali, Sparta è riuscita a prevalere nella guerra del Peloponneso, guerra voluta da Atene e che ne ha segnato la fine politica ed economica.

Il sistema politico di Atene era troppo articolato per reggere il confronto in uno scontro diretto con il sistema rigido ma più solido che reggeva le istituzioni Spartane. La democratica Atene soccombe nel confronto con l'oligarchica Sparta.

La democrazia formale romana rappresenta un notevole perfezionamento di quella ateniese: la gestione delle crisi viene affrontata per mezzo dell'elezione di un dittatore ed il sistema di controllo delle magistrature elettive è molto efficace. La durata in carica di un dittatore, fino al periodo imperiale, è strettamente limitata ai periodi di crisi, ed i consoli, i magistrati che detengono la maggior parte del potere esecutivo, durano in carica solo un anno, sono due e si alternano, scambiandosi i ruoli ogni giorno al comando dell'esercito. I consoli uscenti presiedono i comizi elettorali che eleggono i nuovi consoli: il rispetto delle procedure formali è così attento che subito dopo la disfatta di Canne, ad opera di Annibale, i comizi elettorali furono convocati e le elezioni furono celebrate come se nulla fosse successo.

La grande efficienza del sistema politico romano fu la causa prima del dominio che Roma esercitò su tutto il mondo occidentale, dominio politico che riuscì ad avere ragione di società, quelle ellenistiche, che pure avevano raggiunto vette di sviluppo tecnologico inarrivabili fino alla fine del settecento. Ed il sistema politico romano fu un capolavoro di equilibrio fra capacità di prendere decisioni, capacità assicurata dalla presenza in quel sistema di

magistrature monarchiche, e rispetto della volontà del corpo elettorale. La capacità di agire nelle situazioni di crisi o in presenza di un disaccordo diffuso nel tessuto sociale fu assicurata dalla efficienza del sistema elettorale manifestata dalla scelta di magistrati di grande valore, magistrati a cui era concesso la prerogativa di agire per il meglio, mentre il rispetto della volontà del corpo elettorale fu assicurato da un apparato di regole formali, di garanzie costituzionali e di radicate tradizioni democratiche che facevano sì che tutti i cittadini si sentissero garantiti e difesi dalle loro istituzioni repubblicane.

In tempi più recenti, si deve ricordare la tragica esperienza rappresentata dalla repubblica di Weimar. Nella Germania fra le due grandi guerre un sistema democratico iper-garantista della volontà delle minoranze paralizzò il processo decisionale e portò all'elezione democratica alla massima carica dello Stato del dittatore per antonomasia del ventesimo secolo: Adolf Hitler. Un gruppo sociale stanco dell'incapacità decisionale di un sistema politico che si curava troppo del bilancio dei poteri e del rispetto delle scelte dei singoli si consegnò, alla fine, ad un dittatore folle.

Soluzioni più felici al problema del bilanciamento fra capacità decisionale e rappresentatività delle opinioni della società sono date da due fra le più efficienti democrazie occidentali: la repubblica presidenziale Americana e la Quinta Repubblica francese. Il caso americano rappresenta un esempio della realizzazione dell'equazione "presidente uguale dittatore a termine" mentre il caso francese è considerato un esempio dell'equazione "presidente uguale monarca costituzionale a termine". Il dittatore-a-termine-presidente-americano forma un governo che non è soggetto al voto di fiducia del Parlamento, non può durare in carica più di otto anni e deve essere rieletto dopo quattro, può spendere denaro ed imporre tasse solo se il Congresso glielo consente, può bloccare con il veto una legge votata dal Congresso ed è obbligato a promulgarla solo se il Congresso la rivota con una maggioranza qualificata. Il sistema americano, concepito in un'epoca nella quale un sistema politico non monarchico era considerato irrealizzabile, ha dimostrato che una funzione di scelta sociale dominata da un dittatore a termine, controllato da un Congresso di rappresentanti del popolo, può condurre un paese (ricco di risorse naturali e abitato da un popolo che accetta un insieme di valori molto rispettosi delle regole della convivenza civile) ad una posizione di dominio planetario quasi incontrastato. Il monarca-costituzionale-a-termine-presidente-francese nomina il primo ministro, presiede, quando lo ritiene opportuno, il Consiglio dei Ministri, è ultimo responsabile della politica estera e militare del suo paese, ma il suo governo deve ottenere la fiducia del Parlamento, che può costringere il primo ministro alle dimissioni. Il sistema francese, concepito da De Gaulle in un momento di crisi istituzionale gravissima, dimostra che anche un paese attento al rispetto delle opinioni delle minoranze può riformare le proprie istituzioni in modo da renderle efficienti. Se si pensa al tentativo Craxiano di imporre "il decisionismo" in Italia ed al suo fallimento quasi totale, se si pensa alla situazione di stallo politico permanente in cui versa il nostro paese c'è da chiedersi in cosa gli italiani sono diversi dai cittadini di altri paesi, come la Francia o la Spagna, che da storie molto simili alla nostra hanno saputo trarre il necessario insegnamento: la democrazia perfetta (nel senso di Arrow) non esiste, ma con opportuni meccanismi di rotazione che regolino l'attribuzione del ruolo di dittatore, si può costruire un sistema politico capace di favorire lo sviluppo politico, economico e culturale del nostro paese.

Si vuole concludere questa breve serie di considerazioni ribadendo che uno dei criteri di imposizione delle scelte nelle funzioni di scelta sociale più frequentemente riscontrato nei gruppi sociali è quello della preferenza per le scelte degli individui più anziani. Si sente parlare spesso di sistemi politici basati sulla gerontocrazia, cioè sul governo degli anziani: ebbene questo modo di selezionare i dittatori necessari a far funzionare un qualsiasi sistema politico è stato adottato molto spesso nella storia umana. Ad esempio la Gerusia era l'organo collegiale che regolava la vita politica a Sparta: ebbene per diventare membro bisognava aver compiuto sessanta anni, età che all'epoca era raggiunta solo da pochi fortunati. Anche nei gruppi di primati la maggiore anzianità viene considerata in molti casi come criterio per selezionare i dittatori e per stabilire la gerarchia interna al gruppo. Si pensi ai gruppi di bonobo: in questi gruppi la vita sociale è regolata da un sistema matriarcale e per questo in essi la violenza è quasi del tutto sconosciuta. Ogni conflitto sociale è da loro risolto in maniera rituale e ciascuno dei riti sociali dei bonobo coinvolge in maniera rilevante il sesso, che è stato piegato a strumento di coesione dei gruppi sociali. Quando, poi, in un gruppo di bonobo è necessario stabilire l'ordine di beccata, allora le femmine si dispongono in una gerarchia che vede al vertice le più anziane, indipendentemente dalle loro capacità, mentre i maschi sono collocati in una gerarchia che rispecchia quella delle rispettive madri. C'è da dire che gli etologi che hanno studiato le società di bonobo le hanno paragonate al paradiso, soprattutto quando confrontate con le violente, competitive e talvolta feroci società di scimpanzé o gorilla. Tuttavia bisogna anche osservare che i bonobo mostrano una ridottissima capacità di affrontare la competizione per la sopravvivenza rispetto ad altri gruppi di animali sociali: i bonobo soccombono proprio a causa della loro incapacità di comportamento violento. Nelle loro società la competizione fra individui è quasi inesistente visto che il criterio imposto per determinare il peso degli individui nel processo decisionale è quello dell'anzianità.

Evidentemente i meccanismi sociali che hanno forgiato la società dei bonobo si sono innescati anche nelle società formate dai professori universitari occidentali. In queste ultime società il criterio più diffuso nello stabilire le gerarchie è l'anzianità in ruolo (che talvolta può essere diversa da quella anagrafica). Il sistema elettorale per l'elezione delle commissioni giudicatrici nei concorsi universitari prevede che in caso di parità di voti ottenuti dai candidati membri della commissione risulti eletto il più anziano in ruolo, ed in caso di uguale anzianità in ruolo (caso non troppo infrequente visto che spesso i professori italiani sono stati assunti in ruolo con concorsi nazionali) viene eletto il più anziano d'età.

Inoltre chiunque abbia anche solo tentato di iniziare la carriera universitaria si è sentito spiegare dal suo mentore accademico che nell'università per l'attribuzione dei posti di ricercatore o professore si privilegia l'anzianità, cioè il numero di anni di precariato o di permanenza nel ruolo più basso rispetto a quello che si aspira ad occupare, essendo spesso oggettivamente difficile stabilire chi abbia veramente i meriti maggiori.

Proprio come le società di bonobo, le università occidentali hanno stabilito che quando la funzione di scelta sociale che si sono data non è in grado di produrre una scelta razionale a partire dalle scelte razionali dei professori in ruolo allora la scelta imposta da utilizzare è quello di privilegiare l'anzianità.

Capitolo 5

Pratica: Un Esempio di Dittatore che assicura il funzionamento di un sistema di cooptazione dall'alto ovvero Don Pasquale è Lui che Decide

(...) *an impulsive verdict: Yeroen was to blame.*
He was, and still is, the one who decides everything in the chimpanzee colony.

(...) *un verdetto emesso d'impulso: Yeroen deve essere biasimato.*
Egli era, e tuttora è, colui che decide tutto nella colonia di scimpanzé.

“Reflections on the dark side”, “Riflessioni sul lato oscuro”
estratto da “Peacemaking among primates”, “Riconciliazioni fra primati”
di Frans de Waal (1989)

Il problema di Condorcet non ha soluzione: Arrow ha dimostrato che non è possibile trovare un sistema democratico nel quale la volontà di ogni cittadino sia pesata sempre ed esattamente come quella di tutti gli altri e nel quale l'insieme delle volontà di tutti i cittadini sia sempre rispecchiato fedelmente.

È importante che sia qui chiaro che con l'espressione **sistema democratico** si vuole intendere **funzione di scelta sociale**. Una funzione di scelta è, in ultima analisi, un algoritmo, o se si preferisce una espressione equivalente, un insieme di regole automatiche che permette di produrre la scelta sociale come risultato finale a partire dall'insieme delle scelte razionali di tutti i cittadini.

Il lettore che abbia una qualche nozione di diritto saprà che **uno stato di diritto moderno** è uno stato nel quale le regole di comportamento dei cittadini devono essere specificate esattamente dalle leggi. Per garantire l'uguaglianza fra i cittadini in uno stato di diritto si arriva a stabilire dettagliatamente quali siano le procedure necessarie ad iniziare, per esempio, ogni procedimento penale contro un cittadino: inoltre tali procedure devono essere applicate esattamente come è stato prescritto dalle leggi, se non si vuole che siano annullate da un qualche organo di revisione come la Corte di Cassazione Italiana. Insomma uno stato di diritto moderno vuole basarsi su di un insieme di regole certe che sono valide per la totalità dei cittadini e la cui applicazione deve essere automatica ed oggettiva. In uno stato di diritto **la forma** (cioè la procedura utilizzata per compiere una qualsiasi azione giuridicamente rilevante) è **sostanza** (cioè è l'unica base rilevante di ogni considerazione giuridica).

Di conseguenza, *il fatto che non esista una funzione di scelta sociale che tenga conto ugualmente delle scelte dei cittadini pone seri problemi di fondazione di un qualsiasi sistema democratico.*

Il processo di selezione naturale fra le società ha prodotto molti sistemi politici, cioè molti sistemi per la formulazione di scelte sociali a partire dalle scelte individuali. Come è stato amaramente osservato da tutti gli studiosi che li hanno descritti, e come è stato dimostrato da Arrow con strumenti puramente logici, nessun sistema prodotto dalla evoluzione sociale e culturale può essere “*perfettamente democratico*”.

Qualcuno in passato ha affermato che questa era la prova dell'intrinseca cattiveria e malvagità degli esseri umani: senza nulla togliere a tale cattiveria e malvagità bisogna ammettere che il processo evolutivo non poteva, pur cercando sistematicamente, trovare qualcosa che – in forza del teorema di Arrow – non può logicamente esistere (cioè che non può esistere in nessun mondo logicamente consistente: si veda il Capitolo sul Falsificazionismo e la Semantica).

L'evoluzione ha prodotto, di conseguenza, diversi sistemi politici che, pur dovendo necessariamente rinunciare ad alcune delle caratteristiche che sarebbero in essi auspicabili, hanno permesso ai gruppi che li hanno adottati, in un dato momento storico ed in un dato luogo, una crescita sociale ed economica armoniosa e pacifica.

Insomma vari gruppi o sottogruppi sociali hanno rinunciato ad alcuni aspetti dell'uguaglianza fra i propri membri oppure hanno rinunciato a prendere decisioni su questioni troppo controverse oppure hanno delegato

alcune decisioni a singoli individui o ad insiemi ristretti di individui pur di stabilire un qualche sistema di conduzione collettiva delle decisioni.

Quando queste regole necessariamente imperfette sono state accettate dalla maggioranza degli appartenenti al gruppo che ne era regolato ed erano sufficientemente sagge e stabili allora questo gruppo ha vissuto lunghi periodi di prosperità e progresso, battendo tutti i gruppi competitori, oppure affermandosi come un importante sottogruppo del consorzio sociale umano.

Se la democrazia (intesa come sistema di organizzazione della vita degli stati) è nata ad Atene e poi è rinata durante il periodo delle Rivoluzioni del XVII e XVIII secolo (quella inglese di Cromwell, quella americana e poi quella francese) si può però affermare che prove di organizzazione democratica di gruppi sociali hanno avuto luogo sistematicamente durante tutto il medioevo. Infatti (Verger (1991)) a partire dalla fondazione delle Università di Bologna, Parigi e Napoli (quest'ultima dovendo essere ricordata come la prima fra tutte le Università Statali) **gli organi collegiali accademici hanno sempre avuto facoltà di prendere decisioni e sono sempre stati formati da professori che mai avrebbero accettato di non essere tutti uguali, cioè titolari esattamente degli stessi diritti e privilegi.**

In questo Capitolo daremo un esempio di gruppo sociale formato da accademici e vedremo che forma ha presa e come si è in esso manifestata la necessità inevitabile (perché logica) dell'esistenza di un dittatore. La ragione della scelta di questo particolare esempio di gruppo sociale non è solo legata alle particolari esperienze di vita dell'autore: è, infatti, opinione diffusa (Mendelssohn (1981), Whitehead (1979), Russel (2005), Russo (2006)) che *la ragione fondamentale del progresso scientifico, tecnologico, economico e sociale dei paesi occidentali è da individuare nel fatto che queste società si sono dotate di una classe di intellettuali, formata nelle Università, alle quali è stata assicurata una forma avanzata di indipendenza, autogoverno e gestione autonoma delle risorse.*

Quindi capire come sono organizzate le Università è importante.

Perché capire come funzionano le Università porta a convincersi della loro importanza e necessità, convinzione che rende chiaro il conseguente bisogno di investire risorse per mantenerle, e rende evidente che non è facile migliorarne l'organizzazione, anche perché alcuni aspetti eticamente discutibili del loro modo di funzionare non possono essere migliorati affatto (per capire questa affermazione bisogna capire il Teorema di Arrow e questa affermazione dà un'ulteriore prova dell'importanza di tale Teorema).

Infine una descrizione dettagliata delle forme organizzative scelte dalle nostre Università nei vari momenti storici permette di capire molto riguardo alle ragioni per le quali le società occidentali hanno vissuto momenti di grande crescita economica e culturale.

5.1 Il processo di attribuzione dei ruoli in un gruppo sociale

La ragione prima dello sviluppo sociale e tecnologico dell'umanità risiede nell'organizzazione del lavoro che si è saputa dare. Diversi individui, con competenze diverse e diverse attitudini, svolgono lavori diversi: ma se gli sforzi dei singoli sono messi insieme, e focalizzati su di un obiettivo comune, allora il gruppo sociale così organizzato ha una forza che è di gran lunga superiore alla somma delle forze dei suoi singoli membri. Il concetto che è stato sviluppato dagli studiosi di fenomeni sociali e che meglio descrive questa circostanza è quello di *sinergia* (parola di etimologia greca che significa letteralmente "con-energia" ovvero "energia ottenuta dall'unione").

È quindi cruciale, per il suo successo nella competizione con gli altri gruppi, che in uno specifico gruppo sociale si stabiliscano dei meccanismi di selezione dei ruoli: un individuo deve essere diretto verso una mansione che gli sia abbastanza congeniale e che sia contemporaneamente di utilità nella economia del gruppo.

Un meccanismo che privilegi troppo le inclinazioni personali rischia di far mancare al gruppo sociale le necessarie competenze in campi di attività essenziali al raggiungimento dei suoi scopi. D'altro canto un meccanismo che non consideri nella misura dovuta le inclinazioni personali, e tenga conto soltanto delle necessità (previste o presunte nel futuro oppure desunte dalle carenze presenti) del gruppo, porterà a gravi malcontenti ed al distacco dei singoli dagli obiettivi comuni. Un esempio, alla fine fallimentare, di divisione dei ruoli coatta e sostanzialmente indifferente alle inclinazioni ed aspirazioni dei singoli è data da quella messa in atto nelle società del comunismo reale.

Nella storia dell'umanità sono stati sperimentati diversi meccanismi di selezione dei ruoli: quelli probabilmente più antichi utilizzano il principio dell'ereditarietà su base familiare. Un ruolo appartiene alla famiglia di origine: il figlio del calzolaio farà il calzolaio.

Questo meccanismo ha avuto la sua più feroce espressione nel sistema delle caste indiano. Un paria è tale per nascita, è un intoccabile, perché immondo, ed è destinato ai lavori più degradanti semplicemente perché questo è il suo destino genetico.

Sebbene il meccanismo delle caste ereditarie abbia mostrato una qualche efficienza, come dimostrato dal suo ripetersi in gruppi sociali diversi, in epoche ed in luoghi diversi, esso ha mostrato dei limiti invalicabili, collegati alla natura dei meccanismi di trasmissione ereditaria dei caratteri da una generazione all'altra.

Come ben discusso da Watson (2004), non si è mai potuto dimostrare che le abilità dei genitori siano ereditate dai figli: la versione moderna e pseudo-scientifica dell'ideologia a base del sistema delle caste (l'eugenetica) si è rivelata del tutto infondata. La capacità di "costruire barche" non è ereditaria, almeno non nello stesso modo in cui è ereditario l'albinismo. L'intelligenza o la capacità di condurre gli uomini o la capacità di produrre idee innovative non si trasmettono automaticamente di padre in figlio.

Molti fattori, complessi e non ancora compresi, giocano un ruolo rilevante nel determinare geneticamente queste capacità individuali. In buona sostanza si può dire che non è ancora possibile stabilire in maniera efficace, solo dalla conoscenza delle doti degli antenati, quali siano le doti dei discendenti. Il più grande logico-matematico italiano del Novecento, Giuseppe Peano, è nato in una famiglia di contadini, la Fabbrica dei Geni (si veda Plotz (2006)) è stata un grande fallimento, la famiglia Bernoulli, (si veda Bell (1973)) che ha dato alla scienza almeno quattro grandi matematici, è considerata l'unica casuale eccezione ad una regola generale: i figli dei grandi scienziati non sono all'altezza del genio dei padri.

Il sistema delle caste spreca la gran parte delle capacità dei suoi membri a causa dell'eccessiva rigidità nella attribuzione dei ruoli.

Si sono, quindi, sviluppate meglio quelle società nelle quali i ruoli sono assegnati ai singoli individui per mezzo di meccanismi di selezione basati sul principio della valutazione comparativa del merito culturale. Tali meccanismi sono risultati più efficaci rispetto a quello che si basa sul principio di suddivisione in caste a condizione che, nelle società che li utilizzano, sia stato fondato un valido sistema educativo.

Anche il principio di selezione per merito culturale ha condotto a degli eccessi: si pensi a quell'Inferno degli Esami (si consulti Miyazaki (1988) per maggiori dettagli) che era la vita degli aspiranti Mandarini nell'Impero Cinese: vita costellata da una sequenza terribile di concorsi, talvolta truccati, finalizzati ad assegnare le più alte responsabilità di governo. Il Mandarinato è forse il più antico sistema politico meritocratico tentato nella storia dell'umanità.

In Europa si afferma, durante il medioevo, il principio della libertà di accesso agli studi da parte di tutti i giovani, indipendentemente dalla loro originaria classe sociale di appartenenza (si pensi alla visionaria fondazione di una Università Statale da parte di Federico II, descritta in Torraca e Arnaldi (1988)): il diffondersi della cultura in ampi strati della società occidentale è la ragione principale del suo predominio nel mondo (Mendelssohn (1981), Whitehead (1979), Russel (2005)). Ovviamente il sistema meritocratico occidentale mostra molti limiti: posti di funzionario e dirigente statale attribuiti sulla base di acquisite credenziali di affidabilità politica, concorsi a posti di primario ospedaliero decisi sulla base delle indicazioni di case farmaceutiche o potentati partitici, concorsi a cattedre universitarie precostituiti, nepotismo e familismo diffusi sono ben documentati fin dalla nascita delle prime università e dei primi stati nazionali.

Tuttavia i vari meccanismi utilizzati dalle società occidentali hanno permesso di operare una selezione veramente efficace fra gli studiosi e fra gli intellettuali per stabilire a chi attribuire posti di responsabilità. E questa capacità di selezione dei migliori risalta ancora di più quando confrontata con quella ottenuta dai meccanismi di selezione sviluppati nelle altre società. Il sistema di cooptazione dall'alto, o meglio, di accertamento del valore intellettuale di un singolo da parte di un insieme di esperti già affermati i quali riconoscono come loro pari i nuovi membri della loro corporazione di specialisti, sarà forse solo meno peggio degli altri, ma è senza dubbio il migliore sistema di selezione fino ad ora sperimentato. Il sistema corporativo non si è dimostrato il più efficace fra quelli possibili per organizzare la vita economica delle nostre società, e per questo è stato spesso disprezzato ed etichettato come *medioevale*. **Per quanto attiene, invece, il modo più efficace per organizzare l'educazione e la formazione dei giovani intellettuali e la selezione di colori ai quali devono essere attribuite le maggiori responsabilità nelle istituzioni pubbliche di formazione e ricerca non vi è alcun dubbio che il sistema meno criticabile è proprio quello corporativo.**

Si noti che, in particolare, le Università occidentali scelgono da sempre i propri nuovi professori con un sistema di selezione dall'alto di tipo corporativo, sistema che è concepito per essere il più possibile meritocratico.

Nelle sezioni seguenti è raccontato come può accadere di essere avviati alla carriera universitaria.

In altri termini si discuterà di come, in un caso preciso, è stato risolto il seguente problema *pratico*:

Problema del metodo ottimale di selezione dei professori e ricercatori

Dato un insieme di aspiranti, per esempio l'insieme {Filippo, Alfredo, Giovanni, Giacomo, ..., Walter}, cioè di giovani che ambiscono a ricoprire ruoli di responsabilità nelle nostre centenarie istituzioni educative e di ricerca e stabilito che il numero di stipendi, anche ridotti al livello attuale di minimo di decenza, che si possono erogare è sicuramente inferiore al numero degli aspiranti

Come scegliere a chi affidare ciascuno dei ruoli di responsabilità disponibili?

Ovviamente è unanime il consenso su quali debbano essere i criteri generali sui quali si deve basare la scelta:

Criteri da utilizzare nella selezione dei professori e ricercatori

I professori ed i ricercatori selezionati devono essere in grado di

- 1) comprendere tutte le conoscenze utili acquisite dalle generazioni precedenti
- 2) essere in grado di trasmetterle alle generazioni successive
- 3) essere capaci di aumentare il patrimonio di conoscenze disponibili.

Ma se sui criteri citati tutti sono d'accordo, il disaccordo totale nasce sulla determinazione dei meccanismi che devono essere utilizzati per stabilire quali candidati li soddisfano meglio ed eventualmente sul peso relativo da assegnare a ciascuno dei criteri.

Un'analisi razionale delle difficoltà che si incontrano quando si tenta di risolvere il problema proposto conferma che il meccanismo che si è affermato alla nascita delle Università occidentali, e cioè quello della cooptazione dall'alto da parte dei membri di una corporazione gestita da organi collegiali i cui lavori siano guidati da presidenti (e cioè da dittatori, nel senso del Teorema di Arrow), è quello meno inefficiente.

I difetti di questo meccanismo sono indubbi, le sue distorsioni sono legate indissolubilmente alla natura umana, le ingiustizie evidenti che ha reso possibili sono innumerevoli ed altrettante sono le menti che sono state sprecate a causa delle sue intrinseche imperfezioni: purtroppo non è logicamente possibile trovare niente di meglio.

5.2 Una Importante Avvertenza

Quando si vuole comprendere un fenomeno è molto utile, anzi è necessario, stabilire connessioni logiche, parallelismi, analogie e paragoni con altri fenomeni che abbiano qualcosa in comune con quello che è l'oggetto principale di studio.

L'esempio classico che illustra questa necessità, che bene dovrebbe essere compreso da ogni persona di cultura, è preso dalla fisica.

Quando gli antichi scienziati ellenistici, Galileo, (e Newton, d'Alembert, Eulero, Lagrange) si dedicarono allo studio del moto dei corpi cominciarono con lo stabilire che un proiettile, una freccia, una valigia, una palla, un pianeta, una stella, una cometa, un asteroide, o una nave, sebbene molto diversi per tanti aspetti, specificatamente per quanto riguarda le modalità con le quali sono messi in moto da agenti esterni sono tutti "corpi" soggetti alle stesse leggi.

Arrivare a scoprire le leggi del moto, cioè le modalità con le quali le interazioni dei corpi ne determinano il movimento, fu un processo di astrazione lungo e difficile.

Questo processo di astrazione portò alla formulazione di una Teoria che, anche oggi, viene considerata un magnifico esempio del potere del pensiero astratto. Grazie alla Meccanica l'umanità è stata in grado di costruire navi, treni, automobili, aeroplani, navi spaziali ed ha potuto inviare sonde su Marte, riuscendo a prevedere in anticipo la posizione di questo pianeta in un dato istante e riuscendo ad inviare esattamente nella stessa posizione, e nello stesso istante, una piccola nave spaziale, piena di attrezzature scientifiche.

Le equazioni che descrivono il moto di Marte intorno al Sole sono le stesse equazioni che permettono di descrivere il moto della Terra intorno al Sole, della Luna intorno alla Terra, della sonda dalla Terra a Marte, di un proiettile, soggetto all'attrazione gravitazionale Terrestre, sparato da un cannone o di un razzo intercontinentale.

I gesuiti che gli si opponevano sottolinearono con intelligenza le differenze fra tutti questi oggetti fisici e si mostrarono scettici quando appresero che Galileo dichiarava di aver formulato una Teoria che permetteva, in maniera unificante, di descrivere contemporaneamente tutti questi fenomeni, apparentemente così disparati. Secondo il buon senso comune, di cui si fecero paladini, i gesuiti negavano che fosse possibile stabilire delle connessioni logiche fra fenomeni così diversi come il moto di una mela sulla superficie terrestre ed il moto di Mercurio nella volta celeste. Solo dopo una lunga e difficile battaglia culturale, e poi politica ed infine giudiziaria, Galileo riuscì a far valere il proprio punto di vista.

Trovare caratteristiche comuni in fenomeni apparentemente diversi e descriverli in maniera unitaria: questa è la via maestra di ogni avanzamento della conoscenza umana.

Arrow è riuscito a stabilire una connessione logica fra fenomeni che apparentemente non hanno molto in comune. Riconoscere che le dinamiche interne in un gruppo di galline, in un gruppo di primati superiori o in un raggruppamento disciplinare universitario sono sostanzialmente identiche è stata un'impresa altrettanto difficile di quella che ha portato l'umanità a comprendere i principi della Meccanica.

Nash, Arrow, de Waal e tanti altri ci hanno aperto gli occhi e ci hanno permesso di riconoscere somiglianze che non erano state rilevate precedentemente fra i comportamenti di individui o gruppi di individui che appartengono a specie sociali.

Ovviamente mentre nessun umano si imbarazza molto mentre osserva il moto di un proiettile (al più si spaventa, se il proiettile è diretto contro di lui) e se solo pochi gesuiti si sono sentiti offesi dalla omologazione Galileiana del moto terrestre con il moto celeste, si può essere certi che ogni umano si sentirà a disagio se si mette sotto osservazione il comportamento di un qualsiasi gruppo di umani, in particolar modo se questo gruppo gli è, per qualche ragione, vicino.

Il protagonista del nostro apologo vive situazioni che si presentano comunemente a chi si trovi nelle circostanze nelle quali è stato messo dal narratore. Sicuramente molti, o forse tutti, gli umani che dovessero leggere queste pagine troveranno una ragione per sentirsi disturbati. Qui si tenta di descrivere come viene operata, da parte di un umano o un gruppo di umani, la scelta, fra tanti giovani candidati, delle nuove leve della corporazione accademica. Il fenomeno è sicuramente imbarazzante: tutti, in maniera più o meno esplicita, hanno dovuto sottoporsi ad un analogo processo di selezione (qualcuno, magari, per diventare vigile urbano) e tutti vogliono dimenticare gli aspetti più spiacevoli di questa esperienza: la tendenza è sempre quella di volerli rimuovere dalla memoria.

Il lettore perdonerà l'artificio narrativo che si è reso necessario per contenere la lunghezza del racconto: sono state fatte vivere tutte allo stesso personaggio situazioni che solitamente capitano a persone diverse.

Eppure, probabilmente, molte persone riconosceranno fatti e comportamenti di cui loro hanno esperienza diretta.

Altri avranno la sensazione che le generalizzazioni che saranno tentate nella spiegazione degli eventi sono avventate: e questa impressione potrebbe anche essere fondata.

Tuttavia la speranza è che, corretti gli errori, rettificata la mira, gli strumenti teorici a nostra disposizione ci mettano in grado di capire quello che accade nelle nostre società. Lo scopo di questi sforzi è chiaro: dobbiamo cercare quei meccanismi di controllo dei comportamenti (questo è solo un modo complicato per riferirsi alle leggi!) che sono i più efficaci nel regolare la vita delle nostre società.

5.3 Come Filippo incontrò Don Pasquale

Don Pasquale apparve nella vita di Filippo improvvisamente e, soprattutto, in maniera del tutto inaspettata. Ma andiamo con ordine.

Angelo Rossi, durante la seduta di Laurea di Filippo ed Alfredo aveva esplicitamente detto ad un collega, facendosi platealmente sentire da tutti i presenti (fra cui Martina ed i genitori di Filippo), che non aveva intenzione di continuare le ricerche cominciate con la tesi di Filippo e che in ogni caso non voleva imbarcarsi in nuove battaglie per costruire la carriera accademica di giovani aspiranti ricercatori.

Alfredo recepì subito il messaggio, e cominciò immediatamente ad operare per trovare una diversa strada per riuscire lo stesso a trovare spazi nella “celestre corporazione”. Come spesso aveva fatto (e continuò a fare in seguito) Alfredo non ritenne opportuno informare Filippo delle sue decisioni, mentre, almeno fino a quando Filippo non aprì gli occhi, riuscì sempre a sapere con grande anticipo quali erano le intenzioni del suo amico.

Filippo fu molto colpito dal comportamento di Angelo durante la sua seduta di Laurea. Fu così colpito che non riuscì mai a dimenticare la sensazione di disperata impotenza che lo aveva colto sentendo Angelo dichiarare di non voler occuparsi di lui. Non la dimenticò mai anche se, poi, Rossi mostrò di non essere così determinato nelle sue decisioni. Infatti, nonostante tutto, (sebbene senza impegnarsi troppo) finì per dare una mano a Filippo: per esempio accettando di essere suo relatore anche per la tesi di dottorato. Filippo, qualche settimana dopo la sua seduta di Laurea, chiese un appuntamento ad Angelo. Inaspettatamente si trovò di fronte anche Delfina, che era, in quel momento, la moglie in carica di Angelo. Ovviamente a questo incontro era presente anche Alfredo. Filippo gli aveva detto esplicitamente che aveva l'intenzione di pregare Angelo di dare **loro** (cioè sia ad Alfredo che a Filippo) una possibilità. Si parla ovviamente di una possibilità di carriera universitaria.

Filippo si era ben preparato il discorso: e bisogna dire che questo discorso ebbe il suo effetto, anche se per delle ragioni che Filippo capì solo dopo molti anni e che, chiaramente, non erano quelle da lui sperate. Esordì dicendo che la sua unica vera motivazione era la passione per la ricerca, che non ambiva a posti accademici di prestigio e potere ma che aveva solo la speranza di conquistare un posto di ruolo che gli permettesse di vivere dignitosamente facendo ricerca (e questa sua dichiarata mancanza di ambizione fu la vera ragione dell'aiuto che Angelo gli assicurò in seguito). Filippo concluse chiedendo ad Angelo se, dall'alto della sua esperienza scientifica e didattica, egli ritenesse che Filippo ed Alfredo avessero le doti necessarie a fare ricerca scientifica originale. Questo era il colpo di teatro che, nella sua ingenuità, Filippo ritenne veramente determinante: avevano lavorato, Angelo, Filippo ed Alfredo, lungamente e duramente per la tesi di Laurea ed Angelo si era mostrato visibilmente soddisfatto dei loro risultati ed aveva parlato spesso di come li avrebbero generalizzati ed approfonditi.

Angelo (e Delfina che lo controllava da vicino) ebbe un momento di incertezza: poi dichiarò che, sebbene la competizione fosse aspra e senza esclusione di colpi, si sarebbe fatto carico della guida scientifica di due giovani così volenterosi. Disse, però, che lui non poteva assicurare che sarebbe stata loro assegnata una borsa di studio per conseguire il dottorato: “una borsa di studio così importante” disse “viene assegnata in seguito ad un serissimo concorso, rispetto all'esito del quale nessuno può assumere impegni”. Il messaggio era chiaro: bisognava partecipare al concorso e sperare di essere fra i migliori.

Cominciarono tre anni di studio intenso ed appassionante per Filippo: tre anni che ricorderà sempre con nostalgia e rimpianto. Alfredo, invece, cominciò a comportarsi in maniera strana: partecipava alle riunioni con Angelo e Filippo solo per assicurarsi di essere uno degli autori delle pubblicazioni che sarebbero stati scritti alla fine della ricerca e nel frattempo “ristrutturava” la sua rete di relazioni sociali. Alfredo, nel giro di pochi mesi, interruppe la relazione ufficiale con la sua fidanzata storica (Filippo scoprì dopo qualche anno che questa relazione continuò clandestinamente anche dopo che sia la fidanzata storica che Alfredo avevano stabilito delle nuove relazioni ufficiali) e cominciò una nuova relazione ufficiale, che poi sfocerà in un matrimonio, con la figlia di un docente rampante, docente che, nel giro di qualche anno, sarebbe riuscito ad assumere un importantissimo ruolo accademico, dal quale poté, con un battito di palpebre, mettere in cattedra Alfredo.

Tutto questo fu ignorato da Filippo fino all'annuncio ufficiale del matrimonio di Alfredo, che per anni fu trattato – bisogna dire solo da Filippo, perché sia Martina che Angelo avevano capito di che pasta fosse l'uomo – come un alleato affidabile, con cui condividere piani, strategie e sogni di gloria.

Filippo, nelle riunioni scientifiche con Angelo, scoprì molte cose: in primo luogo che il Principio di Autorità deve essere utilizzato con grande cautela, in secondo luogo che Angelo era uno scienziato di grande classe, ma che era, anche, così pieno di sé ed approssimativo da trascurare di consultare la letteratura attinente ai problemi di ricerca che, di volta in volta, decide di risolvere.

Spesso Angelo dimostrava di non conoscere perfettamente lo stato dell'arte nel campo di ricerca nel quale si riteneva (ed effettivamente era) molto esperto. Filippo scoprì che Angelo, qualche volta, si voleva attribuire risultati che già erano stati pubblicati, e questo non è strano, visto quanto si conosce della storia della scienza e della natura umana, ma scoprì anche che Angelo dava per scontato che in letteratura fossero disponibili dei risultati che, in realtà, nessuno aveva mai pubblicati, e questo rende il comportamento di Angelo molto insolito. Per spiegare quest'aspetto del suo carattere, un collega un po' maligno affermò una volta che Angelo è solo un grande sfaticato: pur di non sentirsi costretto a scrivere una pubblicazione per rendere noto un risultato che è sicuramente originale Angelo preferisce, nell'ordine, i) credere che il risultato non sia poi così importante (una delle frasi che ripete più spesso è “*mica ci vinciamo il premio Nobel!*”), ii) temere che qualcuno, durante il processo di revisione gli rubi l'idea (cosa che accade, purtroppo, molto spesso: insomma è fin troppo frequente che un recensore incaricato di giudicare la qualità di un lavoro decida di rifiutarne la pubblicazione per poi, subito dopo, pubblicarlo a proprio nome), iii) decidere che la sua scoperta sia, in realtà, un banale caso particolare di un risultato già noto, e che quindi non valga la fatica necessaria a renderla nota pubblicando un lavoro.

Ovviamente, però, quando una delle sue donne in carica ha bisogno di fare carriera, allora, Angelo riesce ad approntare pubblicazioni in tempi brevissimi e qualche volta su argomenti già visitati da lui stesso e da altri. Sempre lo stesso collega un po' maligno sostiene che, però, si debba essere grati alle donne di Angelo: senza di loro alcuni importanti risultati scientifici non avrebbero visto la luce, o almeno sarebbero stati pubblicati più tardi.

Insomma, forse è un bene che il carattere disincantato e pessimista di Angelo sia temperato dalla sua voglia di mostrare alle sue donne che lui è veramente il maschio “schiena argentata” che le ha fatte innamorare. Questa motivazione lo spinge a produrre pregevoli pubblicazioni scientifiche: in fondo i suoi risultati sono così importanti che le ragioni di fondo per le quali sono stati ottenuti non sono così rilevanti.

Per quanto riguarda il Principio di Autorità Filippo scoprì che scienziati di fama consolidata riescono a scrivere, qualche volta, pubblicazioni molto scadenti. Cercando in letteratura tutti i risultati noti nel campo che Angelo aveva delimitato per le loro ricerche Filippo scoprì che colui che veniva considerato il maggior esperto vivente dell'argomento aveva scritto delle equazioni che non rispettavano il Principio di Invarianza Galileiana. Rimase così meravigliato da questa constatazione che, molto cautamente, consultò Angelo: non esordì affermando di aver trovato un errore così eclatante, ma prudentemente chiese ad Angelo di spiegargli quali erano i risultati originali prodotti nei lavori che aveva trovati. Angelo reagì sbuffando: per come funziona il suo cervello è per lui più facile riscoprire, da solo, risultati già noti piuttosto che capirli leggendo i lavori di un altro. Tuttavia volle accontentare Filippo: dopo un'ora di lettura scoppiò a ridere. Filippo sarà per sempre grato ad Angelo per la lezione che gli volle dare: Angelo lo rimproverò scherzosamente per molti minuti. Affermò che Filippo doveva portare il *dovuto* rispetto al lavoro degli altri, ma non doveva esagerare nell'attribuire attendibilità a quanto pubblicato nelle più famose riviste scientifiche internazionali dai più famosi scienziati del mondo. E per dimostrargli quanto poco affidabili fossero i risultati che si possono trovare pubblicati in queste riviste tirò fuori tre suoi lavori, apparsi nelle stesse riviste, e gli mostrò tutte le imprecisioni ed errori che lui stesso aveva impunemente pubblicati. Finì la sua lezione di vita facendogli notare che anche gli scienziati più affermati devono ottenere avanzamenti di carriera, aumenti di stipendio, finanziamenti ministeriali, anche loro devono aiutare gli allievi ad ottenere posti di professore o anche semplicemente che, qualche volta, uno scienziato affermato che ha perso la vena creativa insiste a cercare di dire qualcosa di originale perfino a costo di rischiare grossi scivoloni. Infine gli parlò esplicitamente di quelli che lui chiama “i buffoni” ma che Filippo, da quel momento chiamò in cuor suo “i parassiti”. L'esistenza di questi personaggi in ogni gruppo sociale è provata da una Teoria che sarà oggetto di uno dei Capitoli successivi. I parassiti “rubano” le idee ai loro veri creatori: qualche volta la qualità dei loro lavori è molto buona, se lo scienziato a cui hanno rubato l'idea è uno scienziato serio, oppure se anche il derubato ha rubato a sua volta da qualcuno che capisce veramente quello di cui parla. Se invece il parassita ha rubato ad uno scienziato scadente, e questo accade spesso, perché un parassita non sa distinguere uno scienziato di valore da uno scadente, allora il lavoro pubblicato dal parassita è scadente. “Insomma -concluse Angelo- non devi mai dare nulla per scontato: prima di usare un qualche risultato in una tua pubblicazione *non ti devi limitare a citare delle fonti affidabili* ma devi ridimostrarlo tu stesso. E ricordati che un risultato può essere citato anche molte decine di volte, pur essendo del tutto sbagliato: I buffoni si citano spesso e vicendevolmente”.

Subito dopo si misero a riscrivere delle equazioni Galileo-invarianti e nel giro di qualche settimana pubblicarono un lavoro presso una rivista prestigiosa. Ironia della sorte qualche anno dopo quel lavoro fu parassitato, cioè copiato integralmente e pubblicato in un'altra rivista ugualmente prestigiosa, da un *buffone* particolarmente incapace (buffone che non riuscì neppure a cambiare le notazioni nelle equazioni, dimostrando di non poter neppure utilizzare una pratica molto diffusa per confondere le acque). Il commento di Angelo quando Filippo cercò di fargli scrivere una lettera di protesta alla rivista che aveva permesso il plagio fu: “*Mica perdiamo il Nobel se non facciamo nulla!*”.

Alfredo non aveva partecipato a queste riunioni: il suo nome non fu incluso da Angelo nella lista degli autori. Alfredo ingoiò il rospo apparentemente con molta buona grazia: ma da quel momento cominciò a trattare Angelo con maggiore ed ancora più infida ipocrisia.

Mentre la ricerca procedeva con buoni risultati, Filippo si dedicava anche allo studio delle materie oggetto dei concorsi di ammissione alle scuole dottorali. Interpretando letteralmente quanto gli era stato detto da Angelo a questo proposito, Filippo aveva presentato la domanda di partecipazione a ben sette concorsi, in sette differenti Università. Alfredo, ovviamente, aveva cominciato a deriderlo apertamente per il tempo che Filippo dedicava alla preparazione di questi concorsi: secondo Alfredo era tempo perso (e ben aveva ragione, visto che il padre della sua nuova fidanzata aveva già bloccato l'esito del concorso nella sua sede, e che Alfredo era stato già destinato ad un posto con borsa ministeriale). Filippo continuò a prepararsi e quando fu convocato per le prove in una Università del Profondo Sud, preparò la valigia e si presentò alle prove scritte. Nel fare questo, senza volerlo, commise un errore gravissimo, un passo falso che poteva costargli la carriera: non informò Angelo di quanto stava facendo. In ogni caso, la mattina stessa del concorso Alfredo pensò bene di informare Angelo di quanto Filippo stesse facendo. Angelo, che in fondo è una brava persona, telefonò subito ai commissari del concorso in atto per informarli del fatto che Filippo non si era presentato per “disturbare” ma solo per provare lo stato della sua preparazione. In questo modo Angelo evitò che Filippo fosse etichettato **da subito** come un cane sciolto che si abbandona ad atti inconsulti, come, ad esempio, presentarsi a prove di concorso senza chiedere il permesso ai suoi capi.

La dissertazione scritta di Filippo non fu considerata degna di ammissione alla prova orale. Subito dopo si espletò il concorso in una sede del Profondo Centro: l'ambiente accademico era stato informato del fatto che l'ansioso Filippo voleva mettersi alla prova partecipando a molti concorsi e quindi la sua azione non fu considerata un atto aggressivo. Anzi l'ambiente accademico, allo scopo di regolare i suoi giochi nel modo ottimale, ritenne opportuno tenere in giusto conto il valore di Filippo: la sua dissertazione, sostanzialmente identica a quella che già era stata considerata molto scadente, gli valse la seconda posizione nella graduatoria di ammissione all'orale, orale che poi superò brillantemente. Nel frattempo Filippo partecipò (e vinse altrettante borse di studio) ad altri tre concorsi: Angelo ritenne opportuno, ad un certo punto, di richiamarlo all'ordine. Un pomeriggio, in un incontro che per varie ragioni rimase memorabile, Angelo convocò Filippo, ed in presenza di Delfina e Martina gli disse: “Basta con queste partecipazioni a concorsi in tutto il paese!” Dopo aver aggiunto alcune considerazioni

sul fatto che la voglia di fare dei giovani doveva essere regolamentata dalla saggezza dei vecchi concluse: “Ho costretto Don Pasquale ad accettare le mie richieste: ti abbiamo destinato un posto di dottorato nella nostra sede”. Come poi Filippo avrebbe scoperto, il futuro suocero di Alfredo era stato costretto a cedere un posto a Don Pasquale perché questi aveva interesse a liberare il posto che Filippo aveva conquistato (??!) nel Profondo Centro.

Filippo non percepì subito il cambiamento di registro nel modo di parlare di Angelo. Fino a quel momento Angelo non aveva mai ammesso apertamente che i concorsi fossero in qualche modo preordinati, mentre, per la prima volta in quell’occasione, aveva cominciato apertamente ad ammettere che dietro tutti i concorsi per posti di dottorato per la ricerca nel paese nelle loro discipline si poteva individuare una regia unica. Un’altra importante ammissione che Angelo gli stava facendo riguardava il ruolo di Don Pasquale: fino a quel momento Angelo non ne aveva quasi mai parlato, e, soprattutto, non aveva mai ammesso che Don Pasquale avesse un ruolo così importante nella comunità scientifica nazionale. Filippo ebbe in quel momento la strana sensazione di scoprire uno sdoppiamento di personalità. Angelo normalmente si vedeva come uno scienziato integerrimo, un professore influente nella comunità nazionale per il suo valore scientifico, ascoltato ed apprezzato dai colleghi solo perché tutti loro ne riconoscevano il valore. Tuttavia in alcune circostanze critiche il suo senso della realtà si risvegliava: in quelle situazioni Angelo si rendeva conto del fatto che Don Pasquale era in grado, nonostante fosse una nullità da un punto di vista scientifico, di imporre ad Angelo e a quasi tutti i loro colleghi, nell’intero paese, la sua volontà. Nel dire “ho costretto Don Pasquale” la sua faccia prese una piega amara e triste che significava tutta la consapevolezza del fatto che lui Angelo non poteva costringere Don Pasquale a fare proprio nulla.

Dall’espressione imbarazzata di Angelo, dal suo modo insolito di parlare e gesticolare, dal suo farfugliare in risposta a domande dirette, Filippo finalmente capì che Angelo stava gettando la maschera: aveva smesso di fingere di vivere nel suo mondo dei sogni e stava cercando di far capire a Filippo quale fosse la realtà dei fatti. Filippo in quel momento fu preso da una tristezza e da una amarezza grandissime: quello che lui sapeva essere uno scienziato di grande valore doveva dipendere da un intrigante traffichino! La sua simpatia per Angelo crebbe moltissimo, e nei suoi sogni di giovane ingenuo, si ripromise, da grande, di schiantare i cattivi e dare ai buoni quella forza necessaria a far valere la loro superiorità culturale. Mentre però la discussione proseguiva Filippo non accettò subito il consiglio di Angelo e cercò di argomentare sulle ragioni che gli consigliavano di accettare il posto nel Profondo Centro: sicuramente questo posto era più prestigioso e sembrava aprirgli le porte ad una buona carriera. Nella sua ingenuità Filippo manifestò tutta la sua stima ad Angelo dicendogli che avrebbe chiesto alla sua scuola dottorale il permesso di fare ricerca con lui, che avrebbe speso almeno una settimana al mese a lavorare con lui, visto che era facile viaggiare fra la città del Profondo Centro e quella di Angelo. Filippo disse che i suoi studi dottorali non potevano rappresentare un ostacolo alla loro collaborazione. Non è chiaro cosa passò nella mente di Angelo in quel momento: quella era l’occasione migliore per liberarsi di Filippo, per non assumersi responsabilità, per evitare di doversi preoccupare della carriera di un giovane ambizioso, per non rischiare di dover gestire l’inevitabile conflitto di interessi che gli si sarebbe presentato dovendo gestire contemporaneamente la carriera di Filippo e quella di Delfina. Gli bastava dire a Don Pasquale che Filippo si era impuntato e che lo dovevano abbandonare al suo destino. Non si può dire cosa sarebbe successo alla vita di Filippo dopo quattro anni di ricerca in una città nuova ed in un ambiente culturale sicuramente molto meno asfittico di quello della sua città di origine. Certo, negli anni successivi Filippo scoprì che anche nel Profondo Centro ci sono gli “intrallazzi”. Probabilmente la sua carriera accademica sarebbe finita con il conseguimento di un dottorato. Molto probabilmente Angelo, in quella occasione, si dimostrò un uomo di coscienza e consigliò Filippo per la scelta che riteneva in buona fede la più appropriata.

Angelo disse testualmente *“certamente l’Università del Profondo Centro è più prestigiosa della nostra, ma noi ti abbiamo destinato un posto da ricercatore proprio nella nostra sede, posto che sarà messo a concorso nei prossimi mesi, e quindi mi sento di consigliarti di accettare la nostra borsa”*.

Filippo uscì da quell’incontro con una falsa speranza ed una nuova consapevolezza. La falsa speranza era che il valore dovesse essere sempre riconosciuto e la nuova consapevolezza lo metteva in grado di capire, finalmente, che Alfredo aveva ragione: la maggioranza dei posti è assegnata con molto anticipo da un gruppo di potenti dittatori che stabiliscono criteri e priorità.

Con una punta di amarezza Filippo, e forse commettendo il primo di una serie di errori di valutazione, rinunciò, e la meraviglia del funzionario che raccolse la sua rinuncia fu grande ed esplicita, ad una borsa prestigiosa per accettarne una che è unanimemente considerata molto meno difficile da ottenere: e fece questo solo ed esclusivamente perché Angelo gli aveva esplicitamente assicurato tutto l’appoggio della sua corporazione per una imminente cooptazione dall’alto.

Filippo si buttò nella ricerca a corpo morto: dalla sua tesi di dottorato trasse ben sette pubblicazioni. Il suo ritmo di lavoro impressionò così tanto Angelo e Don Pasquale che decisero di assegnargli un incarico di insegnamento in una sede disagiata: in questo modo il numero delle pubblicazioni di Filippo non poté aumentare più di quanto fosse *auspicabile* per gli equilibri del gruppo.

La collaborazione con Alfredo diventò sempre più occasionale: Alfredo aveva capito che, in fondo, la mole di pubblicazioni che un candidato può presentare ad un concorso è poco collegata al suo esito finale: invece si dedicò molto alla sua nuova fidanzata e le promise di sposarla presto.

Quando Filippo ebbe completata la sua tesi di dottorato, Angelo, che fino a quel momento ne aveva sempre parlato malissimo, cominciò a lodare, in ogni occasione possibile, le doti politico-accademiche di Don Pasquale, mostrandosi suo alleato convinto in più di una occasione.

Filippo, all’inizio, non riusciva a capire le ragioni di questo apparente cambiamento di opinione e di comportamento. Si interrogò a lungo su quello che stava succedendo fino a quando, una sera a cena, a casa di Angelo e Delfina ed in presenza di Martina, il discorso non fu chiaramente sviluppato in tutti i dettagli.

Filippo, all'epoca, era veramente ingenuo e certe cose non solo dovevano essergli spiegate esplicitamente ma bisognava anche ripeterglielo più volte: quelle che non rientravano nel suo modo di vedere lui, semplicemente, non le sentiva e quindi non era facile farglielo capire.

Angelo e Delfina ritennero di parlargli in presenza di Martina per evitare di dovergli ripetere più volte il da farsi: a questa ripetizione avrebbe pensato Martina! L'occasione dell'incontro fu addirittura conviviale: Filippo ed Angelo andarono a comprare delle pizze e dei dolci che poi consumarono a casa di Angelo e Delfina.

A modo suo il discorso era onesto e perfino leale: con il senno di poi Filippo dovette ammettere che Angelo si comportò sostanzialmente per il meglio.

Il ragionamento era il seguente: Angelo si stava impegnando per la carriera di Delfina. Tutti, a suo dire cattivi ed in mala fede, affermavano che Delfina non era all'altezza di un posto da Professore Associato. Quindi Angelo non poteva in nessun modo impegnarsi allo scopo di ottenere un posto da ricercatore per Filippo. La sua (*diabolica!*) idea era quella di chiedere a Don Pasquale di accogliere Filippo nella schiera dei suoi allievi. Don Pasquale era molto dedito alla politica accademica, e quindi molto potente; inoltre era molto ambizioso e aspirava ad essere eletto Accademico Nazionale. Per sostenere la sua forza accademica e le sue ambizioni aveva pur sempre bisogno di una qualche produzione scientifica: quindi Angelo sperava che Filippo potesse essere considerato utile da Don Pasquale come *gost writer* di articoli scientifici.

Filippo cercò di ricordare ad Angelo e Delfina quanto Angelo gli aveva assicurato in occasione della sua rinuncia alla borsa nella prestigiosa sede del Profondo Centro: ma Martina, dopo aver visto la reazione di Angelo e soprattutto quella di Delfina, lo zittì bruscamente. Filippo, tornando a casa fu costretto a ricordare il concetto di *non-evento* e quello di *non-storia* così lucidamente formulato da Orwell: Angelo aveva *realmente* cancellato dalla sua memoria le sue promesse, aveva dimenticato di aver assicurato a Filippo la possibilità di partecipare ad un concorso per un posto da ricercatore entro pochi mesi (e questa assicurazione era stata formulata oramai due anni prima!), aveva dimenticato di aver affermato che Don Pasquale era l'uomo più infido e cattivo di tutto il loro ambiente scientifico, aveva dimenticato di averlo bollato come *buffone* molte e molte volte.

Angelo dimenticò, anche, di dire a Filippo che lui stesso, per la carriera di Delfina, si era affidato a Don Pasquale. Fu così che Filippo, su incoraggiamento di Angelo, **chiese udienza** a Don Pasquale per domandare aiuto nella concezione di una pubblicazione scientifica alla quale aveva già iniziato a lavorare da qualche tempo.

5.4 Un dittatore è semplicemente colui che permette ad un sistema democratico di funzionare

Solo dopo l'assassinio di Cesare la parola "dittatore" ha cominciato ad avere delle connotazioni negative (si veda la voce nel Dizionario Appendice II) e solo dopo l'ascesa al potere di Mussolini ed Hitler ha assunto esclusivamente il significato completamente negativo che gli viene generalmente dato oggi.

Nelle istituzioni repubblicane romane quella di dittatore era una carica elettiva, eccezionalmente coperta da un magistrato a cui si riconoscevano le doti necessarie per affrontare una grave, inaspettata e pericolosa crisi. Il dittatore doveva reagire, con le proprie autonome scelte, ai pericoli ed alle minacce che si presentavano alla Repubblica, quando tali pericoli e minacce richiedevano delle azioni immediate e decise. Poiché era noto ai legislatori romani che il processo decisionale nelle assemblee di cittadini con pari diritti non può produrre, in situazioni di emergenza, rapide deliberazioni che rendano immediatamente possibili tutte azioni che possono essere necessarie, essi ritennero di munire la Repubblica di questa ulteriore capacità di autodifesa. È stato l'abuso da parte di quei dittatori intenzionati a far perdurare il proprio potere anche alla fine dello stato di emergenza (Giulio Cesare fornì il primo esempio documentato di un tale comportamento) che ha fatto assumere alla parola quel significato negativo che oggi gli attribuiamo.

Come risulta chiaro dal Teorema di Arrow, nessun sistema democratico può rispecchiare fedelmente le opinioni del corpo elettorale. In particolare nessun meccanismo di scelta per cooptazione dei nuovi membri dell'Accademia (i nuovi professori universitari) può rappresentare efficacemente le opinioni dell'intero corpo accademico (l'insieme dei professori già in ruolo).

D'altra parte, come fu ben chiaro fin dalla prima fondazione delle più antiche Università, **solo persone competenti e di elevata cultura hanno la capacità di riconoscere in altre persone la competenza e la cultura: il corpo accademico, in quanto presumibilmente formato da menti il cui valore è già stato riconosciuto, è l'unico organo collegiale a cui si può ragionevolmente assegnare il compito di auto-perpetuarsi.**

Nella storia delle Università Europee (e di quelle fondate fuori dall'Europa seguendo il modello Europeo) sono stati utilizzati i sistemi elettorali più disparati: tutti, come è ora chiaro grazie ai risultati Teorici di Arrow, **erano destinati** fallire in un qualche aspetto. Gli accademici, ed i politici che danno loro ascolto, hanno cambiato spesso un certo meccanismo di scelta promettendo di curarne i difetti: ma **tutti hanno sempre dimenticato di dire che curando alcuni difetti se ne introducono inevitabilmente degli altri.**

La dinamica dei gruppi sociali ha ovviato a tutti quei difetti dei vari sistemi elettorali che ne impedivano un funzionamento efficace. La cura di questi difetti ha condotto, **nei vari corpi elettorali accademici**, all'affermazione di una figura dittatoriale. Questa figura è incarnata da un professore, formalmente uguale a tutti gli altri e con pari diritti e prerogative, che tuttavia, facendosi carico del ruolo di "dittatore" nel senso specificato dal Teorema di Arrow, finisce per avere un peso preminente nel processo che porta all'adozione di decisioni (cioè di scelte sociali) in una classe di situazioni ben caratterizzata, cioè tutte le volte in cui la volontà del corpo elettorale non è chiaramente determinabile.

Un gruppo sociale che ha come sua ragione di essere l'affermazione della meritocrazia nella società di cui vuole rappresentare la colonna portante, come depositario della scienza e della conoscenza, ebbene un tale gruppo sociale non può mostrarsi incapace di scelte decise e, almeno apparentemente, obiettive. Pur di mostrare al mondo che esso rappresenta la fabbrica delle certezze, questo gruppo si affida ad un solo uomo. Questo uomo sceglie, in molti casi da solo e senza tenere in molto conto l'opinione dei suoi colleghi, semplicemente operando per mantenere stabili gli equilibri interni del gruppo.

In cambio del suo estenuante lavoro di mediazione, al dittatore è permesso di approfittare, talvolta, del suo potere per lucrare un qualche interesse personale. Solo se egli non è capace di mantenere gli equilibri oppure esagera nel favorire i suoi protetti personali oppure abusa del suo potere in maniera plateale allora il gruppo sociale che lo ha scelto può esautorarlo.

Frans de Waal ha descritto nel suo *Chimpanzee Politics* (1982-2007) le dinamiche sociali osservate nel gruppo di scimpanzé che hanno animato la colonia dello zoo di Arnhem negli anni settanta, ottanta e novanta del Novecento. Una delle ragioni per cui Yeroen, il maschio alfa più attaccato al potere di quelli che hanno vissuto nella colonia, perse per due volte la posizione di maschio alfa a causa di una coalizione fra Luit e la gran parte delle femmine del gruppo, è da individuarsi proprio nella sua tendenza a favorire coloro che in un dato momento ritiene più utili ai suoi scopi oppure le femmine da lui preferite e, in generale, ad abusare del suo potere per ottenere sempre vantaggi personali.

Il lavoro dei primatologi negli ultimi cinquanta anni ha dimostrato che le società formate dalle antropomorfe sono molto complesse, così complesse da poter essere sicuramente paragonate a quelle più elementari (tribù, bande, piccoli villaggi) formate dagli umani. Anche nelle complesse società formate da scimpanzé, bonobo e gorilla il Teorema del Dittatore mostra i suoi effetti! Le bande di scimpanzé sono in continua lotta l'una con le altre: un gruppo di scimpanzé deve essere costituito da un numero minimo di individui per sopravvivere nel suo ambiente naturale. Le azioni dei maschi devono essere efficacemente coordinate per poter assicurare alle femmine ed ai piccoli una efficace protezione. Il maschio dominante non può rimanere solo, perché non avrebbe la forza necessaria a difendere le sue femmine, e deve quindi imparare l'arte della politica Machiavellica per essere in grado di gestire le forze dei maschi suoi sottomessi. Costoro accettano solo con riserva la leadership del maschio alfa, cercano continuamente di scalzare dal posto di comando e contribuiscono alla difesa del gruppo solo se esiste la possibilità che qualcuno dei piccoli dati alla luce dalle femmine sia loro figlio. Questo significa che il maschio alfa deve concedere ai suoi sottoposti un qualche accesso sessuale alle femmine. Dal loro canto le femmine influenzano grandemente il processo di selezione che porta all'affermazione di un maschio dominante, hanno la tendenza ad accoppiarsi con i loro maschi preferiti, hanno una loro visione sulla conduzione della vita del gruppo e fanno di tutto per farla accettare al maschio dominante. Insomma anche nei gruppi di scimpanzé si osservano quel conflitto della volontà dei singoli e quella necessità di contemperarlo in una scelta sociale che furono descritti per la prima volta in maniera rigorosa da Condorcet. D'altro canto anche le complesse società di bonobo richiedono meccanismi altrettanto complessi per essere regolate: tuttavia l'evoluzione ha condotto le società di bonobo ad una configurazione diversa rispetto a quella nella quale si sono stabilizzate le società di scimpanzé. Infatti, nelle società di bonobo i conflitti fra maschi, quando si presentano, sono molto meno aspri e violenti di quelli osservati nei gruppi di scimpanzé. Due bande di bonobo che si incontrano non cominciano una battaglia campale, talvolta anche sanguinosa, come quella nella quale sono spesso coinvolte le bande di scimpanzé. I bonobo si mischiano più o meno pacificamente e cominciano a fare sesso indiscriminatamente fra loro. Nei bonobo il Teorema di Arrow mostra un altro dei suoi aspetti: in assenza di dittatore, in assenza di un talvolta violento processo di selezione del dittatore, processo che non si arresta mai e che caratterizza la vita sociale degli scimpanzé, i bonobo si affidano alle "scelte imposte". La gerarchia degli individui nei gruppi di bonobo è legata all'anzianità. Nel sottogruppo formato dalle femmine l'individuo più anziano è automaticamente posto in una posizione gerarchica più elevata. Nel sottogruppo dei maschi, la posizione gerarchica di un individuo è legata a quella della madre. Insomma il bonobo maschio A è sottoposto al bonobo B se e solo se la madre di A è più giovane della madre di B. L'evoluzione imposta dall'ambiente e dalla scelta sessuale delle femmine ha differenziato molto i maschi bonobo dai maschi scimpanzé: i primi non devono combattere come i secondi per poter raggiungere un'alta posizione gerarchica e quindi potersi riprodurre. I conflitti per la conquista di una buona posizione gerarchica non esistono fra i bonobo, e quelli che sorgono per la spartizione del cibo sono attutiti dall'uso del sesso come pratica di socializzazione. I bonobo fanno sesso continuamente e lo utilizzano come valvola di sfogo dell'aggressività e come strumento di controllo dei conflitti: de Waal (1989) arriva a intitolare una sezione del capitolo sui bonobo "Sex for Peace". L'esistenza dei bonobo non contraddice il Teorema di Arrow, anzi ne mostra appieno la profondità: una funzione di scelta sociale può fare a meno di un dittatore solo se essa si basa su di un insieme di scelte imposte. I bonobo regolano la loro complessa vita sociale su di una scelta imposta semplicissima: la più vecchia prevale sulla più giovane. Efficacissimo per la stabilità di questo tipo di organizzazione sociale è l'utilizzo, anche per uno scopo diverso da quello originario, della serie di gratificazioni psico-fisiche che l'evoluzione ha legato, per ovvie ragioni, al sesso. Le tempeste ormonali collegate alle attività sessuali sia nei maschi che nelle femmine sono state adattate, nei bonobo, al fine di neutralizzare ogni potenziale conflitto.

Un dittatore abile può rimanere in sella "usque ad mortem". Si ha notizia di dittatori che continuano ad esercitare il loro potere anche dopo la loro morte accademica (la pensione) continuando a determinare per decenni l'esito dei concorsi. L'autore ha notizia di un caso veramente notevole di esercizio della magistratura di dittatore "usque ad mortem et ultra". Un professore molto autorevole è venuto a mancare prima della conclusione di alcuni concorsi da lui abilmente precostituiti: ebbene la sua opera era così ben pensata che è riuscita a durare anche in assenza del suo artefice, ed i concorsi sono stati chiusi proprio come Lui aveva immaginato.

5.5 Il Brusco Risveglio

Angelo e Delfina, ma ancor più Filippo, commisero un enorme errore di valutazione sulle motivazioni che avrebbero spinto Don Pasquale ad accettare il colloquio richiestogli ed a farsi carico della carriera di Filippo: Don Pasquale era troppo esperto delle cose accademiche per continuare a credere che un gruppo abbia bisogno di una qualche produzione scientifica di valore per prosperare. Anzi, Don Pasquale sapeva bene che avere allievi con velleità scientifiche era pericoloso per la stabilità del suo gruppo e quindi del suo potere personale. La politica di Don Pasquale è stata sempre e comunque, in ogni momento della sua vita accademica, dal primo suo entrare in un consiglio di facoltà fino al suo ultimo respiro, quella di scegliere perfetti imbecilli e totali incompetenti che gli dessero una ragionevole certezza di sottomissione a qualsiasi suo volere.

Dovendo scegliere fra un mediocre sottomesso ed un totale incompetente sottomesso egli scelse sempre e sistematicamente il secondo. La funzione di utilità da lui ottimizzata fu sempre e soltanto quella della massima incompetenza congiunta alla massima sottomissione: quando il mondo esterno ha creduto di individuare un'eccezione a questa regola si è sbagliato. Infatti Don Pasquale ha messo in cattedra qualche volta degli scienziati di valore ma lo ha fatto solo per un madornale errore di valutazione: semplicemente non si era accorto di avere a che fare con qualcuno che fosse veramente intelligente. E questo nei suoi trenta anni di potere indiscusso accadde per ben due volte e tutte e due le volte con due valenti ingegni forgiati alla menzogna ed alla simulazione dalla stessa e ben nota scuola di Gesuiti (e si noti bene che Don Pasquale dichiara ufficialmente di essere ateo, socialista ed anticlericale).

Don Pasquale ha influenzato grandemente i lavori di molte commissioni di concorso: spesso partecipando personalmente come commissario esaminatore ma ancora più spesso manovrando dall'esterno le scelte di commissari a lui fedeli.

Durante una discussione sorta nelle fasi finali dei lavori di una delle commissioni cui partecipò personalmente egli riuscì a perdere il suo proverbiale controllo e sibillò: *non vorremo certo farci influenzare dalle pubblicazioni e dalla fama scientifica dei candidati?*

E' quindi chiaro al lettore che il piano di Angelo era del tutto campato in aria: sebbene potesse apparire senza dubbio un concentrato di astuto machiavellismo a degli ingenui (come erano Filippo, Martina, i loro genitori ed in una certa misura anche Angelo e Delfina) si basava su di un assunto del tutto fuori dalla realtà e cioè che avesse una qualche applicazione il principio fondamentale delle leggi sui concorsi universitari, variamente formulato da vari legislatori e che possiamo riassumere così:

Unico parametro di valutazione della Commissione di Concorso è il valore scientifico del candidato come si può evincere dalle sue pubblicazioni scientifiche, dalla fama di cui gode nell'ambiente scientifico e dalla sua comprovata attività di docente e ricercatore.

Nella sua carriera Filippo ha incontrato spesso colleghi incapaci di una qualsiasi forma di pensiero astratto: una commissione formata da persone un minimo competenti ed in buona fede avrebbe potuto facilmente scoprire che il valore scientifico di questi personaggi è assolutamente nullo. Tuttavia poiché le medesime commissioni sono formate talvolta da una maggioranza di deboli e/o incompetenti è evidente che il prodotto del loro lavoro di selezione è a loro paragonabile per carattere e competenza (a meno di oscillazioni casuali o ben guidate per mezzo di alcuni metodi molto efficaci sviluppati da scuole di Gesuiti).

Don Pasquale, lui, delle pubblicazioni scientifiche se ne è sempre altamente *fregato*, come ebbe a dire esplicitamente a Filippo molti anni dopo.

Nella sua incoscienza Filippo accettò quasi subito il compromesso propostogli da Angelo, senza sapere che sarebbe stato solo il primo di una lunga serie: si sentì come quella ragazza di campagna indotta a prostituirsi dal fidanzato con la promessa che con il ricavato alla fine si sarebbero sposati.

Come nella storia delle case chiuse è quasi sempre successo, una marchetta tira l'altra ed i promessi sposi, in realtà, non convolano a giuste nozze semplicemente perché il fidanzato si mette subito d'accordo con la tenutaria del bordello intascando un compenso per la *vendita* dei diritti di sfruttamento della povera giovane, che non vedrà mai più quel disgraziato bugiardo di cui si era innamorata.

Don Pasquale finse di leggere per sei mesi un lavoro che era costato due anni di fatica a Filippo e concluse che non meritava di essere pubblicato: e schiantò Filippo con un lavoro umiliante di traduzione in Inglese e dattiloscrittura di scadenti lavori di cui unico autore era Don Pasquale stesso.

Il lavoro di Filippo era, invece, buono e l'idea su cui si basava effettivamente originale. Il lavoro di Filippo aveva solo un grave difetto, che gli fu chiaro solo quando era troppo tardi: nel manoscritto che Filippo aveva consegnato a Don Pasquale il Suo riverito nome non appariva nell'elenco degli autori. Questo non significa che Filippo non aspirasse a pubblicare un lavoro *sotto la guida di Don Pasquale*. Gli era evidente che per lui sarebbe stato un enorme vantaggio essere co-autore di un lavoro con Don Pasquale. Filippo, però, commise un errore dovuto alla sua grande ingenuità: pensò che il nome di Don Pasquale dovesse apparire nell'elenco degli autori solo **dopo** che Don Pasquale avesse fatto finta di leggerne una prima versione e solo **dopo** che le sue **riverite** correzioni fossero state trascritte per produrre un nuovo, più chiaro e lucido, manoscritto. Invece Don Pasquale pretendeva che il suo nome fosse nell'elenco degli autori **a priori in ogni lavoro di tutti i suoi allievi**. E per insegnare questa lezione a Filippo fece marcire un discreto risultato scientifico nel suo cassetto.

Il colpo fatale alle velleità scientifiche di Filippo, in quel periodo, fu l'organizzazione di un Congresso in una famosa località balneare: Filippo impiegò sei mesi della sua vita a spedire inviti, organizzare viaggi, attaccare etichette, discutere con fornitori. Don Pasquale non era mai contento del lavoro fatto: urlava continuamente. Anche Angelo s'infuriava spesso perché Delfina si lamentava della lentezza con cui Filippo scriveva i lavori scientifici che si pensava fossero necessari (Angelo credeva ancora a questa stupidaggine!) per la di lei carriera.

Anche Martina s'infuriò spesso. In particolare fu un preciso episodio che Filippo non riuscì mai a farsi perdonare e che gli fu rinfacciato per decenni: non riuscendo a tornare a casa il giorno del suo (di lui Filippo) compleanno prima delle dieci di sera ottenne di far finire, prima ancora che cominciasse, la festa a sorpresa che lei gli aveva organizzata.

Fu uno dei periodi più tristi della sua vita: si era messo in un vicolo cieco. Non riusciva a mantenere insieme i pezzi della sua vita, né a fare quello a cui teneva tanto: un po' di ricerca.

5.6 Meccanismi di selezione che portano al ruolo di dittatore, descritti attraverso la narrazione di eventi accaduti in due gruppi di primati

Yeroen is calculating by nature.

In an almost nervous way he keeps a close watch on his interests.

No one else is considered when he is pursuing his goal.

(...) Yeroen gives the impression that "he will cheat you before your very eyes".

Yeroen è di natura un calcolatore.

In maniera quasi nevrotica considera sempre accuratamente quali siano i suoi interessi.

Non tiene conto di nessun altro quando sta perseguendo i suoi scopi.

(...) Yeroen dà l'impressione che "ti ingannerà proprio sotto i tuoi occhi".

Estratto da Frans de Waal "Chimpanzee Politics. Power and Sex among Apes" (1982-2007)

In questa sezione si vuole convincere il lettore del fatto che, in futuro, la Teoria Evolutiva dei Giochi (che sarà oggetto di discussione in uno dei Capitoli seguenti) dovrà essere chiamata a formulare un modello matematico che descriva le modalità con le quali, in un certo gruppo sociale, viene selezionato l'individuo che ricoprirà il ruolo di "dittatore".

E si badi bene che qui non ci si riferisce soltanto ad un modello che permetta la determinazione della procedura formale più efficace per portare alla "elezione" di un individuo per questo ruolo, procedura che pure riveste una grande importanza, e neppure ci si vuole limitare alla discussione delle "prerogative e dei privilegi" attribuiti dal gruppo al dittatore, ma si vuole, anche, prestare attenzione allo studio di quelle dinamiche, e quei giochi di potere e di forza, che precedono la scelta di un dittatore, scelta che è, in qualche modo, condivisa da una gran parte del gruppo.

Molto spesso, quando si arriva alla procedura formale di elezione, (ammesso che tale procedura sia prevista) i giochi sono già fatti e la procedura si limita a certificare una decisione che è già stata presa altrove. Molto spesso, in un organo collegiale, gli individui che contano veramente sono un sottoinsieme molto piccolo dell'intero corpo elettorale e ci sono, in qualche occasione, individui che neppure sarebbero intitolati ad avere un'opinione, e che sicuramente da un punto di vista formale non dovrebbero assolutamente influenzare la scelta, che invece determinano le decisioni dell'organo collegiale ed in particolare la selezione del suo dittatore.

Come il marchese di Condorcet, durante la Rivoluzione Francese, ha posto il problema matematico della ricerca di una funzione di scelta sociale, così bisogna ora che la matematica si occupi di studiare e produrre un modello descrittivo di tutti i fenomeni che portano, alla fine, alla scelta dell'individuo che riveste il ruolo, logicamente inevitabile, di dittatore.

Questo studio è, probabilmente, un'emergenza politica di grande importanza, visti gli enormi problemi organizzativi che l'intera specie umana deve affrontare oggi, su scala mondiale. Insomma poiché è difficile, ad esempio, far sopportare a miliardi di individui che il dittatore-presidente degli Stati Uniti, scelto nelle primarie del New Hampshire e da una ristretta cerchia di potentati economici americani, debba avere l'ultima parola sull'uso del petrolio Iracheno bisogna che ora, con uno sforzo di elaborazione teorica, si trovino meccanismi di gestione della società umana che risultino più accettabili e quindi più stabili.

Un corpo elettorale che deve procedere all'elezione di magistrature o una camera elettiva, per funzionare, hanno sempre bisogno di un presidente che ne stabilisca l'agenda e che conduca l'organo collegiale verso una scelta sociale anche quando le scelte individuali sono così discordanti fra loro da rendere impossibile la loro sintesi "democratica" (nel senso di Arrow).

Si noti che, sempre per assicurare il buon funzionamento degli organi collegiali, solitamente la scelta che fissa, per un dato periodo di tempo, chi debba ricoprire il ruolo di dittatore-presidente è operata una volta per tutte in modo che non possa, essa stessa, essere messa continuamente in discussione.

I comizi elettorali che dovevano eleggere i nuovi consoli, che nella Roma repubblicana restavano in carica un anno, erano presieduti dai consoli uscenti, il presidente della Camera dei Deputati o del Senato è eletto, con maggioranza qualificata, come primo atto della Camera elettiva e, in assenza di gravi impedimenti fisici, rimane in carica durante tutta la legislatura.

Questi meccanismi di individuazione univoca del dittatore si sono rivelati essenziali per il buon funzionamento del sistema politico occidentale.

Tuttavia, in molte situazioni, giochi di potere estranei ai compiti di un organo collegiale determinano le sue scelte in maniera non controllata da regole formali. Accade spesso che deputati e senatori eleggano presidenti delle

Camere che sono stati scelti da gruppi ristretti di senatori e deputati, oppure, addirittura, da personaggi influenti che non sono né deputati né senatori.

Sebbene questa sia un'epoca molto meno visionaria di quella che è stata testimone della Rivoluzione Francese, c'è bisogno che un nuovo Condorcet ponga in maniera precisa il problema dello studio delle modalità naturali di affermazione di un dittatore e di quali correttivi siano auspicabili per migliorare l'efficienza di questo processo di selezione naturale. Successivamente un Tarski dovrebbe sviluppare opportuni strumenti concettuali e un Arrow dovrebbe applicarli per fornire la soluzione al problema posto: sperando che non si arrivi ancora ad un risultato di non esistenza!

Nei gruppi di accademici a cui la consuetudine e le leggi affidano il compito di educare i giovani intellettuali e di selezionare le nuove classi dirigenti, i nuovi ricercatori ed i nuovi professori non è prevista l'elezione formale di un dittatore. Certo un consiglio di facoltà ha un Preside, un'Università un Rettore, un consiglio di dipartimento un Direttore, ma, non si sa se per distrazione o per calcolo, il legislatore non ha previsto una figura analoga per il corpo accademico che gioca il ruolo principale nel processo di cooptazione dei nuovi professori. Questo corpo accademico, almeno in Italia ed in Francia, è l'insieme di tutti i professori di una data disciplina in tutte le Università del paese. Ad esempio: la legge attribuisce all'insieme di tutti i professori italiani di Dermatologia il compito di selezionare i nuovi professori di Dermatologia di ciascuna sede universitaria.

Questo corpo elettorale, con modalità che negli ultimi decenni sono cambiate spesso, elegge una commissione nel suo seno, e questa commissione eletta *ad hoc*, a sua volta, eleggerà (solitamente con una votazione a scrutinio segreto) i nuovi professori, scegliendoli nell'insieme degli individui che hanno presentato la loro candidatura. In queste commissioni particolari è prevista la figura del presidente, ma non esiste nessuna regola formale che regoli la vita e le scelte dell'intero corpo elettorale formato dai professori di una data disciplina. Di conseguenza le dinamiche sociali interne a questo corpo elettorale, non controllate da opportuni argini giuridici, sono quelle naturali, quelle, cioè, che si innescano in tutti i gruppi di primati. Tali dinamiche sono determinate esclusivamente dalle due spinte istintive che determinano i comportamenti di tutti gli individui in tutte le specie (de Waal (2006)): l'invidia e la sete di potere, essendo entrambe al servizio, generalmente, della insopprimibile spinta che induce ogni individuo a tentare di riprodursi accoppiandosi con i migliori esemplari dell'altro sesso.

L'invidia e la sete di potere furono alla base della competizione che s'innescò nello zoo di Arnhem fra il più anziano Yeroen ed il più giovane Luit (ci si riferisca, per maggiori dettagli, ai lavori di de Waal elencati nella Bibliografia). Luit aveva delle capacità di equilibrio, intelligenza e forza universalmente riconosciute da tutti i membri del gruppo di scimpanzé di Arnhem: furono queste capacità che indussero le femmine del gruppo, ed in primo luogo la matriarca Mama, ad aiutarlo a scalzare Yeroen dal posto di dittatore. Yeroen covò rancore nei confronti di Luit per tutto il tempo che fu necessario perché il giovane, forte ma stupido, Nikkie diventasse adulto. Appena Nikkie ebbe la forza per sopraffare Luit, il vecchio Yeroen diresse il colpo di Stato e riuscì a far accettare al gruppo un nuovo stato di fatto: la diarchia formata da Yeroen e Nikkie rimpiazzò la dittatura di Luit.

La spinta insopprimibile alla ricerca del potere determina le azioni di molti individui: è questa la chiave di lettura che si deve utilizzare anche per descrivere il ruolo di Don Pasquale nel suo gruppo di accademici. La sua sete di potere e la sua invidia nei confronti di uno scienziato più dotato di lui, scienziato che gli fu preferito dal comune Maestro, sono la spiegazione ultima delle sue azioni e spiegano le modalità con le quali Egli è arrivato a ricoprire il ruolo di dittatore del suo gruppo disciplinare. Uno psicanalista freudiano aggiungerebbe, anche, un'altra motivazione più specificatamente legata ai traumi subiti dall'adolescente Pasquale a causa della preferenza che suo padre mostrava continuamente nei confronti del figlio minore, odiato fratello-concorrente di Pasquale. Anche il cocco di papà tentò la carriera universitaria, per fallire miseramente: Pasquale non poteva permettere che Angelo Rossi, suo fratello minore accademico, fosse privilegiato dal loro comune padre accademico.

Nei suoi saggi sugli eventi accaduti nello zoo di Arnhem Frans de Waal racconta un dettaglio importante se si vuole capire la natura delle pulsioni che spingevano i maschi del gruppo a contendersi il potere: Yeroen era incapace di procreare. Sebbene avesse una normale spinta ormonale verso le femmine e potesse avere erezioni ed eiaculazioni, una malformazione gli impediva di fecondare effettivamente le femmine con le quali si accoppiava (il lettore ricordi che la Sacra Rota distingue l'*impotentia generandi* da l'*impotentia coeundi!*). Eppure la sua insopprimibile sete di potere non può che essere spiegata in termini di una terribile spinta istintiva alla riproduzione: la lotta per il potere di Yeroen era chiaramente tesa ad aumentare le sue opportunità di accoppiamento con le femmine del gruppo. Probabilmente Yeroen non si è mai reso conto di non essere il padre di nessuno dei piccoli del gruppo che, pure, difendeva tutti e con grande accanimento. In un'occasione arrivò a comportarsi in maniera aggressiva anche nei confronti degli umani solo perché essi si prendevano cura di una piccola scimpanzé che pure era stata rifiutata dalla madre!

Yeroen ha bramato il potere sotto la spinta di un istinto forgiato in milioni di anni di storia evolutiva: conquistare il potere in un gruppo per fecondare il maggior numero possibile di femmine ed essere padre del maggior numero possibile di piccoli. Yeroen non era, evidentemente, consapevole di non poter procreare e non era consapevole (quest'analisi è esattamente quella di de Waal) di star pianificando la sua lotta per il potere sotto la spinta di un istinto il cui fine ultimo era, per lui, irraggiungibile. Questo potrebbe far indurre qualche umano a sentirsi superiore: tuttavia basta guardarsi intorno per vedere quante azioni umane, del tutto vane, vengono intraprese sotto la spinta di un istinto il cui fine ultimo è irraggiungibile.

Don Pasquale non si è mai reso conto della sua sterilità scientifica: non avendo gli strumenti culturali ed intellettuali necessari, non è mai riuscito neppure a sospettare che la sua non era scienza, che i suoi lavori non avevano nulla di originale, che il suo libro di testo era solo una accurata compilazione di brani scritti in altri testi molto più lucidi e profondi. Don Pasquale crede ed ha sempre creduto di dover combattere una lotta evolutiva (e lo scrive esplicitamente sul suo sito WEB) per affermare le sue idee ed il suo valore attraverso la scelta di allievi che orgogliosamente elenca e che egli presume debbano continuare la sua opera. Come Yeroen, Don Pasquale ha

agito sotto la spinta di un istinto alla costruzione di una continuazione di sé e, purtroppo e sicuramente involontariamente, in un certo senso ci è riuscito: i suoi allievi sono incapaci, arroganti e vanamente ambiziosi esattamente come lui. Scientificamente Don Pasquale è sterile. La sua azione politico-culturale non ha prodotto scienziati: i gesuiti suoi allievi non sono stati formati da lui, ma semplicemente, come cuculi culturali, sono stati messi nel suo nido da abili profittatori. Se, quindi, si definiscono come figli accademici di un professore universitario i suoi allievi scientificamente produttivi, allora Don Pasquale è un infelice, esattamente come Yeroen: un uomo che ha combattuto e vinto una guerra feroce contro altri maschi finendo per non lasciare nessuna progenie.

È cruciale, per capire gli eventi che vogliamo raccontare, sapere che Don Pasquale si è mosso in un gruppo che ha delle attribuzioni e prerogative che non sono regolate efficacemente da regole e procedure.

Il corpo elettorale che è dominato da Don Pasquale -con regole che cambiano continuamente- è chiamato esclusivamente ad eleggere commissioni di selezionatori.

Un animale politico come Don Pasquale, in assenza di controlli, è riuscito -in breve tempo- a conquistare una posizione di grande potere senza avere nessuna responsabilità ufficiale, senza che nessuno possa rimproverargli nulla, visto che lui non ha mai ricoperto *formalmente* nessuna carica: non esiste, infatti, la carica di dittatore-presidente di un gruppo disciplinare.

Da questo punto di vista il corpo accademico nazionale di un dato gruppo disciplinare funziona esattamente come un gruppo di scimpanzé.

Sono pochi i colleghi anziani che possono ricordare i primi passi della carriera accademica di Don Pasquale: la sua ascesa al potere ed i suoi metodi non sono stati descritti da un etologo preciso, meticoloso ed intelligente come Frans de Waal. Inoltre, tutti quelli che possono ricordare qualcosa sono stati coinvolti in qualche manovra, o in qualche piano a breve o lunga scadenza, concepiti da Don Pasquale oppure, di più, hanno stretto, in un qualche momento della loro vita accademica, un qualche accordo con Lui e quindi non hanno molta voglia di divulgare dettagli dai quali possa essere riconosciuto il loro ruolo di attivo alleato (o passivo ma interessato spettatore) durante una delle fasi del processo di ascesa al potere del nostro dittatore. Infatti, costoro dovrebbero ammettere che il loro comportamento fu caratterizzato da una gretta e miope meschineria. Tutti costoro sono caduti nella trappola che, in un momento o in un altro, fu loro tesa dal furbo Don Pasquale, la cui dote principale è sempre stata quella di approfittare di un particolare aspetto della natura umana: quella incapacità di immaginare il futuro che spinge molti ad accettare un piccolo, talvolta insignificante, vantaggio immediato come contraccambio di un qualche favore che, successivamente, metterà in grado il beneficiario di ottenere grandi vantaggi.

Il Professore T., di cui Don Pasquale fu assistente, era uno scienziato di qualche valore ed un didatta serio e rigoroso. Il Professore T. era un tipico servitore dello Stato nell'Italia del primo dopo guerra: ligio alle regole e serio nel valutare il valore dei suoi collaboratori. Egli stesso era stato allievo del famoso Professor C., la cui fama scientifica mondiale è tuttora molto grande. Il Professor C. aveva destinato una cattedra di un certo prestigio al suo allievo T., ma non una di quelle di maggior prestigio, che riservò ad allievi che riteneva migliori. Il Professor T. era così onesto e serio che, consapevole della bontà delle scelte del suo maestro, venerò sempre la sua memoria di uomo e scienziato: purtroppo il professor T. fu trovato del tutto impreparato, e finì per essere brutalmente travolto, dagli sconvolgimenti seguenti alla rivoluzione studentesca ed organizzativa che seguì il sessantotto. Abituato a gestire un concorso ogni cinque anni si trovò, nel giro di qualche mese, a dover gestire, da solo, la cooptazione di alcune decine di nuovi docenti. Per dare una misura quantitativa di quanto accadde in quell'epoca il lettore deve pensare che il corpo accademico nazionale era formato nel 1938, secondo le statistiche ufficiali, da 1368 Professori Ordinari o Straordinari (e quindi presumibilmente anche da circa duemila assistenti ordinari) e che questo corpo accademico arrivò a contare dopo i turbolenti anni settanta più di quarantamila fra Professori Ordinari, Associati e Ricercatori. Il Professor T. cercò di applicare i suoi principi di serietà e correttezza nella scelta dei suoi nuovi collaboratori e colleghi: tuttavia un giovane allievo del Professor T., il rivoluzionario F., strinse una alleanza segreta con il giovane Pasquale e fu mandato ad affrontare da solo il vecchio maestro, aspramente rimproverandogli metodi reazionari e sorpassati: *come era possibile procedere alla selezione di docenti universitari semplicemente basandosi sulla qualità delle loro pubblicazioni e delle loro lezioni?* Il rivoluzionario F. stabilì dei criteri di *opportunità politica* per la cooptazione dei nuovi docenti e li urlò in faccia al vecchio **barone**. La storia dice che il povero Professor T. fu visto piangere: come è stato osservato da de Waal (1982-2007) questa è l'ultima difesa messa in atto da un individuo dominante prima di cedere tutto o una parte del suo potere. Infatti anche Yeroen fu osservato mentre tentava di commuovere le femmine del gruppo rotolandosi nella polvere o emettendo segnali vocali di dolore ed infelicità al fine di assicurarsi il loro l'appoggio nella sua competizione contro Luit. Il Professor T., come Yeroen, riuscì a commuovere solo Angelo Rossi, che non osò assumere un ruolo attivo nella contesa fra i "giovani" rivoluzionari ed il vecchio barone, un po' per pigrizia ed un po' per affetto nei confronti del suo maestro, a cui lasciò l'onore e l'onere di gestire tutto il processo di selezione dei nuovi docenti. Il professor T., non si arrese facilmente, dimostrando di avere una tempra che i suoi oppositori non immaginavano. Poiché conosceva bene la capacità di violenza rivoluzionaria dei giovani di quell'epoca (che ora sono diventati uomini assetati di potere e di denaro, particolarmente attaccati alle loro poltrone e prebende) egli pensò di affrontare la situazione con metodi al livello della situazione. Per capire le sue mosse successive bisogna sapere che qualche tempo prima aveva deciso che Pasquale non aveva la creatività e la cultura necessarie a diventare un Professore Universitario, e quindi gli aveva preparato una carriera come insegnante di scuola media superiore (cosa all'epoca lecita e prevista dalla legge, che regolamentava precisamente questo travaso di competenze dall'Università alla Scuola). La decisione del Professor T. era, anche, stata motivata dalla giusta analisi che aveva fatta del carattere di Pasquale: l'esperto e mite professore aveva capito la potenziale capacità politica del giovane Pasquale e ne era giustamente terrorizzato. Il brusco

cambiamento di situazione indusse il Professor T. a cambiare di avviso: la grande disponibilità di posti che si apriva inaspettatamente gli fece ritenere che prima del bravo Angelo Rossi, che era un po' più giovane, si potesse sistemare su di una cattedra anche Pasquale. Pasquale fu richiamato dalla sua scuola e fu utilizzato per controllare l'onda montante di aspiranti docenti che premeva sul povero Professor T.. Pasquale assicurò un minimo di controllo sulla qualità degli aspiranti: certo, cominciò già a stringere alleanze, trovare accordi, scambiare favori: ma, almeno inizialmente, obbedì ad alcuni ordini del Professor T. e riuscì così a mantenere un certo profilo di decenza.

Anche Luit, nello zoo di Arnhem, più o meno negli stessi anni, dopo aver scalzato per la prima volta dal potere Yeroen, mentre Nikkie era troppo giovane per poter aspirare al posto di maschio alfa, tentò, invano, di allearsi con Yeroen stesso. Dopo un breve periodo di indecisione, Yeroen preferì utilizzare lo stupido e manovrabile Nikkie, cui fece occupare il posto di maschio alfa-burattino, per riprendersi il potere che gli era stato usurpato. A seguito dell'alleanza fra il furbo Yeroen ed il forte ma poco avveduto Nikkie, Luit perse una prima volta il posto di maschio alfa.

Nell'analizzare le analogie fra la storia di Don Pasquale e quella di Yeroen, il lettore potrà utilmente identificare le prime azioni di Luit con quelle del professor T., e solo successivamente potrà considerare Angelo Rossi come continuatore dell'azione del Professor T., cui è accomunato sia dal valore scientifico che dall'ingenuità politica.

Quando il momento arrivò, il Professor T. mise a posto la sua coscienza: destinò Pasquale ad una sede periferica ed Angelo alla sede centrale, rispettando, così, l'ordine di valori che lui aveva ben chiaro. Paradossalmente questa manovra di giustizia favori, invece di danneggiare, l'ascesa al potere di Pasquale.

Infatti, fu nella sede periferica che Pasquale divenne Don Pasquale!

Senza alcun controllo, essendo il solo *dominus* della situazione, Pasquale iniziò una turbinosa ascesa alle massime vette del potere accademico: scambiò favori, favori carriere, mise in cattedra incompetenti fedeli esecutori di ordini, assicurò sinecure a potenti figli e figlie di papà, strinse alleanze per formare cordate di ambiziosi ignoranti.

Mentre il rivoluzionario F. si dava, approfittando dello stipendio e del prestigio assicurategli dal posto di Professore Associato che Pasquale gli aveva procurato in cambio dei suoi primi servigi, alla caccia di belle donne e mentre Angelo si gingillava con fidanzate ed equazioni differenziali e scriveva lavori profondi e poco letti, perché fin troppo difficili per i suoi contemporanei, Pasquale preparava il suo ritorno trionfale nella sede centrale, che pagò con quattro cattedre nella sede periferica. I potentati della sede centrale gli furono grati al punto da assicurargli un posto di comando, scavalcando, raro caso di mancanza di rispetto della priorità acquisita dall'anzianità, Angelo ed anche il Professor T., che per la disperazione di essere superato da un suo allievo scadente fu colto da un esaurimento nervoso e chiese di andare in pensione.

In occasione del suo rientro nella sede centrale Don Pasquale fu costretto a scontrarsi con il rivoluzionario F., che essendo ben più furbo di Angelo e del Professor T., cercò disperatamente di opporsi e di far rimanere Don Pasquale nella sede periferica. Il rivoluzionario F., che all'epoca era l'amante della giovane moglie di un potente barone della sede centrale, rappresentò un ostacolo non semplice da superare: ma alla fine Don Pasquale riuscì a prevalere.

Dalla sede periferica Don Pasquale aveva operato con una manovra a tenaglia: assicurando favori al corpo accademico nazionale, favori che consistevano in aiuti a candidati impresentabili che grazie a Lui ottenevano prestigiose cattedre, riuscì a diventare il dittatore incontrastato di un sottogruppo dei professori della sua disciplina che contava di quasi un terzo degli aventi diritto al voto. Don Pasquale era diventato, grazie al suo dominio incontrastato della sede periferica, grazie al suo baronato locale ma assoluto, un Imperatore, cioè un dominatore di baroni. Lasciando la sede periferica mise in cattedra il suo assistente M.

Pochi umani hanno avuto il piacere di sentire M. parlare. Filippo fu ammesso a questa esperienza dopo anni di schiavitù e fedele servizio a Don Pasquale: il professor M. non è capace di parlare in italiano! Intendiamoci bene: non si sta dicendo che parla con un forte accento ma semplicemente egli parla esclusivamente nella sua lingua madre, cioè il dialetto del suo paesino di origine.

Il professor M. è stato definito in sua presenza da un avversario politico *il fedele cane di Don Pasquale*: non solo nessuno ha percepito un suo risentimento, ma addirittura c'è chi giura di aver intravisto nel suo sguardo una vena di compiacimento.

Il professor M. ha chiesto sempre il permesso a Don Pasquale prima di muovere il più piccolo passo, anche prima di respirare o prima di starnutire. Don Pasquale, lasciando la sede periferica, ha continuato ad averne il controllo totale, grazie all'azione del fedele M.

I contrasti fra Don Pasquale ed il rivoluzionario F. durarono qualche anno, periodo durante il quale Angelo, approfittando dell'alleanza con F., riuscì a contenere lo strapotere di Don Pasquale. Tuttavia il rivoluzionario F. capi ben presto che Angelo non era un candidato dittatore affidabile: sebbene fosse uno scienziato di valore, Angelo era troppo discontinuo nella sua azione politica e, proprio come Marco Antonio che riuscì a perdere l'Impero per stare dietro agli sbalzi di umore di Cleopatra, troppo influenzabile dalla sua donna del momento.

Con una giravolta di alleanze tipicamente praticata dagli uomini della sua generazione, rivoluzionari a parole ma arrivisti e cinici nei fatti, F. andò a Canossa e si sottomise all'Imperatore Don Pasquale, consegnandogli, finalmente, il controllo totale della sede centrale.

Molti anni più tardi Don Pasquale pagherà anche il suo debito con il rivoluzionario F. Tutti ben sanno che F. non vale assolutamente nulla scientificamente e ben poco dal punto di vista umano; nonostante questo fatto Don Pasquale lo mise in cattedra.

Torniamo allo zoo di Arnhem: l'onesto Luit accettò di buon grado la sua prima retrocessione nella gerarchia del gruppo. La diarchia di Yeroen e Nikkie non piaceva alla maggioranza delle femmine, ma era molto efficiente nel controllare gli scontri fra maschi. Il potere venne diviso equamente fra Yeroen e Nikkie: l'accesso alle femmine

migliori era consentito ad entrambi con una leggera prevalenza di Yeroen, in forza del loro accordo iniziale. Tuttavia lo stupido Nikkie ritenne ad un certo punto di poter fare a meno dell'aiuto di Yeroen e gli impedì l'accesso alle femmine più appetibili. Lo scontro fra i due ebbe come esito il ritorno al potere di Luit. Yeroen e Nikkie impiegarono qualche tempo per capire che solo rimanendo alleati potevano sperare di sopraffare Luit. Proprio come Don Pasquale aveva avuto bisogno del rivoluzionario F. per bloccare l'ascesa al potere di Angelo, così Yeroen aveva bisogno di Nikkie per liberarsi di Luit. Ma il secondo colpo di Stato fu bloccato dalla volontà unanime delle femmine del gruppo, che schierandosi quasi compatte con Luit, ne decretarono, involontariamente, la morte fisica. Infatti, Yeroen e Nikkie, per riconquistare il potere, furono costretti ad organizzare l'evirazione di Luit in un momento, quello del ritorno per il riposo notturno nelle gabbie, nel quale le femmine non potevano aiutare Luit. Luit morì dopo qualche ora a causa delle ferite riportate.

5.7 Le caratteristiche di un gruppo sociale sono forgiate dal carattere del suo dittatore

I fenomeni sociali che conducono all'affermazione di un certo tipo di dittatore sono complessi e le loro modalità di realizzazione sono le più varie. Tuttavia si può riscontrare che in breve tempo il carattere di un dittatore influenza grandemente i comportamenti ed i valori del suo gruppo sociale.

I vari gruppi sociali si misurano in un processo di competizione selettiva. Se il dittatore che si è affermato in un gruppo opera delle scelte appropriate l'intero gruppo ne trarrà beneficio e si espanderà, rafforzandosi. Se, invece, le scelte del dittatore saranno meno appropriate l'intero gruppo ne soffrirà. Un gruppo che non è capace di cambiare dittatore nei tempi necessari è destinato a sparire, estinguendosi dopo qualche generazione. Se il gruppo è un raggruppamento disciplinare universitario, cioè l'insieme dei professori che insegnano una data materia e fanno ricerca in un campo preciso del sapere, allora la disciplina che rappresentano verrà mantenuta o meno nei curricula universitari in dipendenza di quali siano state le scelte operate dal corrispondente dittatore. E si badi bene che per sopravvivere non sempre le scelte logicamente ed eticamente più giuste sono quelle più appropriate. Solo pochi grandi scienziati hanno saputo coniugare capacità scientifiche e capacità gestionali in maniera tale da riuscire a guidare (dittatorialmente) dei gruppi disciplinari verso la crescita culturale e scientifica e contemporaneamente verso l'affermazione come componente importante del sistema universitario.

Esempi luminosi di tali personalità sono dati, per esempio, da Fermi, Levi-Civita, Cremona e Beltrami: tutti scienziati di grande valore, universalmente riconosciuto, e di altrettanto grandi capacità gestionali. Cremona e Beltrami, entrambi matematici di fama internazionale, hanno istituito una delle maggiori facoltà d'Ingegneria Italiane per poi diventare eminenti uomini politici (furono entrambi senatori, ministro il primo e presidente dell'Accademia dei Lincei il secondo), dedicando la parte finale della loro vita alla riorganizzazione del sistema universitario italiano (si veda Di Gioia (1985)), mentre Levi-Civita, autore di testi universitari che dopo quasi un secolo sono ritenuti ancora insuperati, inventore del calcolo tensoriale assoluto ed originale creatore di teorie fisico-matematiche, può essere considerato uno dei fondatori di tutte le discipline fisico-matematiche italiane: ha formato decine di valenti scienziati e docenti che hanno, poi, iniziato almeno quattro fra i maggiori raggruppamenti disciplinari oggi attivi in Italia.

Ma sicuramente il più noto fra gli scienziati citati è Enrico Fermi: vero genio italiano. Diventato professore ordinario giovanissimo, grazie al fatto che il suo eccezionale valore scientifico fu ben messo in luce dalle influenti conoscenze della sua famiglia, fu capace di diventare il "dittatore" di un gruppo di grandissimi scienziati e di condurlo con consumata abilità attraverso le tempeste di un momento sociale veramente drammatico, caratterizzato dall'affermarsi di un dittatore di ben diversa levatura e pericolosità: Mussolini. Grazie alle sue doti di uomo politico Fermi riuscì a selezionare un gruppo di giovani tutti dalle doti eccezionali ed organizzare il loro lavoro in una impresa che ha fatto storia: l'accensione della prima pila atomica. Per raggiungere questo fine fu costretto a scelte che potrebbero essere considerate eticamente non accettabili (come ad esempio assegnare una cattedra a Roma al mediocre figlio del ministro della pubblica istruzione mandando, peraltro con la mossa abilissima di fargliela assegnare per chiara fama, il geniale Ettore Majorana a coprire una meno importante cattedra a Napoli): tuttavia bisogna considerare che senza il suo indiscusso carisma e le sue doti manageriali non sarebbe stata possibile la manifestazione del suo genio e di quello dei suoi allievi. Che le doti organizzative di Fermi fossero indiscutibili è dimostrato dal fatto che egli mantenne il suo ruolo di leader nella ricerca scientifica anche in una situazione nella quale l'influenza della sua famiglia era pressoché nulla: negli Stati Uniti fu grazie a lui che l'uso dell'energia atomica fu reso accessibile all'umanità.

Il dittatore di un gruppo sociale di successo riesce a determinarne le caratteristiche ed a uniformarne i comportamenti, le competenze e gli atteggiamenti.

Talvolta un gruppo, per sopravvivere, non ha bisogno che il suo dittatore sia leale, corretto, intelligente, ma semplicemente che egli sia sufficientemente cinico e determinato da fargli superare i momenti di crisi.

Non è facile stabilire se le strategie di sopravvivenza messe in atto da un gruppo nella sua competizione con i gruppi concorrenti siano, in definitiva, il risultato delle scelte del dittatore, che, acquisito per caso o per pura abilità personale il suo ruolo, le impone agli altri membri del gruppo oppure se sia il gruppo a scegliere il dittatore che meglio ne rappresenta le sue caratteristiche peculiari. Infatti:

5.8 Un dittatore rappresenta fedelmente le caratteristiche del gruppo sociale che lo ha scelto

Non si deve mai pensare che un dittatore abbia un potere illimitato, indiscusso ed assoluto nel e sul suo gruppo. In realtà, molto probabilmente l'immagine che i dittatori vogliono proiettare di loro stessi e del loro potere è abbastanza falsata e sicuramente distorta a fini propagandistici.

Don Pasquale sembra affermare il proprio potere indiscusso quando decide di schiantare la carriera di qualche cane sciolto, che ha osato contrastare le consuetudini di comportamento del gruppo accademico cui appartiene. In realtà, Don Pasquale sceglie situazioni esemplari per prove di forza, il cui esito è scontato, al solo scopo di alimentare la sua fama di uomo dal potere quasi illimitato e sempre incontrastato.

Significativa per illustrare questa circostanza, fu la cacciata dalla sede centrale verso una sede molto disagiata di un ricercatore ribelle, che aveva dato filo da torcere al nostro dittatore. Il ricercatore ribelle si era impuntato nel denunciare, in ogni situazione possibile, gli intralazzi, le *combine*, gli accordi sottobanco di Don Pasquale: chiedeva la parola in ogni consiglio di dipartimento per lamentare il comportamento immorale di quello che lui chiamava apertamente un **dittatore**.

Le sue uscite inopportune irritarono ben presto tutti i colleghi: riuscì a scompaginare accordi di ogni tipo, a rendere difficile ogni scelta accademica. Insomma, ben presto fu chiaro che per il bene di tutti bisognava liberarsene. Don Pasquale, semplicemente interpretando lo stato d'animo della maggioranza dei colleghi, attirò il ricercatore ribelle in un tranello: facendogli credere di cedere al suo velato ricatto, perché quello del ricercatore ribelle era proprio un ricatto, finse di accettare di fargli fare carriera. Tuttavia pose una condizione: che il ricercatore ribelle si trasferisse in una sede disagiata, dove, in poco tempo, si sarebbe reso disponibile un posto di professore. Il ricercatore ribelle, che scientificamente valeva pochissimo e che aveva mostrato troppa fiducia nelle sue capacità di disturbo della gestione del dipartimento di Don Pasquale, cadde nel tranello e si accontentò di assicurazioni verbali da parte di tutti i potentati coinvolti nell'accordo. Ovviamente la scelta del gruppo riguardo al destino del ricercatore ribelle era quasi unanime. Don Pasquale semplicemente la interpretò e, con l'astuzia che lo caratterizza, ne approfittò per intimidire intere generazioni di potenziali ribelli: il malcapitato si trasferì spontaneamente, e senza garanzie formali, nella sede disagiata e non ottenne mai, perché si disse che così Don Pasquale così aveva deciso, l'agognato avanzamento di carriera. Inoltre al danno si aggiunse la beffa. Il posto di professore a cui il ricercatore ribelle agognava fu affidato ad un fedelissimo di Don Pasquale, che non si fece sfuggire nessuna occasione per bistrattare il ribelle.

D'altro canto, per tornare al ruolo dittatoriale di Fermi nell'accademia italiana degli anni trenta, non bisogna credere che egli sia la sola causa dell'alto livello qualitativo dell'ambiente accademico italiano della sua epoca: questo ambiente era già di grande qualità nel periodo immediatamente precedente. I già citati Levi-Civita, Ricci, Cremona, Beltrami sono solo alcuni dei personaggi di rilievo fra i tanti che furono professori in Italia nel periodo che ha preceduto l'affermarsi della personalità di Fermi. Insomma: il gruppo sociale (l'insieme dei professori italiani di discipline scientifiche durante gli anni venti) che scelse Fermi come dittatore (formalmente questo riconoscimento portò Fermi a "dirigere" l'Accademia d'Italia) sapeva benissimo quello che stava facendo e lo fece proprio perché era in grado di riconoscere ed effettivamente riconosceva a Fermi delle superiori doti scientifiche.

Il dittatore settentrionale il cui destino, come vedremo fra poco, si incrocerà con quello di Don Pasquale ha una levatura scientifica di tutto rispetto. Infatti, il gruppo le cui sorti ha retto per molti anni è di qualità (scientifica ed umana) completamente diversa, e decisamente superiore, rispetto a quella del gruppo che ha espresso Don Pasquale.

Per farla breve, e ritenendo di stare affermando un'ovvietà, possiamo concludere che in generale nel processo selettivo che porta un dittatore al potere, e nelle decisioni che il dittatore prende in apparente solitudine, in realtà sono rispecchiate le caratteristiche peculiari del gruppo che lo esprime.

5.9 Il meccanismo di selezione imposto da Don Pasquale forgia il carattere dei candidati ad entrare nella corporazione accademica

Don Pasquale non forgia fini scienziati, abili speculatori sui massimi sistemi, sulle origini del mondo o sulle possibilità di progresso scientifico e tecnologico. Don Pasquale forgia galli da combattimento: individui che, per sopravvivere, hanno sviluppato una grande resistenza psicologica e fisica, insieme ad una determinazione nel perseguire i propri obiettivi molto superiore al normale. Chi non sia stato schiantato da questo addestramento brutale può affrontare ogni battaglia accademica senza farsi indebolire. **Filippo deve, in definitiva, molto a Don Pasquale: senza l'insegnamento di questo maestro di vita non avrebbe potuto completare lo sviluppo della sua figura accademica e non sarebbe mai riuscito a rimanere a lavorare in Italia, paese nel quale senza le doti sviluppate grazie a Lui non si può sopravvivere.**

Pur non avendo un quadro teorico chiaro di quello che gli stava succedendo e sulle ragioni per le quali quelle cose accadevano, Filippo si aggrappò disperatamente all'unica certezza che credeva di possedere: la testardaggine nel voler conseguire un obiettivo porta sempre al suo raggiungimento.

Come è ovvio, anche questa convinzione è completamente infondata: ma Filippo fu fortunato. La sua testardaggine lo portò ad un posto di ricercatore universitario: ma solo perché una serie di circostanze casuali lo aiutarono al momento opportuno.

Angelo aveva l'intenzione di sfruttare il lavoro di Filippo per aumentare la mole di pubblicazioni di Delfina: un po' ingenuamente voleva sostenere che Delfina aveva una sua personalità scientifica, indipendente da quella del marito, e come prova voleva portare i lavori che Delfina aveva scritto con un allievo di Don Pasquale. Questo ragionamento deve considerarsi del tutto infantile poiché tutti sapevano che Filippo si era laureato con Angelo e che i filoni di ricerca di Filippo erano stati individuati da Angelo molti anni prima ed erano del tutto diversi da quelli sfruttati da Don Pasquale (cioè dai suoi allievi della scuola dei Gesuiti).

Conseguentemente Filippo fu costretto a lavorare con Angelo (nei ritagli di tempo lasciati liberi da Don Pasquale) per scrivere i lavori che sarebbero stati firmati da Delfina. Angelo aveva una sua morale: a Filippo fu concesso di firmare quei lavori (che Angelo riuscì a far pubblicare su riviste prestigiose). Tuttavia Filippo fu costretto a spiegare a Delfina per ore ed ore quello che lui stesso ed Angelo avevano già capito, senza che Delfina se ne accorgesse, anzi facendo in modo, talvolta, che Delfina credesse di aver avuto LEI stessa certe idee.

Anche questa scuola di guerra sarebbe stata utilissima a Filippo negli anni successivi: tutte le sue collaborazioni internazionali con presunti scienziati di fama mondiale avrebbero riprodotto lo schema della sua collaborazione con Delfina (ovviamente senza l'aiuto di Angelo). Gli riuscì sempre molto facile far credere a palloni gonfiati pieni di sé di aver dato un contributo ad un certo lavoro così ottenendo firme prestigiose (e quindi pubblicazioni su riviste prestigiose) come co-autori.

Dopo un po' queste firme non furono più necessarie perché Filippo aveva acquisito una sua fama indipendente: di questa fama approfittarono suoi presunti allievi prediletti. Ma questa è un'altra storia, che racconteremo in un altro capitolo.

5.10 La specifica funzione di Don Pasquale nella sua comunità Accademica

Oggetto di questo capitolo è la descrizione e l'analisi della personalità dittatoriale di Don Pasquale.

Don Pasquale è il *dominus* di un sistema elettorale dittatoriale, quello usato dall'insieme dei professori universitari della disciplina di Don Pasquale per eleggere le commissioni di concorso e per assegnare i fondi di ricerca.

La figura di Don Pasquale potrebbe, per ferocia, essere del tutto paragonabile a quella del maschio super-alfa (Yeroen), dittatore per anni del gruppo sociale formato dagli scimpanzé dello zoo di Arnhem, le cui gesta, come abbiamo visto, includono l'assassinio premeditato (de Waal (2006)). Ma forse questo paragone potrebbe far risentire troppo Don Pasquale, uomo tutto preso di sé e del suo ruolo sociale. Quindi per rendergli il dovuto onore ricorderemo che ovviamente Egli invece di uccidere schianta carriere, annichila la creatività di potenziali valenti ricercatori, distrugge vite accademiche, impedisce che filoni di ricerca siano finanziati e coltivati nel suo paese.

Filippo ha incontrato, molti anni dopo il pensionamento di Don Pasquale, il professor Primavera del Profondo Nord che aveva lasciato l'insegnamento per darsi alla carriera politica. Eletto sindaco di una cittadina di medie dimensioni, Primavera era poi diventato presidente della sua provincia, poi assessore regionale, infine deputato e sottosegretario. Ebbene, condotto a discutere delle imprese di Don Pasquale, di cui era stato alleato per un lungo periodo prima di scontrarsi con la sua ferrea volontà e quindi iniziare una stagione di lotte accademiche senza quartiere, il professor Primavera ha dichiarato che nessun uomo politico, fra tutti quelli che lui ha avuto modo di conoscere nella sua, pur completa, carriera politica, ha mostrato di saper raggiungere le vette di efficiente ferocia e fredda capacità di macchinazione di Don Pasquale. Primavera arrivò a dichiarare meravigliato che non riusciva a spiegarsi come mai Don Pasquale non avesse, alla fine, scelto di darsi alla politica vera e propria, dalla quale avrebbe potuto sicuramente ottenere **tante soddisfazioni**.

Infatti, la figura di Don Pasquale è, per astuzia, molto più raffinata di quella di un qualsiasi uomo politico di cui sia giunta notizia a Filippo (che pure è sempre stato un avido lettore di libri di storia).

Don Pasquale non ha veri nemici: i suoi nemici di una stagione politica diventano amici in quella successiva.

Don Pasquale non è un estremista: per lui categorie mentali come vero o falso sono un impaccio. Un Teorema è vero o falso a seconda del momento politico, dell'interlocutore o dell'andamento della lotta accademica in cui si trova impegnato.

Don Pasquale ha una sensibilità unica nel percepire le debolezze umane: intuisce subito quali sono i sogni, i bisogni e le aspirazioni dei suoi interlocutori e li asseconda, quando questo gli conviene.

Don Pasquale capisce subito quello che può ottenere da un dato interlocutore e gli chiede esattamente il massimo possibile.

Don Pasquale non amministra denaro: non è diventato molto ricco con il suo potere. Invece, egli amministra ambizione, fama di gloria, velleità accademiche e talvolta velleità scientifiche. Se un mediocre si sente trattato male dal mondo e ritiene che il suo genio sia ingiustamente negletto e come nevrosi compensativa aspira ad una cattedra universitaria beh ... grazie a Don Pasquale riesce a trovare sollievo per la sua sofferenza psicologica.

Don Pasquale, se riesce ad intravedere una strategia nella quale il mediocre in oggetto possa essergli utile e se questi accetta di votare in ogni organo collegiale qualsiasi cosa gli possa essere da Lui ordinata, si fa carico della scrittura (da parte di qualche sottomesso dottorando) dei lavori del mediocre, della pubblicazione di tali lavori su riviste internazionali di valore (grazie ad amici nei comitati di redazione), della preparazione dei concorsi necessari a mettere in cattedra il mediocre ed anche del loro sicuro esito.

Don Pasquale, in un certo senso, è un benefattore dell'umanità: rende felici tante persone dall'ingegno limitato facendo loro credere di essere valenti scienziati e capaci docenti. In cambio di tanta felicità pretende un po' di felicità anche per sé: diventare Accademico Nazionale gli costò tre posti di Professore Ordinario ceduti al gruppo che lo cooptò nel cielo degli Accademici. Tre infelici che da quel momento crederono (in buona fede!) di aver

capito qualcosa nelle scienze e che cominciarono a professare una sicura dottrina del nulla in cambio dell'ascesa di Don Pasquale ad un seggio che, in altre epoche, sarebbe stato riservato a scienziati della levatura di Archimede.

Il suo delirio di onnipotenza non si fermò a quel punto: riuscì a farsi organizzare una grande festa dal Sindaco della sua cittadina e a farsi paragonare al grande filosofo che aveva avuto (anche lui!) gli stessi natali.

Dall'alto seggio continuò la sua opera di benefattore: il figlio di un Accademico soffriva molto perché il seggio di suo padre, che pure gli era stato promesso, era stato assegnato invece ad un altro Professore. Il povero figlio ebbe una crisi nevrotica acuta: presidente di una commissione di concorso mise in cattedra una sua giovanissima amante nel tentativo di lenire la sofferenza. Questa amante era veramente troppo giovane per un posto di Professore Ordinario (ventisei anni, la stessa eccezionale giovane età alla quale Fermi aveva ottenuto lo stesso riconoscimento) ma soprattutto troppo stupida. Infatti, il suo eloquio fu paragonato, a ragione, a quello di un'altra amante, ben più famosa: Sandra Milo. Questo evento colpì i colleghi più anziani e saggi della disciplina: per evitare che altre imprudenze del figlio dell'Accademico continuassero a nuocere all'immagine dell'Università e dei suoi amministratori, una delegazione di questi Soloni si rivolse a Don Pasquale.

Saggiamente Don Pasquale mise finalmente la parola fine a tanti colpi di testa, cooptando, dopo il padre, anche il figlio nell'Accademia Nazionale: una nuova genia di Bernoulli era stata finalmente riconosciuta e debitamente onorata.

Di questa sua ulteriore nobile azione Don Pasquale è stato ampiamente ripagato: la comunità scientifica nazionale gli riconobbe il diritto di scegliere tre professori associati al concorso successivo. Egli scelse due valenti signore ed un signore noto per le sue inclinazioni verso i giovani adoni. L'attività didattica e scientifica delle prime due fu sostanzialmente concentrata nel portare il caffè a Don Pasquale durante l'intervallo delle sue lezioni, mentre il compito del terzo fu quello di risolvere un problema che Don Pasquale aveva da tempo e che Filippo, insieme a suo padre e sua madre, non avevano voluto risolvere.

5.11 Un dittatore è un gorilla (o uno scimpanzé) super-super alfa

Come diffusamente argomentato per esempio in Diamond (1994), Miller (2002), Birkhead (2002), de Waal (1984) o Barash-Lipton (2002) le società umane non si organizzano secondo schemi molto diversi rispetto a quelli che si riscontrano nei gruppi sociali costituiti dagli altri primati. L'uomo è, per quanto riguarda una buona parte del suo cervello, una sorta di via di mezzo fra gorilla, bonobo e scimpanzé, a cui però l'evoluzione ha regalato, in aggiunta a quell'insieme d'istinti e riflessi condizionati che hanno sede nell'ipotalamo e nelle altre parti più antiche del nostro cervello, anche una corteccia raziocinante.

Conseguentemente, tutti gli esseri umani devono fare i conti con gli istinti sedimentati nel loro DNA, ed in quello dei primati che sono i loro parenti più stretti, da milioni di anni di carestia, sofferenza e feroce competizione per la sopravvivenza. A causa della spinta evolutiva a cui sono stati sottoposti dalle loro femmine, i maschi umani sono blandamente poligami, come i gorilla. Il lettore noti qui che la poligamia è ben diversa dalla promiscuità. In un sistema riproduttivo poligamico (come quello dei gorilla) una percentuale abbastanza bassa di maschi ha l'accesso quasi esclusivo alle femmine: un maschio alfa controlla e custodisce il suo harem di femmine e, fino a quando ne ha la possibilità, impedisce agli altri maschi di accedere alle sue femmine. Le femmine provocano, con l'azione selettiva dovuta alla loro scelta sessuale, l'esaltazione di quelle doti maschili che permettono il mantenimento di questa situazione. Alcune femministe americane, dopo essersi dedicate agli studi di etologia dei primati, sono arrivate ad affermare che in realtà non è il gorilla super-alfa che controlla un territorio insieme alle femmine che ne traggono il necessario sostentamento con i loro piccoli, ma che, in realtà, sono queste femmine che controllano il territorio utilizzando lo stupido scimmione per impedire che altri stupidi scimmioni vengano a disturbarle.

Infatti, si veda ad esempio Russon et al. (1996), è stato osservato che talvolta le femmine di un gruppo abbandonano il maschio "schiena d'argento" (l'unico maschio cui è concesso l'accesso alle femmine in una banda di gorilla: in inglese viene utilizzato il termine *silver back*, che qualche volta è tradotto anche con "schiena argentata") quando egli si dimostra incapace di condurre efficacemente il gruppo. Inoltre, almeno una volta, si è osservato che una femmina, avendo incontrato un maschio più appetibile, ha lasciato al padre il loro figlio, già svezzato, per andare a vivere in un altro gruppo ed infine si è osservato che da quando è cominciata la caccia ai gorilla di montagna con trappole fatte da fil di ferro le femmine hanno smesso di preferire i maschi schiena d'argento grossi e forti ed hanno cominciato a selezionare quelli capaci di aprire le trappole con le mani ed i denti.

Il lettore privo di pregiudizi dovrebbe collegare la schiena argentata dei gorilla maschi maturi ai capelli brizzolati dei maschi umani maturi, riconoscendo le somiglianze, indiscutibili, fra i comportamenti umani e quelli dei gorilla.

In un sistema riproduttivo promiscuo (come quello degli scimpanzé) nessun maschio ha, da solo, la forza di controllare un territorio ed un harem: specialmente in quelle situazioni nelle quali le risorse non sono concentrate in luoghi facilmente controllabili. In questi casi si formano bande di individui dei due sessi (con percentuale maggiore di maschi quando le risorse sono scarse) che mettono in comune le risorse, allevano in comune i piccoli e si difendono insieme dalle minacce esterne. Tutti i maschi accedono sessualmente a tutte le femmine della banda con una frequenza determinata dall'ordinamento gerarchico. La selezione fra i gameti dei vari maschi viene compiuta non solo attraverso la loro competizione per raggiungere una buona posizione gerarchica nel gruppo, buona posizione che è sicuramente importante in questo processo selettivo, ma anche per mezzo di una

competizione spermatica negli organi interni delle femmine. Si è inoltre notata una reazione di violenta gelosia dei maschi di una banda nei confronti dei maschi di altre bande che avvicinano le *loro* femmine.

Sebbene negli ultimi milioni di anni gli umani si siano un po' allontanati dallo schema di comportamento poligamo dei loro antenati "gorilla" convergendo verso un tipo di comportamento più promiscuo simile a quello degli scimpanzé, è opinione comune dei primatologi che per gli umani l'istinto predominante sia spesso quello di tipo "gorilla" sebbene sia possibile individuare anche istinti indiscutibilmente del tipo "scimpanzé" (e non solo: ci sono anche bonobo fra noi!).

Come si diceva, dunque, gli umani sono blandamente poligami. Tuttavia un maschio super-alfa, cioè in una posizione che lo collochi all'apice della gerarchia interna di un gruppo sociale, può essere conteso da un numero di femmine veramente elevato, e può incontrare, anche, una donna dalle doti veramente eccezionali, che lo aiuti (o talvolta addirittura lo guidi) a raggiungere e mantenere la sua posizione di prestigio. Questa donna, che potremo definire una femmina super-alfa, riuscirà ad essere presente costantemente nella vita del suo gorilla: tuttavia dovrà imparare a gestirne gli istinti. Alcune donne di maschi super-alfa fingono di non conoscerne le scappatelle: semplicemente controllano da lontano che nessuna di queste diventi troppo seria. Altre addirittura gestiscono l'agenda del loro super-alfa, incastrando fra un consiglio di amministrazione, un consiglio di facoltà, un congresso ed una assemblea degli azionisti, gli incontri con più giovani ed avvenenti donne, da loro stesse selezionate perché ritenute poco pericolose.

Ovviamente un dittatore è un gorilla super-super-alfa, oppure uno scimpanzé nella posizione gerarchica più alta nella banda più potente fra quelle di un dato territorio.

Un gruppo sociale, stante il Teorema di Arrow, ha bisogno sempre di un dittatore che regoli il suo funzionamento interno: ovviamente un buon dittatore non deve solo perseguire il suo interesse personale o quello dei suoi parenti o alleati più vicini altrimenti alla lunga il gruppo gli si rivolterà contro, scegliendo un dittatore più imparziale. Tuttavia le femmine sanno benissimo che un dittatore abile riesce sempre a rimanere in sella e ad ottenere vantaggi personali dalla sua posizione.

Un dittatore è, quindi, considerato dalle femmine del suo gruppo il maschio più appetibile, perché esse si aspettano che nella sua progenie relativamente più individui ne erediteranno le doti. Anzi sembra accertato che la lotta per il potere e per l'ascesa nella scala gerarchica (che si osserva in ogni gruppo sociale animale, ed in particolare nei gruppi di primati e nei gruppi umani) sia spiegabile perfettamente riconoscendo come questa lotta risulti necessaria per selezionare fra i maschi quelli che sono più adatti a trasmettere il loro corredo genetico alle generazioni successive: insomma se l'esistenza di un dittatore in un gruppo sociale è una necessità logica, il fatto che così tanti maschi aspirino a ricoprire questo ruolo può essere rivisto come un effetto del processo di selezione naturale.

Queste considerazioni sono ben sviluppate, ad esempio, nell'articolo divulgativo di Morris (14 Luglio 2006) citato in bibliografia.

5.12 La Signora di Don Pasquale

Ovvero

Le femmine giocano un ruolo decisivo nella lotta per il potere fra i maschi

Visitors to a zoo always appear amused by the sight of chimpanzees. (..)

The hilarity is perhaps a camouflage for quite different feelings
– a nervous reaction caused by the marked resemblance between humans and chimpanzees.

It is said that apes hold up a mirror to us, but we seem hard to remain serious
when confronted with the image we see reflected.

I visitatori di uno zoo sembrano sempre divertiti dalla vista degli scimpanzé.

L'atteggiamento divertito è forse un modo
per mascherare dei sentimenti molto diversi – una reazione nervosa
causata da una rassomiglianza marcata fra umani e scimpanzé.

È stato detto che le antropomorfe tengono uno specchio davanti a noi, ma che noi
troviamo molto difficile rimanere seri, quando ci
confrontiamo con l'immagine che vediamo riflessa.

Estratto dall'Introduzione di "Chimpanzee politics" di Frans de Waal

Uno degli intenti di questo capitolo è quello di mostrare come il Teorema del dittatore, un teorema non difficile, ma profondo, e che pur richiede molte ore di studio per essere compreso, sia utile per dare una chiave di lettura a molti fenomeni che si osservano nei gruppi sociali.

Ovviamente non tutti i fenomeni osservati nei gruppi sociali sono stati già spiegati nell'ambito di Teorie formalizzate come quella sviluppata da Arrow. Un altro degli intenti di questo capitolo è di elencare alcuni dei fenomeni che aspettano di essere interpretati e di cercare di immaginare in che modo, in un futuro, essi potranno essere inquadrati in opportune Teorie.

Poiché si sta raccontando una storia "verosimile" che riguarda un gruppo di umani, la reazione di qualche lettore, fra quelli che hanno avuto modo di leggerne una bozza preliminare, non è stata di "ilare divertimento". Molti, colti da un apparentemente inspiegabile nervosismo, hanno chiesto all'autore quale fosse la necessità di

parlare di certe cose e quale fosse la connessione fra la Teoria degli Insiemi, il Teorema del Dittatore e Don Pasquale, la sua signora e le loro imprese.

Altri hanno bruscamente affermato che la storia, proprio nella sezione che state leggendo, stava diventando pettegolezzo, se non maldicenza o malevola diceria.

Tutti hanno voluto rilevare che i gruppi umani non sono sempre come qui li si vuole far apparire.

Se su questo punto si deve essere sicuramente d'accordo, tuttavia si deve, anche, accettare che nei gruppi umani si possono continuamente osservare fatti talvolta anche peggiori rispetto a quelli raccontati qui. Ed una spiegazione di questi fenomeni deve essere cercata.

“Intentio vero nostra est manifestare ea quae sunt sicut sunt”.

L'imbarazzo che si prova nell'osservare il comportamento delle antropomorfe si moltiplica quando osserviamo noi stessi!

Ma i fatti sono fatti e non dobbiamo ignorarli.

I fatti che si espongono qui riguardano i metodi che sono usati dalle femmine per partecipare alla lotta al potere: sebbene molti vogliono credere che le femmine non siano violente o che non ambiscano mai al potere, questa credenza è contraddetta dai fatti. Il modo di partecipare alla lotta al potere delle femmine è molto diverso rispetto a quello utilizzato dai maschi: esse lo fanno spesso per interposta persona. Tuttavia la loro partecipazione a questo gioco è costante, determinante e, talvolta, accanita. Usano ogni mezzo a loro disposizione, e quando necessario, sono anche capaci di prendere il potere direttamente nelle loro mani. Non bisognerebbe meravigliarsi di questo: le femmine sono madri e figlie di maschi che combattono tutta la vita per conseguire posizioni di potere.

Negli ultimi decenni negli zoo di tutto il mondo si sta cercando di mettere riparo alle conseguenze nefaste di una scelta incauta operata nel passato: finalmente i primatologi di tutto il mondo si sono resi conto che le antropomorfe non possono vivere senza essere parte di un sia pur piccolo gruppo sociale. Un'antropomorfa sola ben presto impazzisce, perché costretta a vivere senza degli stimoli essenziali al suo equilibrio psicologico: quelli che le vengono dal partecipare alla vita di un gruppo. E questa peculiarità delle antropomorfe è un altro tratto che le accomuna agli umani: la prigionia è generalmente sopportabile, l'isolamento è una tortura insopportabile. In uno zoo inglese vivevano quattro femmine di gorilla: come dimostrato dal Teorema di Arrow anche la vita di un gruppo sociale formato da solo quattro individui ha bisogno di un dittatore. In assenza di un maschio una femmina si è fatta carico del ruolo, fungendo da regolatrice dei conflitti che sorgevano fra le tre compagne. Quando nel gruppo fu introdotto un maschio, che era vissuto a lungo da solo in uno zoo francese, i primatologi che studiavano il gruppo di femmine inglese hanno evitato che la femmina dominante dovesse ingaggiare una disperata lotta per tentare di mantenere il suo ruolo e l'hanno allontanata temporaneamente dalle tre femmine che erano state a lei sottoposte gerarchicamente. Le tre ragazze hanno accettato prontamente il ruolo di maschio dominante del nuovo venuto, ed insieme a lui hanno poi convinto l'ex-dominante ad accettare la nuova situazione. Questa saggia procedura è stata dettata da quanto si conosce sull'etologia dei primati. È, infatti, ben noto che l'individuo dominante, anche se di sesso femminile, non cede facilmente la sua posizione anche se fisicamente non è in grado di reggere il confronto con il nuovo pretendente. Gli etologi si aspettavano che la femmina dominante avrebbe cercato l'appoggio delle compagne per tenere il grosso e molto più forte gorilla maschio in una posizione subalterna e che lo scontro fra una femmina dominante che ben conosceva le altre tre femmine del gruppo ed un maschio molto più forte ma fino a quel momento estraneo al gruppo (ed inoltre cresciuto in totale solitudine) non aveva assolutamente un esito scontato. Volendo tentare di riprodurre nello zoo una situazione simile a quella naturale, e contro l'avviso di un gruppo di femministe che volevano dimostrare che il potere può essere gestito dalle femmine non solo in assenza ma anche in presenza di maschi, fu deciso di “aiutare” la presa del potere da parte del maschio: uno dei custodi dello zoo inglese, indubbiamente accecato da una visione maschilista della vita, ha dichiarato, chiedendo però che sul suo nome fosse mantenuto il dovuto riserbo, che anche la ex-dominante dopo un po' di tempo sembrava preferire la nuova situazione.

Non si deve credere però che, quando il dominante è un maschio, le femmine non esercitino nessuna influenza nelle scelte del gruppo, che non abbiano un ruolo nelle dinamiche che portano al potere un dittatore, che non possano esprimere, anche a questo proposito, le loro preferenze ed inclinazioni.

Nel Yerkes Primate Center di Atlanta all'inizio degli anni ottanta (de Waal (1982-2007)) fu formato un gruppo di gorilla mettendo insieme quattro femmine e due maschi, maschi che, tra l'altro, avevano vissuto insieme a lungo e pacificamente. Calabar era un maschio molto più grosso di Rann, e tutti si aspettavano che avrebbe facilmente conquistato il ruolo di maschio alfa ma Rann mostrò di saperci fare molto meglio con le femmine! Infatti, tre delle quattro femmine sostennero con decisione Rann nel suo scontro finale contro Calabar, e pure la quarta fu indotta con le cattive da Rann a partecipare alla lotta contro il maschio più grosso. Il povero Calabar fu così gravemente ferito dall'assalto congiunto di Rann e delle sue quattro sostenitrici che i primatologi del Centro furono costretti a rimuoverlo dal gruppo.

Sempre in de Waal (1982-2007) è descritto come Mama, in quanto leader del gruppo delle femmine della colonia, abbia avuto un ruolo decisivo negli scontri per il potere fra Yeroen, Luit, Nikkie e Dandy, i quattro maschi adulti del gruppo nei primi anni settanta. Mama, inizialmente aiutò Yeroen a tenere a bada Luit. Ed in questo modo gli permise di continuare a mantenere il potere per un certo periodo di tempo. Quando però Luit riuscì a persuadere la maggioranza delle femmine allora Mama si schierò con Luit. Quando Nikkie si comportò in modo aggressivo con i piccoli del gruppo tutte le femmine, compatte, lo costrinsero a sottomettersi al saggio Luit. E quando Yeroen e Nikkie strinsero l'alleanza finale contro Luit poterono aggredirlo fisicamente solo quando le femmine non erano in grado di intervenire.

Il gene "egoista" che lotta per affermarsi nella competizione contro gli altri geni (Dawkins (1995)) è attivo anche quando fa parte del genotipo di una femmina: ovviamente esso cerca di raggiungere i suoi obiettivi usando metodi più consoni ad individui dotati generalmente di minore forza fisica.

Ancora una volta Filippo si ritrovò ad essere invitato ad una cena insieme a Martina, questa volta a casa di Don Pasquale e di sua moglie. Questa cena seguì di qualche mese quella già raccontata a casa di Angelo e Delfina.

Una delle più grandi fortune di Don Pasquale è stata quella di aver incontrato sua moglie: donna di grande intelligenza, sensibilità, astuzia e competenza. Dopo una prima laurea, per sopportare i tradimenti, episodici (mai un'amante fissa, per rispetto della moglie!) ma continui, di Don Pasquale la signora aveva occupato il suo tempo conseguendo una seconda laurea, che le permise una remunerativa attività professionale. Esperta delle cose della vita la signora di Don Pasquale seppe sempre tenerselo stretto nonostante le continue scappatelle e riuscì sempre a consigliarlo per il meglio (ai fini del raggiungimento della felicità dei mediocri e del suo potere personale). La signora dimostrò il più grande attaccamento possibile al suo uomo quando questi litigò con il suo primogenito. La moglie ebbe il sopravvento sulla madre e la signora prese le parti del marito: pare che nella famiglia di Don Pasquale non sia possibile che il gorilla "*schiena d'argento*" accetti nel suo territorio un altro gorilla super-alfa, neppure se è il suo primogenito! Lo schema di comportamento che portò al violento contrasto fra il padre di Don Pasquale e Don Pasquale si è ripetuto quasi in maniera identica nella generazione successiva.

In letteratura è descritto come, in un gruppo di gorilla guidato da un maschio maturo (caratterizzato dal colore chiaro "argentato" della pelliccia della schiena), si stabilisca una gerarchia fra le femmine di un gruppo: solitamente la più anziana assume il ruolo di regolatrice dei rapporti fra tutte le femmine e fra i maschi non ancora maturi ed il maschio dominante. Soprattutto la capacità della femmina dominante di tenere nel gruppo per il maggior tempo possibile i maschi non dominanti è importante: in caso di aggressioni esterne il fatto che lo "schiena d'argento" possa essere aiutato da altri maschi aumenta le possibilità di sopravvivenza dei piccoli.

La signora accolse Filippo e Martina con un affetto materno e insegnò loro molto sulla vita: con un garbo ineguagliabile condusse il discorso sulla mancanza di risorse della famiglia di uno scienziato e riuscì a commuovere i due giovani parlando dell'inquinamento del mare e delle spiagge vicine alla loro casa. Evidentemente la qualità della ricerca scientifica di Don Pasquale richiedeva che egli potesse riposare adeguatamente durante l'estate: bisognava aiutarlo a trovare una bella casa al mare!

Martina capì, subito, dove si stava andando a parare ed abilmente rispose che il padre di Filippo avrebbe sicuramente trovato un modo per aiutare Don Pasquale. L'argomento fu ripreso, quindi, qualche mese dopo, in un'occasione conviviale alla quale tutta la famiglia di Filippo fu invitata: esplicitamente fu posta la richiesta di formare una società per la costruzione di alcune villette al mare, società alla cui proprietà avrebbe partecipato Don Pasquale. Immediatamente dopo fu affrontata la questione del soddisfacimento delle **giuste** (così qualificate da Don Pasquale) ambizioni scientifiche di Filippo: il nostro dittatore rassicurò amabilmente la mamma di Filippo, che, come al solito, aveva cominciato a sciorinare tutte le sue preoccupazioni riguardo al futuro di suo figlio.

Il padre prese tempo, e la sera seguente, in una riunione di famiglia, la madre di Filippo suggerì il modo per uscire dall'*impasse*: poiché la richiesta era stata formulata come corrispettivo di un posto da Professore Associato, la madre di Filippo propose, per un posto da Ricercatore, di offrire un ricco gioiello alla signora di Don Pasquale in occasione del venticinquesimo anniversario di matrimonio, che sarebbe caduto di lì a qualche mese.

Le femmine della colonia di Arnhem hanno dimostrato che anche nei gruppi di antropomorfe i conflitti fra maschi possono essere appianati in maniera non cruenta. Si è osservata spesso la seguente scena: un maschio, in atteggiamento aggressivo, esibisce le sue intenzioni con segnali sonori e con la tipica danza rituale; successivamente raccoglie un bastone o una pietra e comincia ad avvicinarsi all'avversario con le intenzioni peggiori quando una femmina, sicuramente molto meno forte fisicamente, gli si avvicina e gli strappa, senza incontrare alcuna resistenza, l'arma dalle mani. De Waal, parlando dell'apparente incapacità di un gorilla maschio schiena d'argento di reagire alle provocazioni di una femmina molto più piccola fisicamente, afferma che "le mani del grosso maschio erano legate dietro la sua schiena con invisibili ma resistentissime catene genetiche".

Le femmine, nei gruppi di primati, sono sempre alla ricerca di soluzioni di compromesso che evitino inutili scontri fra maschi.

Il ragionamento della mamma di Filippo era semplice. Un posto da Ricercatore è un posto fisso: per la carriera successiva si sarebbe cercata una soluzione meno onerosa, considerato che lo stipendio di un professore non valeva il capitale che si sarebbe dovuto impegnare negli investimenti prospettati da Don Pasquale.

Ovviamente la madre di Filippo, da buona figlia di commerciante, non valutava il sovrapprezzo *gloria*. Don Pasquale, invece, riteneva che il riconoscimento implicito nell'assegnazione di una cattedra universitaria fosse grandemente stimato da Filippo e che quindi il prezzo fosse equo.

A ragione, senz'altro! Filippo *per la gloria* era disposto ad ogni sacrificio. Ma il nostro aveva un grande limite caratteriale: la gloria Filippo la voleva conseguire per il suo valore riconosciuto e non utilizzando mezzucci. Filippo non aveva ancora studiato la Teoria dei Giochi e non sapeva quindi che la capacità di utilizzare mezzucci, ma in maniera elegante e non compromettente, rientra fra le doti necessarie a portare uno scienziato a vedere riconosciuto il proprio valore.

Nel non riuscire a capire la psicologia di Filippo, quella di sua madre ed inoltre nel sottovalutare il ruolo che ella aveva nella sua famiglia, Don Pasquale non si dimostrò quell'abile conoscitore di uomini che pure aveva, indubbiamente, dimostrato di essere in tante altre circostanze: nel formulare la sua richiesta aveva ben valutato l'immensa ambizione di Filippo, la sua enorme voglia di raggiungere una posizione di prestigio nell'Accademia.

Tuttavia aveva sottovalutato l'imperativo della nevrosi che conduceva Filippo a tanta ambizione: Filippo non voleva *fingere* di essere uno scienziato, né ambiva allo status sociale del Professore Universitario. Filippo, che voleva tentare di essere realmente uno scienziato e che voleva realmente essere un caposcuola, riteneva, a torto, che mai avrebbe guadagnato il prestigio necessario se avesse utilizzato i mezzi proposti da Don Pasquale. Ovviamente anche in queste velleità Filippo si sbagliava: ad aggravare la difficoltà della situazione si aggiungeva il fatto che Filippo era già abbastanza competente da capire che la ricerca di Don Pasquale era semplicemente un bluff e che quindi produrre pubblicazioni in quel campo avrebbe significato squalificarsi agli occhi dei *veri* scienziati, alla cui considerazione Filippo teneva sopra ogni cosa. Non sapeva Filippo che anche i grandi scienziati sono soggetti alle manovre politiche e che alcuni fra di loro sono stati ancora più feroci di Don Pasquale nell'affermare il proprio potere.

All'epoca Filippo ignorava che ogni vero scienziato, se non vuole fare la fine di Abel, che morì giovanissimo letteralmente di fame, (si veda Bell (1973)), deve piegarsi ad ogni tipo di compromesso e che, di solito, nessun viene giudicato per il complesso delle sue pubblicazioni, ma solo per quelle che, per una ragione o per l'altra, riescono a farsi notare.

Nei gruppi sociali complessi nessun maschio è così forte da poter resistere ad una aggressione che gli venga portata congiuntamente da più individui. In tutti i gruppi nei quali gli individui siano abbastanza intelligenti da concepire un'aggressione "coordinata" diventa importante la capacità di un maschio di saper stringere alleanze. De Waal (1982-2007) parla delle coalizioni fra maschi nei gruppi di primati affermando che esse sono di tipo "Machiavellico", basate, cioè esclusivamente su di un calcolo di opportunità a breve, oppure a medio o a lungo termine, a seconda dell'intelligenza e delle necessità dei maschi che stanno stringendo l'alleanza. Inoltre queste alleanze sono "flessibili" e "mutevoli" a seconda delle circostanze. Un maschio che abbia ambizioni di dominio deve imparare a capire le motivazioni, necessità e spinte psicologiche degli altri maschi e delle femmine del gruppo.

Don Pasquale, abituato ad interagire con un certo tipo di persona, aveva una grande esperienza di alleanze con maschi ambiziosi. Tuttavia qualcosa gli sfuggì della personalità di Filippo: forse, semplicemente, la differenza di età fra i due era troppo grande perché il vecchio marpione potesse interpretare correttamente i segnali che gli venivano mandati dal giovanissimo aspirante accademico. Oppure, semplicemente, Don Pasquale non credeva che potesse esistere qualcuno la cui ambizione fosse di fondare "veramente" un gruppo di ricerca. D'altra parte Filippo non voleva vedere che è impossibile basare il successo di una carriera accademica, di un progetto, di una scuola, semplicemente sulla forza del loro valore intrinseco. È destinato all'insuccesso chi, nella complessa dinamica degli opportunismi che si innescano in un gruppo di primati, non tenga conto del peso che le alleanze Machiavelliche (gli "intrallazzi") hanno sull'esito della competizione per la sopravvivenza.

Alla fine passò la strategia della mamma di Filippo: il capitale della famiglia non poteva essere intaccato così pesantemente per le velleità scientifiche di un giovane ambizioso. D'altra parte il giovane stesso era così folle da non *volere* diventare professore acquistando la cattedra nel modo proposto da Don Pasquale e, sebbene per ragioni diverse, si trovava d'accordo con la mamma. Solo Martina ed il padre di Filippo ritennero che la questione potesse meritare maggiori approfondimenti: ma gli eventi imposero una decisione e le azioni successive furono dettate dalla scelta intermedia proposta dalla mamma.

Alla festa per l'anniversario di matrimonio di Don Pasquale i genitori di Filippo portarono in dono un gioiello dal valore commerciale di quattro milioni di lire del millenovecentosettantanove e quello che seguì fu una serie di eventi degna di un racconto di Goldoni.

Don Pasquale interpretò il dono come un'implicita accettazione delle sue richieste, la di lui moglie si comportò in maniera squisita e signorile ed abbracciando Martina si propose come testimone di nozze. La mossa era veramente intelligente: Filippo e Martina avevano cominciato, molto giovani, la loro storia ben dieci anni prima e tutti erano convinti che si sarebbero voluti sposare appena uno dei due avesse avuto un posto fisso. Proponendosi come testimone di nozze la moglie di Don Pasquale sottintendeva che il marito aveva destinato Filippo ad un posto di Ricercatore: nel mondo delle persone d'onore, cui Don Pasquale apparteneva, questa promessa significava la certezza di successo. Si dice, addirittura, che un direttore di banca del paese di Don Pasquale abbia concesso un mutuo ad un giovane dottorando con la sola garanzia dell'assicurazione verbale di Don Pasquale stesso riguardo al fatto che il giovane avrebbe presto avuto un posto di ruolo.

Filippo fu molto contento quella sera: la sua carriera accademica vedeva così l'inizio. I modi non erano proprio quelli sperati, ma lui confidava che il concorso *nazionale* ad un posto di professore si sarebbe svolto in un modo diverso, con il mondo che riconosceva finalmente il suo valore.

La signora di Don Pasquale fu veramente gentile durante il ricevimento: tenne sotto braccio Martina tutta la sera, le raccontò episodi della sua vita, tutta spesa allo scopo di favorire la carriera del marito, le raccontò di tutte le scappatelle del marito, consigliandole di guidare Filippo anche nella scelta delle amanti, le consigliò (dall'alto della sua esperienza) addirittura tecniche sicure per intrigare a letto, a lungo negli anni, il futuro marito.

Un altro modo utilizzato dalle femmine dei primati superiori per influenzare l'esito delle lotte per il potere è quello di stabilire degli stretti legami con un maschio potenzialmente di successo. Uno degli scopi di tali legami è quello di ottenere, insieme alla propria prole, protezione. Ovviamente una femmina, avendo investito tempo e risorse per costruire un legame con un maschio, cercherà in ogni modo di aiutarlo a mantenere, o raggiungere, una posizione di dominio.

Nella colonia di Arnheim la femmina di nome Gorilla fu l'unica ad appoggiare sempre e comunque le manovre politiche di Yeroen, mentre Amber fu sempre attratta in maniera particolare da Nikkie. E Gorilla ed Amber furono le uniche due femmine a non seguire sempre Mama quando correva in soccorso di Luit.

Martina fu cortese, come spesso fu capace in seguito, e finse persino di non conoscere le tecniche appena ricordate (che padroneggiava benissimo e che aveva già cominciato ad usare da almeno cinque anni): assunse il

comportamento della giovane apprendista che voleva fare tesoro dei consigli e della saggezza di una donna che aveva avuto così tanto successo.

Molti anni dopo Filippo si ricordò di questa scena leggendo in de Waal (2006) la descrizione dei rapporti fra femmine anziane e femmine giovani nel gruppo di scimpanzé di Arnhem ed in particolare quello fra Mama e Kuif.

Solo per un quarto d'ora la signora lasciò Martina sola con i suoi pensieri: in questo quarto d'ora prese sotto braccio Filippo e gli distillò nell'orecchio tutta la sua saggezza. Gli disse: "Figlio mio, se vuoi avere la tua Martina sempre con te ad aiutarti, e sono sicura che lei lo vuole e ne è capace, devi capire come farla felice a letto. Devi resistere, resistere, resistere, durare almeno mezz'ora per almeno tre volte a settimana ed esaudire i suoi desideri senza che lei sia costretta a chiederti nulla". Dopo aver formulato questo prezioso consiglio, la signora si godette l'evento tagliando trionfalmente la torta nuziale ed abbracciando e baciando Don Pasquale l'Accademico, prodotto della sua intelligenza sociale e di tutti i suoi sforzi.

Nessuno dubita che nelle società matriarcali dei bonobo il potere sia saldamente nelle mani delle femmine anziane. De Waal (si vedano i lavori citati in Bibliografia) rende conto puntualmente dell'importante ruolo giocato dalle femmine nelle società di scimpanzé. Si deve però osservare che anche nei gruppi di gorilla il ruolo delle femmine non è trascurabile come può apparire a prima vista. Il lettore ricordi la triste sorte di Calabar, a cui le femmine hanno preferito Rann, oppure sappia che (Russon, 1996) è stato provato che le femmine di un maschio schiena d'argento, quando questi dà chiari segni di cedimento psico-fisico, riescono a "scegliere" il nuovo maschio dominante, favorendone l'ascesa al potere.

Mentre Don Pasquale e la sua Signora erano al centro dell'attenzione generale, Filippo prese per mano Martina e pensò che evidentemente la Signora apparteneva ad una generazione abbastanza meno esigente di quella di Martina: altro che mezz'ora e che tre volte a settimana!

Nella vita sociale dei primati superiori, il sesso riveste un ruolo molto complesso. Chi ingenuamente pensi che esso abbia solo fini riproduttivi deve ricredersi presto: in de Waal (2002) è descritta dettagliatamente la struttura sociale dei bonobo, che è regolata in tutti i suoi aspetti dall'attività sessuale. In quella società il sesso è utilizzato come regolatore dei conflitti sociali, come strumento per tenere stabile la gerarchia interna al gruppo e, in particolare, come sistema di controllo delle azioni violente. In de Waal (1982-2007) è anche descritto un fenomeno che sembra preannunciare, nella storia evolutiva degli scimpanzé, la formazione di coppie maschio-femmina. Amber e Nikkie, ma anche Oor e Dandy, furono osservati in atteggiamenti inequivocabili: dopo aver "fissato un appuntamento" i due innamorati si allontanavano separatamente dal gruppo per poi incontrarsi in un luogo appartato, dove la femmina cominciava quella che de Waal chiama "una danza dell'amore" tutta dedicata al suo maschio preferito. Amber ed Oor hanno sempre mostrata una chiara preferenza rispettivamente per Nikkie e Dandy, e, anche nelle relazioni sociali, hanno sempre agito in supporto del loro "maschio preferito".

Filippo, appena tredicenne, era stato addestrato alla resistenza, prima che la sua relazione con Martina cominciasse, da una sua compagna di scuola di un anno più grande. Questa ragazzina si era comportata come un sergente dei marines quasi urlando i suoi *ordini* ad un Filippo che, educato in una famiglia di patriarchi dominatori (cioè gorilla schiena d'argento), non si sarebbe mai aspettato un tale spirito di iniziativa in una fanciulla.

De Waal (1982-2007) racconta di come Amber si disperasse platealmente tutte le volte nelle quali, dopo ripetuti assalti, Nikkie non riusciva più ad accontentarla. Amber arrivava a rotolarsi nella polvere, e solo con uno stretto contatto fisico, Nikkie riusciva a calmarla.

Gettato come un Kleenex appena un ventenne aveva mostrato un chiaro interesse per la fanciulla, Filippo aveva cominciato a corteggiare discretamente Martina, che si era inizialmente mostrata, diciamo così, meno aggressiva. Tuttavia la cadenza sulla quale si erano assestati, quasi subito dall'inizio della loro relazione, era giornaliera e da quando avevano affittato il pied-à-terre al mare passavano lì almeno due ore e mezza ogni sera a partire dalle otto e mezza, e solo perché la mamma di Martina pretendeva il rientro alle undici. E qualche volta si salutavano ancora in garage o sul divano del salone della casa di lei.

Filippo pensò soddisfatto di non avere bisogno dei consigli della Signora di Don Pasquale. Tuttavia, anche su questo argomento, Filippo non aveva completamente ragione, e la signora non tutti i torti. Ma anche questa è un'altra storia...

5.13 Un esempio di scelta dittatoriale basata sul consenso del corpo elettorale

Una delle pratiche più importanti della vita sociale nei gruppi di scimmie antropomorfe è rappresentato dal *grooming*. Letteralmente il verbo inglese *to groom*, da cui è tratto il sostantivo deverbale *grooming*, significa, fra l'altro, "spulciare" oppure "curare per rendere presentabile". Gli etologi che hanno studiato le dinamiche sociali in questi gruppi, ed in particolare i processi che conducono alla formazione di gerarchie al loro interno, hanno notato che il *grooming* ha assunto il ruolo di importante pratica sociale pubblica. L'azione di liberare dai parassiti un proprio simile, azione che alcuni hanno voluto anche considerare conveniente non solo per chi viene pulito ma anche per chi ripulisce, perché questi riesce così ad accedere ad una importante fonte di proteine, è stata ritualizzata al fine di comporre ed evitare conflitti: praticare il *grooming* ad un individuo che occupa un posto gerarchicamente superiore significa riconoscere pubblicamente il suo status, mentre praticarlo ad un individuo gerarchicamente inferiore serve a conquistare un alleato, ad assicurarsene l'appoggio, a rendere per lui più facile l'accettazione di un ruolo subalterno.

In de Waal (2006) è raccontato come il maschio super-alfa Yeroen abbia indotto, dopo lunghe sessioni di *grooming*, il giovane Nikkie ad affrontare e sconfiggere il saggio dittatore Luit. Successivamente, visto che nel gruppo l'appoggio a Luit non diminuiva, anche dopo la sua caduta nella scala gerarchica, sempre utilizzando questa pratica rituale (e permettendogli l'accesso ad un insieme più grande di femmine) Yeroen riuscì, anche, a coinvolgere Nikkie nel suo piano assassino.

La festa finì con Don Pasquale che chiamava Filippo al centro del salone indicandolo come un valente futuro ricercatore. Secondo le usanze praticate in molti gruppi umani, questa azione può essere classificata come una forma particolare di *grooming*: il primo in ordine di beccata, in una data gerarchia, tratta con grande familiarità un individuo per indicare pubblicamente la posizione che questi dovrà occupare.

I complimenti di tutti gli astanti piovvero su Filippo e la sua famiglia: il concorso venne da tutti considerato come una formalità che si sarebbe espletata senza problemi, mentre tre Professori Ordinari (fra cui il Professor M., che aveva affrontato tre ore di viaggio dalla sede periferica), i cinque Associati (fra cui il Rivoluzionario F., in versione prona ed obbediente) ed i sei Ricercatori presenti, si sentirono obbligati a trattare Filippo come un collega. Perché, come la signora di Don Pasquale ebbe modo di affermare tutta piena di orgoglio e con un linguaggio diretto per lei insolito perché sicuramente indotto dallo champagne:

E' Don Pasquale che decide ...

Con il senno di poi, ed alla luce dei suoi studi nel campo dell'etologia e delle scienze sociali, Filippo, che pure aveva creduto a questa affermazione, fu poi costretto ad ammettere che era esagerata: Don Pasquale non ha realmente mai deciso molto.

Don Pasquale ha sempre e soltanto funzionato come sensore degli umori del corpo elettorale cui la legge attribuisce il potere di cooptare nuovi docenti universitari e come mediatore dei conflitti che in tale corpo accademico inevitabilmente nascono. Qualche volta Don Pasquale ha ottenuto dei vantaggi personali per questo suo ruolo: ma il corpo accademico gli ha riconosciuto esplicitamente questi compensi solo perché Don Pasquale con il suo lavoro instancabile di mediazione ha assicurato ad esso una grande stabilità politica per un lungo periodo.

Filippo veniva riconosciuto, da tutti i Professori della materia di Angelo e Don Pasquale, come un giovane che aveva studiato molto e che padroneggiava il campo di ricerca nel quale Angelo lo aveva introdotto: inoltre Filippo era compianto da tutti per il suo sfortunato destino di allievo di Angelo, la cui propensione a credere che le sue donne fossero intelligenti, fino al punto di meritare una carriera accademica, era ben nota.

Filippo era condannato a lavorare per anni in una posizione sottoposta per fare fronte all'incompetenza di Delfina, che durante la stessa festa fu destinata da Don Pasquale ed i suoi alleati, al fine di mettere un limite ai "capricci accademici" di Angelo, ad un posto professore. Angelo era stato invitato ma, con una scusa aveva declinato l'invito: conosceva bene i suoi polli! Sapeva che Delfina, una capricciosa e viziata signora dell'alta società della sua città, non sarebbe stata capace di assumere l'atteggiamento di circostanza che la situazione richiedeva. Si narra che Delfina, quando finalmente riuscì a far divorziare Angelo dalla sua prima moglie, durante il ricevimento che il di lei padre aveva organizzato per festeggiare il tanto sospirato matrimonio, rispose così ad una amica che le chiedeva come mai né lei né Angelo avessero l'anello nuziale: "Per me l'anello è come la luce rossa delle toilette del treno: semplicemente indicano che il cesso è occupato". Si può, quindi, comprendere la ragione per la quale Angelo, dopo tanto lavoro diplomatico, preferì pagare il prezzo dell'assenza piuttosto che partecipare al rito della sottomissione e presentazione degli omaggi organizzato da Don Pasquale. Anche la motivazione addotta, che fu accolta da tutti i presenti con un sorriso imbarazzato, era chiaramente pretestuosa: Angelo dichiarava di aver declinato l'invito perché Delfina non voleva presentarsi con lui in pubblico prima che lui avesse ottenuto il divorzio.

Filippo fu dunque destinato dalla volontà del corpo accademico ad una funzione vicaria rispetto a quella che Delfina aveva l'ambizione di ricoprire pur senza averne minimamente le capacità: Filippo doveva impedire, lavorando in una posizione a lei subalterna, che la notizia dell'incompetenza di Delfina fosse troppo diffusa presso studenti e colleghi e che quindi questa incompetenza facesse troppi danni.

Inoltre Filippo doveva assicurare il controllo del gruppo, attraverso Don Pasquale, sulle decisioni prese dal consiglio di corso di laurea cui appartenevano Angelo e Delfina: infatti, i nostri spesso non obbedivano alle indicazioni che venivano loro date, adducendo motivazioni che erano del tutto pretestuose e solo apparentemente basate sul buon senso. In realtà, i due si mostravano, qualche volta, gretti e venali e molte loro decisioni erano semplicemente dettate da piccole convenienze di corto respiro.

Don Pasquale semplicemente certificava sentimenti diffusi e si incaricava di trasformarli in azioni: era tutto suo l'onere di compiere i passi formali necessari a mettere in atto le decisioni, sostanzialmente assennate, del corpo accademico.

Infine Don Pasquale, personalmente, sperava di ottenere dalla famiglia di Filippo un vantaggio patrimoniale sotto forma di un consistente sconto sulle spese d'acquisto di una villetta al mare.

Su questo punto Filippo e la sua famiglia non ebbero mai intenzione di cedere ma, per convenienza, non fecero mai intendere a Don Pasquale quale fosse la loro determinazione.

Fu il mediocre studente, già citato in questo capitolo, quello con chiare preferenze sessuali verso i giovanetti, che accettò un posto di Professore in cambio della villetta necessaria a Don Pasquale: questo signorino veniva da una famiglia molto ricca ed ha sempre avuto molti problemi ad accettare la sua natura. La posizione accademica offertagli da Don Pasquale gli era necessaria per incontrare facilmente i giovani di cui ha bisogno, e questo vantaggio giustifica l'impegno patrimoniale spropositato che egli fu disposto ad impegnare per ottenerla.

5.14 Descrizione del Corpo Elettorale che ha scelto Don Pasquale come dittatore

Il Corpo Elettorale che si esprime attraverso la scelta dittatoriale di Don Pasquale per quasi trenta anni era, apparentemente, molto variegato. Esso rappresenta abbastanza fedelmente tutte le mentalità, le debolezze ed i punti di forza del nostro paese.

I tre nuclei dominanti sono quello della Capitale Industriale, quello della Capitale Finanziaria e quello delle regioni meridionali.

Per la storia economico-sociale del paese, tuttavia, i natali della grande maggioranza dei professori che formano il descritto corpo accademico sono sempre stati localizzati nelle regioni meridionali. Solo i figli di una società povera e sottosviluppata investono decenni della loro vita in una lunga ascesa ad un potere, come quello accademico, che non comporta grandi ed immediati benefici economici.

Quello che differenzia i vari professori è il momento, relativamente alla propria vita, dell'emigrazione: c'è chi emigra per studiare all'Università, chi emigra a seguito della propria famiglia (e quindi più facilmente riesce a nascondere le proprie origini), ed infine chi emigra dopo aver ottenuto laurea o dottorato di ricerca nelle regioni meridionali, perché il nucleo di accademici dominante non trova spazio per lui nelle regioni d'origine.

Sono rappresentati nel Corpo Accademico famiglie di feudatari dalle origini normanne, che hanno bisogno di una cattedra universitaria solo per aumentare il proprio prestigio: tali famiglie sono riuscite a produrre anche sei generazioni consecutive di Professori.

Ci sono gruppi di Professori affiliati ad organizzazioni (religiose o non) di pensatori che intendono influenzare la vita della società, cani sciolti in cerca di rivalse contro classi sociali che hanno escluso le loro famiglie dal benessere nelle generazioni precedenti, figli di illustri industriali o scienziati o magistrati o uomini politici.

In ciascuno dei tre nuclei dominanti è riconosciuto un *primus inter pares* che ha come incarico la gestione dei rapporti di forza interni a ciascun gruppo e la composizione dei contrasti che nascono fra i diversi gruppi. Congiuntamente i tre "coordinatori" si occupano di condurre alla ragione i cani sciolti, che pure costituiscono un buon trenta per cento del corpo accademico.

Don Pasquale, grazie alla sua avveduta alleanza con gli insulari e grazie alla sua lucida politica di cooptazione e controllo degli obbedienti, domina direttamente il nucleo meridionale. Per un decennio ha combattuto una guerra sorda contro il nucleo della Capitale Finanziaria, assicurandosi una tregua con quello della Capitale Industriale (capeggiata da un professore nato in un paesino vicino a quello di Don Pasquale, ma che riesce a parlare con un accento indiscutibilmente settentrionale frutto di un impegno ed una autodisciplina encomiabili). Gli insulari riuscirono a dominare tutte le discipline affini, colonizzandole senza scrupoli, aumentando enormemente l'insieme degli elettori fedeli a Don Pasquale, mentre i suoi fedelissimi occuparono tutte le sedi meridionali e continentali possibili.

Lo scontro con l'Accademico della Capitale Finanziaria divenne asprissimo: in presenza di Don Pasquale non si poteva neppure pronunciare il **nome** di quel manigoldo.

Improvvisamente, però, questo manigoldo cambiò politica: cooptando Don Pasquale nell'Accademia ed appaltandogli il lavoro più oneroso di coordinamento delle politiche concorsuali dei due nuclei ora congiunti, lo trasformò nel suo più fedele estimatore. I compiti furono divisi equamente: Don Pasquale gestiva il potere mentre l'Accademico della Capitale Finanziaria veniva proiettato nella fama internazionale delle Accademie straniere, grazie al sostegno incondizionato di tutte le truppe di Don Pasquale.

Le scelte del corpo accademico nazionale furono, così, finalmente rappresentate da un solo uomo: Don Pasquale. Infatti, il nucleo della Capitale Industriale fu, per almeno un decennio, messo continuamente in minoranza e si salvò dalla rotta totale solo assicurandosi l'appoggio di un potentissimo consulente ministeriale (Professore Ordinario fin dalla tenera età di ventisette anni) risolvendo un problema per lui importantissimo: permettergli di giocare spesso con i nipotini.

Infatti, il figliuolo del consulente aveva una borsa negli Stati Uniti, dove si era sposato ed aveva avuto dei figli. L'amorevole nonno li voleva più vicini: il capo del nucleo della Capitale Industriale fece chiamare per chiara fama il figliuolo, che così poté tornare in Italia. Come ricambio per questa gentilezza il nucleo della Capitale Industriale riuscì ad evitare i pogrom distruttivi organizzati da Don Pasquale: al momento cruciale il ministero interveniva sempre a protezione del gruppo minoritario, la cui sopravvivenza fu assicurata fino alla pensione del consulente ministeriale.

5.15 La caduta di un dittatore

In un gruppo di primati c'è sempre un individuo dominante. Quando nello zoo di Londra sono state raggruppate quattro femmine di gorilla provenienti da altri zoo inglesi e dalla Repubblica Ceca, una femmina ha assunto il ruolo di individuo dominante. Nello zoo di Arnhem, prima dell'arrivo di Yeroen e Luit, fu Mama ad affermarsi come individuo dominante, sebbene nella colonia ci fossero già maschi adulti. La dittatura di Mama non fu molto positiva per la colonia: secondo de Waal (1982-2007) le femmine di scimpanzé non hanno un sufficiente controllo istintivo della propria aggressività per essere efficaci regolatrici della vita sociale del loro gruppo. Mama non riusciva a limitarsi al momento giusto quando era costretta ad usare la forza fisica per mettere ordine nelle relazioni fra gli individui di basso rango: durante il suo governo molti fra costoro rimasero seriamente feriti a causa degli attacchi di Mama. All'arrivo di Yeroen il gruppo lentamente cominciò ad esprimere la sua preferenza per un cambiamento di leadership, cambiamento che fu favorito dalla direzione scientifica dello zoo, che rimosse per un certo periodo di tempo dal gruppo sia Mama che la sua migliore alleata Gorilla. Quando

Yeroen ebbe conquistato saldamente il potere. Mama fu riammessa nel gruppo. Mama non aveva mai accettato di accoppiarsi fino a quel momento: ma dopo un periodo di qualche anno, un piccolo concepito ed abbandonato, finalmente fu pronta ad accettare la maternità. Dopo la nascita della piccola Moniek il ruolo di Mama nel gruppo cambiò completamente: la sua autorevolezza diventò un fattore di stabilità nel gruppo. Mama assunse il ruolo di pacificatrice dei contrasti, fu tenuta sempre nella dovuta considerazione dai maschi dominanti, giocò un ruolo fondamentale nella guida della colonia, senza mai, però, tentare di riassumere il ruolo di individuo dominante.

Il Teorema di Arrow dimostra solo che l'affermazione di un dittatore in un gruppo sociale è una necessità logica. Le dinamiche interne ai gruppi che portano alla selezione (ed alla sua sostituzione) di un singolo come dittatore non sono ancora state studiate in dettaglio per mezzo di Teorie formalizzate.

Tuttavia si può sommariamente tentare di descrivere qualche aspetto dei fenomeni sociali coinvolti. Un etologo come Morris comincerebbe ad elencare una serie di osservazioni, producendo una casistica di comportamenti. Teorici come Dawkins, Arrow o Nash dovrebbero poi inquadrare la mole di fenomeni osservati per mezzo di un insieme (il più limitato possibile) di ipotesi base sulla struttura di un gruppo sociale: tali ipotesi sarebbero considerate un fondamento efficace della Teoria sulla Dinamica Sociale se permettessero di spiegare tutte le osservazioni effettuate e se mettessero in luce fenomeni non osservati prima della loro formulazione.

Senza avere la pretesa di fornire niente di più che una bozza di casistica, possiamo cominciare a notare che un dittatore è generalmente l'interprete di un comune sentire di una maggioranza (talvolta solo relativa) dei membri del suo gruppo. Solo riuscendo a soddisfare le istanze di un sottoinsieme non troppo esiguo di tale gruppo un dittatore può continuare ad esercitare il suo potere. Se il gruppo che guida ha dei valori (cioè scelte imposte nel senso del Teorema di Arrow) il dittatore si deve presentare come un irriducibile difensore di tali valori. Se, per la naturale evoluzione delle convinzioni diffuse o per la necessità di cambiare comportamenti al fine di adeguarsi a mutate condizioni di competizione, il gruppo cambia i suoi valori imposti allora il dittatore abile cavalcherà il processo di cambiamento, abbracciando i nuovi valori. Alcuni dittatori credono così tanto alla ideologia che hanno incarnato da ingaggiare una lotta furiosa contro ogni cambiamento di valori: questi dittatori saranno sostituiti, in maniera talvolta cruenta, da nuovi dittatori che accettano di essere i custodi di una nuova ideologia.

Un dittatore Machiavellico è abbastanza duttile da percepire prima di tutti gli altri (ed in particolare prima dei potenziali candidati alla sua sostituzione) di come stia cambiando il vento: allora Egli si farà paladino del cambiamento, sempre giustificandolo come necessario alla sopravvivenza del gruppo.

Un dittatore Machiavellico può perdere la sua posizione dominante solo per morte fisica o per raggiunti limiti di età: per evitare di dover attendere troppo prima di poter aver un ricambio ai propri vertici, alcuni gruppi hanno inventato il pensionamento, come valvola di sicurezza che allenti la pressione sociale in un gruppo il cui dittatore sia troppo abile per essere rimosso.

Nel partito Comunista Sovietico e nella Chiesa Cattolica l'istituto del pensionamento non è molto amato: l'ideologia di base di questi gruppi è troppo totalizzante per poter ammettere niente altro che la morte fisica come causa sufficiente a giustificare un ricambio dei propri vertici.

Anche l'Accademia (almeno in Italia) ha la tendenza a posticipare il più possibile il pensionamento dei suoi membri ottimati (i Professori Ordinari): le leggi attuali lo prevedono all'età di settantadue anni, ma in passato è stato previsto, per generazioni di docenti particolarmente fortunate, il pensionamento a settantasette anni, con possibilità di restare in ruolo fino alla morte fisica, se si riusciva ad ottenere un posto di Professore Emerito.

Poiché i dittatori nei gruppi accademici hanno un ruolo preminente nello scegliere quali Teorie meritino attenzione, debbano essere sviluppate, studiate e confrontate con la realtà per mezzo di esperimenti, le loro scelte sono rilevanti per il progresso della conoscenza: il fatto che sia molto difficile rimuovere un dittatore che rifiuti una nuova Teoria scientifica può avere come effetto un grande ritardo nella sua accettazione.

Max Planck (che fu costretto ad attendere diciotto anni per vedere riconosciuto, con un Nobel, il valore del proprio lavoro) riassume nella seguente massima tutta la sua frustrazione riguardo questa situazione:

Una nuova verità scientifica non trionfa convincendo i suoi oppositori e mettendoli in grado di vedere la luce, ma piuttosto perché i suoi oppositori alla fine muoiono ed una nuova generazione cresce e viene educata ad avere familiarità con essa.

Il lettore è invitato a confrontare il comportamento del gruppo di macachi giapponesi dopo la scoperta della rivoluzionaria tecnica di Imo, descritta nel Capitolo sul Falsificazionismo e sulla Semantica, con quello dei maggiori esperti di fisica teorica della prima metà del Novecento, come descritta da Planck. Sembra evidente che le dinamiche sociali dei gruppi umani e quelli dei primati soggiacciono agli stessi meccanismi (la cui descrizione è tentata in Mainardi (2001) ed in Cavalli-Sforza e Feldman (1981)).

La strenua resistenza che i professori universitari oppongono ad ogni cambiamento degli equilibri di potere interni ai loro organi collegiali, oppure la capacità miracolosa di rimanere attaccati al potere che alcuni uomini politici hanno mostrato (si pensi alla longevità politica di Castro, Francisco Franco, Tito, Stalin, Andreotti, della famiglia Bush o di Putin) non è una peculiarità esclusivamente umana! La traiettoria politica di Yeroen dimostra che neppure il furioso attaccamento al potere mostrato dai gerontocrati umani può caratterizzare la nostra specie.

Yeroen diventa maschio alfa in un momento nel quale egli rappresenta effettivamente la migliore opzione per il gruppo nel quale vive: Mama non sembrava in grado di assicurare un governo allo stesso tempo deciso e non violento. Tuttavia dopo qualche tempo Luit matura e si dimostra più idoneo al comando. Tuttavia la sua forza si rivela la sua più grande debolezza. Yeroen non accetta di diventare il secondo di Luit, Luit è preferito così tanto dalle femmine che l'ambizioso Yeroen trova conveniente allearsi con lo stupido ma forte Nikkie. Anche durante la diarchia Yeroen-Nikkie le femmine concessero a Luit una percentuale non trascurabile degli accoppiamenti. Dopo essersi liberato di Luit, Yeroen cominciò a minare il potere di Nikkie. Per fare questo rivolse a Dandy,

l'intellettuale della colonia di Arnhem (secondo il giudizio di de Waal). Che Dandy avesse delle doti molto apprezzate dalle femmine non è solo dimostrato dalla preferenza accordatagli da Oor, ma anche dal fatto che anche per lui la percentuale di accoppiamenti consentiti dalle femmine non fu mai trascurabile. Ma Dandy era molto furbo e non si fece coinvolgere nelle lotte per il potere di Yeroen fino a quando non fu chiaro che Yeroen non poteva giocare con lui lo stesso gioco al massacro che aveva bruciato Luit e poi Nikkie. Dandy si alleò con Yeroen quando nessun altro maschio adulto era disponibile come futura sponda per i giochi di potere di Yeroen. Insieme a Yeroen, Dandy condusse Nikkie forse fino al suicidio. Nikkie, infatti, esasperato dal continuo attacco alla sua posizione di potere portatagli congiuntamente da Dandy e Yeroen, si lanciò alla fine (si noti che gli scimpanzé non sanno nuotare) nel fossato pieno d'acqua che circonda la colonia. Alla morte di Nikkie, finalmente, il potere fu strappato dalle mani di Yeroen.

5.16 Arriva il momento in cui anche Don Pasquale (Yeroen) deve uscire di scena

Il dominio di Don Pasquale durò indiscusso per trenta anni fino a quando un ben orchestrato malcontento riguardo il suo operato non cominciò a montare.

Non ci fu una vera causa scatenante: troppo abile era Don Pasquale nell'evitare di commettere errori tattici. In realtà Don Pasquale non si rese conto di avere di fronte un uomo della sua stessa pasta. Il Coordinatore del nucleo della Capitale Industriale aveva esattamente le stesse doti umane, la stessa preparazione scientifica, lo stesso DNA di Don Pasquale: entrambi, infatti, sono esemplari del tipo umano che rappresenta l'evoluzione moderna del "caporale".

Un "caporale" è stato, e purtroppo ancora è in molte parti del meridione, nella storia triste del suo sottosviluppo, un procacciatore di lavoro per manovali o contadini disoccupati. Di povere origini lui stesso, il caporale sfrutta la povertà degli altri, meno intraprendenti, poveri sciagurati: mettendosi in una posizione di controllo cruciale può ricattare sia i "signori" che hanno bisogno di lavoro a buon prezzo per mantenere i loro privilegi che i "pezzenti" che di lavoro hanno bisogno per sopravvivere. Come descritto lucidamente da Tomasi di Lampedusa nel suo Gattopardo, questi caporali sono destinati a spogliare i ricchi del loro potere e della loro ricchezza e piano piano la loro classe sociale subentra a quella dei nobili, che a loro volta, in realtà, non sono altro che i discendenti di "caporali" che hanno avuto successo nella loro scalata al potere.

Don Pasquale ha spogliato, per lunghi anni, della loro influenza due Nobili Professori Insulari: il vecchio zio possedeva un intero feudo, con incluse le abitazioni di ben cinquemila persone, nella sua regione di origine. Per vezzo volle occuparsi in gioventù di Massimi Sistemi e divenne facilmente uno dei Professori più influenti della sua disciplina. Dopo aver messo in cattedra il nipotino (noto per aver risposto al cellulare durante sessioni di conferenze scientifiche in cui era relatore, interrompendo la sua esposizione e non spegnendo il microfono, per aiutare dolcemente la sua seconda giovane moglie a trovare nell'elenco telefonico il numero dell'idraulico), il vecchio Principe aveva stretto un'alleanza con Don Pasquale, che riuscì ad usurparne il potere in poco tempo. Tuttavia, mai!, Don Pasquale mancò di rispetto al Principe: formalmente gli permise di mantenere una posizione preminente, gli concesse tutti i favori che poteva accordargli senza rischiare l'equilibrio del gruppo, aiutò il nipotino (che non è mai riuscito a parlare un inglese comprensibile) ad ottenere riconoscimenti scientifici internazionali.

Don Pasquale era particolarmente indulgente riguardo la padronanza della lingua inglese: Egli era riuscito a domare il dialetto, sua lingua madre, con uno sforzo di volontà titanico. Il suo italiano, pur pronunciato con un inconfondibile accento, è quasi perfetto, con un vocabolario ricco ed articolato, il suo libro di testo è lucido e ben scritto, sebbene un po' limitato nella scelta degli argomenti e conservatore (se non sorpassato) nei metodi utilizzati: ma Don Pasquale non fu mai capace di parlare un inglese accettabile.

Quando, durante i lavori di un congresso di cui era il principale organizzatore, Don Pasquale chiese a Filippo di "dattiloscrivere" al suo posto il discorso di benvenuto, gli consegnò un brogliaccio nel quale dieci righe erano scritte in un inglese improbabile ed il resto in italiano.

Filippo tradusse la parte italiana, poi andò a chiedere aiuto alla sua insegnante d'inglese (nata in Scozia e laureata in lingue) per essere sicuro della qualità del suo lavoro. A parte qualche piccola correzione, quello che aveva tradotto superò il vaglio della signora di madre lingua. Tuttavia l'insegnante riscrisse completamente le dieci righe composte originariamente da Don Pasquale, e Filippo curò che il senso originale, che lui aveva capito benissimo attraverso l'inglese maccheronico del suo dittatore, fosse preservato. Senza dire nulla portò il manoscritto a Don Pasquale e lo rilesse con Lui almeno dieci volte: Don Pasquale doveva memorizzare i passaggi più difficili (per un italiano) da pronunciare in inglese.

La prolusione al Convegno fu un successo: tutti i clienti di Don Pasquale, ma anche qualche meravigliato suo oppositore, si affrettarono a congratularsi con Don Pasquale per la sua nuova padronanza della lingua inglese. Don Pasquale mostrò pubblica soddisfazione, ma nel suo intimo ne fu molto contrariato. Incrociò Filippo nella stessa sala delle conferenze e gli sibilò: *che sia l'ultima volta che ti permetti di cambiare un mio testo da dattiloscrivere.*

Ecco la vera differenza fra Don Pasquale ed il Coordinatore del gruppo della Capitale Industriale: essa consiste nel fatto che il secondo può essere confuso con uno scienziato e non ha nessun timore reverenziale nei confronti del Principe. La sua famiglia ha lasciato il Meridione da quaranta anni: sebbene gli sia stata tramandata la *forma*

mentis del caporale, è tuttavia capace di parlare fluentemente francese, inglese e tedesco, sa assumere atteggiamenti gentili ed urbani e molto difficilmente mostra la sua vera natura.

Ha ambito al posto di dittatore di Don Pasquale per anni ed alla fine ha organizzato tutti i cani sciolti (fra cui Angelo Rossi e le sue fidanzate), tutti i malcontenti della gestione precedente e poco a poco ha eroso la base elettorale del vecchio dittatore. Con una paziente azione, durata anni, ha fatto piccoli favori (ha aiutato, per esempio, Angelo a dare un posto di ricercatore alla sua più giovane amante), ha ottenuto piccoli successi elettorali, consolidando la sua posizione con garbata, ma lucida, determinazione.

De Waal ha potuto osservare la tenacia con la quale gli individui come il Coordinatore del gruppo della Capitale Industriale aspettano che arrivi il loro momento. Dandy, il quarto maschio del periodo iniziale della colonia dello zoo di Arnhem, non aveva un fisico prestante. La sua forza era di molto inferiore rispetto a quella di Nikkie, sebbene i due avessero quasi la stessa età. Tranne che Oor, Dandy non è mai riuscito ad impressionare molto le femmine: la sua posizione gerarchica è stata a lungo inferiore rispetto alle tre femmine più alte in rango. Nel momento più aspro dello scontro fra Yeoren, Nikkie e Luit il furbissimo Dandy si è tenuto ben lontano dallo scontro fisico, isolandosi completamente (ed approfittando della lotta fra gli altri maschi per aumentare il numero delle sue copule). Solo quando Yeroen ha deciso di liberarsi di Nikkie, ed avendo calcolato che nessun altro giovane maschio era in grado di allearsi successivamente con Yeroen, ed anche avendo calcolato che Yeroen era ormai vicino alla morte fisica, Dandy si decide alla scalata al potere, senza mai rischiare la sua incolumità fisica.

Alla fine, quando Don Pasquale stava per andare in pensione, il Coordinatore del gruppo della Capitale Industriale ha platealmente stretto un'alleanza con il Principe (la cui longevità è diventata proverbiale) ed il suo nipotino, restituendo loro parte del potere che Don Pasquale aveva osato sottrarre e, usando le sue aderenze ministeriali, ha impedito a Don Pasquale di essere nominato Professore Emerito Nazionale (cosa che gli avrebbe permesso di rimanere al potere fino alla morte) e semplicemente, in maniera non cruenta, lo ha sostituito.

Ma il nostro nuovo dittatore non rispetta i nobili decaduti: appena si è sentito forte abbastanza ha sferrato un attacco violentissimo alla fazione del Principe perché ritiene di poter essere sempre e solo **Lui quello che Decide**.

Appendice A

Aforismi (commentati) sulla matematica

Il lettore si sarà accorto che questo saggio è permeato di un ammirato rispetto per quegli antichi maestri di pensiero che in tutti gli stati della *koinè* greca, per un certo periodo dopo la morte di Alessandro Magno, fondarono e coltivarono il metodo scientifico moderno. Ognuno di questi sapienti chiamò se stesso “matematico”. Almeno in questa appendice (ma anche spesso in tutto il resto del testo) si è voluto attribuire alle antiche parole “matematica” e “matematico” il significato originale (per una discussione su tale significato e sulla sua storia si rinvia alla corrispondente voce del Dizionario).

Quelli che s'innamorano di pratica senza scienza, son come 'l nocchiero, ch'entra in naviglio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada.

Nessuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni.

Chi biasima la somma certezza delle matematiche si pasce di confusione, e mai porrà silenzio alle contraddizioni delle sofistiche scienze colle quali s'impara uno eterno gridore

Leonardo da Vinci (si veda Flora (1947))

Probabilmente, quindi, gli aforismi che stiamo considerando sono stati immaginati da un qualche antico scienziato e sono stati riportati in una successione di fonti che, citandosi una dopo l'altra, hanno permesso a Leonardo di averne notizia e poi di utilizzarli, spacciandoli per suoi. A prima vista, questa ricostruzione, che appare molto fondata ma che non può dirsi provata, potrebbe indicare che il presunto plagio di Leonardo debba essere biasimato.

Tuttavia, se pensiamo alla potenza del messaggio che Leonardo ci ha efficacemente trasmesso, dobbiamo concludere che il problema dell'attribuzione della paternità di questi aforismi è del tutto trascurabile rispetto all'indubbia rilevanza del loro contenuto di significati: l'importante è che ci siano stati tramandati, anche se è sicuramente fuorviante ritenere che possano essere stati pensati in un'epoca nella quale le Teorie e le Matematiche erano sicuramente ancora in uno stato di quasi totale abbandono.

Sia l'epoca della probabile concezione e prima divulgazione di questi aforismi, cioè quella ellenistica, come anche il Rinascimento, quando vengono riscoperti, sono entrambe epoche nelle quali l'umanità si occupa dell'importante problema scientifico, teorico e pratico, della costruzione di mappe geografiche e di strumenti tecnologici capaci di far orientare i naviganti in mare aperto, per condurli lungo il percorso più breve verso destinazione. Come è noto questo problema è stato risolto dagli scienziati ellenistici (anche grazie alla misurazione di Eratostene del raggio terrestre) e poi riformulato e nuovamente completamente risolto dagli scienziati del settecento (questa epica riscoperta è narrata in Guedj (2004)).

La metafora del nocchiero è quindi doppiamente pregnante: senza l'uso del metodo scientifico non è possibile imparare a dirigere le navi in mare aperto, senza la scienza non è possibile dirigere la tecnica verso le soluzioni migliori per i problemi che si presentano nella pratica.

La scienza è, nella metafora leonardesca, la bussola ed il timone dell'agire umano.

La metafora è elegante, bella e suggestiva: tuttavia mostra tutti i limiti della cultura di Leonardo e del suo tempo. Infatti, la bussola da sola non è sufficiente a dirigere una nave: come è noto sono necessarie anche carte nautiche, un cronometro ed un sestante, per ottenere con precisione il punto nave. Come argomentato da Russo (2006) questi strumenti furono inventati (in qualche forma, bisognerebbe capire come funzionava esattamente la macchina di *Antikythera*, l'antico calcolatore studiato da de Solla Price (1975)) ed utilizzati in epoca ellenistica, furono persi e poi riscoperti successivamente.

Leonardo non parla di questi altri strumenti: ma riesce lo stesso a trasmettere il messaggio. La scienza è l'unica guida sicura per la pratica. Leonardo poi, rafforza il suo messaggio, affermando che nessuna vera scienza è possibile senza la matematica e che per formulare delle affermazioni non contraddittorie, per evitare i sofismi, bisogna affidarsi al rigore del pensiero matematico.

M. Fourier avait l'opinion que le but principal des mathématiques était l'utilité publique et l'explication des phénomènes naturels; mais un philosophe comme lui aurait dû savoir que le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain, et que sous ce titre, une question de nombres vaut autant qu'une question du système du monde

C.G.J. Jacobi, lettre (en français) à Legendre, 2 Juillet 1830, Gesammelte Werke, Vol. I, Berlin (Reimer), 1881, p.454

“Il signor Fourier aveva l'opinione che lo scopo principale delle matematiche fosse l'utilità pubblica e la spiegazione dei fenomeni naturali; ma un filosofo come lui avrebbe dovuto sapere che lo scopo unico della scienza è l'onore della mente umana, e che, da questo punto di vista, una questione riguardo ai numeri vale tanto quanto una questione riguardo la spiegazione della Natura dell'intero Universo Mondo”.

Questo brano di una lettera da Jacobi a Legendre è in epigrafe al saggio Dieudonné (1987), che da esso trae anche il suo titolo. Jacobi, in poche righe ed in maniera molto efficace, espone una posizione ampiamente condivisa nella comunità matematica: molti matematici ritengono riduttivo, se non fuorviante, giustificare la necessità dello studio della loro ardua disciplina sulla base di considerazioni puramente utilitaristiche.

Come i primatologi stanno capendo sempre meglio (si vedano ad esempio Diamond (1994), de Waal (2006) e Wade (2006)) l'unica vera attività che può dirsi essere esclusiva della specie umana è “dimostrare teoremi”, o più generalmente formulare Teorie Astratte. La verifica sperimentale di congetture semplici è alla portata di qualche scimpanzé: **tuttavia è solo la mente umana che riesce a dedurre da Postulati generali ed astratti delle previsioni accurate riguardo al manifestarsi dei fenomeni.** Jacobi vuole sottolineare che la nostra capacità di produrre matematica deve essere coltivata e rispettata in quanto da sola giustifica la nostra superiorità rispetto a tutti gli altri viventi. L'onore della mente umana consiste nel saper elaborare concetti astratti e nel saper riconoscere le relazioni fra questi concetti.

Mi dispiace di avervi dovuto somministrare una dose così grande di geometria quadridimensionale. Non mi scuso perché non sono responsabile del fatto che la Natura è fondamentalmente a quattro dimensioni.

A.N. Whitehead The Concept of nature (1920)

La fisica-matematica fornisce modelli per descrivere i fenomeni naturali: lo scopo dello scienziato è quello di costruire un insieme di oggetti astratti che *simuli* alcune delle relazioni che sussistono fra gli oggetti del mondo reale. L'insieme delle relazioni fra gli oggetti astratti considerati a tal fine è esattamente quello che si chiama modello di una parte del mondo reale. Se si vuole che il modello permetta di prevedere efficacemente una parte significativa dei fenomeni osservati nel mondo reale è ragionevole supporre che il modello debba essere sufficientemente complesso. Whitehead afferma qualcosa in più: il grado di complessità dei modelli matematici utilizzati per descrivere un certo fenomeno deve essere paragonabile a quello del fenomeno stesso. In altre parole sembra che, anche nella scienza, valga una famosa regola del buon senso: non si può controllare una situazione complessa utilizzando mezzi più semplici. In altre parole: non è giusto biasimare il matematico perché utilizza Teorie complesse perché è la Natura stessa che presenta un altro grado di complessità e tentare di descriverla con strumenti troppo semplici è impossibile.

Il lettore, quindi, si rassegni! Il Mondo, essendo manifestamente complesso, può essere descritto solo per mezzo di Teorie Matematiche altrettanto complesse.

Non ci sono vie regie alla matematica

Menecmo, istitutore di Alessandro Magno

Filippo, re di Macedonia, affidò il figlio Alessandro Magno ad un Istitutore che lo preparasse alle future imprese impartendogli una educazione approfondita e completa. Seguendo una tradizione greca di antiche radici, Menecmo impose al suo allievo lo studio del metodo logico-deduttivo, basato sulla formulazione di *Assiomi* per specificare il significato dei concetti primitivi, *Definizioni* che specificano il significato dei concetti derivati e *Teoremi* che descrivano le proprietà reciproche dei concetti astratti che appaiono nelle loro ipotesi e nelle loro tesi. Questo studio sembrava troppo arduo al giovane Alessandro, che, invece di impegnarsi a comprendere i Teoremi matematici che gli venivano insegnati, tentò di cercare argomentazioni per persuadere l'Istitutore a risparmiargli quella imposizione. Alessandro fece notare al suo Istitutore che suo padre, il re Filippo, aveva costruito, per collegare il suo palazzo alla sua capitale, una strada, appunto la via regia, che solo lui stesso, ed il suo figlio primogenito, suo erede, erano autorizzati a percorrere. Da quest'osservazione il giovane Alessandro deduceva la propria unicità ed eccezionalità rispetto agli altri giovani e quindi la richiesta di poter apprendere, in considerazione della sua posizione particolare, delle dimostrazioni *semplificate* ed un numero *ridotto* di Teoremi. La tradizione vuole che, a ciò autorizzato da Filippo, Menecmo rispose innanzitutto con una brusca punizione corporale e poi affermando che *non ci sono vie regie in matematica*. Il giovane Alessandro apprese così che le ferree leggi della logica valgono indistintamente per tutti, re e soggetti, e poté sviluppare quelle doti di analisi e sintesi insieme a quella capacità di risolvere i problemi che lo portarono a fondare quel grande impero che tanto ha rappresentato nella storia del mondo occidentale.

Studiò e comprese i sei libri di Euclide sin da quando era membro del congresso. Egli cominciò un corso di rigida disciplina mentale nell'intento di migliorare le sue facoltà, specialmente le sue possibilità logiche ed oratorie. Quindi coltivò la sua passione per Euclide, che portò sempre con sé finché non fu capace di

dimostrare correntemente tutte le proposizioni dei sei libri, spesso studiando fino a notte avanzata, con una candela accanto al capezzale

Abraham Lincoln, Short Autobiography (1860)

Non ci è dato sapere se Lincoln fosse a conoscenza dell'influenza di Menecmo sulla formazione di Alessandro Magno. A differenza di Alessandro, cui l'educazione matematica fu imposta per volere del padre, Lincoln si auto-impose la rigida disciplina mentale necessaria a comprendere realmente una Teoria matematica: ma le sue motivazioni erano le stesse di quelle che avevano spinto Filippo. Lo studio della matematica, infatti, non è solo importante per coloro che la devono utilizzare per descrivere il mondo e controllarne i fenomeni ma è anche fondamentale momento di formazione delle (giovani) menti: un politico che voglia servire con efficacia il gruppo sociale che rappresenta deve sviluppare le proprie facoltà di pensiero razionale ed astratto proprio come è richiesto per comprendere una Teoria matematica. L'autore ricorda ancora vividamente quando nei suoi studi liceali ha tradotto il resoconto di una discussione politica in Atene. Si discuteva dell'organizzazione del corso degli studi per i giovani che volevano diventare i diplomatici da inviare in missione per conto della Polis. Alcuni ritenevano che fosse più utile insegnare loro più lingue straniere, per esempio, guarda caso!, cancellando i corsi di geometria. Tuttavia la maggioranza dei cittadini, seppure memore delle difficoltà che ciascuno di loro aveva incontrate nello studio dei teoremi fondamentali della geometria, ritenne che non era saggio cambiare un metodo di studio che aveva prodotto i migliori diplomatici della storia.

Seguendo una tradizione molto antica, che fu importata nel Nuovo Mondo probabilmente dai gesuiti, Lincoln sceglie di esercitare la sua mente con il sistema di assiomi più antico di cui si abbia notizia: quello esposto negli Elementi di Euclide e che fornisce un modello matematico molto utile dello spazio fisico, quello nel quale percepiamo siano posizionati tutti gli oggetti del mondo reale. La tradizione cui si riferisce Lincoln fu elaborata prima del IV sec. Avanti Cristo ed ha contribuito direttamente od indirettamente a formare tutti gli intellettuali che hanno fatto la storia (e la grandezza) della civiltà occidentale: certo questa tradizione ha costretto molti adolescenti ad uno sforzo intellettuale di un certo impegno (si ricordi la lettera di Gramsci citata nell'Introduzione) ma quale grande risultato si ottiene senza sforzo?

Nessuna società successiva all'epoca ellenistica ha mai osato rinunciare alle capacità di raziocinio prodotte nelle giovani menti dall'apprendimento delle matematiche: come l'anonimo ragazzo che annotava con invocazioni di disperazione i papiri ricoperti di dimostrazioni matematiche rinvenuti nella Villa dei Papiri ad Ercolano, tutti i giovani occidentali le hanno utilizzate come nutrimento della loro mente.

Tuttavia un gruppo sempre più rilevante di riformatori, nostri contemporanei, hanno ritenuto che sia inutile invogliare i giovani all'esercizio della mente, esercizio da rifuggire a causa "magari anche della bassa remunerazione di un titolo scientifico faticoso ed avaro" (articolo di La Repubblica citato in Bibliografia): non è possibile valutare, al momento, quale possa essere la qualità delle decisioni prese da politici che, diversamente da Alessandro e Lincoln, non hanno abitudine al pensiero raziocinante.

... perché parlare oscuramente lo sa fare ognuno, ma chiaro pochissimi.

G. Galilei Opere Ed. Naz. Vol. IV, p.73

(Parlando degli scritti di un suo oppositore) **Vi son di quelli che, per apparir eglino ancora intelligenti, applaudono a quello che e' non intendono, e maggior concetto si formano delle persone, secondo che da loro son manco intese. E pur che (può ben darsi che) lo scrittore stesso non sia (come molti ce ne sono) di quelli che scrivono quel che non intendono, e che però (così che) non s'intende quel che essi scrivono.**

G. Galilei Opere Ed. Naz. Vol. VII, p.103

Regola Sicura: quando un matematico o un filosofo scrivono cose nebbiosamente profonde, enunciano delle assurdità

A.N. Whitehead (1911)

Come chiarito anche dalla voce Matematica del Dizionario, i risultati più profondi del lavoro della mente umana nella sua indagine sulla Natura non possono essere compresi se non dopo un percorso di studi preliminari. Forse la caratteristica più peculiare della specie umana è proprio data dalla capacità dei suoi individui di strutturare (esatto! cambiare la sua struttura fisica) il proprio cervello, con l'esercizio e lo studio, per adattarlo ad affrontare le diverse difficoltà che gli si presentano. Più esplicitamente, se un cavallino nasce già in grado di correre, e non deve imparare la gran parte delle abilità che gli sono necessarie per vivere, un umano nasce completamente inetto e deve imparare tutte le abilità che poi sfrutterà nella lotta per la sopravvivenza. Il lettore interessato ad approfondire le ultime scoperte fatte nelle neuroscienze e le conoscenze che grazie ad esse abbiamo acquisite sul nostro cervello può consultare i magnifici testi di Ramachandran (2004), (2003) e Rose (2005).

È accettato dalla gran parte degli uomini di scienza che la comprensione della matematica rappresenta la più elevata delle abilità che un cervello umano può raggiungere ma che tale abilità si ottiene solo dopo un doloroso e lungo processo di apprendimento.

In molte società agli individui che sono riusciti a padroneggiare la matematica viene riconosciuto uno status sociale elevato e sono tenuti in alta considerazione, anche se la loro conoscenza non ha necessariamente una utilità immediata. Ad esempio, un grande matematico può raggiungere (o semplicemente possedere) quella conoscenza che permetterà al suo gruppo sociale - se gli viene dato modo di formare una scuola e solo dopo un certo numero di anni, o qualche volta anche dopo secoli - di utilizzare i benefici di tecnologie innovative:

insomma non tutti gli scienziati hanno la fortuna di vedere trasformati in benefici concreti (e magari in denaro sonante) i loro risultati Teorici. Se uno Shockley (il principale inventore del Transistor) è riuscito a vedere le sue idee realizzate dopo pochi anni in una rivoluzione tecnologica, Lagrange non poteva vivere abbastanza a lungo prima di vedere applicate le sue equazioni, ad esempio, alla progettazione di un Robot.

Nella Francia post-rivoluzionaria, nell'Unione Sovietica e negli Stati Uniti durante la guerra fredda, agli scienziati è stata riconosciuta un'elevata posizione sociale: quelle società avevano compreso l'enorme valore della conoscenza nella competizione, o meglio nella lotta, per la sopravvivenza che si accende fra i vari gruppi sociali.

I fisici teorici sovietici ebbero riconosciuta una grande autonomia e libertà di comportamento e di parola persino nel più buio periodo del totalitarismo staliniano: le loro conoscenze erano così essenziali per la sopravvivenza del comunismo che a Landau (uno dei fondatori della fisica atomica sovietica) fu sempre riconosciuto il diritto di criticare, anche in pubblico, persino le scelte di Stalin in persona. Gli scienziati francesi hanno avuta riconosciuta dal governo rivoluzionario e da tutti i governi successivi una grande autonomia ed una grande considerazione: il Pantheon a Parigi è pieno di grandi scienziati.

Tuttavia in molte altre società gli scienziati hanno goduto o godono di una pessima fama: sono spesso considerati dei venditori di fumo, una sorta di parassiti che usano parole complicate, ma prive di vero significato, per nascondere la loro ignoranza.

Non vi è nessun dubbio che molti imbroglioni utilizzino, magari senza neppure comprenderle, parole più grandi di loro per raggirare il prossimo: i truffatori allignano in tutti gli ambienti, in tutti i gruppi umani, in tutte le società: ma l'esistenza di un azzecagarbugli, di un medico incapace ma avido di denaro, di uno scienziato ignorante che approfitta dell'ignoranza degli altri per ottenere dei vantaggi, non comporta che la giurisprudenza, la medicina ed in generale la scienza siano inutili.

I successi del metodo scientifico sono indiscutibili e testimoniati ogni giorno dalla qualità della nostra vita.

Whitehead ha avuto la fortuna di vivere in un momento storico nel quale la considerazione per la scienza, ed in particolare per la matematica, erano altissime: egli non ha vissuto il disprezzo, oggi così diffuso nelle nostre società, per la scienza e gli scienziati. Quindi, per Whitehead era importante informare il mondo dei profani rendendo autorevolmente pubblico un avvertimento: molti finti scienziati parlano fumosamente di cose complicate solo per raggiungere un alto *status* sociale.

Tuttavia, poiché le affermazioni riguardo il mondo che la scienza moderna ha prodotte sono il risultato di complicati e lunghi ragionamenti e possono essere compresi solo da uomini che si siano lungamente dedicati agli studi, è chiaro che le affermazioni degli scienziati appariranno spesso incomprensibili al profano.

Non si può, e non si deve!, confondere la inevitabile complessità di affermazioni profonde e meditate con la fumosità artificiale di affermazioni truffaldine.

Rinunciare ad affermazioni complesse significa riportare ad uno stadio di sviluppo pre-tecnologico o addirittura a-tecnologico le nostre società.

Insomma: non si usi il pensiero di Whitehead (o la verve polemica di Galileo) per dimostrare l'inutilità del metodo scientifico!

Ogni scienza è, per sua natura, legata ad una classe sociale

HA-ha-ha!!! E come la mettiamo con la matematica?

Scambio di battute fra T.D. Lysenko e Stalin (1948)

Come riferito in K.O. Rossianov Editing Nature. Joseph Stalin and the "new" Soviet biology. Isis, 84, pp. 728-745 (1993), p.732.

La rivoluzione sovietica è stata una delle più radicali e sanguinose fra tutte quelle viste dalla storia umana. L'aspetto cruento e violento che ha assunto fu sicuramente prodotto delle gravi e grandi disparità delle condizioni di vita delle varie classi sociali nella società zarista.

Non si vuole tentare qui un'analisi di complessi fenomeni sociali che, probabilmente, non sono ancora ben compresi: si vuole tuttavia qui ricordare che nella Russia sovietica un'enorme importanza è stata attribuita al concetto di classe sociale, lotta di classe e *scienza di classe*.

Lenin e Stalin si vantavano di aver formulato *la filosofia della classe dei lavoratori*, filosofia che era l'unica in grado di guidare la loro società verso i più alti traguardi raggiungibili dall'umanità. Anzi si vantavano di aver prodotto la visione del mondo che avrebbe reso la vita degli uomini più felice possibile: insomma ritenevano di aver trovata la maniera ottimale di organizzare i gruppi sociali.

Mai sogno fu più ambizioso e mai si vide la realizzazione di un esperimento sociale di così grande portata fra quelli completamente pianificati a tavolino: le utopie avevano, fino a quel momento solo riempito volumi ma non si erano mai tradotte in pratica sociale (si pensi alla più antica di cui abbiamo sicura notizia, La Repubblica di Platone ed a tutte le altre utopie che successivamente hanno affascinato le menti umane).

Il disastro conseguente agli errori di analisi dei fondatori del pensiero comunista, che hanno spesso confuso i loro sogni e le loro aspirazioni con la realtà, è sotto gli occhi di tutti.

Si vuole qui, però, solo sottolineare che MAI, neppure i filosofi comunisti più fanatici, neppure Stalin in persona, mai nessuno ha seriamente osato ritenere che la matematica fosse una scienza il cui contenuto di verità fosse discutibile, relativo ad un momento storico, ad una situazione sociale particolare, ad una classe sociale particolare.

Tutti, persino Stalin, si inchinano di fronte alla elegante bellezza dei teoremi matematici, importante ed insostituibile bagaglio culturale che l'umanità deve trasmettere alle generazioni successive.

Molti si pregiano d'aver molte autorità di uomini per la conferma delle loro opinioni; ed io vorrei essere stato il primo ed il solo a trovarle!

G. Galilei Opere Ed. Naz. Vol. VIII, p.640

Ecco uno dei tanti aforismi sul valore di verità delle affermazioni che viene da una fonte molto autorevole. Qui Galileo attacca il principio di autorità con un'argomentazione molto raffinata, che fa leva sull'amor proprio e l'auto-considerazione che, ben si sa, alberga in ciascuno di noi. Nella discussione filosofica medioevale è dominante l'opinione che la forza della mente possa, da sola, dominare i fenomeni: si crede che, con un ragionamento sufficientemente raffinato, si possa arrivare a prevedere l'evolversi di un qualsiasi fenomeno naturale. Questa è la sostanza di una qualsiasi filosofia idealista: la mente non domina la Natura, la mente è la Natura, nel senso che la include in ogni suo aspetto. Quindi i filosofi idealisti riducono la loro indagine sul mondo all'indagine sui pensieri elaborati dagli antichi sul mondo: perché, loro ritengono, il tempo passato è così lungo che in realtà tutti i pensieri importanti sono stati già pensati e nulla di realmente nuovo resta da pensare. Insomma: per saper prevedere i fenomeni basta scavare nei libri e si troveranno tutte le risposte. Però non tutti gli uomini pensano bene: bisogna quindi selezionare i pensieri, discernendo quelli buoni da quelli cattivi perché quelli pensati da "autorità affidabili" devono essere distinti da quelli fuorvianti messi in circolazione da menti non eccellenti, e quindi fallibili. Gli oppositori di Galileo provano come vere le loro affermazioni confrontandole con quelle pronunciate da autorità sante ed affidabili, gli oppositori sovietici della genetica mendeliana o della meccanica quantistica provano che le loro affermazioni sono vere stabilendo che esse concordano con quelle di Lenin.

Le ragioni evolutive per le quali il principio di autorità sia stato accettato così frequentemente, cioè la spiegazione in termini di etologia evolutivistica del formarsi di tale principio, può essere trovata, per esempio, in Mainardi (2001) e in Wade (2007) che spiegano, in generale, come si formano e si sviluppano le superstizioni e le false credenze.

Purtroppo, però, il principio di autorità, sebbene si sia rivelato utilissimo per mantenere stabili alcune società, si è rivelato del tutto inutile quando applicato a dirimere controversie sulla Natura dei fenomeni.

Diamo qui di seguito due fra gli esempi più famosi e sorprendenti di fallimento del principio di autorità:

- Dopo una lunga procedura giudiziaria durata almeno quindici anni, il Santo Uffizio ha emesso, il 22 Giugno 1633, una sentenza di condanna di Galileo Galilei nella quale è affermato fra l'altro: "*Che il sole sia centro del mondo et immobile di moto locale, è proposizione assurda e falsa in filosofia, e formalmente heretica, per essere espressamente contraria alla Sacra Scrittura; Che la terra non sia centro del mondo né immobile, ma che si muova etandio di moto diurno, è parimente proposizione assurda e falsa nella filosofia, e considerata in teologia ad minus erronea in Fide*".
- Il culmine della guerra mossa dal sistema sovietico alla genetica mendeliana fu raggiunto il 26 Agosto 1948, quando il Presidium dell'Accademia delle Scienze emise una risoluzione contenente 12 punti, i più qualificanti (si veda Langdon-Davies (1949)) dei quali furono i seguenti: "1) *Il Laboratorio di citogenetica, di citologia, istologia ed embriologia diretto da N. P. Dubinin verrà abolito in quanto non scientifico ed inutile. Il Laboratorio di Citologia botanica dello stesso Istituto verrà pure chiuso, dato che ha seguito la stessa linea di ricerca errata e antiscientifica. Il Laboratorio fenogenetico presso l'Istituto Severcov di Morfologia evolutiva sarà abolito. 2) La composizione dei Consigli scientifici negli istituti biologici e dei Comitati redazionali delle riviste biologiche sarà riesaminata, con lo scopo di allontanare i partigiani della genetica morgan-weismanniana e di sostituirli con sostenitori della biologia micurinista progressista (Miciurin è lo scienziato russo che rielaborò la Teoria di Lamarck in modo che fosse compatibile con i principi del materialismo dialettico) 3) L'Ufficio della Divisione di Scienze Biologiche dovrà revisionare i programmi di lavoro e la composizione del personale scientifico degli Istituti biologici, e dovrà presentare entro un mese il progetto di riorganizzazione dell'Istituto Severcov di Morfologia evolutiva e dell'Istituto di Citologia, Istologia ed Embriologia 6) Il Consiglio Editoriale dovrà revisionare entro un mese gli attuali piani di pubblicazione con lo scopo di assicurare la pubblicazione dei lavori della biologia micuriniana 7) L'Ufficio della Divisione di scienze biologiche revisionerà i testi degli Istituti biologici, tenendo conto degli interessi del micurinismo*".

Questi pronunciamenti politici, fra tutti quelli prodotti per dirimere controversie scientifiche, sono stati quelli le cui conseguenze sono state esaminate più accuratamente dagli storici della scienza. Le ripercussioni nella cultura occidentale del processo a Galileo non possono essere sottostimate: si può considerare, ad esempio, Frova e Marenzana (1998) come una prima guida ad un loro esame e come un utile primo elenco di riferimenti bibliografici. Per quanto riguarda, invece, gli effetti delle dissenate scelte di indirizzo politico della ricerca scientifica da parte del potere sovietico si rinvia al testo, oramai classico, di Huxley (1952-1977). Diremo qui solo che, per oltre 30 anni, nei paesi del blocco sovietico i dati sperimentali e le teorie scientifiche furono giudicati non sulla base della loro controllabile verità o falsità, ma in relazione alla loro presunta aderenza o meno alla filosofia materialista. I danni alla scienza e all'economia sovietica furono incalcolabili. La genetica e le altre discipline scientifiche censurate furono riammesse soltanto nel 1965. Il dirigismo politico esercitato dai Soviet sulla attività scientifica nell'URSS, descritto anche in Rossi (1974), arrivò ad indurre il famoso fisico teorico Vladimir Fock a concludere un suo lavoro sulla fisica quantistica con le seguenti parole, che dimostrano quali doti di equilibrio intellettuale fossero necessarie in quel sistema politico: "*Presto o tardi diviene necessario introdurre dei concetti fisici essenzialmente nuovi, conformi alle proprietà degli oggetti studiati ed agli apparecchi impiegati per conoscere questi ultimi: in tal caso i limiti di applicabilità della teoria si manifestano*

chiaramente e sorgono nuove questioni gnoseologiche. Le idee guida nella soluzione di tali questioni dovranno essere, anche in futuro, le idee del materialismo dialettico, formulate con tanta chiarezza da Lenin.”

Even things that are true can be proven (Anche le cose che sono vere possono essere provate).

Oscar Wilde

Gli aforismi di Wilde hanno toccato i temi più disparati, ma sono sempre fulminanti. Essi forniscono osservazioni, ossimori e paradossi che traggono spunto da ogni attività, anche intellettuale, umana. Wilde è consapevole dell'importanza che i matematici attribuiscono al concetto di prova: e sa benissimo che in generale si attribuisce un valore di verità indiscutibile alle affermazioni provate usando la logica matematica.

D'altro canto Wilde è consapevole dell'abuso che viene solitamente fatto delle parole “vero”, “falso” “verità” e “falsità”. È sotto gli occhi di tutti come gli umani abbiano l'abitudine di confondere il concetto di “conveniente” con quello di “vero”. L'esistenza delle antinomie, discussa nel nostro Preludio, dovrebbe allarmare il lettore almeno nello stesso modo in cui è allarmato Wilde: egli si rende conto che postulando anche una sola antinomia si può, utilizzando una logica sotto ogni altro aspetto ineccepibile, dimostrare qualsiasi cosa.

Il gioco di ingannare l'interlocutore assumendo, in maniera subdola e nascosta, come punto di partenza di un ragionamento proprio un'affermazione contemporaneamente vera e falsa è un gioco antico, praticato indistintamente da tutti gli uomini, in quasi tutti i momenti della loro vita di relazione. La parola, con la sua capacità di persuasione, si è rivelata subito uno strumento potentissimo per organizzare il consenso sociale (Wade, 2007) e spesso è stato premiato evolutivamente chi sia risultato capace di improvvisare una argomentazione *ad hoc* adatta a giustificare *a posteriori* una posizione decisa *a priori* per pure ragioni di convenienza: questa dote opportunistica si è quindi ampiamente diffusa nella nostra specie (e sembra essere praticata con particolare abilità da politici, giornalisti ed accademici).

Wilde è quindi pronto a concedere che una cosa qualsiasi possa essere dimostrata (ovviamente non matematicamente, si vorrà precisare!). Ed inoltre è consapevole che pur essendo veramente poche le cose che sono realmente vere, tuttavia delle verità esistono: Wilde non arriva, infatti, a sostenere che la verità non sia conoscibile, o che, peggio ancora, essa rappresenti un concetto mal formulato.

Poche sono le cose realmente vere, dunque. E, incredibile!, in questo mondo di opportunisti profittatori, persino le cose vere, che, come abbiamo discusso nel Preludio, sono solitamente scomode e sgradite, ebbene persino le cose vere possono essere provate, nonostante tutto e tutti.

Quello che accade in concreto, accade nell'istesso modo in astratto; e sarebbe ben nuova cosa che i computi e le ragioni fatte in numeri astratti non rispondessero poi alle monete d'oro ed in argento ed alle mercanzie in concreto! Ma sapete sig. Semplicio, quel che accade? Sì come a voler che i calcoli tornino sopra gli zuccheri, le sete e le lane, bisogna che il computista faccia le sue tare, di casse, invoglie ed altre bagaglie, così, quando il filosofo geometra vuol riconoscere in concreto gli effetti dimostrati in astratto, bisogna che difalchi gli impedimenti della materia; che se ciò saprà fare, io vi assicuro che le cose si risconteranno non meno giustamente che i computi aritmetici. Gli errori dunque non consistono né nell'astratto né nel concreto, né nella geometria o nella fisica, ma nel calcolatore, che non sa fare i conti giusti.

G. Galilei Opere Ed. Naz. Vol. VII, p.233-234

Spesso è capitato, soprattutto ad alcuni sfortunati studenti della facoltà d'ingegneria, sentire dire da alcuni loro docenti che la Teoria non è utile “in pratica”. Questi docenti sono quelli che Galileo chiamerebbe “filosofi geometri” incapaci. “Egolino”, come direbbe Galileo, (cioè costoro) non vedono che l'errore alberga nella loro mente, che è per la loro incapacità nel “riconoscere in concreto gli effetti dimostrati in astratto” che la Teoria (o meglio il metodo scientifico, cioè quel metodo che ci permette di scegliere la Teoria adatta a descrivere certi fenomeni) sembra non funzionare. Quello che succede è la cosa seguente: se si applica una Teoria in maniera restrittiva, cioè assumendo dei Postulati semplificati per ottenere previsioni sui fenomeni con mezzi logico-matematici più semplici, oppure se si applica per descrivere certi fenomeni complessi una Teoria che, è a tal fine, troppo semplice allora si ottengono delle previsioni talvolta approssimate, talvolta imprecise o spesso persino completamente sballate. Questi filosofi geometri d'accatto dichiarano quindi ai loro allievi che la Teoria “fallisce” nel descrivere quei fenomeni a cui loro sono così interessati e ne deducono, come se non fosse possibile migliorare o cambiare o utilizzare appropriatamente una Teoria, che il teorizzare è inutile, visto che in pratica bisogna aggiungere, così a caso, un termine qui e lì nelle equazioni per “far tornare i conti”. Questi sono i cosiddetti “praticoni”. Costoro, ovviamente, non aggiungono qui e lì termini nelle equazioni veramente a caso, ma semplicemente per sentito dire: infatti quello che accade sempre è che qualche “filosofo geometra” più esperto di loro ha ben utilizzato i principi della sua Teoria, oppure ha migliorato una Teoria, generalizzandone i principi, oppure ne ha formulata un'altra più efficace, e munito di questo strumento più potente ha effettivamente dato la previsione giusta. Purtroppo, però, lo studio, l'apertura mentale, la cultura necessaria a comprendere una Teoria nella sua formulazione più generale oppure necessaria a capire, addirittura!, una Teoria completamente nuova non è sempre così diffusa: e per una buona ragione. Infatti, spesso, solo dopo la formulazione di una nuova Teoria di successo i nuovi strumenti matematici necessari a formularla si diffondono nelle Università e nella cultura degli scienziati. I filosofi geometri scadenti, quindi, non capiscono, non riescono ad afferrare la novità, a volte non capiscono neppure che si è formulata una nuova Teoria. Questa è una situazione triste, ma sembra apparentemente inevitabile (almeno se l'analisi di Kuhn (1995) è fondata): molti confondono una Teoria con i fenomeni che tale Teoria vuole descrivere (insomma molti con Tolomeo credono che le traiettorie dei pianeti, un

oggetto matematico inventato per descriverne il moto, siano delle guide, dei binari, messi lì fisicamente a condurre tali pianeti nel loro moto!) e quindi non possono cambiare Teoria, perché altrimenti dovrebbero accettare l'esistenza di più realtà diverse. Come è ovvio, molto spesso, invece di ammettere che non si è capaci di capire il nuovo, si dichiara che il nuovo (in questo caso le nuove Teorie) non esiste e, per dare una coerenza logica al proprio pensiero, si afferma che la Teoria (confusa con le vecchie Teorie, quelle che sono state falsificate) è incapace di prevedere i fenomeni, che invece si ritiene che possano essere controllate per mezzo delle conoscenze acquisite con la Pratica. Da questa situazione di frustrazione psicologica (causata dal fatto di non capire) e conseguente invenzione e giustificazione nevrotica (non capisco perché non c'è niente da capire) nasce la falsa distinzione fra Teoria e Pratica. Si deve invece sostenere con Galileo che "*Gli errori dunque non consistono né nell'astratto né nel concreto, né nella geometria o nella fisica, ma nel calcolatore, che non sa fare i conti giusti*" cioè che se con le Teorie (l'astratto) non si riesce a prevedere i fenomeni (il concreto) l'errore non deve ricercarsi nell'impossibilità della matematica (la geometria) a descrivere tutti i fenomeni, né si deve ritenere che la realtà dei fenomeni (la fisica) sia contraddittoria (perché alcuni filosofi si rifiutano perfino di vedere i fatti, se questi fatti non si piegano alla loro visione del mondo). In realtà gli errori sono nella mente del calcolatore (il filosofo geometra o usando il linguaggio moderno il fisico-matematico) che non riesce a trovare la Teoria giusta per descrivere un dato fenomeno.

Un sistema di punti, linee, piani è chiamato "diagramma" o "figura". La dimostrazione [del teorema che si sta discutendo] può essere data effettivamente facendo ricorso ad una data figura, ma tale ricorso non è affatto necessario. Essa [la figura considerata] rende l'interpretazione più semplice e si può affermare che il ricorso ad i diagrammi sia un metodo fruttuoso per scoprire nuove proposizioni. Nonostante ciò, attenzione!, dal momento che l'uso delle figure può essere fuorviante. Un teorema può dirsi dimostrato solo quando la prova è completamente indipendente dal diagramma. La dimostrazione deve appellarsi passo dopo passo agli assiomi che ne sono il precedente logico. Il tracciare le figure è equivalente all'esperimentazione del fisico e la geometria sperimentale è finita appena ne siano stati formulati gli assiomi.

David Hilbert 1894 Die Grundlagen der Geometrie Citato in Mathematics and Mind A. George Ed. Oxford Press

Probabilmente, per rigore di pensiero e chiarezza di esposizione, David Hilbert può essere paragonato all'Archimede che ci è stato rivelato dal palinsesto Heiberg.

Che due menti di questa levatura siano nate, e abbiano potuto manifestare compiutamente le loro doti, a distanza di due millenni permette di confidare nelle possibilità di sopravvivenza della nostra specie.

Sono menti di questo tipo (e non quella degli opportunisti-profittatori) che devono essere la guida che l'umanità deve seguire per sopravvivere alle sfide lanciate dall'ambiente in cui vive. Ambiente che sempre di più è modificato dalle nostre stesse scelte.

Hilbert parla della più antica delle Teorie matematiche: la Geometria.

In poche righe ne descrive la doppia natura: la geometria è un modello matematico di alcuni aspetti della realtà e contemporaneamente un sistema di assiomi utilizzato per dare significato ad un insieme di concetti primitivi.

Non è possibile, pena una regressione all'infinito, definire, per mezzo di altri concetti, tutti i concetti che la nostra mente utilizza per descrivere il mondo. Questa questione, già chiarita da Aristotele, è discussa più approfonditamente nelle voci Assioma e Teoria del Dizionario.

Alcuni concetti, che sono detti primitivi, hanno dei significati che, nel loro complesso, sono specificati quando viene accettata come vera ciascuna delle relazioni fra tali concetti che appaiono in una lista specifica. Ognuna di queste relazioni è detta "assioma".

Si può specificare per mezzo di assiomi solo il significato di una lista di concetti primitivi, nel suo complesso!

Hilbert parla dei concetti primitivi usati in Geometria: punto, retta, piano.

Il significato di tali concetti viene specificato, in maniera puramente logica, dall'insieme degli assiomi formulati da Euclide nei suoi *Elementi*.

Da questo punto di vista la Geometria è semplicemente una parte della Matematica: essa studia le relazioni reciproche fra alcuni concetti primitivi e molti concetti derivati, come triangolo, angolo, quadrilatero.

Tuttavia gli oggetti del mondo in cui viviamo hanno una forma, e la Geometria Euclidea può, anche, essere riguardata come un modello matematico atto a descrivere le forme di tali oggetti. In particolare la Geometria Euclidea può essere utilizzata per descrivere la forma della superficie Terrestre, del sistema solare, di una montagna, di un ammasso stellare. Non è però assicurato che, rivista come una Teoria che descrive alcune proprietà del Mondo, alcuni fenomeni naturali, la Geometria Euclidea non possa essere falsificata.

Si noti bene che la Geometria Euclidea, fino ad ora, si è rivelata una Teoria matematica non contraddittoria da un punto di vista logico: insomma dai suoi assiomi non è mai stato possibile dimostrare una proposizione e la negazione della stessa proposizione.

Tuttavia quando riguardata come Teoria per descrivere l'insieme dei luoghi dello spazio dove può avvenire il moto dei corpi, ebbene in questo caso la Geometria Euclidea è stata falsificata: l'Universo in una scala di lunghezza molto grande rispetto alle dimensioni della Terra non è Euclideo.

Hilbert avverte di questi pericoli il lettore: non è possibile dimostrare un teorema di geometria tracciando un diagramma. Sarebbe come dire che una proprietà logica fra oggetti astratti si può verificare facendo un esperimento. Purtroppo gli esperimenti, se proprio li si vuole utilizzare per assegnare un valore di verità alle affermazioni, non provano (non dimostrano come vere) affermazioni universali, ma le possono, al più, solo falsificare!

Proprio come Archimede avverte, nel suo *Metodo*, che il Principio delle Leve può solo aiutare a congetturare Teoremi, ma non li dimostra logicamente, così Hilbert ricorda che se fino ad ora alcuni fenomeni avvengono rispettando le previsioni della Geometria Euclidea nulla ci assicura che questo continui ad accadere. Ed effettivamente la Geometria Euclidea, come Teoria predittiva di fenomeni naturali, è già stata falsificata da alcuni fenomeni descritti, invece, da una Geometria più generale, quella Riemanniana, che è utilizzata in Relatività Generale.

Di conseguenza un Teorema di Geometria Euclidea, verità logica inconfutabile, deve essere dimostrato non con disegni, cioè facendo ricorso all'esperienza, ma con un procedimento logico non contraddittorio.

Questo Teorema ci darà una previsione affidabile dell'accadere di alcuni fenomeni appartenenti ad una classe ben precisata.

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo) ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figura geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto.

Galileo Galilei, Il Saggiatore, in Opere, Ed. Naz. Vol.VI, p.232

Ma io veramente stimo il libro della filosofia esser quello che perpetuamente ci sta aperto innanzi agli occhi, ma perché è scritto in caratteri diversi da quelli del nostro alfabeto non può esser da tutti letto; e sono i caratteri di tal libro triangoli, quadrati, cerchi, sfere, con, piramidi ed altre figure matematiche, attissime per tal lettura

Galileo Galilei, Lettera a Fortunio Liceti, in Opere, Ed. Naz. Vol.XVIII, p.295

Questo brani di Galileo sono stati scelti per ribadire alcune delle argomentazioni sviluppate nel Preludio, e per rafforzarle usando il metodo, anch'esso discusso nello stesso capitolo, dell'IPSE DIXIT, cioè dall'assegnazione del valore di verità ad una affermazione usando il principio di autorità. Infatti, l'eccezionale levatura intellettuale di Galileo scienziato è indiscussa. Tuttavia essa impallidisce quando confrontata con il suo valore di divulgatore e polemista. La prosa di Galileo è fulminante, la sua efficacia veramente impressionante: ancora oggi molti suoi testi sono utilizzati come esempi inarrivabili di uso eccelso della lingua italiana in quasi tutte le antologie di letteratura.

Galileo è un grande valorizzatore di sé stesso e delle sue idee. Come divulgatore è sostanzialmente onesto, cita quasi sempre le sue fonti, ma riesce sempre a riformulare in maniera così originale le idee altrui da farle apparire quasi come proprie.

Si è già discusso di come l'invenzione del metodo scientifico debba essere attribuito agli scienziati ellenistici: e Galileo riconosce più volte il suo debito nei loro confronti, al punto da descriversi come un allievo di Archimede. Tuttavia i brani che stiamo discutendo sono diventati immediatamente il manifesto della moderna rivoluzione scientifica: quella che ha avuto luogo durante il rinascimento italiano. Si noti che qualche volta il secondo è stato citato sostituendo la parola "filosofia" con la parola "natura": bisognerebbe stabilire se Galileo stesso non abbia operato questa sostituzione in qualche altro suo scritto o se essa sia apocrifia (tutte le ricerche dell'autore per chiarire questo punto sono risultate fino ad ora vane).

Si consideri, però, che dirimere questa questione è importante per stabilire quale sia significato ultimo del pensiero che Galileo vuole esprimere. Nella versione con la parola "filosofia" Galileo assume probabilmente una posizione popperiana: infatti è evidente che, nel contesto considerato, si debba intendere per filosofia "l'arte di formulare modelli del mondo". Allora secondo Galileo, il libro della filosofia, cioè il risultato del nostro tentativo di spiegare razionalmente il mondo, è scritto usando la matematica. E con orgoglio egli avverte il lettore: non tutti sono in grado di leggere quel libro. Solo quelli che posseggono il linguaggio che è necessario per scriverlo possono realmente comprenderlo: quei pochi che siano capaci di capire la matematica.

La visione epistemologica di Galileo sembrerebbe dunque chiara: il mondo è descritto usando modelli matematici e questa descrizione è così complessa che solo chi si sia dedicato per anni al loro studio può realmente comprenderla.

Diverse interpretazioni diventano possibili se al posto di "filosofia" leggessimo "Natura". In questo caso la visione epistemologica galileiana assumerebbe una sfumatura platonica molto marcata: Galileo affermerebbe che non la nostra descrizione della Natura, bensì la Natura stessa è scritta con l'alfabeto della matematica. Alla matematica sarebbe quindi riconosciuto un legame con il mondo reale molto più forte, fino quasi ad identificare come reali alcuni oggetti matematici astratti.

Certo si potrebbe anche obiettare che non sarebbe, in questa seconda versione, la Natura ad essere scritta con l'alfabeto matematico, bensì il "libro della Natura", e che quindi gli oggetti matematici sarebbero quelli necessari a scrivere in un libro la descrizione della Natura: in questa seconda reinterpretazione del testo modificato Galileo ritornerebbe ad essere falsificazionista.

D'altro canto quelli che volessero cercare le prove di un platonismo galileiano potrebbero difendere la loro posizione notando che nel primo brano si sostiene che la filosofia è direttamente scritta nell'universo e che in entrambi i brani si dice che il libro di cui si parla non è scritto da noi ma "perpetuamente ci sta aperto innanzi agli occhi".

Quale che sia posizione assunta da Galileo rispetto al platonismo, il lettore (proprio come papa Urbano VIII, che si faceva leggere brani del Saggiatore durante i pasti) sarà rimasto colpito dall'eleganza e dall'efficacia della metafora: infatti, quelli citati sono fra i più felici e famosi passi galileiani.

Appendice B

Dizionario di alcuni termini e concetti utilizzati in tutto il presente saggio

Il presente dizionario vuole essere un aiuto alla comprensione degli altri capitoli, fornendo le definizioni di alcuni dei più importanti fra i concetti utilizzati.

Il lettore che si chieda come sia possibile definire il significato di alcune parole senza utilizzare altre parole è invitato a leggere attentamente il Capitolo sulla Teoria degli Insiemi, e precisamente quella parte nella quale si discute il metodo assiomatico aristotelico.

A

ALGORITMO

Intuitivamente, un **algoritmo** si definisce come un *procedimento* che permette di *ottenere* un *risultato* atteso eseguendo, in un ben determinato ordine, una successione finita di *passi semplici e ben precisati*, ciascun passo essendo un'azione presa da un insieme finito e ben specificato.

In maniera equivalente si può dire che un algoritmo è una sequenza di operazioni prese ciascuna da un repertorio finito di operazioni e da compiere in un ben preciso ordine per ottenere da un dato insieme di oggetti di partenza un altro ben fissato insieme di risultati.

Il termine algoritmo deriva dal nome del matematico persiano Muhammad ibn Mūsa 'l-Khwārizmī, che, per quanto si conosce attualmente (Djebbar (2001)), è uno dei primi autori ad aver fatto riferimento esplicitamente a questo concetto, nel libro *Kitāb al-djabr wa 'l-muqābala* (*Libro sulla ricomposizione e sulla riduzione*). Questo antico testo, che esplicitamente si rifà a fonti ellenistiche, è anche una delle più antiche fonti disponibili fra quelle che trattano una parte importante della matematica: l'algebra. E proprio dal titolo arabo di questo testo che la parola *algebra* trae le sue origini. Tuttavia gli algoritmi erano presenti anche nelle più antiche tradizioni matematiche: quella babilonese, o quella cinese, ad esempio, tradizioni che, non si sa bene fino a che punto in maniera consapevole, trasmettevano le conoscenze in forma algoritmica.

In informatica, la moderna teoria del trattamento delle informazioni, con il termine **algoritmo** si intende un metodo per la soluzione di un problema adatto a essere implementato sotto forma di programma eseguibile da una macchina di calcolo.

In questo senso, che a prima vista può sembrare molto moderno, la parola algoritmo (o meglio un suo equivalente greco) è stata sicuramente pensata e pronunciata dal progettista della più antica macchina di calcolo della quale abbiamo notizia: la macchina di Antikythera. Come dimostrato da de Solla Price (1975) questa macchina era l'hardware capace di eseguire un'ampia classe di calcoli astronomici necessari alla navigazione.

Nel senso più ampio della parola, un esempio di "algoritmo" è sicuramente dato da una ricetta di cucina, o dalla sezione del libretto delle istruzioni di una lavatrice che spiega come programmare un lavaggio. La parola "algoritmo" viene tuttavia usata, prevalentemente e fin dalle sue origini, in contesti matematici e, più recentemente, informatici. Un esempio elementare di algoritmo preso da un contesto specificatamente matematico potrebbe essere il procedimento per il calcolo del massimo comune divisore o del minimo comune multiplo.

Le considerazioni sviluppate fin qui potrebbero non soddisfare completamente qualche lettore un poco più esigente.

Una definizione un poco più precisa della parola algoritmo può essere formulata così:

sequenza logica di istruzioni elementari (univocamente interpretabili) che, eseguite in un ordine stabilito, permettono la soluzione di un problema in un numero finito di passi.

Questa definizione caratterizza quelle che sono le quattro proprietà fondamentali di un algoritmo:

1. la sequenza di istruzioni deve essere finita;
2. la classe dei problemi che l'algoritmo riesce a risolvere è ben definito e la sequenza di istruzioni produce sempre la sua soluzione;
3. le istruzioni elementari della sequenza devono essere eseguibili materialmente;
4. le istruzioni elementari della sequenza devono essere espresse in modo non ambiguo.

Le proprietà specificate al punto 3) e 4) riguardo alle istruzioni elementari che possono costituire un algoritmo e cioè che tali istruzioni debbano essere univocamente interpretabili e effettivamente eseguibili meritano di essere illustrate ulteriormente.

Che le istruzioni elementari siano specificate in modo non ambiguo significa che esse siano immediatamente evidenti a chi sarà chiamato ad applicare l'algoritmo, cioè il suo *esecutore*. Così, *rompete le uova* è sicuramente un'istruzione legittima in un *algoritmo di cucina*, e potrebbe anche esserlo *aggiungete sale quanto basta* se possiamo assumere che l'esecutore sia in grado di risolvere da solo l'ambiguità di questa frase. Al contrario, un'istruzione come *preparate un pentolino di crema pasticciera* non può, probabilmente, considerarsi elementare, nel senso specificato precedentemente anche se potrebbe, però, essere associato a un opportuno rimando a un'altra sezione del ricettario, che fornisca un algoritmo apposito per questa specifica operazione (il lettore ha appena visto un esempio di "sottoprogramma"). In un calcolatore moderno l'esecutore è il processore: un'istruzione elementare deve essere espressa in modo non ambiguo perché il processore possa eseguirla in maniera non ambigua. Il linguaggio nel quale tali istruzioni elementari sono espresse è detto linguaggio macchina.

Non è da sottovalutare anche la specifica contenuta nel punto 3) cioè quella che riguarda l'effettiva eseguibilità delle istruzioni elementari. Ad esempio una ricetta che preveda la cottura a microonde non può essere preparata da chi è sprovvisto dell'apposito elettrodomestico oppure un processore concepito per funzionare con un dato linguaggio macchina non può eseguire istruzioni formulate in un altro linguaggio. Infine può accadere che un'istruzione non possa essere eseguita neppure in linea di principio. Il lettore per capire questo punto delicato pensi alla funzione di scelta, la cui esistenza è stata postulata nella Teoria assiomatica degli Insiemi secondo Zermelo- Fraenkel. Se la famiglia di insiemi sulla quale deve essere definita una funzione di scelta è infinito è chiaro che essa non è determinabile, in generale, con un algoritmo.

Gli eventuali lettori che, ancora, non si ritenessero soddisfatti delle definizioni e delle considerazioni che abbiamo presentate saranno costretti a consultare testi specialistici come Manaster (1981) oppure Mendelson (1972). In questi testi il concetto di algoritmo è presentato nella sua forma più precisa, che è quella che gli è data dalle definizioni (equivalenti) di Macchina di Turing o di Macchina di von Neumann. Coloro che dovessero dubitare del fatto che queste ultime due formalizzazioni siano veramente necessarie o utili è invitato a considerare che: i) tutti i calcolatori moderni sono stati progettati come macchine di von Neumann, ovviamente dopo che von Neumann aveva sviluppata la Teoria corrispondente; ii) l'impatto sulla tecnologia e sul modo di vivere attuale che ha avuto l'invenzione delle moderne macchine di calcolo è stato enorme.

ANTINOMIA/PARADOSSO

L'**Antinomia** (dal greco *αντι*, *anti* preposizione che indica una contrapposizione, e *νομος*, *nomos* legge) è un particolare tipo di affermazione che include oppure implica due affermazioni che sono contraddittorie. In questa situazione non è ovviamente possibile applicare il principio di non-contraddizione.

Kant è stato il primo ad applicare la parola *antinomia* nel linguaggio filosofico.

Propriamente si ha un'antinomia quando un procedimento o un ragionamento, che può riguardare concetti astratti utilizzati in logica matematica, ma anche in ambito giuridico, produce in modo corretto due risultati aventi rispettivamente la forma di tesi e antitesi. In altre parole una antinomia conduce ad una conclusione del tipo: "A se e solo se non-A".

Ad esempio, una norma giuridica corretta, che è un enunciato sintatticamente condizionale, connette una conseguenza giuridica ad una -ed una sola- classe di fattispecie. Vi è antinomia normativa (o conflitto normativo) quando due diverse norme connettono ad una medesima classe di fattispecie due conseguenze tra loro incompatibili. Un'antinomia normativa può essere prodotta anche da una sola legge o regolamento che preveda in diverse sue parti prescrizioni contraddittorie.

Il lettore si riferisca ai Capitoli sulla Semantica e sulla Teoria degli Insiemi per una discussione dettagliata di due fra le antinomie logiche più famose nella storia del pensiero umano: quella di Epimenide e quella di Russel.

Queste due antinomie mostrano che esistono affermazioni alle quali non può essere assegnato coerentemente nessun valore di verità. Tali affermazioni non possono essere, per ragioni puramente logiche, né vere né false.

Attenzione però: il lettore non deve credere che l'affermazione "nell'universo esistono esattamente 10^{235} atomi" sia un'antinomia. Infatti, sebbene sia virtualmente impossibile stabilire, almeno allo stato attuale della conoscenza, se una tale affermazione sia vera oppure falsa, tale affermazione ha uno statuto logico preciso: essa potrebbe essere vera. Se si dovesse riscontrare che, contando il numero di atomi che costituisce l'universo, essa è effettivamente vera allora essa non potrà essere contemporaneamente anche falsa. Inoltre essa potrebbe essere falsa, nel qual caso si può escludere che essa sia contemporaneamente vera.

Insomma non si deve confondere un'affermazione logicamente ben posta ma di verifica difficile o, forse addirittura impossibile, con un'affermazione che contiene implicitamente una contraddizione, un'affermazione che non può essere né vera né falsa.

D'altro canto, un **Paradosso**, dal greco *παρά* (contro) e *doxa* (opinione), è qualcosa che sfida l'opinione comune: si tratta, infatti (secondo la definizione che ne dà Mark Sainsbury(1988)) di

"una conclusione apparentemente inaccettabile, che deriva da premesse apparentemente accettabili per mezzo di un ragionamento apparentemente accettabile".

In filosofia ed economia il termine paradosso è stato usato come sinonimo di antinomia. Questa sovrapposizione di significati dovrebbe essere accuratamente evitata.

Esistono, anche, “paradossi” giuridici: famoso è il “Comma 22” che è una parte dell’ordinamento giudiziario militare americano. Il *paradosso del Comma 22* è descritto nel libro “*Catch 22*” (in italiano “*Comma 22*”) di Joseph Heller. Il libro fu pubblicato nel 1961 e rappresentò una feroce critica alle manie guerrafondaie di un’ampia parte della società americana traendo spunto dalla narrazione delle avventure di un gruppo di aviatori statunitensi impiegati per effettuare i bombardamenti in Italia durante la seconda guerra mondiale. Riportava i regolamenti cui i piloti erano soggetti, e fra questi i due articoli seguenti:

Articolo 12, Comma 1 L’unico motivo valido per chiedere il congedo dal fronte è la pazzia. *Articolo 12, Comma 22* Chiunque chieda il congedo dal fronte non è pazzo.

Da un punto di vista puramente logico gli articoli citati non sono contraddittori. Semplicemente il complesso dei due articoli porta alla conclusione logica seguente: un uomo non si può rendere mai conto della propria pazzia. Questa affermazione è chiaramente paradossale.

In matematica si tende a distinguere il concetto di paradosso, che consiste in una affermazione lontana dall’intuizione, dal concetto di antinomia, che consiste in una vera e propria contraddizione logica.

Più precisamente una antinomia è una affermazione alla quale non ha senso attribuire un valore di verità. Un paradosso è spesso una affermazione che ha un contenuto di significato importante, affermazione alla quale si può attribuire un preciso valore di verità. Esistono, infatti, paradossi veri e paradossi falsi. La definizione di Sainsbury è illuminante: un’affermazione, solitamente nella forma di deduzione di una tesi a partire da una ipotesi, è un paradosso quando induce una reazione istintiva che porta a meravigliarsi della tesi, che è considerata intuitivamente falsa sebbene sia l’ipotesi che il procedimento deduttivo appaiano corretti.

Un paradosso è vero quando, dopo una più accurata analisi, si scopre che non è giustificata la meraviglia riguardo alla validità della tesi, è falso quando non è giustificata la fiducia che si è accordata alle ipotesi oppure al procedimento deduttivo.

In ogni caso i paradossi sono un potente stimolo per la riflessione perché mettono in evidenza sia alcune debolezze della nostra capacità di discernimento sia alcuni limiti di molti degli strumenti intellettuali comunemente utilizzati per il ragionamento.

Per questa ragione paradossi basati su concetti elementari hanno spesso portato a grandi progressi intellettuali. Talvolta si è trattato di scoprire nuovi metodi matematici o nuovi fenomeni oppure formulare nuove leggi fisiche per rendere accettabili le conclusioni che all’inizio apparivano “apparentemente inaccettabili”. Altre volte si sono individuati i sottili motivi per cui erano fallaci le premesse o i ragionamenti “apparentemente accettabili”.

Sin dalle origini del pensiero filosofico umano si è prestata grande attenzione e sono stati fatti continui riferimenti ai paradossi: dai paradossi di Zenone alle antinomie kantiane, fino a giungere ai paradossi della meccanica quantistica e della teoria della relatività generale. Un’intera scuola filosofico-religiosa, il buddhismo zen, affida l’insegnamento della sua dottrina ai koan, indovinelli paradossali.

Il paradosso di Galileo. Il lettore, per avere un primo esempio di paradosso vero, pensi alla definizione di insieme Dedekind-infinito. Si consideri l’insieme dei numeri naturali. Ovviamente l’insieme dei numeri pari è incluso nell’insieme dei naturali. Si potrebbe concludere che l’insieme dei numeri pari è formato da meno elementi rispetto all’insieme dei naturali! Tuttavia come già notato da Galileo, l’insieme dei numeri pari è in corrispondenza biunivoca con l’insieme di tutti i numeri naturali. Sembrerebbe, quindi, che l’insieme dei numeri pari non sia, in realtà, formato da meno elementi rispetto all’insieme dei naturali! In questo caso la linea di ragionamento utilizzata è inattaccabile: che tre non sia pari è incontrovertibile, che la corrispondenza biunivoca di Galileo sia effettivamente un modo per contare i pari pure non può essere messo in discussione. Il lettore, insieme a Galileo e Cantor, deve invece accettare che, contro la nostra visione intuitiva delle cose, il concetto di inclusione deve necessariamente essere distinto da quello di maggiore numerosità: il paradosso di Galileo mostra che esistono due insiemi ugualmente numerosi uno dei quali è incluso nell’altro.

Il paradosso di Achille e la tartaruga - uno dei paradossi di Zenone più famosi - afferma invece che se “pie’ veloce” Achille venisse sfidato da una tartaruga nella corsa e se concedesse alla tartaruga un piede di vantaggio allora egli non potrebbe mai raggiungerla.

Questo è un paradosso falso, un paradosso nel quale è ben fondata la meraviglia che si prova nell’ascoltare la tesi che si presume di aver dimostrata. Tuttavia un grande sforzo intellettuale è stato richiesto ai matematici (e viene richiesto ai giovani che si avvicinano allo studio dell’analisi matematica) per capire perché era sbagliato il ragionamento deduttivo utilizzato per ottenere la tesi erranea.

La presunta dimostrazione procede così:

- Achille deve raggiungere la posizione occupata inizialmente dalla Tartaruga.
- La tartaruga, nel frattempo, avrà raggiunta una nuova posizione e quindi sarà ancora in vantaggio.
- Quando poi Achille raggiungerà la seconda posizione da essa occupata nuovamente la Tartaruga sarà riuscita ad avanzare un altro poco, precedendolo ancora.
- Questo stesso discorso si può ripetere per tutte le posizioni in seguito occupate dalla tartaruga e così la distanza tra Achille e la lenta Tartaruga pur riducendosi verso l’infinitamente piccolo non arriverà mai ad essere pari a zero.

Analizziamo più accuratamente quest’ultimo punto:

- In un tempo t_1 Achille arriva dove era la Tartaruga alla partenza cioè alla distanza L_1 dalla partenza.

- Nel frattempo la Tartaruga ha compiuto un pezzo di strada e ha raggiunto il punto a distanza L_2 dalla partenza.
- Ad Achille occorre un ulteriore tempo t_2 per giungere in L_2 .
- Nel frattempo la Tartaruga è giunta nel punto L_3 , ed Achille impiega t_3 per arrivare in L_3 .
- Dopo $n-1$ intervalli, l'intervallo di tempo ennesimo, di durata t_n , sarà necessario ad Achille per giungere alla distanza L_n dalla partenza.
- Poichè per raggiungere la Tartaruga Achille impiega un tempo

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n + \dots$$
 non la raggiungerà mai.

L'errore nella linea di deduzioni è proprio nell'ultimo passo: esistono successioni di numeri la cui somma infinita è un numero finito. Insomma aggiungere infiniti addendi non implica necessariamente che il risultato sia infinito. Come stanno scoprendo i matematici che hanno avuto a disposizione quanto scritto nell'antico palinsesto Heiberg, quest'ultima affermazione era già perfettamente chiara ad Archimede (Netz e Noel (2007)). Tuttavia le conoscenze matematiche necessarie per comprenderla completamente (che sono incluse nella Teoria delle Serie numeriche) furono riscoperte ed ampliate solo molto più tardi. Solo dopo i lavori di Cauchy della metà dell'Ottocento i problemi logici e filosofici posti dal paradosso di Zenone si possono dire definitivamente risolti.

APOLOGO-FAVOLA

Dal dizionario etimologico Aquilino e Marchi (1819):

Favola morale indirizzata ad istruire e riformare i costumi; da apo lontano e logos discorso perché denota più di quello che sembra esprimere a prima vista.

Una delle forme più antiche di racconto è quella nella quale attraverso la narrazione di una storia immaginaria, con protagonisti altrettanto immaginari, si vogliono descrivere comportamenti e personalità che si riscontrano spesso nella vita reale.

Per evitare di dover descrivere con molti dettagli protagonisti e situazioni, molto spesso i favolisti hanno utilizzato un utile artificio: hanno attribuito atteggiamenti e pensieri umani ad animali, a ciascuno dei quali la tradizione attribuisce in maniera stereotipata comportamenti e vizi. Ogni animale diventa, quindi, il rappresentante di un'intera classe di personalità umane. Al lettore viene semplicemente richiesto di ricordare che, ad esempio, il lupo è il prototipo del personaggio cattivo e violento, che approfitta di tutte le situazioni favorevoli per ottenere un ingiusto vantaggio e che finisce per mostrare, senza preoccuparsi di nascondere troppo, sempre una buona dose di arroganza. Oppure la formica è il rappresentante di tutti coloro che, preoccupandosi per il futuro, si preparano ad affrontare le avversità, oppure, ancora, il cane è il rappresentante di coloro che credono nella fedeltà e nell'attaccamento all'amicizia e riescono a praticare entrambi.

La favola vuole sempre trasmettere un insegnamento, comunicare un importante messaggio.

Ad esempio, com'è stato più volte accennato nei capitoli precedenti, gli etologi, i biologi evuzionisti e gli psicologi hanno, per anni, dibattuto sulla contrapposizione fra natura e cultura (si veda Ridley (2005)). Molti seri scienziati hanno sostenuto che l'ambiente poteva cambiare drasticamente il comportamento dei singoli individui di una data specie, mentre un'altra parte, ugualmente seria, di studiosi ha creduto di aver dimostrato che la natura genetica di ogni individuo ne predetermina i comportamenti, indipendentemente da quale sia l'ambiente nel quale questo individuo viva o sia stato educato. Studi sul comportamento di fratelli gemelli omozigoti ed analisi genetiche avanzate hanno portato a concludere che esistono situazioni nelle quali non si può contrastare la spinta che viene dalla natura genetica degli esseri viventi, ma che si possono trovare altrettante situazioni nelle quali la cultura, l'educazione o l'ambiente possono cambiare drasticamente la situazione.

I favolisti hanno preso posizione in questa contrapposizione dialettica: nella favola della rana e dello scorpione si racconta di come lo scorpione chiese alla rana di essere traghettato attraverso un ruscello, del timore che la rana gli rappresentò nell'accettare di aiutarlo, sebbene sapesse che la natura dello scorpione sia quella di uccidere le rane. La rana aveva ben fatto presente allo scorpione che pungendola a morte mentre erano nel ruscello avrebbe causata la sua stessa morte: ebbene lo scorpione non riuscì neppure ad attendere di essere in prossimità dell'altra sponda prima che il suo istinto assassino prendesse il sopravvento. Mentre morivano insieme, lo scorpione ribadisce alla rana che nulla può essere fatto per cambiare la natura degli esseri viventi: alla fine essa riesce sempre a prevalere.

Un apologo rappresenta una situazione tipo, nella quale personaggi stereotipati interagiscono in un modo standardizzato. Lo scopo di un apologo non è quello di raccontare una storia, ma di mostrare tratti comuni fra molte storie, talvolta, anche, calcando un poco i toni, esagerando i contorni, rinforzando i contrasti.

Tuttavia quelli che nella loro vita hanno già avuto modo di vivere le situazioni descritte da un certo apologo riconosceranno subito che, in generale, in esso non si esagera nel descrivere le miserie, gli eroismi, le contraddizioni che si riscontrano nei comportamenti umani: anzi molto spesso l'immaginazione è di gran lunga superata dalla realtà. Un apologo riferisce di comportamenti medi: e quindi per sua natura taglia gli estremi in un verso e nell'altro. Insomma i troppo buoni o i troppo cattivi, che pure esistono, non sono spesso ben descritti dai personaggi di un apologo, che sono pur sempre una "media pesata" delle personalità umane. Il lupo di una favola non si comporterà come un serial killer, ma solo come un miserabile approfittatore, forte con i deboli e debole

con i forti, la volpe di un'altra favola non mostrerà la furbizia luciferina mostrata da uno Stalin o di un Hitler nella loro ascesa al potere ma semplicemente la piccola astuzia alla portata di un furbacchione di medie capacità. Le favole non sono storielle pensate per far addormentare i bambini: sono, invece, proprio come la tavola Pitagorica, un utile strumento per insegnare qualcosa che servirà loro durante tutta la vita. Purtroppo qualche gruppo di miserabili volpi, arrivato ad occupare una posizione di grande potere, ha ritenuto che ai nostri bambini non si dovessero più insegnare sia le favole di Esopo che la tavola di moltiplicazione ed ha operato per raggiungere questo infelice scopo, purtroppo riuscendoci, nonostante la valida azione di tanti insegnanti seri, fin troppo spesso.

ASSIOMA

Per poche parole si è verificato lo stravolgimento radicale di significato nel passaggio dall'uso preciso in matematica all'uso corrente così come per la parola "assioma".

Nel greco ellenistico *axioma* significa *affermazione degna di considerazione oppure richiesta, che viene domandato, che viene preteso*.

Si noti anche in Erodoto il termine collegato *axiosis* che può essere tradotto *significato di una parola o di una massima*.

La ragione per cui è stata coniata la parola *axioma* è illuminante se si voglia comprendere il processo di formazione della scienza moderna: si vuole fondare ogni teoria su una base rigorosa specificando univocamente il significato dei termini che essa deve utilizzare. Alcuni termini (**che si riferiscono ai concetti derivati**) possono essere definiti a partire da altri termini: ma se si vuole evitare una regressione di definizioni all'infinito bisogna scegliere alcuni concetti come concetti primitivi.

Ma come specificare il significato delle parole che si riferiscono ai concetti primitivi? Euclide, Archimede, Eratostene e tutti gli scienziati ellenistici rispondono così: considerate tutti i concetti primitivi di una data teoria, formulate un insieme di affermazioni riguardo questi concetti primitivi che vi sembrano *degni di considerazione* (ognuna di queste affermazioni è un *assioma*) ed assumete che il complesso di relazioni fra i concetti primitivi stabilite dagli assiomi ne caratterizza il significato.

Il procedimento ha manifestamente una natura nominalistica ed arbitraria: si può decidere di scegliere, per caratterizzare il significato di un complesso di concetti primitivi, un sistema di assiomi A oppure un sistema di assiomi B. Ad esempio si voglia specificare il significato dei concetti *punto geometrico* e *retta*. Si possono scegliere gli assiomi di Euclide, per esempio, affermando che per due punti passa una ed una sola retta. Tuttavia, si può decidere di accettare il V assioma di Euclide (per un punto esterno ad una retta passa una sola retta che non interseca la prima) oppure l'assioma di Apollonio-Riemann (tutte le rette che passano per un punto esterno ad una retta data la intersecano). Il significato dei termini punto e retta, quindi, varia a seconda di quale delle due alternative sia ritenuta degna di considerazione da chi sta definendo i considerati termini.

Questo procedimento è stato inventato in epoca ellenistica ed il suo significato è stato malinteso durante tutto il medioevo e fino alla formulazione del programma Hilbertiano sulla fondazione della matematica.

I filosofi Neo-Platonici hanno contrapposto alla visione Euclideo-Hilbertiana la credenza che il significato dei concetti primitivi sia intuitivamente comprensibile alla mente umana, che accede ad un mondo diverso da quello in cui accadono i fenomeni, mondo che è detto *mondo delle idee*. Gli assiomi sono in questa visione *affermazioni che è superfluo dimostrare perché sono (o si ritiene che siano) palesemente vere*.

Ma non vi è accordo fra le menti che formulano le Teorie su quali siano tali affermazioni palesemente vere: Mach ritiene palesemente vere affermazioni che Einstein ritiene fondatamente false, Einstein ritiene vere affermazioni che Heisenberg ritiene palesemente false, Gödel ritiene false affermazioni accettate da Hilbert e Russel.

Quindi: o si accetta una molteplicità di mondi delle idee tutti diversi oppure si accetta la visione nominalistica aristotelico-ellenistica.

Infine, chi tenti di definire assiomatico come *indiscutibile, irrefutabile* deve fare i conti con sistemi di assiomi contraddittori utilizzati in diverse teorie per descrivere fenomeni che occorrono in circostanze fisiche diverse.

B

BARALIPTON-BARBARA

Durante tutto il medioevo fra i filosofi occidentali si accese un'interessante, vivace e fruttuosa discussione. Questa discussione era incentrata sul "metodo" che doveva essere utilizzato per ottenere dei ragionamenti "consistenti", cioè dei ragionamenti che da premesse vere permettono di dedurre conseguenze vere.

Le espressioni "ragionamento consistente" e "Teoria consistente" entrano nel dibattito filosofico medioevale sicuramente dopo l'opera di Giovanni di Cornovaglia detto Pseudo Scoto, che dà la prima versione documentata del Teorema di Non-Consistenza di una Teoria, detto appunto Teorema dello Pseudo Scoto.

Si noterà che, sebbene ci sia una brusca interruzione nella nostra disponibilità delle fonti, non sembra che l'analisi dello Pseudo Scoto sia nata dal nulla. Ad esempio: lo Pseudo Scoto era stato, infatti, confuso inizialmente con Johannes Scotus Eriugena (o Erigena), che chiamato nell'anno 845 a dirigere la Scuola Palatina a Parigi, scrisse opere filosofiche tutte finalizzate a spiegare in maniera razionale i fenomeni naturali. La scuola di logica medioevale ebbe moltissimi esponenti, e quasi tutti esperti traduttori dal greco. Viene da pensare che la logica sia stata tanto coltivata durante il medioevo semplicemente perché, com'è ovvio, ogni testo greco che volesse

cominciare ad esporre la visione razionalistica e scientifica del mondo, e tale è quella sviluppata in epoca ellenistica, doveva necessariamente cominciare con la logica: purtroppo a questa disciplina finirono per limitare la loro attenzione gli studiosi medioevali, anche perché molti di loro non riuscirono a fondare scuole e generazioni di allievi che continuassero lo studio dei testi ellenistici, a causa delle continue accuse di eresia che piovevano sulla loro testa.

Si preferisce qui rimandare a Russo (2006) per una discussione delle evidenze disponibili riguardo al fatto che molti dei risultati più importanti della logica matematica erano sicuramente già stati ben capiti ed utilizzati dai matematici ellenistici, dei quali probabilmente lo Pseudo Scoto è semplicemente un epigono. Si ricorda ora solo che il suo Teorema afferma che se in una Teoria formalizzata sono dimostrabili una proposizione e contemporaneamente la sua negazione allora in questa teoria sono dimostrabili tutte le proposizioni. Conseguentemente in una Teoria la presenza di una sola contraddizione comporta la deducibilità di ogni proposizione formulabile: una Teoria che presenta una contraddizione è dunque inutilizzabile, visto che essa non riesce a discriminare, per mezzo di dimostrazioni, le proposizioni vere da quelle false.

Accertato che le contraddizioni (quelle che saranno chiamate successivamente Antinomie) devono essere tenute fuori da un discorso logicamente consistente, l'attenzione passò a stabilire quali fossero le "figure di deduzione" corrette. Queste figure non sono altro che i metodi di deduzione per passare da un insieme di proposizioni ad una nuova che ne sia una conseguenza logica. Una proposizione ottenuta per mezzo di una figura di deduzione corretta sarà sicuramente vera se tali sono le ipotesi utilizzate in partenza.

I logici medioevali avevano sicuramente accesso a testi greci nei quali queste questioni erano trattate e la loro comprensione di questi testi sicuramente non era sempre molto approfondita. Possiamo, però, attraverso quanto ci hanno tramandato questi volenterosi intermediari affermare che una parte di quello che oggi chiamiamo "Calcolo dei Predicati" era sicuramente formalizzata nelle fonti da cui hanno attinto a piene mani. Il Calcolo dei Predicati è stato esposto nel Capitolo sulla Teoria degli Insiemi, e si occupa di dare una definizione assiomatica dei termini "esiste" e "per ogni" e di collegarne il significato con quello dei concetti primitivi sviluppati nel Calcolo delle Proposizioni (discusso nel Capitolo sulla Semantica ed il Falsificazionismo). Inoltre il Calcolo dei Predicati è parte essenziale della Teoria degli Insiemi.

Fino alla sistemazione che di queste questioni è stata data in epoca moderna (dovuta sostanzialmente a Frege, Peano, Russel e Withehead), alcune delle regole corrette di deduzione logica utilizzate nel Calcolo dei Predicati, furono tramandate attraverso le regole mnemoniche tramandateci da Pietro Ispano, vissuto nella prima metà del XIII secolo.

Il lettore noterà che queste regole sono ancora utilizzate nei testi di logica in uso nei licei italiani ancora all'inizio del XX secolo (si veda ad esempio Ambrosi (1907)) e che addirittura l'autore le ha trovate esposte nelle dispense di un corso universitario attualmente impartito (che il corso di laurea fosse in Psicologia non è un'attenuante accettabile) all'Università. Inoltre quando Gramsci deve parlare (nella sua riportata lettera dal carcere, si veda il Capitolo III) di questioni complesse ma essenziali alla formazione dei giovani che frequentano "la scuola media!" sceglie proprio di parlare delle regole tramandate da Pietro Ispano. Insomma proprio mentre Bertrand Russel migliorava l'esposizione di Frege dei metodi di "ragionamento consistente" oppure, qualche anno più tardi, poco prima che von Neumann gettasse le basi del "calcolo automatico" si discuteva ancora se e quando si dovessero insegnare i fondamenti di quella parte della logica matematica inventati più di due millenni prima!

Bisognerebbe finalmente decidersi a studiare seriamente per sviluppare una Teoria della Elaborazione e Trasmissione delle Conoscenze per capire quali siano le dinamiche che governano le modalità di diffusione delle Teorie e delle Conoscenze nei gruppi umani. In questo modo si potrà finalmente capire come e quando e perché in un dato momento storico un gruppo sufficientemente rappresentativo di studiosi decida che una conoscenza merita di essere trasmessa nei corsi istituzionali finalizzati alla formazione degli intellettuali.

Il Calcolo dei Predicati, nella sua forma medioevale, sembra essere arrivata nell'insegnamento medio e medio superiore solo molti secoli dopo la sua formulazione. Inoltre quando già si conosceva una sua formulazione molto più semplice ed efficace non si discuteva della necessità di introdurre la nuova versione nell'insegnamento da impartire agli adolescenti, ma, al contrario, si doveva tentare di mantenere la versione vecchia di duemila anni, quella introdotta con tanto ritardo! Le dinamiche di accettazione delle novità culturali che si possono riscontrare nei gruppi di intellettuali umani non sembrano, alla fine, così dissimili dalle analoghe dinamiche riscontrate nei gruppi di primati superiori. Forse capire meglio perché le utilissime innovazioni introdotte dalla femmina di macaco Imo sono state accettate molto lentamente nel suo gruppo sociale (si veda quanto già raccontato al proposito nel Capitolo I) servirebbe a capire anche perché è così difficile riuscire ad introdurre novità fresche di solo qualche secolo nei corsi di insegnamento istituzionali.

Le informazioni disponibili sugli autori dei testi di logica medievale che ci sono pervenuti sono poche e confuse: di quel Pietro Ispano autore del *Tractatus* di logica più studiato di tutto il medioevo oltre al fatto che è vissuto probabilmente nella prima parte del XIII secolo, ed è stato allievo di quel Guglielmo di Shyreswood a sua volta autore della "*Introductionis in Logicam*", si sa veramente poco: nella voce *Peter of Spain* della Stanford Encyclopedia of Philosophy si mette in dubbio che il logico Pietro Ispano sia la stessa persona del Papa Giovanni XXI, come sostenuto da una certa tradizione (cui si riferisce per esempio Diego Fusaro nel documento che si trova all'indirizzo <http://www.filosofico.net/pietroispano.htm>). Viene addirittura da pensare che qualche scolaro di buona volontà, temendo che libri che si ritenevano importanti cadessero sotto la scure della censura ecclesiastica, abbia alimentato la leggenda che attribuisce ad un papa opere le più disparate dalla medicina alla teologia, dalla farmacia alla logica.

Nel testo *Summule logicales magistri Petri Hispani* sono considerati quattro tipi di proposizioni

A	Tutti gli X sono Y	(Universale Affermativa)
E	Nessun X è Y	(Universale Negativa)
I	Qualche X è Y	(Particolare Affermativa)
O	Qualche X non è Y	(Particolare Negativa)

Nella prima colonna sono elencate le vocali che “etichettano”, riga per riga, il tipo di proposizione che è esibito nella seconda colonna. Nella terza colonna appare il nome che è stato scelto per il tipo di proposizione corrispondente.

La scelta delle vocali “etichetta” è fatta nel rispetto di un’antica mnemo-tecnica, cioè di una tecnica adatta alla memorizzazione: la parola latina **Affirmo** fornisce, nell’ordine, le due vocali che caratterizzano le proposizioni affermative. La parola **nEgO** le due vocali che caratterizzano le proposizioni negative.

Si noti che quella attribuita a Guglielmo di Shyreswood è una astrazione molto utile ed importante. Le proposizioni che egli considera sono di tipo generale: in essa appaiono delle variabili logiche, le lettere X ed Y, alle quali possono essere sostituite “termini” di ogni Teoria che includa il Calcolo dei Predicati. Qui il lettore può farsi una ragione anche della scelta del nome “Calcolo dei Predicati”: infatti, ad esempio, la proposizione “Tutti gli X sono Y” *predica* per il termine X la proprietà espressa dal termine Y.

Solo dopo la lettura di Russo (2006) si riesce a non provare incredulità nello scoprire che solo alla fine dell’Ottocento (con Frege) i matematici moderni siano riusciti a dominare la logica degli enunciati predicativi meglio di quanto fatto all’inizio del Duecento.

Due esempi classici di proposizioni di tipo A sono:

- A1) Tutti gli animali sono mortali,
A2) Tutti gli uomini sono animali.

Esempi di proposizioni di tipo I sono:

- I1) Qualche animale è un uomo,
I2) Qualche animale non è un uomo.

Riconoscere che le proposizioni particolari che abbiamo appena enunciate sono casi particolari del tipo di proposizione incluso nella tabella precedente è un processo mentale elevato, che, tuttavia, Gramsci ritiene sia alla portata di un alunno della scuola media.

Ovviamente lo stesso alunno sarà d’accordo nel ritenere che se si accettano le A1) e A2) (che chiameremo premessa maggiore e premessa minore) allora si dovrà accettare la

- A3) Tutti gli uomini sono mortali.

Se una proposizione di tipo A è una premessa maggiore, se ancora una proposizione A è una premessa minore, allora la conclusione sarà anch’essa una proposizione di tipo A.

La struttura della deduzione corretta alla quale ci stiamo riferendo è la seguente:

A	Tutti gli M sono P	(Premessa maggiore)
A	Tutti gli S sono M	(Premessa minore)
A	Tutti gli S sono P	(Conclusione)

Come ricordare questo schema di deduzione? Dopo aver memorizzato le parole **Affirmo** e **nEgO**, e le tabelle corrispondenti, basta mandare a memoria la parola **bArbArA**.

Usando il formalismo che abbiamo sviluppato nel Capitolo sulla Teoria degli Insiemi la “formula”

bArbArA

è sostituita dalla formula (il cui significato è del tutto equivalente)

$$((\forall x)(M(x) \Rightarrow P(x)) \wedge (\forall x)(S(x) \Rightarrow M(x))) \Rightarrow ((\forall x)(S(x) \Rightarrow P(x)))$$

dove $M(x)$, $S(x)$ e $P(x)$ sono formule ben formate nelle quali appare la variabile x e che predicano rispettivamente le proprietà M , S e P . Un’interessante discussione sulle relazioni fra la logica moderna e quella antica si può trovare in Vax (2001) dove si prova che in realtà ben pochi perfezionamenti sono stati necessari per ottenere il moderno Calcolo dei Predicati a partire dalla logica Aristotelica.

I logici medioevali, come forse anche le loro fonti ellenistiche, sapevano bene che non tutti gli umani hanno la voglia di impegnarsi per comprendere fino in fondo questioni così astratte: quindi fanno la scelta di tramandare le loro Teorie attraverso la trasmissione non sempre consapevole di formule e schemi mnemo-tecnici. La loro speranza è che se anche il vero significato di questi schemi e di queste formule non è compreso da chi le tramanda tuttavia qualcuno, a cadenza più o meno regolare, riuscirà a decrittare la sciarada.

Questa speranza si è rivelata, purtroppo, fin troppo ottimistica visto che probabilmente solo Frege ha chiarito completamente cosa avevano realmente scritto e pensato le fonti di Guglielmo di Shyreswood. Tuttavia bisogna anche considerare che la mnemo-tecnica di cui stiamo parlando si è rivelata molto efficace nel trasmettere un messaggio importante e profondo, attraverso decine e decine di passaggi operati da studiosi quasi completamente inconsapevoli della sua portata reale. Si noterà inoltre che questo messaggio è arrivato a destinazione nonostante sia stato formulato in greco, si stato tradotto in latino e, successivamente, almeno in tutte le lingue occidentali: ed

è grande il rischio che un traduttore che non ha completamente compreso il messaggio possa scegliere in maniera molto inappropriata le parole chiave di una tecnica mnemonica. Forse è proprio questo che accadde quando fu scelta la parola **bArAlIpton** (che tra l'altro non ha mai avuto, per quanto si sappia, nessun significato in nessuna lingua mai parlata).

Il **bArAlIpton**, che uno studente presente ad una conferenza dell'autore, ed in vena di umorismo sarcastico, ha voluto confondere con un esotico tipo di tè, è un'altra forma di deduzione corretta fra quelle elencate da Pietro Ispano. La parte finale, cioè il gruppo di lettere "pton", della parola **bArAlIpton** fu probabilmente introdotto per ragioni eufoniche, ma poiché in esso appare la vocale O, che pure caratterizza un tipo di proposizione negativa, si preferì sostituirla, successivamente a Pietro Ispano, con la parola **bAmAlIp** oppure con la parola **bArbArI**.

Si noterà che anche la piccola modifica pensata per diminuire confusioni e malintesi, non infrequenti, che ha portato a sostituire la parola **bArAlIpton** con la parola **bAmAlIp**, ebbene anche questa piccola miglioria, che assolutamente non rende la Teoria più astratta o complicata, ma che anzi la rende più maneggevole, non è recepita dalla tradizione culturale che è fonte del, pur lucidissimo, Gramsci. Possiamo figurarci quanto difficile sarà introdurre effettivamente l'insegnamento del Calcolo dei Predicati nelle nostre scuole medie superiori. Un tentativo di riforma che aveva questa finalità è fallito così miseramente da far rimpiangere i tempi nei quali, al Liceo, veniva utilizzato come testo il già citato Ambrosi (1907).

Lo schema di deduzione memorizzato per mezzo della parola **bArAlIpton** è il seguente:

A	Tutti gli M sono L	(Premessa maggiore)
A	Tutti gli S sono M	(Premessa minore)
I	Qualche L è S	(Conclusione)

Un primo esempio di deduzione del tipo **bArAlIpton** è il seguente:

Tutti gli uomini sono mortali e Tutti i greci sono uomini, (*premessa maggiore e premessa minore*)

Qualche mortale è greco (*conclusione*).

Lo schema di deduzione **bArAlIpton** non è considerato generalmente corretto dalla logica moderna. La ragione è semplice e può essere facilmente compresa se si pensa al seguente altro esempio di deduzione del tipo **bArAlIpton**:

Tutti i creditori affidabili sono clienti privilegiati dalle banche (*Premessa maggiore*)

Tutti gli uomini che hanno più di cento anni e che hanno entrambi i genitori in vita sono creditori affidabili (*Premessa minore*)

Qualche cliente privilegiato dalle banche ha più di cento anni ed ha i genitori in vita (*Conclusione*).

Ovviamente la conclusione è chiaramente scorretta, pur essendo le due premesse entrambe corrette.

Il problema nasce dal fatto che la premessa minore

- è una implicazione che è corretta se, per esempio, accettiamo la seguente definizione: si dice creditore affidabile ogni uomo di più di quaranta anni che abbia entrambi i genitori in vita
- ha una ipotesi che non è verificata da nessun uomo, visto che, purtroppo, fino ad oggi nessun centenario ha raggiunto la soglia del secolo di vita avendo i genitori in vita.

Come discusso nel Capitolo I, la tavola di verità dell'implicazione deve avere il valore V anche quando l'ipotesi ha valore F e quindi l'implicazione contenuta nella premessa minore deve essere considerata corretta. Se non si può escludere *a priori* (cioè solo su basi logiche) che non possa mai esistere un uomo di cento anni che abbia i genitori in vita è tuttavia insensato ritenere di aver dimostrato che egli esista solo perché è stato pensato un sillogismo di tipo **bArAlIpton**!

È quindi evidente che un sillogismo di quest'ultimo tipo non si possa applicare senza aggiungere una qualche restrizione sulle premesse minori che possono essere usate correttamente nella figura di deduzione.

In termini del formalismo moderno presentato nel Capitolo sulla Teoria degli Insiemi la figura di deduzione **bArAlIpton** può effettivamente essere riformulata in modo da poter essere considerata corretta. Tuttavia questa rivisitazione è possibile solo considerando l'intero linguaggio formalizzato utilizzato nella Teoria di Zermelo-Fraenkel (e non solo quella sua parte che è detta Calcolo dei Predicati), visto che per rendere precisa e corretta la figura di deduzione **bArAlIpton** bisogna poter utilizzare il concetto di insieme non vuoto.

Alla formula

bArAlIpton

si deve sostituire la formula:

$$((M \subseteq L) \wedge (S \subseteq M) \wedge (S \neq \emptyset)) \Rightarrow ((\exists x)((x \in S) \wedge (x \in L))).$$

Usando il linguaggio naturale: dalle proposizioni i) tutti gli elementi di M sono elementi di L (*premessa maggiore*), ii) tutti gli elementi di S sono elementi di M ed S ha qualche elemento, cioè S è non vuoto (*premessa minore*) si deduce la proposizione iii) esiste un elemento di S che è anche elemento di L (*conclusione*).

Un lettore dotato di senso critico potrebbe dubitare che la sequenza di lettere

bArAlIpton

possa essere considerata una formula alla stessa stregua della stringa di simboli dalla Teoria degli Insiemi che abbiamo appena tradotta nel linguaggio naturale. Molti scettici ritengono impensabile che gli antichi scienziati siano arrivati "troppo avanti". Rimandando a Russo (2006) per una confutazione, molto convincente, di questa convinzione riguardo alla presunta superiorità degli scienziati moderni rispetto a quelli antichi, si invita lo scettico a consultare attentamente Vax (2001). In quest'ultimo pregevole lavoro l'attento lettore scoprirà che

anche le consonanti delle parole che rappresentano le figure di deduzione hanno un significato preciso. Quando si introduce un formalismo astratto, come sicuramente è stato quello elaborato dalle fonti di Pietro Ispano, si immagina di rivolgersi ad un pubblico di menti aperte al pensiero astratto e prive di pregiudizi. In particolare queste menti devono essere pronte ad accettare ogni definizione, a cambiare, se necessario, le proprie convenzioni nominalistiche ed il proprio punto di vista, per assumere, almeno in via provvisoria, quello di chi ha pensata la Teoria formale che viene esposta.

Insomma non si vede perché le scelte convenzionali che ci portano a voler comunicare un significato attraverso la formula

$$((M \subseteq L) \wedge (S \subseteq M) \wedge (S \neq \emptyset)) \Rightarrow ((\exists x)((x \in S) \wedge (x \in L)))$$

debbano essere aprioristicamente considerate migliori o anche solo più avanzate rispetto alle scelte convenzionali che hanno fatto esprimere lo stesso contenuto di significati con la formula

bArAlIpton

Questa presunzione di superiorità è molto simile a quella che conduce un membro di una qualche etnia umana a ritenere che tutti gli uomini di un'altra etnia gli sia inferiori.

Le due figure di deduzione di cui abbiamo diffusamente parlato sono solo un esempio di tutte quelle che sono state tramandate dai logici medioevali. La classificazione di tutte le possibili figure di deduzione corrette e la conseguente determinazione di un algoritmo di calcolo "logico" fu il sogno di tutti i logici antichi. Come attestato dai lavori di Raimondo Lullo (che ha operato nella seconda metà del XIII secolo), lo sforzo teorico che fu alla base anche dei primissimi lavori di logica fu sempre quello di sviluppare un metodo "automatico" per "calcolare" dalle ipotesi le tesi dei teoremi. Lullo, grande conoscitore della lingua araba, arrivò a tentare di progettare un sistema di dischi, divisi in settori, sovrapposti e ruotanti intorno ad un asse comune, che permettesse di rendere meccanico il ragionamento. Le idee riportate da Lullo furono, poi, ulteriormente elaborate da Leibniz, che pure coltivò il sogno di "calcolare i teoremi". Leibniz tentò di formulare un *calculus ratiocinator* e di costruire una *lingua caratteristica* cioè un sistema di simboli logici che fornisse agli scienziati la capacità di formulare Teorie predittive. La *lingua caratteristica* doveva essere un linguaggio che "forma ed ordina i segni in modo da riferire i pensieri, cioè in modo da avere tra loro (cioè tra i segni!) la relazione che i pensieri hanno tra loro". Viene da pensare che Leibniz abbia tentato di elaborare un linguaggio formalizzato simile a quello nel quale è stata formulata la Teoria degli Insiemi di Zermelo-Fraenkel.

Il sogno di Lullo, di Leibniz e di chissà quanti altri logici antichi, il sogno di costruire macchine che siano in grado di dimostrare teoremi, cioè formule ben formate che sono vere se tali sono considerati gli assiomi di una ben precisata Teoria, si sta realizzando: il lettore è invitato, ad esempio, a visitare il sito <http://us.metamath.org/mpegif/mmset.html>, nel quale si tenta di compiere una impresa veramente ambiziosa: quella di usare gli algoritmi di calcolo "logico" per dedurre dagli assiomi della Teoria degli Insiemi non solo tutti i Teoremi già dimostrati, ma anche Teoremi nuovi.

C

CRASI

La **crasi** è la contrazione di una vocale o di un dittongo alla fine di una parola con una vocale o dittongo all'inizio della parola seguente. Questa contrazione produce come risultato un'unica parola composta, il cui significato è sempre dato esattamente dalla "somma" dei significati delle parole componenti.

È un fenomeno molto comune nella lingua greca, in arabo e in portoghese.

Ne è un esempio il famoso termine, spesso ricorrente nella filosofia, *kalokagathia* (formato dalle parole *kalos* che significa "bello", *kai* che significa "e" ed *agathos* che significa "buono"). La parola, non è traducibile in italiano con una sola parola, e si riferisce alla bellezza fisica unita alla virtù, una sintesi di doti molto richiesta agli uomini ed alle donne dai canoni imposti nella società dell'epoca.

La crasi, come struttura linguistica, in quanto fondamentale per la comprensione e la traduzione di testi dal greco, è da sempre uno dei primi concetti insegnati agli studenti che si avvicinano allo studio di questa lingua.

D

DEFINIZIONE

I concetti astratti, cioè quelli che non si riferiscono ad oggetti del mondo reale, sono classificati in due tipi diversi: i concetti astratti primitivi e quelli derivati. I concetti derivati hanno un significato che è specificato attraverso le definizioni. Una definizione utilizza parole il cui significato sia già noto per specificare il significato di parole nuove: essa specifica un certo concetto collegandolo a concetti già noti. Ad esempio, nel Capitolo sulla Teoria degli Insiemi la parola "esiste", relativa ad un concetto derivato, è stata definita in termini della parola "per ogni" e della parola "non", che nella presentazione scelta, sono considerati concetti primitivi. Nei dizionari della lingua Italiana ogni parola è definita in termini di altre parole. Un attento utilizzatore di un dizionario scoprirà facilmente che le parole A e B sono definite in termini delle parole C e D, che a loro volta sono definite

in termini delle parole E ed F, che, a loro volta sono definite in termini della parola A e B. Insomma un dizionario fornisce delle catene cicliche di definizioni, che pur stabilendo delle relazioni corrette fra parole, non possono considerarsi efficaci allo scopo di specificare il significato di tutti i concetti. Ad esempio: il significato della parola apologo, viene specificato dicendo che essa significa parabola oppure favola allegorica. Una parabola è un racconto morale oppure un racconto allegorico. Un racconto allegorico è una storia metaforica oppure una storia allegorica e entrambe queste storie sono un apologo.

Catene cicliche di definizioni non possono specificare il significato di tutte le parole che sono in esse contenute e definire tutti i concetti a cui si riferiscono queste parole.

Per evitare una regressione all'infinito di definizioni nelle quali sono coinvolte infinite parole, oppure per evitare di fondare la specificazione del significato delle parole su catene cicliche di definizioni, la scuola aristotelica stabilisce il significato di gruppi di concetti primitivi per mezzo di un elenco di assiomi. Si rimanda il lettore al Capitolo sulla Teoria degli Insiemi ed alle voci Assioma e Teoria.

DITTATORE/TIRANNO

Dal latino *Dictator* da *Dictare* che rafforza *Dicere* per significare *dire o comandare*. Il verbo *Dicere* è anche la radice da dove si formò la parola *Dictum* che si traduce in *comando ordine* (si pensi anche al verbo Dettare).

Il dittatore era il "magistrato sovrano" e rappresenta una figura caratteristica dell'assetto costituzionale dell'antica repubblica romana. Il dittatore era eletto per un tempo determinato nei momenti di grave pericolo per la repubblica ed aveva potestà illimitata sia in guerra che in pace. Secondo alcune fonti era chiamato così perché ciò che dettava, cioè ordinava, era legge. Questa ricostruzione etimologica, come sarà detto fra breve, non è unanimemente accettata: inoltre, seguendo una visione delle istituzioni romane imposta da Theodor Mommsen, talvolta si afferma che la dittatura fosse una magistratura straordinaria, ma in questo modo s'introduce una distinzione fra magistrature ordinarie e magistrature straordinarie che è assolutamente estranea alle fonti. D'altro canto altri dubitano, addirittura, che la dittatura possa qualificarsi come una magistratura, perché questo istituto difetterebbe di due caratteristiche che taluni considerano essenziali delle magistrature romane, e cioè la collegialità e l'elettività: ma anche queste considerazioni sembrano del tutto arbitrarie e sono anch'esse assenti in tutte le fonti.

È, invece, molto probabile che nel diritto romano fosse acquisita la duplice necessità di individuare specificamente e con grande precisione le fattispecie nelle quali era consentito nominare un dittatore e di limitare in maniera certa le sue prerogative ed i suoi poteri. Sembrerebbe che la costituzione della repubblica, nell'antica Roma, prendendo atto del fatto che in molte situazioni in democrazia è inevitabile il ricorso ad un dittatore, cercasse di regolarne la nomina e le funzioni, soprattutto limitando in maniera tassativa la durata dei suoi poteri speciali.

Si elenca qui quanto si conosce per certo dell'istituto giuridico della dittatura repubblicana nell'antica Roma:

1. Il dittatore non aveva alcun collega, e nominava come proprio aiutante il *magister equitum* (comandante della cavalleria).
2. Inoltre, il dittatore, diversamente da quanto accadeva per tutti gli altri magistrati, non veniva eletto dalle assemblee popolari, ma veniva *dictus*, cioè nominato, da uno dei consoli, di concerto con l'altro console e con il senato. Il rituale prevedeva la nomina di notte, in silenzio, con il nominato rivolto verso oriente, ed in territorio romano. Cicerone e Varrone ricollegano esplicitamente l'etimologia del termine a questa particolare procedura di nomina.
3. È probabile che il dittatore fosse l'antico comandante della fanteria, il *magister populi*, e questo spiegherebbe l'antico divieto, per lui, di montare a cavallo.
4. Alla dittatura si faceva ricorso solamente in casi straordinari (quale un impedimento grave ad operare del console che lo nominava), e il dittatore durava in carica fino a quando non avesse svolto i compiti per i quali era stato nominato, e comunque non più di sei mesi; inoltre il dittatore usciva dalla propria carica una volta scaduto l'anno di carica del console che lo aveva nominato.
5. Il dittatore era dotato di *summum imperium*, e cumulava in sé il potere dei due consoli; per questa ragione era accompagnato da ventiquattro littori (ogni console era accompagnato da dodici littori). Inoltre non era soggetto al limite della *provocatio ad populum* e per questo i suoi littori giravano anche all'interno della città di Roma con le scuri inserite nei fasci. Tutti gli altri magistrati erano a lui subordinati.

Alla dittatura i Romani facevano ricorso in situazioni di emergenza ed in ogni circostanza nella quale una decisione doveva essere necessariamente presa:

1. per sedare una rivolta (*dictator seditionis sedandae causa*)
2. per governare lo Stato in situazioni di difficoltà (*dictator rei gerundae causa*).
3. per convocare i *comitia* per le elezioni (*comitorum habendorum causa*)
4. per piantare il *clavus annalis*, il chiodo annuale, nella parete del tempio di Giove, utile ai fini del computo calendariale degli anni (*clavi figendi causa*)
5. per determinare le festività (*feriarum constituendarum causa*)
6. per officiare i giochi pubblici (*ludorum faciendorum causa*)
7. per tenere determinate processi (*quaestionibus exercendis*)
8. per nominare nuovi senatori ai posti che si erano resi vacanti nel Senato (*legendo senatui*).

Alla tradizione giuridica romana hanno fatto riferimento molti legislatori, statisti ed uomini politici che, in epoche successive, hanno dovuto gestire situazioni di emergenza. Si noter  che il diritto romano ha tentato di circoscrivere nel modo pi  preciso possibile il ruolo ed i compiti del dittatore: un ammirevole tentativo di impedire abusi e colpi di mano compiuto da costituzionalisti che si rendevano conto dell'enorme vantaggio che la repubblica traeva dalla possibilit  di nominarne uno nei momenti critici.

I pi  noti *dictatores rei gerundae causa* furono Cincinnato e Fabio Massimo (durante la seconda guerra punica).

In seguito alle lotte tra Gaio Mario e Lucio Cornelio Silla, questi marci  su Roma e si fece eleggere dai comizi, su proposta dell'*interrex* Valerio, *dictator rei publicae constituendae causa et legibus scribundis*. Questa nuova dittatura non corrispondeva a quella tradizionale, visto che non aveva alcun limite temporale e non era basata su una *dictio*. Silla tenne questa carica per anni prima di abdicare volontariamente e ritirarsi dalla vita pubblica.   molto suggestiva l'analogia fra la condotta politica di Silla e quella, tenuta molti anni dopo, da De Gaulle. In presenza di quella che De Gaulle defin  una "dittatura parlamentare" (cio  di un assetto istituzionale per il quale il potere di veto delle minoranze parlamentari, in un parlamento estremamente frazionato, paralizza ogni possibilit  di azione dell'esecutivo, condanna i governi all'instabilit  e genera una politica caotica) De Gaulle assume il ruolo di primo ministro della Quarta Repubblica proprio con il compito specifico di promuovere il cambiamento della Costituzione (diventa primo ministro *rei publicae constituendae causa et legibus scribundis*). Con azioni decise (ed al limite della legalit  repubblicana) riesce a riformare completamente le istituzioni arrivando al perfezionamento della Costituzione della Quinta Repubblica, utilizzando in maniera efficace e ripetutamente l'istituto del Referendum popolare. Resosi conto dell'esaurimento del suo ruolo riformatore, si dimise dall'ufficio di presidente della Repubblica, prima dello scadere del suo mandato.

Giulio Cesare modific  la dittatura *rei gerundae causa* portandone la durata ad un anno completo. Fu nominato *dictator rei gerundae causa* per l'anno 46 a.C. e poi fu designato per nove volte consecutive a questa carica annuale, diventando, di fatto, dittatore per dieci anni. Nel 36 a.C. il Senato vot  per nominarlo *dictator perpetuus* (dittatore perpetuo).

Fu proprio l'uso che ne fece Cesare che cominci  a squalificare l'istituto della dittatura ed a far assumere un significato negativo alla parola. Dopo l'assassinio di Cesare alle Idi di marzo, il suo collega console Marco Antonio fece approvare una *lex Antonia* che abol  la dittatura e la espunse dalla costituzione repubblicana. La carica fu in seguito offerta ad Augusto, che prudentemente rifiut  ed opt , invece, per la potest  tribunitia e per l'*imperium* console senza detenere nessuna altra carica che quella di *pontifex maximus* e di *princeps senatus*. In questo modo Augusto assunse un ruolo politico che sicuramente includeva le funzioni di dittatore senza, per , doverne tenere il titolo che era stato troppo screditato.

In italiano, dittatore ed il suo derivato dittatura sono termini colti: ripresi dal linguaggio giuridico della latinit  tra il Due e il Trecento, entrarono nella nostra lingua con le prime traduzioni dei testi latini. Le parole dittatore e dittatura, ancora di pi  in quell'epoca, hanno assunto via via sempre pi  un significato negativo, sempre pi  legato a quello della parola tirannia. Come scrive Machiavelli "il primo tiranno che fosse in quella citt , la comand  sotto titolo dittatorio".

Ma un uso attento dei termini dovrebbe imporre una necessaria distinzione fra concetti che   utile tenere distinti: un dittatore non   un tiranno. Questa parola deriva dal Latino *tyrannus*, che a sua volta deriva dal greco τϱαννος *tiranno* il cui significato   esattamente "colui che detiene il poter in maniera illegittima". E come abbiamo visto sia Cesare, che Silla e, pi  recentemente De Gaulle, hanno raggiunto la posizione di dittatore in maniera perfettamente legittima. Silla e De Galle hanno, pure, saputo cedere il loro potere quando il loro ruolo riformatore era terminato.

Tuttavia le parole "Dittatura, dittatorio, dittatore" si affermano nel tempo con un valore quasi esclusivamente negativo, e non solamente nell'ambito della politica: nel Settecento, ad esempio, si utilizzava dittatorio con il significato di dispotico, autoritario. Con la diffusione delle idee democratiche nel periodo delle rivoluzioni moderne, dittatura passa a indicare una forma di governo caratterizzata dalla concentrazione del potere in una sola persona.

Ma la figura del dittatore ha continuato ad avere molte funzioni positive: ad esempio, durante la fase principale dell'unificazione italiana, tra il 1859 e il 1860. In quel periodo, infatti, alcuni patrioti, e in particolare Garibaldi nel Regno delle Due Sicilie, assunsero il titolo di dittatore in nome del re Vittorio Emanuele II e in attesa dell'annessione.

Purtroppo pi  spesso, il potere dittatoriale, assunto per fare fronte a situazioni di reale pericolo per la democrazia e per risolvere problemi reali e gravi,   stato esercitato in modo tirannico e antidemocratico, facendo leva non soltanto sull'apparato militare, ma anche talvolta sull'appoggio delle masse popolari, ottenuto con una propaganda demagogica e per mezzo dell'istituzione di un partito unico a cui hanno dovuto aderire tutti i cittadini che volessero avere un qualche ruolo pubblico. Il Novecento ha conosciuto molte dittature di questo tipo nefasto, come quella fascista, quella staliniana e soprattutto la dittatura hitleriana, che hanno causato enormi sofferenze ai popoli d'Europa. Si noti che sia Mussolini che Hitler arrivarono al potere in maniera del tutto legale e che solo dopo aver raggiunto il vertice della struttura politica delle democrazie che volevano distruggere solo allora operarono quella serie di colpi di mano che li avrebbe trasformati in tiranni.

Uno studio approfondito delle dinamiche sociali che portano una democrazia ad affidarsi ad un dittatore (nel senso della definizione data da Arrow) potr  (ed in questo sembra ragionevole accettare, ancora una volta, come realizzabili le visioni di Asimov) mettere in luce le differenze fra la Francia della fine della Quarta Repubblica e l'Italia dei Notabili (inizio anni venti) o la Germania della Repubblica di Weimar. Si potranno, una volta elaborata una Teoria sufficientemente predittiva, tentare di istituire meccanismi costituzionali che regolino le modalit  di selezione di un dittatore, che come mostrato da Arrow in certe situazioni   assolutamente necessario,

ed il processo della sua destituzione, quando il suo compito si è esaurito. Tali meccanismi dovrebbero essere sufficientemente stabili da resistere all'azione di personaggi come Hitler e Mussolini: purtroppo non tutti i dittatori sono così saggi da riuscire a comportarsi come Silla, De Gaulle o Garibaldi.

E

ENERGIA

F

G

H

I

ISOPERIMETRICO, PROBLEMA

L

M

MATEMATICA

Facciamo parlare un'antica fonte (quella più antica trovata dall'autore): Anatolio, vescovo di Laodicea circa nel 280 D.C., citato da Erone (*Heron, Definitions, ed. Heiberg 160,8-162,2*). La traduzione dal greco è quella di Ivor Thomas per la Loeb Classical Library.

“Perché la matematica è chiamata così? I Peripatetici dicono che la retorica, la poesia e l'intera musica popolare (cioè il cantare e suonare come opposto allo studio matematico degli intervalli musicali; nota di Thomas) possono essere comprese senza nessun corso d'istruzione, ma che nessuno può acquisire alcuna conoscenza degli argomenti chiamati con il nome speciale “matematica” senza che egli sia passato attraverso un corso di istruzione ad essi; e, per questa ragione, lo studio di questi argomenti fu chiamato matematica (*La parola greca máthema dalla forma verbale matheîn significa, in primo luogo, “quello che è imparato”. In Platone essa è usata nel senso generale riferendosi ad ogni soggetto di studio o istruzione, tuttavia con una tendenza a restringerne l'uso per riferirsi agli studi ora chiamati matematica. Al tempo di Aristotele questa restrizione si affermò definitivamente; nota di Thomas.*)”

In conclusione si può affermare che nella tradizione scientifica Ellenistica la parola *matematica* è usata con il significato di *conoscenza che per essere compresa richiede un corso di istruzione*.

I Pitagorici usano “matematico” come sinonimo di “iniziato alla conoscenza” o se si preferisce di “scienziato”. Nel greco di Platone si definisce “il matematico” come “colui che desidera apprendere”.

È veramente interessante notare (si veda la voce *mathánō* nello Chantraine) che:

- 1) la forma verbale *matheîn* è quella che sembra originare nelle lingue indoeuropee tutte le varie forme derivate, e solo in greco questo gruppo di parole ha assunto dei significati vicini ai verbi “apprendere”, “imparare”;
- 2) l'evoluzione dell'uso delle forme verbali collegate a *mathánō* è veramente suggestiva: nelle fonti più antiche questo verbo significa “apprendere praticamente, apprendere per esperienza, apprendere a conoscere, apprendere a fare”; successivamente il significato diventa semplicemente “comprendere”; poi genera le parole *máthos=conoscenza*, *philomathēs=amante dello studio- studioso*, *amathēs=ignorante*, *máthēma=quello che è insegnato*, *mathētikos=studioso*, *mathēteía=insegnamento*; infine si arriva alla espressione *tà mathēmata=le matematiche* attribuita all'uomo politico e meccanico del IV secolo A.C. Archyta di Taranto.

Nel Dizionario De Mauro della lingua italiana si trovano le voci:

matematica: scienza razionale deduttiva che studia gli enti numerici e geometrici, le loro proprietà e le loro relazioni

matematicamente: **1** per mezzo di procedimenti o calcoli matematici **2** senza possibilità di errore, con assoluta certezza

matematicheggiare: utilizzare criteri o metodi matematici in modo acritico o semplicistico

matematicismo: dottrina che individua nella matematica il principale strumento di conoscenza e di approfondimento della realtà

matematicizzare: esprimere in termini matematici.

Che l'uso corrente, nelle lingue moderne, della parola matematica sia veramente limitativa è una delle tesi principali di questo saggio. Ma citiamo ancora un'antica fonte, la cui argomentazione, dopo circa duemilaquattrocento anni, è ancora validissima (Il lettore potrà meravigliarsi nello scoprire come le antiche parole di un intellettuale della Magna Grecia risuonino ancora sulle labbra dei suoi moderni epigoni leggendo, ad esempio, il bel saggio divulgativo di Barrow (1992)).

Dal libro "Sulle matematiche" di Archyta di Taranto come citato da Porphyry nel suo "Commentari sulle Armoniche di Tolomeo" ed. Wallis, *Opera Mathematica* (pag. 5 Vol. I del Loeb Greek Mathematical Works):

"I matematici mi sembrano essere giunti alla vera conoscenza, e non è sorprendente che essi correttamente concepiscano la natura di ciascuna cosa individuale. Infatti, avendo raggiunto la vera conoscenza circa la natura dell'universo come un tutto essi debbono necessariamente vedere nella giusta luce anche la natura di ciascuna sua parte. In questo modo essi ci hanno messo a disposizione una chiara conoscenza circa le velocità delle stelle, e del loro sorgere e tramontare, e pure circa la geometria, l'aritmetica, la sferica (cioè, come chiarito da Heath (1921), *la geometria sferica applicata all'astronomia*) e, non ultima, la musica: perché queste discipline di studio appaiono essere sorelle".

Un'altra delle tesi di questo saggio è che la matematica debba essere considerata una delle discipline di base nell'educazione di tutte le giovani menti, indipendentemente dal tipo di lavoro per il quale mostrino inclinazione. Anche questa tesi è condivisa da un grande intellettuale del IV secolo A.C., che passò molto tempo nei maggiori centri culturali della Magna Grecia.

Da "La Repubblica" di Platone (adattata dalla pag. 256 della traduzione di Gabrieli):

"Alcune cose sono sollecitatrici dell'intelligenza e altre no (...) Ma la *logistikē* e l'aritmetica vertono sul numero (..) e queste cose risultano adduttrici a verità (..) saranno dunque delle discipline che noi cerchiamo (*per educare i giovani.*) Al guerriero infatti bisogna far apprendere queste cose per le militari ordinanze ed al filosofo per il fatto che deve cogliere l'essere spogliandosi del contingente (..) Dunque (..) questa disciplina sarà conveniente stabilirla per legge e persuadere nella città i futuri partecipi dei sommi uffici ad indirizzarsi alla *logistikē* ed a occuparsene (..) sino a che non giungano col puro intelletto alla contemplazione della natura dei numeri, non studiandola come mercanti (..) in grazia del vendere e comprare (..) ma per facilitare la conversione della mente stessa dal contingente alla verità ed all'essere (..) Ed intendo dire della disciplina dei matematici e di come essa sia alta e sotto più riguardi a noi utile per ciò che vogliamo, solo che uno la coltivi allo scopo di conoscere e non di trafficare (..) Vedi dunque che rischia esser per noi necessaria questa disciplina, visto che appare come costringente la mente a far uso della pura intelligenza per giungere alla pura verità? (..) E che? Non hai già notato come le persone per natura adatte al calcolo (*logico*) nascono (..) acute in tutte le discipline e che i tardi stessi, quando in ciò siano educati e si esercitino, anche se non ne ricavano altro giovamento, pur progrediscono tutti a diventare più acuti di quanto essi stessi non fossero prima?"

Opinione dell'autore è che la parola greca *logistikē* debba essere tradotta con l'espressione *logica matematica*.

MECCANICA

Si è tratta ispirazione, nel redigere questa voce, dalle voci che riportiamo parzialmente dal Liddel-Scott Lexicon o dal Chantaine Dictionnaire.

Si comincia dal verbo greco *Mechanòmai* che si traduce *in realizzare per mezzo dell'ingegno*. Successivamente si trovano: *Mechanè* che è ogni mezzo o apparecchio artificiale per fare qualcosa.

In particolare: elevatore, gru, sistema per montare un ponte di barche, pompe o sistema per irrigazione, presse ad olio, macchine da guerra o teatrali, mezzo per combattere le malattie o di protezione.

Si trovano poi le voci:

Mechanários = Ingegnere

Ta mechanicà = scienza delle macchine

Mechanikòs = che o chi usa l'ingegno per risolvere problemi

Mechanourghia = la tecnica di costruzione delle macchine.

Mechànoma = gru semovente.

E molte altre.

Una certa storiografia anglosassone è riuscita a propagare la favola di una cultura greca incline alla teoria ma che rifugge la pratica, pratica che invece sarebbe stata coltivata dai romani. Si dovrebbe chiedere agli inventori di questa favola come mai una cultura che non vuole immischiarsi nelle applicazioni tecnologiche delle Teorie che produce abbia, però, bisogno di una così grande dovizia di termini tecnici.

Probabilmente questa favola è nata da una lettura superficiale della commedia *Le Nuvole* di Aristofane, dove si deride un filosofo distratto, tutto dedito alle sue Teorie e del tutto incapace di organizzare gli aspetti minuti della sua vita quotidiana.

Purtroppo spesso, anche nella nostra società iper-tecnologica, lo stereotipo del matematico è esattamente corrispondente a quello descritto da Aristofane.

In realtà la pratica è sempre figlia della teoria. La visione teorica della conoscenza, propria dell'ellenismo, ha permesso la nascita de "ta mechanicà" che a sua volta ha dato enorme impulso alla *téchne* e quindi allo sviluppo economico degli stati ellenistici, che, inglobati nell'impero romano, ne sono stati il motore industriale.

Da “l’ordine degli studi della scuola di Meccanica di Erone d’Alessandria” si ha la conferma definitiva: La Meccanica ellenista (in greco *Mechanica* è plurale) coincide con le moderne Scienze dell’Ingegneria.

La meccanica come scienza del moto dei corpi è la prima teoria fisica ad assumere una forma Euclidea, rigorosamente assiomatica, con i lavori di Archimede. Grazie all’uso predittivo della matematica le teorie meccaniche hanno permesso la progettazione di congegni molto sofisticati e sono state la base di filosofie unificanti per la descrizione dell’Universo (come il Meccanicismo di Laplace). E per Leonardo, grande estimatore della scienza ellenistica, *La meccanica è il paradiso delle scienze matematiche*.

Molte nuove teorie, tecniche e macchine sono state inventate dal rinascimento. Per affermare la loro originalità al cospetto degli antichi (che sentivano superiori) gli scienziati moderni hanno voluto limitare il nome meccanica alle teorie già note ed hanno introdotto nomi nuovi (elettromagnetismo, elettronica, aeronautica, astronautica, informatica e telecomunicazioni) per le teorie e le tecniche nuove.

Ed anche la parola macchina è stata limitata agli apparati tecnologici concepiti con le teorie antiche: sebbene Archimede avrebbe chiamato macchina anche una valvola, un transistor, una antenna, un telefono o un televisore, i moderni non lo fanno sempre.

Nella deriva dei significati un meccanico oramai spesso non è neppure un ingegnere con una particolare qualificazione, ma soltanto un operaio specializzato.

Ma quando si vuole essere veramente seri, il nobile significato antico viene riutilizzato: La Meccanica Quantistica è la base teorica dell’Elettronica, La Meccanica delle Strutture della Tecnica delle Costruzioni, La Meccanica dei Fluidi dell’Idraulica, La Meccanica Statistica della Gasdinamica, La Meccanica Relativista della Cosmologia. Inoltre nella Teoria degli automi, in Informatica o nella Teoria della Computabilità si parla di Macchina di Turing o Macchina di von Neumann.

N

O

OSSIMORO

Accostamento di parole che hanno significati contraddittori. Ad esempio le espressioni: *Dotta ignoranza, Caos calmo, Un giovane anziano, Un onesto delinquente, Brivido caldo, Urlo silenzioso, Disgustoso piacere* sono chiaramente degli ossimori.

L’accostamento è pensato per creare un’impressione paradossale.

Qualche volta dichiarando che una data espressione è un ossimoro si sottintende sarcasticamente un giudizio. Ad esempio dire che: *politico onesto*, oppure *ragazza per bene*, oppure *uomo affidabile* sono ossimori significa dire rispettivamente che nessun politico è onesto, che tutte le ragazze sono leggere oppure che tutti gli uomini sono inaffidabili.

L’effetto di un ossimoro sull’immaginazione dell’ascoltatore o del lettore può essere veramente grande. Bisognerebbe indagare a fondo sulle ragioni psicologiche per le quali antinomie, paradossi ed ossimori riescono ad affascinare tanto la mente umana: la nostra comprensione dei meccanismi di funzionamento del nostro cervello aumenterebbe enormemente.

La parola **ossimoro** (pronunciabile tanto *ossimòro*, seguendo l’accentazione latina, quanto *ossimoro*, se si preferisce ritenere quella greca) deriva dal greco $\sigma\upsilon\mu\omega\rho\omicron\nu$, composto da $\sigma\upsilon\zeta$ «acuto» e $\mu\omega\rho\omicron\varsigma$ «sciocco»).

In epoca ellenistica le scuole di retorica cercarono di stabilire quali fossero i metodi migliori per bene impressionare gli ascoltatori di una orazione. Anche basandosi sull’esperienza accumulata in secoli di esercizio di democrazia stabilirono una classificazione delle tecniche da utilizzare nei discorsi pubblici e tentarono una descrizione dei loro effetti.

L’utilizzo di un ossimoro permette l’uso di quella che i teorici della retorica chiamarono una “figura retorica”. Con questa figura retorica particolare si vuole meravigliare l’ascoltatore accostando due termini in forte antitesi tra loro. Questa combinazione è scelta deliberatamente ed è pensata per creare un contrasto: quando ben concepita un ossimoro riesce ad ottenere sorprendenti effetti stilistici.

P

PRATICA/PRASSI

Le parole *pratica* e *prassi* hanno radice nella parola greca $\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\sigma\omega$.

Dallo Chantraine (1990):

$\pi\rho\acute{\alpha}\sigma\sigma\omega$

nella poesia epica: “andare fino allo scopo, traversare”

in tutta la storia del greco antico: “realizzare, compiere, lavorare a, trattare un affare, praticare”

in qualche caso: “far pagare, occuparsi di”

con l’aggiunta di un opportuno avverbio: “riuscire (bene o male)”

con l’aggiunta di un qualche prefisso: “reclamare danaro, realizzare, vendicare”.

Si trovano anche:

κατα πρόσω : realizzare, compiere, ottenere;

παρα πρόσω: commettere un'illealtà, fare accessoriamente;

συν πρόσω: cooperare, aiutare;

Alcuni composti significano: fare con successo, fallire, ricercare interessi privati, rinunciare all'azione.

Si noti che in ogni caso il verbo implica lo sforzo verso un obiettivo e presenta in principio una volontà soggettiva ad agire.

Dalla lettura della voce dello Chantaine, quindi, sembra chiaro che la parola greca da cui derivano pratica e prassi avesse un significato ben determinato: *agire sotto la spinta di una volontà per raggiungere un obiettivo*.

Continuando le ricerche è facile osservare un fenomeno che pure appare, a prima vista, abbastanza strano: se in tutti i dizionari enciclopedici si trova la voce *teoria* è invece molto raro che si trovi la voce *pratica*.

D'altro canto una ricerca compiuta con Google alle ore 16.59 del 30 Marzo 2008 ha trovato ben **239.000** (si noti bene: nella sola lingua italiana!) documenti nei quali comparisse esattamente l'espressione "Teoria e pratica". Un'analogha richiesta con l'espressione "theory and practice" ha trovato **8.560.000** documenti e con l'espressione "Théorie et pratique" **265.000** documenti.

Anche *Wikipedia*, l'*enciclopedia libera* ha, in tutte le lingue, una ricca ed approfondita voce "teoria". Dalla lettura di queste voci si evince che ogni epoca storica, a partire dal V secolo a.C., è stata testimone di una profonda, accesa e rigorosa analisi di una attività, appunto quella del *teorizzare*, alla quale la cultura occidentale ha, in modo speciale, dato sempre grande importanza.

Sorprendentemente la voce "pratica" non appare in *Wikipedia* né in italiano, né in francese né in inglese (ma neppure in molti altri dizionari o enciclopedie).

In inglese la voce "practice" in *Wikipedia* si limita a considerare un significato della parola molto ristretto: Practice (learning method), a method of learning by repetition.

Questo fenomeno è tanto più strano quanto comune è la presunzione di molti (anche persone che si considerano degli intellettuali) di poter fare a meno della teoria quando devono *veramente* risolvere un problema, visto che i problemi si risolvono con *la pratica*.

Tuttavia cosa sia questa *pratica*, alla fine, non è dato sapere.

Molte persone pratiche (e quasi tutti gli ingegneri professionisti), si irritano (e per questo assumono un atteggiamento irritante) quando si chiede loro di precisare meglio in cosa la pratica differisca dalla teoria. I *praticoni* o meglio i *praticisti* (ci sia concesso di coniare un neologismo) dichiarano che, in fondo, anche i loro stessi studi teorici si sono rivelati fundamentalmente inutili e che loro, in realtà, si affidano alla *pratica*. È veramente strano che "la pratica" cioè uno strumento che viene così diffusamente ritenuto molto potente per la soluzione dei problemi non sia passato sotto la lente investigativa di intere generazioni di filosofi e scienziati, che, invece, hanno preferito perdere tantissimo tempo a discutere su cosa sia una teoria.

Forse, per i *praticisti*, questa preferenza dei filosofi e degli scienziati è dovuta al fatto che questi ultimi non sono abbastanza pratici (cioè lucidi e attenti al risultato) e, non potendo far altro, perdono, invece, tempo con inutili teorie. In particolare i *praticisti* ritengono che la MetaTeoria, cioè la Teoria che studia come si costruiscono le altre Teorie, è probabilmente poco pratica o forse essi ritengono che, in realtà, le persone che veramente fanno le Teorie le sviluppano utilizzando metodi MetaPratici.

In fondo, però, ci troviamo di fronte ad un dato di fatto ovvio e la questione ha una spiegazione ancora più semplice: le "persone pratiche", usando l'appellativo che i *praticisti* riservano a loro stessi, non hanno tempo da perdere e quindi, in particolare, non sprecano tempo per spiegare agli altri che cosa stanno facendo e perché.

La domanda nasce, però, naturale: ma le persone pratiche fanno in realtà cosa stanno facendo?

Alla domanda di "perché?" stanno facendo qualcosa in un dato modo si ottiene invariabilmente questa risposta: *lo faccio così perché si fa così!*

Entrambe sono risposte che, ai più, appaiono molto profonde!

Molti *praticisti*, addirittura!, si auto-flagellano dichiarando di essere costretti a studiare qualche Teoria perché a loro non è stato concesso quel raro dono che conduce il vero uomo pratico verso la buona soluzione, cioè verso la soluzione *pratica*, dei problemi. Questi praticisti infelici invidiano le vere persone pratiche, cioè quei benefattori dell'umanità che, sacerdoti del credo della praticità, riescono, attraverso congetture e visioni, a divinare le buone procedure per fare *veramente* le cose *in pratica*. Ed i poveri praticisti infelici si rassegnano allo studio di una qualche teoria perché ammettono di essere poco dotati come indovini.

Le più teoriche fra le persone pratiche dicono, quando sono in vena di elucubrazioni profonde, che: *si fa così perché questo dicono di fare i miei calcoli*. Oppure: *questo è vero perché così dicono i miei calcoli*. Tuttavia, se si chiedono maggiori dettagli riguardo al significato di questi misteriosi calcoli, si ottengono le stesse spiegazioni che si possono ottenere chiedendo lumi ad un astrologo.

Generalmente, da giovani, i praticisti hanno tentato di approfondire qualcuna delle teorie di maggior successo nel campo di studi che hanno scelto. Successivamente, però, invece di accettare il fatto che queste teorie sono fuori dalla loro portata, preferiscono credere che le teorie siano, in fondo, inutili e che loro, più acuti di tanti altri, sono riusciti a capire l'inganno: l'unico modo per accedere alla realtà fisica è la *pratica* mentre la teoria o è una completa truffa oppure, al più, può fornire solo una spiegazione *a posteriori* delle evidenze osservate.

Spesso si cerca di utilizzare due concetti un po' più evoluti rispetto a quello espresso dall'aggettivo "pratico" quando riferito al sostantivo "metodo": questi concetti sono espressi dagli aggettivi "ingegneristico" e "fisico". Questi ultimi concetti sono stati elaborati e diffusi da quelli che possiamo chiamare i "praticisti teorici" (espressione che a molti praticisti sembra un ossimoro).

Costoro sono praticisti infelici che sentendo di star spendendo la vita inseguendo inutili Teorie, e riconoscendo di non saper praticare veramente la pratica, tentano di dare un senso alla loro vita elaborando una filosofia praticista. Questa filosofia, contrastando quella che al loro intelletto incapace di astrazione appare come una pericolosa deriva verso le Teorie, vuole difendere e diffondere la visione praticista della conoscenza.

I Praticisti Teorici hanno elaborato una filosofia pratica, che potremmo chiamare **praticismo**.

I fondamenti concettuali del praticismo sono semplici e possono essere così riassunti:

- *Le cose si fanno come si fanno.*
- *Chi sa fa e chi non sa insegna.*
- *L'esperienza pratica è molto più efficace di una elucubrazione teorica.*
- *Tutte le Teorie sono elucubrazioni teoriche.*
- *La matematica non potrà mai descrivere fenomeni veramente complessi, che, in definitiva, sono gli unici che ci interessano veramente: i modelli matematici servono, al più, a descrivere fenomeni semplici di nessuna importanza pratica.*
- *Un professore di ingegneria (o medicina) è meno capace di un ingegnere (o di un primario ospedaliero), un ingegnere (un primario ospedaliero) è meno capace di un perito (di un assistente ospedaliero), un perito (un assistente ospedaliero) è meno capace di un carpentiere (di un infermiere). Solo un carpentiere (o un infermiere) sa, praticamente, quello che sta facendo.*
- *Molte Teorie hanno fallito (seguono esempi di ponti caduti, di malati morti sotto i ferri o avvelenati da presunte medicine, di esperimenti che si sono rivelati falsati in buona o in cattiva fede, ed una lunga lista di previsioni, formulate in varie situazioni e dalle Teorie più disparate, che non si sono verificate) quindi tutte le Teorie sono inutili.*
- *La filosofia della Scienza, in particolare il falsificazionismo di Popper e Lakatos, ed in generale tutta la Teoria della Conoscenza elaborata dai filosofi occidentali, è un grande inganno: non è possibile discutere delle modalità con le quali le Teorie sono elaborate e poi confrontate con la realtà per mezzo di esperimenti. Infatti, le Teorie sono tutte inutili.*
- *L'unico professionista che deve essere veramente preciso nella pratica professionale è il farmacista: gli altri professionisti imparano praticamente che le approssimazioni sono utili.*
- *Tutti i risultati resi possibili dalla tecnologia moderna sono stati ottenuti PRATICAMENTE, usando il senso fisico o le capacità ingegneristiche di un uomo particolarmente dotato.*
- *Tutte le formule (perché alcune "formule pratiche" sono utilizzate anche dai praticisti) che si sono rivelate utili nella pratica sono state elaborate seguendo un metodo fisico oppure un metodo ingegneristico.*
- *Chi dice di sapere come fare le cose non è una persona seria, perché chi sa fare qualcosa non ne discorre ma la fa.*

All'ultima affermazione si potrebbe rispondere che, in pratica, il praticismo predica l'abolizione del linguaggio come strumento di trasmissione dell'informazione: posizione così estrema che forse non sarebbe condivisa neppure dallo scimpanzé Washoe.

Quando qualche praticista cerca di argomentare dicendo che una qualche affermazione è stata provata usando un metodo "ingegneristico" o, ancora peggio, "fisico" allora si può essere sicuri che questa affermazione è stata capita da chi la formula proprio come un astrologo capisce le modalità con le quali il pianeta Venere influenza la vita sentimentale dei nati sotto il segno del Leone.

Ovviamente, spesso, le fonti di chi usa il *senso fisico* o un qualche *metodo ingegneristico* sono molto buone e, in questo caso, le affermazioni riportate possono anche essere piene di informazioni attendibili: ma si sia sicuri che questo si verifica solo perché in origine queste affermazioni sono state formulate alla luce di una Teoria predittiva. In realtà un praticista impara, con un enorme sforzo di memoria, un risultato che è stato capito, dimostrato ed utilizzato con successo da altri. Tuttavia, non potendo spiegare in maniera sensata le ragioni per le quali tale risultato merita tanta attenzione intellettuale, il praticista invoca "il senso fisico", "la pratica" oppure "ragioni ingegneristiche" per giustificare, ai suoi propri occhi ed a quelli degli altri, lo sforzo di mandare a memoria quella serie di parole che ha trovate scritte in un testo importante.

Ovviamente i praticisti scelgono le loro fonti completamente a caso, e quindi non si può sempre essere sicuri che queste fonti siano, alla fine, attendibili.

Guai a chiedere ad un *praticista* la dimostrazione di un teorema matematico: vi risponderà invariabilmente che la tesi è vera per ragioni fisiche (oppure perché ingegneristicamente è stato provato così!).

Per tentare comunque di rendere conto del significato che correntemente viene dato alla parola *pratica* facciamo qui di seguito un collage di voci tratte da alcuni dizionari aggiungendo talvolta qualche commento.

Dal *De Mauro*:

Prassi: *Parola entrata nell'uso della lingua italiana nel 1829, dal greco práksis, derivato di prássō che può tradursi in "faccio, agisco".*

1a *attività pratica, specialmente contrapposta a quella teorica o speculativa*

Quindi, subito, si rileva che, nel senso comune, l'attività pratica è contrapposta e non è considerata conseguente all'attività speculativa.

1b *esercizio di una professione, di un'attività, di un'arte; le norme che la regolano: la p. medica, amministrativa, giudiziaria.*

Quindi, la prassi è un insieme di regole da applicare per esercitare un'attività. Sorge spontanea qui una domanda: ma se la prassi è contrapposta all'attività speculativa come sono elaborate e trasmesse da individuo ad individuo o da generazione in generazione queste regole? Risposta del praticista: **PRATICAMENTE!**

2 procedura abituale, consuetudine, in uso spec. in uffici e organi amministrativi: seguire la p., conformarsi, attenersi alla p.

Qui il senso comune comincia a chiarire come in realtà stanno le cose: la Prassi è un insieme di regole che, per consuetudine, viene applicato per fare qualcosa: è anche un modo per regolare le relazioni sociali e per questo deve essere, come tutti sanno, il più conformista ed immutabile possibile. Chi osa tentare di modificare la prassi di un ufficio ministeriale?

3 nella filosofia contemporanea, condizionamento storico ed economico esercitato dai meccanismi di produzione sull'ideologia.

Questo significato della parola "prassi" è connotato ideologicamente, essendo di chiara derivazione marxista. Qui, ancora di più, la vera natura del concetto espresso dalla parola Prassi comincia a rivelarsi. Si deve, però, notare che non solo i meccanismi di produzione condizionano l'ideologia, ma che la vita sociale dei gruppi è regolata anche da altre dinamiche, per esempio di natura biologica, che non sono collegate direttamente ai meccanismi di produzione.

Dalle voci corrispondenti del Vocabolario Etimologico della Lingua Italiana di Ottorino Pianigiani:

Pratica: dal latino *practica*, dal greco *praktiké* (sottinteso *tècnê* che significa *tecnica arte*). Uso o facilità di far qualche cosa, che si acquista col farla di frequente, sinonimo di perizia esperienza; vale anche: esercizio attuazione di una cosa e più concretamente negozio, maneggio, trattativa.

Questo significato è quello originario della parola *practica*, ed è l'unico a cui Wikipedia dedica, in lingua inglese, una qualche attenzione.

Prassi dalla voce greca *praxis* che significa propriamente il trattare affari, l'operare da *prassein*: negoziare, promuovere affari; da cui anche *praktikos*: appropriato al fare. Come significati anche: Esercizio, pratica di un'arte, specialmente in medicina.

Pratico dal latino *practicus*, dal greco *praktikós* che può tradursi in: appropriato al fare o all'operare. Pratico è uguale a "che agisce, che conduce all'azione indipendentemente da ogni speculazione teorica", sinonimo di perito, di esperto e di dotto, dai quali però si distingue perché: il dotto è versato nelle cose speculative e in quelle di semplice erudizione; il pratico conosce più intimamente; il perito conosce; l'esperto giudica; il dotto crea, ordina, dispone.

Queste due voci sono, probabilmente, rivelatrici: sembra quasi che, nel senso comune, pensare (produrre una speculazione teorica) sia un trucco per non agire. Pratico è sinonimo solo fino ad un certo punto di dotto: perché il dotto è solo erudito. Solo il pratico conosce intimamente. Questa bella visione praticista è però rovinata dalla chiusa: il dotto crea, ordina, dispone. Ci sarebbe da dire: decidiamoci! Il dotto "ci capisce o non ci capisce" di più del pratico? Non ci si può, ovviamente, aspettare che il senso comune, schizofrenico di natura, possa assumere una posizione univoca: conseguentemente i dizionari registrano questa situazione di ambiguità.

Dal De Mauro:

Pratica parola derivata dalla parola **Pratico** entrata nel l'uso della lingua italiana nel 1292

1a attività con cui si concretizza una volontà teorica, si attua una procedura: porre, mettere in p., la p. è più utile della teoria | la realtà delle cose, la concretezza della vita reale: all'intelligenza è concessa una libertà che nella p. non esiste

Qui si rappresenta fedelmente lo stato dell'uso della parola "pratica". Se si esordisce sottolineando che, precedente alla pratica, vi è una volontà teorica che con essa viene attuata, si dà subito l'esempio di espressione più utilizzata nella quale appare la parola "pratica": la pratica è più utile della teoria. Che cosa significhi questa comunissima espressione in realtà non è chiaro. Una possibile interpretazione è la seguente: è inutile spiegare come si risolvono i problemi dando tutte le ragioni teoriche che spingono a certe azioni, e bisogna invece, se si vuole essere creduti, mostrare in pratica che le considerazioni teoriche sono giuste. Questa interpretazione prende tristemente atto del fatto che molti non capiscono perché sia sempre più opportuno pensare prima di agire. Tuttavia, qualche praticista eleva la pratica al rango di attività intellettualmente rilevante per contrapporla alla teoria. Il procedere per tentativi ed errori per cercare le soluzioni ai problemi viene così considerato una attività (intellettuale?) che può avere una qualche efficacia. Che questa posizione non sia sostenibile è dimostrato da tutta la storia del pensiero umano: si ricordi qui, semplicemente, che durante tutto il medioevo, ed in particolare il periodo gotico, le chiese e le cattedrali furono costruite senza il supporto di una seria teoria e senza una preventiva progettazione, tentando soluzioni strutturali statiche sostanzialmente a caso. Ebbene le cronache sono piene di storie di crolli di strutture costruite da architetti avventati. L'ingegneria e l'architettura hanno ricominciato a progredire solo dopo che la scuola francese, dopo la Rivoluzione, ne ha rifondato le basi alla luce di solide Teorie scientifiche.

1b atto o serie di atti, specialmente determinati da un rito, una consuetudine o un'esigenza specifica: una p. lecita, illecita; pratiche tradizionali, magiche

1c procedura, prassi: una misura necessaria secondo la p. corrente, è p. consueta

2a esercizio spec. continuativo di un'attività, un mestiere: la p. del nuoto è salutare; la p. dei vizi, delle virtù

2b tirocinio professionale, apprendistato: fare p. presso un commercialista, dopo due anni di p. ha dato l'esame da procuratore

3a conoscenza o abilità nel fare qualcosa che si acquisisce con l'esperienza diretta e l'esercizio: ho acquisito una certa p. in queste faccende, non ha p. di queste cose; prendere p.: impraticarsi | conoscenza precisa e sicura di un luogo, di una città, ecc.

4 spec. al pl., iter burocratico o legale che produce una documentazione; l'atto o la documentazione prodotta da tale procedimento: avviare le pratiche per un mutuo, insabbiare, sbrigare, evadere, aggiornare una p. estens., fascicolo contenente i documenti relativi a un affare, una procedura amministrativa, ecc.: una scrivania coperta di pratiche.

Qui la parola "pratica" si avvicina nel significato alla parola "algoritmo". La pratica è rivista come un insieme di "ricette" da applicare per ottenere un risultato. Probabilmente chi ha accostato per primo la parola "pratica" alla parola "teoria" deve aver pensato esattamente così: la Teoria fornisce le ragioni per le quali le cose si fanno seguendo una certa procedura mentre l'insieme delle prescrizioni dettate dalla Teoria costituiscono la pratica.

3b relazione continuata, familiarità: avere p. con qcn.

La parola "pratica" si specializza, anche, fino a limitarsi ad un certo particolare insieme di prescrizioni di comportamento: se qualcuno "ha pratica con il ministro" significa anche che costui sa come indurlo a fare quello che gli conviene. Insomma conosce i suoi meccanismi psicologici interni di funzionamento.

5 filos. ⇒ filosofia pratica

Il lettore si dovrebbe a questo punto meravigliare. Filosofia è Teoria, magari non formalizzata matematicamente, ma senza dubbio è uno sforzo di astrazione che è collegato al teorizzare. Secondo molti filosofi della scienza la Filosofia è quella pratica intellettuale che ha preceduto la formulazione consapevole di Teorie scientifiche predittive. Quindi l'espressione "filosofia pratica" dovrebbe essere considerata dai praticisti niente altro che un ossimoro. Tuttavia alcuni fra loro ritengono di poter purificare la parolaccia "filosofia" aggiungendole la parola "pratica". Se si considera nel modo giusto la parola "filosofia" assumendo che essa includa ogni sforzo efficace che l'umanità ha fatto per capire il mondo allora è ovvio che la filosofia è sempre pratica. Se invece si pensa che molta filosofia sia inutile allora ha senso cercare di salvarne una parte qualificandola come "pratica".

in pratica loc. avv.

I all'atto pratico, nell'effettiva realtà: in teoria è utile, ma in p. non è effettivamente utilizzabile

In quale Teoria è utile? Se una Teoria prevede che qualcosa sia utile e se poi si scopre che questo non è vero allora si cambia Teoria, fino a quando non si riesce a prevedere correttamente quello che accade in pratica! Non vi è nessuna contrapposizione fra Teoria e Pratica. Una Teoria si formula per essere da guida alla pratica: se una Teoria non riesce a guidare la pratica allora non è una buona Teoria. Una buona TEORIA è PRATICA.

2 anche con valore attenuativo, in sostanza: la vacanza è in p. finita; in altri termini, in altre parole: in p., ti ha dato del

In pratica è quindi un'espressione utilizzata come equivalente di "senza inutili giri di parole". Chi non riesce a capire una Teoria decide spesso che essa sia solo un insieme di affermazioni dal contenuto vuoto e quindi chiede al suo interlocutore di tagliare corto e di dire "praticamente" solo le cose veramente importanti.

Chiudiamo riferendo di una *pratica* molto diffusa nei paesi anglosassoni: dopo un lungo corso di studi, prevalentemente teorici, i laureati o i dottori per la ricerca, seguono uno o più corsi istituzionali accademici nei quali si insegna ad applicare le conoscenze acquisite per trasformarle in azioni. Uno di tali corsi si chiama **Practicum**.

A **practicum** is a college course, often in a specialized field of study, that is designed to give students supervised practical application of a previously studied theory. Practicums (student-teaching) are common for education majors.

PROPEDEUTICO

Già Platone nella sua Repubblica introduce la propedeutica: cioè l'insegnamento di alcune scienze (aritmetica, geometria) per preparare a quelle più specialistiche (ad esempio la dialettica). Nella scuola di Erone d'Alessandria erano analogamente previste materie propedeutiche a quelle più applicative.

E' quindi da molto che ci si pone il problema di quale sia il modo migliore per insegnare le scienze applicate.

Uno dei risultati delle recenti riforme del sistema educativo italiano è che quasi tutti gli studenti hanno perso la capacità di studiare in maniera organica teorie complicate, da soli ed utilizzando i libri di testo. L'abitudine che va sempre più diffondendosi è quella di affidarsi alla tradizione orale: le lezioni dei docenti, i racconti dei colleghi degli anni precedenti. Lo scopo non è quello di acquisire un metodo di studio ed una maturità intellettuale che permettano una capacità di giudizio e critica indipendenti, ma solo quello di acquisire il minimo bagaglio sufficiente a superare l'esame di profitto. Inoltre sempre più spesso si sente da ogni parte formulata la medesima lamentela: gli studi universitari sarebbero lontani dalla pratica ed inutili nella vita di ogni giorno.

Questa circostanza è sintomo di una profonda malattia ed è prodromo di gravi difficoltà per la nostra società: per esempio la nascita della moderna figura dell'ingegnere, protagonista dell'inarrestabile progresso tecnologico che stiamo vivendo, è dovuta all'abbandono dell'antico modello d'insegnamento basato sulla trasmissione orale del sapere da parte del professionista esperto per passare ad una istruzione organica da parte di un variegato corpo

docente basata su molte dottrine scientifiche e tecnologiche che possano servire da guida all'azione del professionista.

Lo studente segue, spesso distrattamente, le lezioni universitarie e ritiene che questo sia già troppo: non fa nessuno sforzo per fare sue le idee che i corsi intendono trasmettere e tutti i tentativi di attirare la sua attenzione sono trattati con fastidio e talvolta ostilità.

L'atteggiamento più diffuso porta a richiedere che questioni complesse siano esposte brevemente.

Viviamo un ciclo storico (di quelli descritti da G.B. Vico) nel quale è alla moda ritenere che le uniche attività intellettuali utili siano quelle immediatamente dirette alla pratica: ogni sforzo per basare le applicazioni tecnologiche su solide basi teoriche viene deriso ed aspramente avversato. Una società nella quale questa tendenza prende il sopravvento rischia di vivere un lungo periodo di decadenza (un qualche tipo di medioevo).

Talvolta nella storia delle istituzioni universitarie si è semplificato il curriculum formativo: nella prima metà dell'Ottocento si potevano abilitare alla professione di ingegnere a Milano tecnici non in possesso di titoli accademici e quindi di una adeguata preparazione teorica ma forti solo di una lunga pratica di apprendistato professionale. La Scuola di Ingegneria Milanese scomparve velocemente e dovette essere rifondata da professori provenienti da Vienna e Parigi.

E' di quella epoca la invenzione (la riscoperta?) di un neologismo che molto è stato avversato dai moderni riformatori: l'aggettivo propedeutico ed il sostantivo ad esso associato propedeuticità.

Attestato fin dal 1829 questo aggettivo è definito dal De Mauro come segue

Propedeutico = che serve da introduzione ad una scienza.

La radice utilizzata è *país = fanciullo* da cui deriva *paideù = educo* che con *pro = prima* produce *propaideusis = istruzione preventiva* attestato in epoca ellenistica.

Propaideutikòs = propedeutico, sebbene non utilizzato nei testi greci a noi pervenuti, potrebbe essere stato già coniato in quell'epoca.

La ragione stessa dell'esistenza delle facoltà d'ingegneria è di riaffermare che nella formazione dell'ingegnere sono indispensabili un numero congruo di discipline, fra cui la matematica e la fisica, propedeutiche a quelle più specificatamente applicative.

Q

R

S

SEMANTICA

La parola **semantica** deriva dal greco "sēmantikós", traducibile in "significativo", derivato da sēmainō traducibile in "indico con un segno", derivato da sēma, "segno".

Dallo Chantraine (1990):

σήμα: tutto quello che costituisce un segno, un segno, un segnale, un marchio, un segno di riconoscimento, un segno di riconoscenza, un segno inviato da Dio.

Da cui derivano: ἄσημος (ásēmos) traducibile in "senza marchio", detto di oro o argento non trasformato in moneta, oppure in "non comprensibile, indistinto, senza importanza"; ἐπίσημος (epísēmos) "che porta un marchio, (oro o argento) trasformato in moneta, notevole, rimarchevole".

σημεῖον sostituisce in prosa la parola *σήμα* e in Euclide, significa "punto geometrico". (In Russo (2006) si possono trovare interessanti osservazioni sulla storia dell'utilizzo della parola *σημεῖον* in geometria). Inoltre *σημεῖον* assume il significato di "prova" in un ragionamento. In Aristotele ed in epoca ellenistica abbiamo i derivati *σημαντικός* (significativo) *σημασία* (indicazione, segno, significato) e *σήμανσις* (notazione).

Dal De Mauro:

semantica

1 studio del significato delle parole, della combinazione di parole e delle singole frasi e degli enunciati di una lingua; estens., l'analisi del significato dei segni di un sistema di linguaggio non verbale; il complesso delle espressioni linguistiche che definiscono la tipicità o le caratteristiche significative proprie di un ambito culturale o di un autore.

2 settore della semiotica che analizza la relazione tra i segni linguistici e il loro significato.

3 in logica matematica, l'insieme delle regole di interpretazione di un linguaggio formale, cioè delle relazioni tra le formule del linguaggio e le entità extralinguistiche di riferimento.

Il termine **semantica**, che fu introdotto nel 1883 dal linguista francese Michel Bréal per indicare lo studio scientifico del significato, è, quindi, usato oggi in molte e diverse accezioni, tutte attinenti al concetto di "significato" contenuto in un "messaggio".

In molti contesti, il termine "semantica" si differenzia dal termine "sintassi", che si riferisce in senso ampio alla "forma esteriore" o "struttura" del "messaggio".

L'espressione "studio scientifico del significato" merita di essere illustrata con un qualche dettaglio.

Esistono molte teorie semantiche e fra esse esistono notevoli differenze metodologiche: la razionalizzazione del concetto di significato è stata tentata a partire da differenti punti di vista.

Alcuni studiosi si dedicano ad una analisi di tipo psicologica e neurologica e si interessano al problema dei concetti come prodotti della mente umana ponendosi domande del tipo:

- Quale attività mentale produce i concetti?
- Si può caratterizzare la loro natura psicologica e fisiologica?
- Quali informazioni registrano o trasmettono?

In questo contesto il messaggio è il segnale di natura elettrica, chimica o fisica prodotto dal cervello quando impegnato nelle sue attività di elaborazione del pensiero ed il significato è il concetto. Si noterà che un'analisi di questo tipo porta a riconoscere che segnali di diversa natura possono avere lo stesso significato: la Teoria dell'Intelligenza artificiale (ed i romanzi di fantascienza di Asimov) si basa sull'assunzione che i concetti prodotti ed elaborati dalla mente umana possono essere prodotti ed elaborati anche da sistemi fisici diversi dal cervello umano.

Altri studiosi, invece, si dedicano alle scienze sociali e cercano di comprendere come si organizza l'insieme dei comportamenti sociali che appartengono e costituiscono una cultura ponendosi domande del tipo:

- Quali riti, comportamenti sociali e consuetudini sono diffusi in tutte le culture e quali sono specifici di una data cultura?
- Quali rapporti interni esistono fra i comportamenti sociali prodotti da una data cultura?
- Quali "grandi aree" di comportamenti si formano in tutte le culture?
- Quali sono le ragioni per le quali i comportamenti sociali si affermano nelle varie culture?

In questo contesto il messaggio è il comportamento sociale. Ad un tale messaggio può attribuirsi un significato che attiene alle ragioni evolutive che hanno imposto il comportamento.

Ad esempio: alla riprovazione diffusa e inflessibile dell'adulterio femminile, di gran lunga più rigorosa, in tutte le culture, di quella che viene riservata a quello maschile, riprovazione alla quale viene associata spesso una punizione fisica grave, che arriva fino alla pena di morte, (comportamento sociale e messaggio) può attribuirsi un significato preciso in termini evolutivi: il pericolo rappresentato per la stabilità delle società patriarcali dall'adulterio femminile è molto più grande di quello maschile. Quindi le società patriarcali, per difendersi dalla libertà di scelta sessuale delle donne, che rappresenta un attacco mortale alla struttura che si sono data, hanno sviluppato un insieme opportuno di convenzioni e convinzioni sociali.

Tuttavia le accezioni specifiche del termine "semantica" maggiormente utilizzate sono tre.

1. In linguistica, la semantica è la scienza che si occupa del significato delle parole, delle frasi, dei testi mantenendo uno stretto rapporto con altre discipline, come la logica, la psicologia, la teoria della comunicazione, la stilistica e la filosofia del linguaggio. Il ruolo della semantica in linguistica diventa più chiaro se messo a confronto con la pragmatica e la sintassi. La pragmatica studia il linguaggio in rapporto all'uso che ne fa il parlante, la semantica considera il rapporto tra l'espressione e la realtà extralinguistica, la sintassi studia le relazioni strutturali relative che intercorrono tra gli elementi dell'espressione linguistica.
2. In informatica, e in particolare nella Teoria della programmazione, la semantica di un linguaggio di programmazione (o di un programma) indica il significato operativo delle istruzioni e dei costrutti del linguaggio (o del programma), cioè l'insieme di operazioni che possono essere (o sono) compiute da un sistema di calcolo automatico quando guidato da un dato linguaggio (o da un dato programma).
3. In logica matematica dare una semantica ad un linguaggio formalizzato significa assegnare, in modo corretto, un valore di verità a tutte le formule del linguaggio. Un'interpretazione di un linguaggio consiste nell'assegnare l'insieme di oggetti a cui si riferiscono le parole del linguaggio ed un nome alle relazioni considerate rilevanti fra questi oggetti. Ogni possibile interpretazione di un dato linguaggio produce un'assegnazione di valori di verità a tutte le sue formule. Risulta, talvolta, che il valore di verità di alcune formule, proprio a causa della loro struttura, possa essere assegnato coerentemente solo in un modo: tali formule sono necessariamente vere (oppure necessariamente false) solamente in forza della richiesta di coerenza logica del linguaggio in cui sono formulate. Sono le formule che devono essere necessariamente vere che enunciano le cosiddette "verità logiche". Nel Calcolo delle Proposizioni, che abbiamo illustrato nel Capitolo II, le proposizioni che debbono essere necessariamente vere sono dette Tautologie, mentre quelle che sono necessariamente false sono le proposizioni che negano le Tautologie. Lo studio della semantica del Calcolo dei Predicati o della Teoria degli Insiemi è oggetto della Teoria dei Modelli, che origina dai lavori di Tarski.

La **semantica formale** (Bullock e Stallybrass (1981)) è lo studio dei "significati" con gli strumenti tipici della logica matematica. Nella linea di pensiero iniziata da Tarski si accetta l'idea che il concetto centrale della semantica sia il concetto di Verità e non quello, più generico, di significato. Si parla dunque, seguendo tale linea di pensiero, di semantica delle condizioni di verità. Esprimendosi in maniera informale: sapere cosa significa un enunciato vuol dire sapere in quali condizioni (cioè accettando quali sistemi di assiomi) esso sarebbe vero ed in quali condizioni esso sarebbe falso.

In altre parole il problema dell'attribuzione del significato delle parole e delle combinazioni di parole, come formalizzato in logica matematica da Tarski, è risolto così: si riduce il concetto complesso di significato a quello

più fondamentale di Vero e si specifica il significato di un concetto elencando un insieme di affermazioni Vere nelle quali appaiono le parole che si riferiscono a questo concetto.

SINTASSI

La parola “sintassi” deriva dal greco “*sýntaxis*”, che è composta dal prefisso *sýn-* (*συν-*), che può tradursi in *insieme*, e dalla parola *taxis* (*τάξις*), che significa *sequenza, ordine*. *Τάξις* deriva dal verbo *τάσσω*.

Dallo Chantraine (1990):

τάσσω: “*piazzare, ordinare delle truppe in battaglia, designare, mettere in un certo ordine, prescrivere, esigere un pagamento, essere d'accordo per un pagamento*”

Da cui il derivato συντάσσω: “*mettere in ordine, organizzare, comporre, prescrivere*”.

Si sottolinea che anche il verbo κελεύω significa “ordinare” ma che συντάσσω significa “ordinare con rigore e precisione”. È attestato l'uso della parola συντάξις nei testi di linguistica ellenistici. Le parole che appartengono alla famiglia che deriva da τάσσω hanno tutte un significato che è collegato al concetto di “mettere in una posizione” rafforzato dalla richiesta che le cose sono messe “dove è necessario, come si deve fare, com'è prescritto fare, seguendo un ordine prestabilito”. Una parola a tutti nota di questa famiglia è “tassa”, cioè “quello che è prescritto si debba pagare”. Dalla stessa radice deriva la parola “tassonomia” (dalle parole τάξις e νόμος = regola) che si riferisce sia alla classificazione gerarchica di concetti, sia al principio stesso della classificazione.

La sintassi è la branca della **linguistica** (Bullock e Stallybrass (1981)) che studia le regole che governano il modo in cui le parole si combinano per formare le frasi ed i periodi in una lingua. In altre parole essa si occupa dello studio delle relazioni modulari che stabiliscono il posto che le parole occupano all'interno di una frase, di come gli elementi della struttura della frase si compongano in maniera corretta, e di come le frasi si dispongano a formare un periodo.

La sintassi **in un linguaggio formalizzato** stabilisce le regole di costruzione delle formule ben formate. Un linguaggio formale finito è dotato di un numero finito di simboli ed è tale che ogni formula ben formata si può costruire con un numero finito di operazioni. Nel capitolo Teoria degli Insiemi è introdotto un particolare linguaggio formale finito.

Dal De Mauro

1a *branca della linguistica che studia la struttura della frase, gli elementi che la compongono e i procedimenti formali che esprimono i rapporti fra le idee, sia nell'ambito di una singola frase sia di un periodo costituito da più frasi.*

1b *l'insieme delle regole relative ai procedimenti tramite i quali le unità sintattiche si combinano in frasi e in periodi*

1c *il testo che elabora uno studio di tali norme o le ordina e le espone a scopo didattico.*

Secondo quanto argomentato in Russo (2006) la sintassi, come branca della linguistica, è stata sviluppata in epoca ellenistica dagli scienziati della biblioteca di Alessandria. La sintassi è uno strumento fondamentale per quelli che vogliono, ad esempio, essere in grado di tradurre in maniera efficace testi da una lingua ad un'altra. Purtroppo la perdita della maggior parte dei testi antichi di matematica e linguistica non ci mette in grado di stabilire se la sintassi, parte della logica matematica, e la sintassi, branca della linguistica, siano nate insieme.

1d *complesso di relazioni significative o funzionali che si stabiliscono tra le componenti di un'opera artistica, musicale, cinematografica*

2a *in logica matematica, l'insieme delle relazioni formali di un linguaggio indipendenti dal valore semantico attribuito ai simboli usati*

2c *l'insieme delle norme necessarie alla corretta formazione delle indicazioni del linguaggio di un programma; errore di s., errore nella scrittura di un algoritmo nel linguaggio di programmazione.*

La sintassi utilizzata da una Teoria o da un linguaggio di programmazione è l'insieme delle regole che si devono rispettare per formulare delle formule ben formate. Inoltre sono parte della sintassi di un linguaggio formalizzato le regole che ci permettono di dedurre una data formula ben formata a partire da una lista di formule ben formate. Regole di deduzione corrette da un punto di vista semantico sono regole che conservano il valore di verità “vero”: in altre parole se si usa una regola di deduzione semanticamente corretta si è sicuri che sono vere tutte le formule ben formate dedotte da formule ben formate vere. Solo le formule ben formate possono avere una interpretazione, ed in particolare un valore di verità.

Una delle espressioni più utilizzate dai Teorici del Diritto è la seguente: *La Forma è Sostanza*. Un giurista sa bene che uno dei pilastri dello stato di diritto è il principio secondo il quale ogni atto legale deve essere compiuto seguendo una procedura precisa, stabilita dalle leggi. Ad esempio: un investigatore può acquisire delle prove compiendo una perquisizione solo se ha ottenuto un regolare mandato dal magistrato competente, magistrato che

è ben determinato dalle leggi in funzione del tipo di reato sul quale si sta investigando, del luogo dove si presume sia stato compiuto e di altri eventuali parametri oggettivi. Il fatto che si scoprono le prove di un reato non assicura che esse possano essere utilizzate in giudizio. Infatti, se tali prove sono state ottenute senza rispettare la forma prevista dalle leggi esse non possono essere utilizzate per ottenere una condanna.

In questo senso si deve riconoscere che il diritto ha elaborato delle regole sintattiche per costruire procedimenti investigativi e giudiziari “ben formati” e che solo i procedimenti che rispettino tali regole sono considerati validi. La semantica, nel diritto moderno, (cioè la sostanza, ovvero la conoscenza acquisita sui fatti) è irrilevante se la forma (cioè la procedura utilizzata per acquisire la conoscenza dei fatti) non è stata rispettata. Anzi: la sostanza non esiste (giuridicamente) senza la forma. Nel diritto moderno (come nella matematica moderna) la semantica (il problema del significato, ottenuto mediante l’assegnazione di un valore di verità ad un insieme di formule) è rilevante solo se le regole della sintassi sono state rispettate nella formulazione delle affermazioni di cui si vuole stabilire il significato. Insomma si è unanimemente accettato il principio che non ha senso chiedersi cosa significhi una affermazione che non è stata formulata in maniera sintatticamente corretta.

STRUTTURA

Una delle poche parole di utilizzo corrente nella scienza e nella tecnologia che non ha radice greca.

Una struttura è (secondo il Cortellazzi-Zolli) un

Insieme organizzato ed organico di elementi tra loro funzionalmente solidali per cui ciascuno deriva il suo valore e la sua funzione solo in relazione a tutti gli altri, nel quadro globale del loro complesso. Tale complesso risulta conseguentemente in una entità che è qualcosa di più e di diverso dalla somma dei singoli elementi.

La voce viene dal verbo latino di origine indoeuropea *struere*=costruire il cui participio passato *structus* genera *structura*.

E’ interessante studiare l’evoluzione del significato della parola:

Secondo L.B. Alberti (1435) una struttura è *l’insieme delle parti costruttive e portanti di un edificio*. Un insieme di colonne, travi e blocchi funzionalmente solidali si trasforma in qualcosa di radicalmente diverso: ad esempio l’entità che ne risulta può essere un tempio greco.

Nel Cinquecento la parola è utilizzata da Claudio Tolomei in grammatica e nel Seicento anche in anatomia e fisiologia ad opera del medico Marcello Malpighi.

Galileo prende atto dell’arricchimento di significato che è intervenuto definendo struttura come *composizione e modo di essere di un organismo, di un’opera e simili*.

Nel Settecento l’uso della parola si estende alla biologia ed alla matematica, nell’Ottocento all’economia, alla sociologia ed alla filosofia.

Si parla di struttura di una frase, di una lingua, di un organo, di un gruppo sociale, di un ecosistema, di una teoria, di un sistema produttivo, di una classe sociale, di uno stato. Si tenta di descrivere ognuna di queste entità per mezzo della descrizione della sua struttura interna, cioè delle modalità di interazione delle sue parti nei fenomeni che ne caratterizzano il comportamento globale.

Nei primi decenni del Novecento la parola invade tutte le grandi lingue di cultura e si afferma in fisica e chimica (struttura della materia), mineralogia, cristallografia e geologia (struttura della molecola, dell’atomo, del nucleo, di un minerale, di un cristallo, delle rocce, di un terreno, della terra). Successivamente invade l’antropologia, la psicologia, la linguistica, la critica letteraria ed artistica: si descrive la struttura dei rapporti di parentela, della personalità e dell’inconscio, della coscienza, di un dialetto, di un romanzo o di una sinfonia.

Contemporaneamente nella matematica moderna il concetto di struttura diventa unificante: si introducono le strutture geometriche, topologiche ed algebriche. Un insieme di oggetti per ogni coppia dei quali è definita una distanza può essere studiato senza specificare ulteriormente la sua natura: si investiga semplicemente la sua struttura di spazio metrico.

Per contrappasso, negli ultimi decenni, il termine struttura dilaga e viene banalizzato dall’uso giornalistico, politico e sindacale: si parla di non ben precisate strutture verticali ed orizzontali di un organo politico o sindacale o anche di riforme di struttura.

T

TEORIA

Per definire questa parola è particolarmente efficace lo studio della sua etimologia: tutti i significati che ha assunti nella sua lunga storia sono attualmente utilizzati. E’ da notare che l’etimologia, talvolta proposta in passato, che faceva risalire *theoria* alla radice *theos* (Dio) in modo da individuarne come significato di *partenza visione divina* si è rivelata una pura invenzione concepita per sostenere filosofie idealiste (vedi Chantaine Dictionnaire de la Langue Grecque). La parola *theoria* ha un significato da sempre controverso, piegato da tutti i suoi utilizzatori a seconda della loro filosofia.

Theoria nasce da *theoroi* (*persone inviate a consultare un oracolo o ad assistere ad una festa religiosa*) e significa *insieme di theoroi inviati in missione*. In Platone *Theoria* diventa *spettacolo o contemplazione di una sequenza di eventi, oggetti, persone o concetti astratti*, in epoca ellenistica si specializza in *elencazione di teoremi dedotti da un dato insieme di assiomi*. Successivamente ad Aristotele un significato accettato è *theoria* = il

risultato dell'azione di osservare il mondo. Da Polibio e Plutarco è accettato che una teoria *include le conoscenze necessarie a guidare la tecnica.*

Il derivato Theoretikos con il significato di *atto ad osservare, speculativo* è attestato dall'epoca ellenistica. Sesto Empirico, testimone della decadenza della scienza ellenistica, considera inutile ogni tentativo di descrivere con teorie la realtà ed utilizza, forse per primo, l'aggettivo teorico in senso spregiativo come equivalente a *immaginario, scollegato dalla realtà.*

In latino Theoreticum è considerato alternativo a praticum: si radica nel medioevo una opposizione che dai più non era stata considerata precedentemente.

Secondo la definizione di Redi (1698) teoria è la *formulazione e sistemazione dei principi generali di una scienza o di una sua parte o di una dottrina filosofica o di altra forma di sapere.*

Secondo Galileo teoria è il *complesso di precetti che servono di guida alla pratica.*

Carducci e D'Annunzio utilizzano a fini estetici nuovamente il più antico significato di *processione, schiera, fila.* Secondo i filosofi della scienza moderni (Popper, Lakatos) una teoria serve a fornire una schematizzazione anche parziale della realtà per favorirne la comprensione. Nessuna teoria può descrivere la realtà nel suo complesso ed una teoria che non riesca a prevedere alcuni fenomeni deve essere sostituita con un'altra più efficace.

Tuttavia, ignorando volutamente gli enormi progressi che nella scienza e nella tecnologia sono stati prodotti dalla formulazione delle teorie fisiche, la portata di questa auto-limitazione del concetto (che discende direttamente dalle osservazioni di Archimede espresse nel suo *Sul Metodo*) viene sempre più spesso stravolta interpretando *teorico* come equivalente di *incerto o inutilmente speculativo o del tutto scollegato dalla realtà* mentre *la pratica viene interpretata come opposta e non come conseguente alla teoria.* Spesso si sente dire che: in teoria dovrebbe succedere qualcosa ma in pratica ne succede un'altra. In realtà si dovrebbe dire: con la teoria A non si prevede quello che succede in pratica e quindi bisogna inventare una teoria B che risulti più predittiva.

Le citate derive di significato (*teorico = che insiste sulla teoria senza preoccuparsi delle applicazioni pratiche*) sarebbero fieramente avversate da Galileo e da lui interpretate come prodromo di un nuovo medioevo.

U

V

W

X

Y

Z

Bibliografia

A

- Abulafia, David *Federico II Un imperatore Medioevale* Einaudi 1993
- Aczel, Amir D. *Chance. Dai giochi d'azzardo agli affari (di cuore)* Raffaello Cortina Editore 2005
- Aczel, Amir D. *Pendulum. Léon Foucault e il trionfo della scienza* il Saggiatore 2006
- Anguissola, Giana; Mursia Re, Giancarla *Aniceto o la bocca della verità* Mursia 1972
- American Psychiatric Association *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder Fourth Edition* 1994
- Alabiso, Alida *Storia del Giappone* Newton & Compton Editori 2001
- Ambrosi, Luigi *Il primo passo alla Filosofia Lezioni per i Licei, Le Scuole di Magistero, ecc. Vol. II Logica*, Società Editrice Dante Alighieri 1907
- Anonimo *Contro Ratzinger* ISBN Edizioni 2006
- AA.VV. *Larousse Dictionary of Scientists* 1994
- Ashby E, *Scientist in Russia*, London, Penguin Books, 1947
- Arrow, Kenneth J. *Social Choice and Individual Values* Wiley and Sons New York 1951 e seconda edizione 1963
- Attena, Francesco *Psicopatologia della Carriera Universitaria* Philos Edizioni 1995

B

- Baker, Robin *Guerre Sessuali: alle radici dell'infedeltà* Baldini e Castoldi Milano 1997
- Baker, Robin *Falsi Allarmi La scienza e i media* Il Saggiatore 2002
- Baker, Robin and Bellis, Mark *Human sperm competition* Chapman and Hall 1995
- Barabási, Albert-László *Link La scienza delle reti* Einaudi 2004
- Barash, David P. e Lipton, Judith E. *Il mito della monogamia Animali e uomini (in)fedeli* Raffaello Cortina Editore 2002
- Barash, David P. *Il gioco della sopravvivenza Biologia, psicologia, economia: alle radici del comportamento umano tra lotta e cooperazione* Orme Editore 2006
- Barrow, John D. *Perché il mondo è matematico?* Editori Laterza 1992
- Benvenuto, Edoardo *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico* Sansoni, Firenze, 1981
- Bell, Eric T. *I Grandi Matematici* Biblioteca Sansoni 1973
- Belone, Enrico *L'origine delle teorie* Codice Edizioni 2006
- Berlinski, David *I numeri e le cose. Un viaggio nel calcolo infinitesimale*. BUR (2003).
- Berto, Francesco *Logica. Da Zero a Gödel* Laterza 2007
- Birkhead, Tim *Promiscuità Una Storia Evoluzionistica della Competizione Spermatica e del Conflitto Sessuale* Garzanti 2002

Blanco, Luigi (a cura di) *Amministrazione, formazione e professione: gli ingegneri in Italia tra il Sette e Ottocento* Il Mulino 2000

Bonavilla, Aquilino e Marchi, Marco Aurelio *Dizionario etimologico di tutti i vocaboli usati nelle scienze arti e mestieri che traggono origine dal greco* Pirola Milano 1819

Bouvet, Jean-François *Gli spinaci sono ricchi di ferro. I luoghi comuni della scienza* Raffaello Cortina Editore (1999)

Brancato, Rosario e Pandolfi, Maurizio *Miserie e grandezze della medicina Verità, illusioni, speranze* Oscar Mondadori 2002

Brezzi, Franco *La vita grama delle scienze dure* In *La Ricerca Tradita* a cura di Maccacaro Garzanti 2007

Buchanan, Mark *NEXUS Perché la natura, la società, l'economia, la comunicazione funzionano allo stesso modo* Oscar Mondadori 2004

Bullock, Alan e Stallybrass, Oliver (a cura di) *Dizionario del Sapere Moderno* Traduzione e coordinamento dell'edizione italiana di L.Aleotti, V.Sala e S.Stefani Mondadori 1981

C

Caffero, Federico e Zitarosa, Antonio *Lezioni di Analisi Matematica* Liguori 1978

Carafoli, Ernesto *La Valutazione Meritocratica: Tautologia od ossimoro Italiano?* In *La Ricerca Tradita* a cura di Maccacaro Garzanti 2007

Carofiglio, Gianrico *L'arte del dubbio* Sellerio Palermo (2007)

Carrada, Giovanni; Tannini, Emmanuele A. *La scienza dell'amore* Baldini & Castaldi 2000

Cavalli-Sforza, Luigi Luca; Feldman, M. *Cultural transmission and adaptation* Princeton University Press 1981.

Cavalli-Sforza, Luigi Luca e Cavalli Sforza, Francesco *Chi siamo. La storia della diversità umana* Mondadori 1993

Cavalli-Sforza, Luigi Luca; Menozzi, Paolo; Piazza, Alberto *Storia e Geografia dei geni umani* Adelphi Edizioni 1997

Cavalli-Sforza, Luigi Luca *L'Evoluzione della cultura* Codice Edizioni 2004

Cellerino, Alessandro *Eros e Cervello Le radici biologiche di sessualità, estetica, amore* Bollati Boringhieri 2002

Chalmers, Alan *Che cos'è questa scienza? La sua natura ed i suoi metodi* Mondadori 1979

Chantraine, P. *Dictionnaire étymologique de la Langue Grecque Histoire des Mots* Klincksieck Paris 1990

Collins, Harry e Pinch, Trevor *Il golem. Tutto quello che dovremmo sapere sulla scienza* Dedalo 1995

Collins, Harry e Pinch, Trevor *Il golem tecnologico. Dalla nube di Černobyl' ai missili Patriot* Edizioni di Comunità 2000

Colonnetti, Gustavo *Scienza delle Costruzioni* UTET 1941

Commissione Lincea <http://www.lincci.it/pareriricerca.html>

Conan Doyle, Sir Arthur *Tutto Sherlock Holmes* Newton Compton (2005)

Coraghessan Boyle, T. *Doctor Sex* Einaudi 2004

Cipolla, Carlo M. *Allegro ma non troppo con Le leggi fondamentali della Stupidità Umana* il Mulino 1988

Crossley, John N. et al. *Che cos'è la logica matematica?* Boringhieri 1976

D

- Darwin, Charles *L'origine della specie* Boringhieri 1967
- Davies, Kevin *Il codice della vita. Genoma: la storia ed il futuro di una grande scoperta.* Oscar Mondadori 2001
- Dawkins, Richard *Il Gene Egoista: la parte immortale di ogni essere vivente*, Mondadori, Milano 1995
- De Biaggio, Gianpietro (detto Giampiero) g.debiaggio@comune.cisterna.latina.it *Comunicazione privata* (2007)
- De Mauro, Tullio (Curatore) *Grande Dizionario Italiano dell'Uso* UTET 1999
- de Solla Price, Derek J. *Precision Instruments before 1500* nel III Vol. di *A history of technology* (C. Singer et al. Editors) 5 Vol. Clarendon 1954-1958.
- de Solla Price, Derek J. *Gears from the Greeks: The Antikythera mechanism- a calendar computer from ca. 80 B.C.* Trans.Am.Phil.Soc. 64 1974 ristampato in un volume separato New York Science History Publications 1975
- de Stefano, Antonino *La cultura alla corte di Federico II Imperatore* Edizioni all'insegna del Veltro 1990
- Diamond, Jared *Il Terzo Scimpanzé Ascesa e caduta del primate Homo Sapiens* Universale Bollati Boringhieri 1994
- Diamond, Jared *Armi, Acciaio e Malattie Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni* Einaudi 1998a
- Diamond, Jared *L'Evoluzione della sessualità umana* Sansoni 1998b
- Diamond, Jared *Collasso, Come le società scelgono di morire o vivere* Einaudi 2007
- Dieudonné, Jean *Pour l'Honneur de l'Esprit Humain* Hachette 1987
- Dijksterhuis, Eduard J. (traduzione di Baroncelli, Bucciantini, Porta) *Archimede. Con un saggio bibliografico di W.R. Knorr* Ponte alle Grazie, Firenze 1989
- Di Gioia, Vincenzo *Dalla Scuola d'Ingegneria alla Facoltà d'Ingegneria di Roma* Edizioni dell'Ateneo- Roma 1985
- Di Trocchio, Federico *Le Bugie della Scienza Perché e come gli scienziati imbrogliono* Oscar Mondadori 1995
- Di Trocchio, Federico *Il Genio Incompreso Uomini ed idee che la scienza non ha capito* Oscar Mondadori 1998
- Djebbar, Ahmed *Une histoire de la science arabe Entretiens avec Jean Rosmorduc* Editions du Seuil 2001
- Djerassi, Carl *La Pillola, Gli Scimpanzé pigmei e i cavalli di Degas.* La Scoperta degli anticoncezionali Garzanti 1994
- Dollo, Corrado (a cura di) *Archimede. Mito, Tradizione, Scienza*, Olschki, Firenze 1992

E

- Eco, Umberto *Il Nome della Rosa* Bompiani 1980
- Eldredge, Niles *Perché lo facciamo. Il gene egoista ed il sesso.* Einaudi 2005.
- Esiodo *Opere e giorni. Testo greco a fronte* Curatore: Arrighetti G Garzanti Libri 2006
- Esopo *Favole* Rizzoli BUR 1978

F

Favaro, Antonio (a cura di) *Edizione Nazionale delle Opere di Galileo Voll. I-XX*, Barbera Firenze 1890-1907, Ristampa 1964-1966.

Favaro, Antonio *Archimede* Roma A.F. Formaggini Editore 1923

Federico II di Svevia *De arte venandi cum avibus, nunc primum integrum* ed. Carl Arnold Willemsen Leipzig 1942 I-II Graz 1969

Fermi, Enrico *Termodinamica* Boringhieri 1977

Finzi Roberto *L'Università Italiana e le leggi antiebraiche* Editori Riuniti 2003

Fishburn, Peter C. *The Theory of Social Choice* Princeton University Press 1973

Flora, F. *Antologia leonardesca*, Istituto Editoriale Cisalpino Milano (1947)

Fontenelle, Bernard Le Bouyer de *Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique et sur les travaux de l'Académie des Sciences* Académie royale des Sciences Paris 1699

Frova, Andrea e Marenzana, Mariapia *Parola di Galileo. Attualità del grande scienziato in una scelta commentata dei suoi scritti* SuperBur Saggi 1998

Fouts, Roger, con Stephen Tukul Mills *La scuola delle scimmie Come ho insegnato a parlare a Washoe* Mondadori 1999

Fudenberg, Drew e Tirole, Jean *Game Theory* The MIT Press 1991

G

Galilei, Galileo *Opere* Edizione Nazionale curata da Favaro (vedi Favaro 1890-1907)

Galilei, Galileo *Antologia Galileiana* curata da Francesco Albergamo Edizioni Signorello Milano 1955

Gallavotti, Giovanni *Quasi periodic motions from Hipparchus to Kolmogorov* Rendiconti dell'Accademia dei Lincei Matematica ed applicazioni 12, pp.125-152, 2001

Giaquinto, Marcus *The search for certainty A Philosophical account of foundations of mathematics* Clarendon Press London 2002

Geymonat, Ludovico *Storia del Pensiero Filosofico* Vol.II Garzanti 1977

Geymonat, Mario *Il grande Archimede*, Teti editore Roma 2006

Gould, Stephen *Otto Piccoli Porcellini Riflessioni di Storia Naturale* Bompiani 1994

Gowers, Timothy *Matematica. Un'introduzione* Einaudi 2004

Gramsci, Antonio *Gli intellettuali e l'organizzazione della cultura* Einaudi 1964

Graziosi, Andrea *L'Unione Sovietica in 209 citazioni* Il Mulino 2006

Guedj, Denis *Il metro del mondo. In piena rivoluzione francese inizia una straordinaria avventura scientifica: la ricerca di un'unità di misura universale* Longanesi 2004

H

Halmos, Paul R. *(Naive Set Theory) Teoria Elementare degli Insiemi* Feltrinelli 1980

V

Harris, Marvin *La nostra specie. Natura e Cultura nell'evoluzione umana* BUR 2002

Haskins, Ch. H. *Studies in Mediaeval Culture*, Cambridge 1929

Hatcher, William S. *Fondamenti della Matematica* Boringhieri 1978

Heath, Sir Thomas *Aristarchus of Samos The Ancient Copernicus* Dover 1981 Clarendon 1913

Heath, Sir Thomas *A History of Greek Mathematics* Voll.I,II Oxford 1921 Dover New York 1981

Horst, Eberhard *Federico II di Svevia, L'imperatore filosofo e poeta* Biblioteca Universale Rizzoli 1994

Huxley J, *La genetica sovietica e la scienza*, Milano, Longanesi, 1977 (prima edizione italiana: 1952).

I

J

James, Peter e Thorpe, Nick *Il libro delle Antiche Invenzioni Un Viaggio affascinante nel mondo delle invenzioni e dei popoli che le hanno generate* Armenia 2001

Jones, Steve *Cromosoma Y, Viaggio alla scoperta del mistero uomo. Dalla Biologia al sesso, dall'antropologia al costume, passato presente e futuro dell'umanità al maschile* Orme Edizioni 2002.

K

Koyré, Alexandre *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Einaudi, 1967-1982.

Kinsey, A.C.; Pomeroy, W.B.; Martin, C.E. *Sexual behaviour in the Human Male* W.B. Saunders, Philadelphia 1948

Kinsey, A.C.; Pomeroy, W.B.; Martin, C.E.; Gebhard, P.H. *Sexual behaviour in the Human Female* W.B. Saunders, Philadelphia 1953

Kuhn, Thomas S. *La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche* Einaudi 1995

L

La Fontaine, Jean de *Favole* Illustrate da Grandville, Traduzione in versi di Emilio de Marchi, Introduzione di Georges Couton Rizzoli BUR 1980

Langdon-Davies J, *Russia Puts the Clock Back. A study of Soviet Science and Some British Scientists*, London, Victor Gollancz Ltd, 1949

La Repubblica Cronaca del 21 Agosto 2006 pag.29

Liddell, Henry George; Scott, Robert; Jones, Henry Stuart and McKenzie, Roderick *A Greek-English Lexicon* Oxford University Press 1996

Lodge, David H. *Scambi* Bompiani 1994

Lodge, David H. *Il Professore va a congresso* Milano, Bompiani 1993

Lombardo Radice, Lucio *L'infinito Itinerari filosofici e matematici d'un concetto di base* Editori Riuniti 1981-2006

Lombardo Radice, Lucio *Istituzioni di Algebra Astratta* Feltrinelli 1977

Lolli, Gabriele *Beffe, scienziati e stregoni La scienza oltre realismo e relativismo* Il Mulino 1998

Lolli, Gabriele *Filosofia della matematica. L'eredità del Novecento* Il Mulino 2002

Loeb Classical Library *Greek mathematical works Voll.I,II Translated by Ivor Thomas* 1939-1991

Lynch, Michael P. *La verità e i suoi nemici* Raffaello Cortina Editore 2007

Lucrezio, (Tito Lucrezio Caro) *De Rerum Natura* Loeb Classical Library 1975

M

Maccacaro, Tommaso (a cura di) *La Ricerca Tradita Analisi di una crisi e prospettive di rilancio* Garzanti 2007

Mann, Charles C. *1491. New Revelations of the Americas before Columbus* Knopf 2005

Mainardi, Danilo *L'Animale Irrazionale L'uomo, la natura e I limiti della ragione* Oscar Mondadori 2001

Maynard Smith, John *Evolution and the theory of games* Cambridge University Press 1982

Manaster, Alfred B. *Completezza, compattezza e indecidibilità* Bibliopolis 1981

Marchini, Carlo *Finito?* <http://www.math.unipr.it/~rivista/MARCHINI/PDF/Finito.pdf> 1990.

Mendelson, Elliot *Introduzione alla logica matematica* Boringhieri 1972,1981

Mendelssohn, Kurt *La scienza ed il dominio dell'occidente* Editori Riuniti 1981,

Miyazaki, Ichisada *L'inferno degli esami Studenti Mandarini nella Cina Imperiale* Bollati Boringhieri 1988

Miller, Geoffrey *Uomini, donne e code di pavone La Selezione sessuale e l'evoluzione della natura umana* Einaudi 2002

Morris, Desmond *La Scimmia Nuda Studio zoologico sull'animale uomo* Bompiani 2002

Morris, Desmond *Perché i geni tradiscono le mogli.. E' tutto scritto nel loro DNA* La Repubblica 14 Luglio 2006

N

Nagel, Ernest e Newman, James R. *La prova di Gödel* Boringhieri 1974

Napolitani, Pier Daniele *Archimede Alle Radici della Scienza Moderna* Le Scienze n.22 Serie I grandi della scienza

Nasar, Sylvia *Il genio dei numeri. Storia di John Nash, matematico e folle.* Rizzoli 2002

Netz, Reviel e Noel William *Il codice perduto di Archimede La storia di un libro ritrovato e dei suoi segreti matematici* Rizzoli 2007

Newth, Eirik *Breve Storia della Scienza La Ricerca della Verità* Salani Editore 1998

O

O'Connor J.J. e Robertson, E.F. <http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Printonly/Lagrange.htm>

Odifreddi, Pier Giorgio *C'era una volta un paradosso. Storie di illusioni e verità rovesciate* Einaudi 2001

Odifreddi, Pier Giorgio *Il diavolo in cattedra La Logica da Aristotele a Gödel* Einaudi (2003)

(The) Open University *Introduzione all'Analisi ed all'Algebra : Vol.I Analisi, Vol.II Algebra.* 1974

Olson, Steve *Mappe della Storia dell'Uomo Il passato che è nei nostri geni* Einaudi 2003

Omelyanovskij, M.E. et al. curato da Tagliagambe, S. *L'interpretazione materialistica della meccanica quantistica, Fisica e Filosofia in URSS* Feltrinelli 1972

P

Parisi, Giorgio *Come incentivare la ricerca nelle Università* in *La ricerca Tradita* a cura di Maccacaro Garzanti 2007.

Pianigiani, Ottorino *Vocabolario Etimologico della Lingua Italiana* <http://www.etimo.it/?pag=hom> 1927

Picano Eugenio *La dura vita del beato porco Carriere, cattedre e concorsi nella nostra università* Il Pensiero Scientifico Editore 2007

Platone *La Repubblica* tradotta da Francesco Gabrielli Sansoni 1950

Plinio il Vecchio (Gaio Plinio Secondo) *Naturalis Historia* Loeb Classical Library 1991

Plotz, David *La fabbrica dei Geni L'incredibile storia della banca del seme dei Nobel* Lindau S.r.l 2006

Popper, Karl R. *Logica della Scoperta Scientifica* Einaudi 1970

Powell, Kendall *How does the teenage brain work?* NATURE|Vol 442|24 August 2006

Prodi P. *Il potere e l'impotenza dell'Università* Il Mulino XLII, 677-685 1993

Puppi G. *Per cambiare l'Università non scriviamo l'ennesimo libro dei sogni* Il Mulino XLII, 686-694 1993

Putnam, Hilary *Logica* Enciclopedia Einaudi 1979

Q

R

Ramachandran, Vilayanur S. e Blakeslee, Sandra *La donna che morì dal ridere e altre storie incredibili sui misteri della mente umana* Oscar Mondadori 2003

Ramachandran, Vilayanur S. *Che cosa sappiamo della mente* Mondadori (2004)

Ridley, Matt *Il Gene Agile. La nuova alleanza fra eredità e ambiente* Adelphi 2005

Rosenthal, Jeffrey S. *Le regole del caso: Istruzioni per l'uso* Longanesi 2006

Rouse Ball, W.W. *A short account of the History of Mathematics* 1908

Rogers, Robert *Logica matematica e teorie formalizzate Un quadro generale dei concetti e dei risultati fondamentali* Feltrinelli 1971

Rorres, Chris <http://www.mcs.drexel.edu/~crrorres/Archimedes/contents.html> 1995-2008

Rose, Steven *Il cervello del ventesimo secolo* Codice Edizioni 2005

Russel, Bertrand *L'impatto della scienza sulla società* Newton & Compton Editori 2005

Russel, Bertrand *Introduzione alla filosofia matematica* Newton & Compton Editori 1970

Rossi, Paolo *Le filosofie del Novecento* Sansoni 1974

Russo, Lucio *Sulla non autenticità delle definizioni degli enti geometrici fondamentali contenute negli Elementi di Euclide*, *Bollettino dei Classici Accademia dei Lincei*, 13 1992

Russo, Lucio *Segmenti e bastoncini* Feltrinelli 1998

Russo, Lucio *The definitions of fundamental geometric entities contained in Book I of Euclid's Elements*, *Archive for History of Exact Sciences*, 52:3, 1998a

Russo, Lucio *La rivoluzione dimenticata Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna* Feltrinelli 2001 Terza edizione 2006

Russo, Lucio *The Forgotten Revolution How science was born in 300 BC and Why It Had to Be Reborn* Springer 2004

Russo, Lucio *Flussi e Riflussi Indagine sull'origine di una teoria scientifica* Feltrinelli 2003

Russon, Anne E. Bard, Kim A. Taylor Parker, Sue (editors) *Reaching into Thought. The Minds of the Great Apes* (1996)

S

Sainsbury, R. Mark., *Paradoxes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988.

Satolli, Roberto *Scienza e Profitto: Il caso paradigmatico dei conflitti di interesse nella ricerca clinica* in *La ricerca Tradita* a cura di Maccacaro Garzanti 2007.

Shapin, Steven *La Rivoluzione Scientifica* Piccola biblioteca Einaudi Scienza 2003

Simone, Raffaele *L'Università dei tre tradimenti* Saggi Tascabili Laterza 1993

Simone, Raffaele *Idee per il governo: L'Università* Saggi Tascabili Laterza 1995

Skrabaneck, Petr e McCormick, James *Follie ed Inganni della Medicina* Marsilio 1992

Sobel, Dava *Galileo's Daughter* Penguin Books (2000)

Soboul, Albert *Storia della Rivoluzione Francese* BUR Storia 2006

Stanford Encyclopedia of Philosophy Voce: *Peter of Spain* (2001),(2007)
<http://plato.stanford.edu/entries/peter-spain/>

Steiner, Hans-Georg in *Enciclopedia Feltrinelli Fischer Matematica I Voci: Critica dei fondamenti della matematica, Insiemi, rappresentazioni e strutture, Logica e Metodologia, Numeri Cardinali ed Ordinali* Feltrinelli 1967

Suppes, Patrick *Axiomatic Set Theory* van Nostrand 1960

T

Tannery, Paul *Pour l'histoire de la science hellène* éditions Jacques Gabay 1930-1990

Tannery, Paul *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne* éditions Jacques Gabay 1893-1995

Tartaglia, Nicolò *Opere di Archimede siracusano, filosofo e matematico ingegnosissimo: corrette ed espurgate da molti errori e date in luce da Niccolò Tartaglia da Brescia (cultore di scienze matematiche). Con l'aggiunta di molte cose necessarie; e con spiegazioni, delucidazioni e illustrazioni assai ampie ed eruditissime di ciò che in moltissimi luoghi era difficilissimo da capirsi. Con l'aggiunta di propria mano delle figure che nell'esemplare greco erano deformate e corrotte, e che ora illustrano il testo riportate tutte a perfette proporzioni, corrette e riformate.* 1543

Tarski, Alfred *Logic, Semantics, Metamathematics* Oxford University Press 1956

IX

Tomasi di Lampedusa, Giuseppe *Il Gattopardo* Feltrinelli 1962

Torraca, Francesco e Arnaldi Girolamo *La fondazione fridericiana dell'Università di Napoli* Napoli Pubblicazioni dell'Università degli Studi 1988

Travaglio, Marco *La scomparsa dei fatti: Si prega di abolire le notizie per non disturbare le opinioni* Il Saggiatore 2006

U

V

Vax, Louis *Barbara, Celarent, Darii, Ferio, Baralipon», Le Portique*, Numéro 7 - 2001, Philosophie et sciences, 2001.

Disponibile dal 10 marzo 2005 all'indirizzo: <http://leportique.revues.org/document242.html>.

Verger, Jacques *Le Università nel Medioevo* il Mulino 1991

Viola, Paolo *È legale perché lo voglio io Attualità della Rivoluzione Francese* Laterza 1994

W

de Waal, Frans *La politica degli scimpanzé, Potere e sesso tra le scimmie* Laterza Roma/Bari 1984

de Waal, Frans *Far la pace fra le scimmie* Rizzoli 1990

de Waal, Frans *Naturalmente buoni* Garzanti 2001

de Waal, Frans *La scimmia e l'arte del sushi La cultura nell'uomo e negli altri animali* Garzanti 2002

de Waal, Frans *La scimmia che siamo. Il passato ed il futuro della natura umana* Garzanti 2006

Wade, Nicholas *All'alba dell'uomo. Viaggio nelle origini della nostra specie* Cairo Editore 2007

Warsh, David *La conoscenza e la ricchezza delle nazioni Una storia dell'indagine economica* Feltrinelli 2006

Watson, James e Berry, Andrei *DNA Il segreto della vita* Adelphi 2004

Whitehead, Alfred N. *La scienza ed il mondo moderno* Universale Scientifica Boringhieri 1979

Whitehead, Alfred N. *Introduzione alla matematica* Newton Compton Editori 1976

Whitehead, Alfred N. e Russel, Bertrand *Principia mathematica Voll.II,III* Cambridge University Press (1925-27).

Wikander, Örjan (editor) *Handbook of ancient water technology* Brill 2000

Wood, C.A.; Fyfe, F.M. *The art of falconry, being << De arte venandi cum avibus>> of Frederick II of Hohenstaufen* Stanford 1943

X

Y

Yallop, David *In nome di Dio, La Morte di Papa Luciani* Tullio Pironti Editore 1997

X

Yallop, David *Habemus Papam Il Potere e La Gloria: dalla morte di Papa Luciani all'ascesa di Ratzinger* Nuovi Mondì Media 2006

Z

Zerbi, Giuseppe *L'Italia delle 3000 Lauree Edizioni Bietti* 2003

Zini, Zino *Grande Dizionario Enciclopedico UTET* 1955 Voce: *Bacone Francesco*



L'Istituzione Conoscere e il Comune di Cisterna di Latina sostengono la Scuola Preparatoria agli Studi Universitari, la Residenza Universitaria "Tullio Levi Civita" ed il Laboratorio di Strutture e Materiali Intelligenti.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Francesco dell'Isola (Napoli, 1962) dal 2006 è Professore Straordinario nel Settore Scientifico Disciplinare (SSD) *Scienza delle Costruzioni* presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza". Nel 1986 si laurea in Fisica, e nel 1991 è Dottore per la ricerca in Fisica Matematica presso l'Università di Napoli "Federico II". Dal 1991 al 1992 è ricercatore SSD *Fisica Matematica* presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Napoli e, dal 1991 al 1998, SSD *Scienza delle Costruzioni* presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza". Nel 1995 è ritenuto idoneo alle funzioni di *Maitre des Conférences* nella Classe "Meccanica" dalla competente commissione nazionale ministeriale francese. Dal 1998 al 2006 è Professore Associato nel SSD *Scienza delle Costruzioni* presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza". Dal 2004 è *Adjunct Associate Professor* presso il Virginia Polytechnic Institute and State University.

Coautore di tre libri di testo universitari, di sessantaquattro articoli su rivista internazionale e di nove Contributi ad Atti di congresso, ha tenuto corsi di Analisi Matematica per le Scienze Economiche e Sociali (Università del Molise, Campobasso 1988-1991), Biomeccanica (Facoltà di Medicina, Università di Napoli "Federico II", 1990-1993), Scienza delle Costruzioni, Meccanica dei Solidi e delle Strutture, Strutture Intelligenti (Facoltà di Ingegneria Università di Roma "La Sapienza", 1993-2008), *Mécanique des Solides* (Université de Toulon et du Var 1993), *Mécanique théorique* (Université des AIX-Marseille III 1994-1995), *Theory of Elasticity* (Virginia Polytechnic Institute and State University 2000).

È stato invitato a trascorrere periodi di ricerca in varie istituzioni straniere: Visiting Professor – Université de Versailles, Université de Toulon et du Var, Virginia Polytechnic Institute and State University; Visiting Researcher – Rostock University; Visiting Scholar – Technical University Darmstadt; Visiting Researcher – Virginia Polytechnic Institute and State University; Maitre des Conférences – Université des AIX-Marseille III Université de Toulon; Visiting Scholar – LMM Université Pierre et Marie Curie Paris VI ETH Zurich Switzerland.

Membro dell'Editorial Board delle riviste *Research in Nondestructive Evaluation* e *International Journal of Electromagnetics and Mechanics*.

È responsabile scientifico del Laboratorio di Strutture e Materiali Intelligenti dei Dipartimenti di Ingegneria Strutturale e Geotecnica e di Meccanica ed Aeronautica dell'Università di Roma "La Sapienza" fondato in Cisterna di Latina grazie ad un finanziamento trentennale dell'amministrazione comunale. È responsabile locale di gruppi di ricerca finanziati dal MIUR, progetti PRIN per quattro anni consecutivi e di gruppi di ricerca finanziati dall'Università di Roma "La Sapienza" negli anni 2001-2007. È uno dei membri fondatori del Centro Internazionale di Ricerca per la Matematica e Meccanica dei Sistemi Complessi (M&MoCS) dell'Università degli Studi dell'Aquila.

In occasione della procedura di valutazione comparativa a un posto di Professore Universitario di Prima Fascia bandito dall'Università degli Studi di Roma con D.R del 31.10.2005, il commissario Giulio Maier (Accademico dei Lincei, Professore Emerito di Scienza delle Costruzioni Politecnico di Milano, Italy Rector, International Centre of Mechanical Sciences, Udine, Italy) ha espresso il seguente giudizio su Francesco dell'Isola:

La produzione scientifica del candidato documentata ai fini di questo concorso verte prevalentemente sulle seguenti problematiche: teoria matematica dell'elasticità (in particolare problema di De Saint Venant "del secondo ordine"); materiali poroelastici saturi e propagazione di onde in essi; sistemi accoppiati piezoelettro-meccanici; attuatori ezo e r c ne con ro o e ev raz on . e enco e e u caz on nc u e c nqan ase articoli su riviste a carattere internazionale, di cui due a singolo autore. Le collaborazioni sono molteplici sia con personalità di consolidato prestigio in vari Paesi, sia con giovani in formazione. I risultati di ricerca attribuibili al candidato sono notevoli per originalità, varietà e approfondimento metodologico. Pur essendo spesso chiara la destinazione applicativa nelle tecnologie, prevale l'attenzione a questioni teoriche dalle forti implicazioni matematiche. Questa circostanza è chiaramente connessa con l'inconsueto itinerario culturale del candidato (laurea in fisica, incaricato di analisi matematica, ricercatore di fisica matematica) itinerario che approda già nel 1992 alla Scienza delle Costruzioni in cui inizia attività didattica nel '95, dopo una esperienza di insegnamento di Biomeccanica, per divenire nel 1998 professore associato nel settore ICAR08. Anche in virtù di questi arricchimenti culturali in discipline adiacenti alle basi teoriche, i principali contributi di ricerca di candidato ono erinenti a ettore disci linare e ne denotano e varietà e valore innovativo, iena maturità meritevole dell'acquisizione di un ruolo di rofessore di prima fascia in tale settore.

Mentre il commissario Nicola Luigi Rizzi (Professore Ordinario di Scienza delle Costruzioni, Direttore del Dipartimento di Strutture Università di ROMA TRE) si è così espresso:

Francesco dell'Isola ha documentato un lavoro di ricerca intenso, costante e qualificato. Utilizzando i metodi e gli strumenti della moderna meccanica dei continui egli ha indirizzato i suoi studi verso argomenti di ricerca considerati di grande attualità e interesse da una consistente parte della comunità scientifica internazionale. D'altronde i rapporti internazionali documentati dai soggiorni di studio e, soprattutto dalle collaborazioni di ricerca sono la testimonianza più evidente del fatto che il candidato ha fornito un contributo significativo alla ricerca meccanica. I lavori presentati consentono di affermare che i risultati ottenuti da Francesco dell'Isola sono rilevanti anche sul piano delle possibili ap caz on ecn c e: caso e ezo e r c . a ques o un o v s a, esemp are. Segnalo infine l'ottima collocazione editoriale dei lavori presentati dal candidato.



Teoria e pratica? Teoria È pratica!

È inevitabile: quando si analizza un problema complesso viene la tentazione di rinunciare ad uno studio teorico approfondito, che ne consideri tutte le sfaccettature, e di cercare invece semplificazioni. La mente umana, nel descrivere un dato fenomeno, tende ad isolare i dettagli vera-mente importanti per non essere distratta dall'ingombro di quelli che possono essere trascurati. È vero: le semplificazioni sono sempre necessarie quando si studiano i fenomeni naturali. Con un solo modello non è possibile spiegare tutti i possibili fenomeni e neppure, in tutti i suoi aspetti, un ben preciso fenomeno. Una teoria ha sempre un ambito di applicabilità ben preciso cioè quei fenomeni per la cui descrizione essa è stata concepita. Tuttavia: non bisogna cedere alla tentazione delle semplificazioni estreme. A qualcuno ogni teoria sembra sempre troppo complicata. Stiamo parlando dei *praticisti*: cioè di coloro che ritengono che tutte le teorie, e soprattutto quelle che fanno uso estensivo di strumenti matematici sofisticati, siano sostanzialmente inutili. I *praticisti* ritengono che l'unico modo per comprendere sia quello di affidarsi alla pratica, che loro identificano con la conoscenza acquisita per mezzo di un processo di apprendimento basato solo sulla prova (casuale?) e la registrazione dell'errore. I *praticisti* non riescono a capire l'efficacia, la bellezza e l'eleganza delle teorie matematiche concepite per descrivere la natura e quindi si lanciano a discutere di una presunta dicotomia fra teoria e pratica. La tesi centrale di questo saggio è che, in realtà, non vi è alcuna contrapposizione fra teoria e pratica e che i *praticisti* hanno inventato una falsa dicotomia. Una buona Teoria È Pratica! Infatti l'efficacia di una Teoria si valuta proprio sulla base della sua capacità di produrre una conoscenza dei fenomeni tanto accurata da permettere la formulazione di previsioni affidabili. Le buone Teorie sono quindi l'unica guida disponibile alla Pratica, perché una buona Teoria permette di ridurre, utilizzando la forza della logica, il numero di prove e di fallimenti che sono bastanti a conseguire la necessaria comprensione dei fenomeni. È conosciuto un solo modo per difendere questa tesi: bisogna mostrare come "funziona" il metodo scientifico. Per fare questo bisogna costruire teorie e mostrarne l'efficacia nella descrizione dei fenomeni per i quali sono state concepite. Le teorie si costruiscono con l'ausilio della logica e della matematica: è quindi inevitabile che siano somministrate al lettore alcune dosi di queste medicine. Si è tuttavia fatta la scelta di introdurre in maniera il più possibile elementare e auto consistente solo argomenti di matematica che gli specialisti ritengono unanimemente (e fin dai tempi, III secolo a. C., della stesura del primo manuale scolastico di matematica, cioè gli *Elementi* di Euclide) parte irrinunciabile della cultura di un intellettuale, quale che sia il suo campo di specializzazione. Utilizzando uno stratagemma antico almeno quanto gli *Elementi*, si è, inoltre, tentato di alleggerire l'esposizione presentando alcune argomentazioni sotto le mentite spoglie di un apologo.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = 0$$

