

CONTAMINAZIONI SCIENTIFICHE E LETTERARIE NELLE DISCIPLINE DEL RILEVAMENTO

Luigi Mussio

Politecnico di Milano – DIAR – Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano
Tel. 02-2399-6501, Fax. 02-2399-6602, e-mail luigi.mussio@polimi.it

Riassunto – Il mondo della scienza e della tecnica non è affatto separato da quello della filosofia, delle lettere e delle arti, anzi da sempre, un mondo intreccia con l'altro fitte e proficue relazioni. In questo contesto, notevoli sono le contaminazioni letterarie, ma non solo (infatti alcune musiche e parecchi dipinti sono citazioni famose di opere scientifiche e tecnologiche), che si collegano a fatti del mondo scientifico e tecnologico. Due esempi prendono in considerazione personaggi ed eventi importanti per la matematica, l'astronomia e la geodesia/topografia tra il '700 e la prima metà dell'800. Infatti un classico, come *I turbamenti del giovane Törless* di Robert Musil, ed un romanzo contemporaneo, come *La misura del mondo*, di Daniel Kehlmann, parlano rispettivamente dei numeri immaginari e delle geometrie non euclidee (a partire da considerazioni di cartografia ed astronomia). Il secondo libro fa riferimento anche alla figura storica di Carl Friedrich Gauss cui è affiancata quella del biologo e naturalista Friedrich Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt. L'ambientazione del primo libro è recente e verosimilmente coeva alla sua scrittura, ma i numeri immaginari, scoperti nel tardo medioevo/Rinascimento, sono strutturati da Leonard Euler (italianizzato in Eulero), contemporaneo di Ruggero Giuseppe Boscovich, rifondatore scientifico dell'Osservatorio astronomico di Brera che, nel '700, svolge un'intensa attività geodetica e cartografica, oltre alla normale attività astrometrica. D'altro canto, Gauss è contemporaneo di Francesco Carlini (allievo degli allievi di Boscovich tra i quali Angelo De Cesaris – detto Cesari – e Barnaba Oriani) con cui ha contatti, documentati da attività scientifica. Un terzo esempio è tratto invece dalla letteratura del secondo novecento e, nello specifico, dalla *Lezioni americane* di Italo Calvino. La ragione di questa, peraltro più lunga, citazione è da un lato l'avvicinarsi, interessato e competente, dello stesso Calvino alle problematiche moderne della scienza e della tecnologia, dall'altro i punti di contatto che possono essere stabiliti con Mariano Cunietti. Infatti questi, professore ordinario al Politecnico di Milano, è un fotogrammetra, gravimetrista e metrologo e, in questa ultima veste, istituisce la Giornata della Misurazione, dove metrologi, matematici e fisici, ed altri scienziati e tecnici sono chiamati a confrontarsi con logici, filosofi ed uomini di cultura, in genere. Il maestro di Cunietti è Gino Cassinis, geodeta e fotogrammetra, che lo precede di una generazione, ma può essere ugualmente associato, in questo contesto, in quanto autore di un ponderoso volume di matematica applicata, statistica e calcolo numerico. Il discorso potrebbe interrompersi a questo punto, ma così rimarrebbe sospeso "per aria" letteralmente, senza vedere uno "sporcarsi le mani" nelle tante contraddizioni di un mondo, veramente molto complesso e caotico. Pertanto precisando di usare categorie marxiane, senza alcuna "devozione" marxista, *l'Introduzione alla critica dell'economia politica*, di Karl Marx (del 1857) e la *Prefazione – Londra, 21 luglio 1892 – alla Condizione della classe operaia in Inghilterra*, di Friedrich Engels (del 1845) servono a trasportare il problema, culturale ed accademico, delle possibili contaminazioni, scientifiche e letterarie, nelle discipline del rilevamento, in prassi operativa, politica e sociale. Infatti lo stato di guerra permanente diffusa, la crisi economica mondiale ed un paese strutturalmente fragile impediscono che esso, dalla globalità alle realtà minute, sia oggi un paese migliore e normale. Allora è difficile "stare alla finestra" in una "torre d'avorio", ma è necessario schierarsi, gettarsi nella mischia ed anche rischiare. L'esempio di Matera (che dà lo spunto per un'altra bella citazione da *Cristo si è fermato ad Eboli* di

Carlo Levi) è eloquente; l'esperienza di un Gruppo di lavoro e di studio sul Trasferimento di tecnologie e la cooperazione internazionale della Società internazionale di Fotogrammetria e Telerilevamento (ISPRS) è un piccolo esempio. Infatti in parte ritornando dalla prassi alla teoria, è necessario chiedersi cosa si è e cosa si deve fare. Ovviamente si è la propria storia e, di conseguenza, un tecnico dedicato al trattamento delle osservazioni ed all'analisi dei dati (geodati, immagini e geoinformazioni). Tuttavia scrivere numeri e/o formule non è meglio che picchiare chiodi e, se i chiodi sanno picchiarli benissimo operai specializzati, anche i numeri e le formule sanno scriverle benissimo altri competenti (ad esempio, gli allievi e gli ex-allievi di vari corsi). Allora un primo passaggio è fare riferimento alla scienza, a partire da quella che ha generato la tecnica specifica, per poi allargarsi ad altri aspetti delle varie scienze, tanto sul versante matematico, quanto su quello sperimentale. Il campo è davvero sterminato e può condurre, per percorsi più o meno tortuosi, a prendere in considerazione settori anche molto, molto lontani, capaci di mettere in atto ibridazioni davvero interessanti e stimolanti. Eppure un secondo passaggio può essere compiuto e, se fatto, può diventare parecchio intrigante. Esso consiste nell'allargare lo sguardo alla cultura, dove la scienza e la tecnica crescono, si sviluppano e si consolidano, prendendo in considerazione la filosofia, le lettere e le arti, e le scienze umane, nel loro complesso. E' insieme una sfida ed un'opportunità, perché bisogna sapersi tradurre, per superare vere e proprie barriere linguistiche, dovute ai differenti ambiti culturali, ai diversi approcci metodologici ed ai vari percorsi formativi. Certamente non è facile, ma la soddisfazione è grande, a risultato conseguito. In questo caso, qualche parola va spesa verso le richieste alla cosiddetta controparte. Infatti innanzitutto è necessario il rispetto verso matematica, scienze e tecnologie, così da evitare il dileggio idealista e/o storicista, forse oggi datato, ma mai sepolto, del tutto. Dopodiché è necessaria la curiosità intellettuale che spinge ad ibridare le culture, perché ogni cammino è un vero incontro, solo se è reciproco.

Musil ed i numeri immaginari dell'allievo Törless

Nel 1906, è pubblicato il primo romanzo di Robert Musil ¹: *I turbamenti del giovane Törless*. Musil ha 26 anni e studia filosofia e psicologia sperimentale a Berlino, dopo essersi precedentemente laureato in ingegneria a Brno, seguendo le tradizioni famigliari. Scrive il romanzo, come più tardi avrebbe scritto, per colmare i vuoti di noia cui lo induce l'attività tecnica. La vicenda narrata si svolge in prevalenza all'interno di un collegio militare, dove si assiste, accanto alla descrizione di un clima di violenze psicologiche e fisiche tra compagni, alla crisi esistenziale del protagonista cui l'autore attribuisce elementi autobiografici. I turbamenti di Törless sono sessuali, morali ed intellettuali. Tra questi ultimi, occorre segnalare il rapporto con alcuni concetti matematici. Egli si interroga sulla nozione di infinito e s'inquieta a causa dei numeri immaginari ³.

Durante la lezione di matematica, a Törless venne un'idea improvvisa. Negli ultimi giorni, aveva seguito con interesse particolare le lezioni, perché pensava:

«Se questa deve essere davvero la preparazione alla vita, come dicono loro, dovrà contenere almeno qualche cenno intorno a quello che sto cercando».

Pensava alla matematica, perché aveva ancora in mente quei pensieri sulla natura dell'infinito. L'idea gli era balenata a metà lezione. Appena finita l'ora, sedette accanto a Beineberg, l'unico con cui potesse discorrere di certe cose.

«Hai capito tutto?»

¹ Le prime due facciate di questo paragrafo sono quasi interamente riprese da: *Popinga – Scienza e letteratura: terribilis est locus iste* (<http://keespopinga.blogspot.com/2009/10/gli-immaginari-di-torless.html>), ad eccezione dell'immagine e di alcune note, e fanno riferimento al romanzo: *I turbamenti del giovane Törless*, Robert Musil (Einaudi, Torino, 1959).

² La traduzione italiana corrente è imprecisa, perché la parola tedesca: *Zögling*, significa letteralmente: allievo.

³ Lo spirito giovanile di Törless, in cerca di certezze, non è in grado di comprendere come, partendo da cifre solidissime e reali, per arrivare ad altre simili, si debba passare per qualcosa che non esiste.

«Cosa? »

«La storia dei numeri immaginari.»

«Sì. Che c'è di difficile? Basta pensare che l'unità di calcolo è data dalla radice quadrata di meno uno.»

«È questo il punto. Quell'unità, non esiste. Ogni numero, positivo o negativo, elevato a quadrato, dà qualcosa di positivo. Quindi non ci può essere un numero reale che sia la radice quadrata di qualcosa di negativo.»

«Giusto. Ma perché non si dovrebbe provare a estrarre una radice quadrata anche da un numero negativo? Il numero negativo, naturalmente, non può produrre nessun valore reale, per questo si dice che il risultato è immaginario. È come se uno dicesse: qui si sedeva sempre una persona, mettiamo la seggiola al solito posto; anche se la persona è morta, facciamo come se dovesse venire.»

«Ma come, quando si sa con sicurezza, con sicurezza matematica, che è impossibile?»

«Sì fa lo stesso, come se non fosse così. Un risultato, ci sarà sempre. E non è lo stesso, coi numeri irrazionali? Una divisione che non finisce mai, una frazione di cui mai, mai e poi mai riesci a stabilire il valore, per quanto a lungo calcoli. E cosa s'intende, secondo te, quando si dice che due linee parallele si debbono intersecare, all'infinito? Io credo che, se uno badasse troppo al sottile, la matematica non esisterebbe.»

«Hai ragione. Anche a considerarla così, è già buffa abbastanza. Ma lo strano è proprio che, nonostante tutto, si possono eseguire calcoli reali con questi valori immaginari o impossibili, che alla fine si ottiene un risultato concreto!»

«Vuoi dire che i fattori immaginari, durante l'operazione, s'annullano a vicenda, perché il risultato sia possibile.»

«Sì, sì, lo so anch'io. Ma, nonostante tutto, la faccenda non ha lo stesso qualcosa di strano? Come posso spiegarmi? Pensa dunque: in una data operazione, cominci con numeri solidissimi, che possono rappresentare metri o pesi o qualunque altra cosa concreta, insomma, con numeri reali. Alla fine del calcolo, ritrovi numeri reali. Ma i due gruppi sono legati da qualcosa che non esiste. Non è come un ponte che ha solo i piloni delle estremità e che noi, tuttavia, traversiamo come se fosse intero? Per me, un calcolo simile ha del trucco, come se un pezzo di strada andasse Dio sa dove. Quello che più mi sgomenta, è la forza che possiede, capace di reggerti e di farti arrivare dall'altra parte.»

Beineberg ghignò:

«Parli quasi come il cappellano: "Vedi una mela? Sono le onde luminose, l'occhio, eccetera. Se tendi la mano per rubarla, sono i muscoli e i nervi che mettono la mano in movimento. Ma tra la mela e la mano, è un terzo elemento, che fa nascere una dall'altra, e tale elemento è l'anima immortale, che in quell'operazione commise peccato... Sì, ciò vuol dire che nessuna vostra azione è spiegabile senza l'anima, che suona su di voi come sui tasti d'un piano..."»

E imitò le cadenze con cui il catechista era solito esporre la vecchia immagine.

«Ma debbo dire che tutta questa storia m'interessa poco.»

«Pensavo che dovesse interessare proprio una persona come te, perché, se essa è davvero così inspiegabile, sarebbe quasi una conferma della tua fede.»

«E perché non potrebbe essere inspiegabile? Non è detto che, in questo caso, gli inventori della matematica non abbiano inciampato sui loro piedi. Perché, dopo tutto, quello che si trova oltre i limiti dell'intelletto non avrebbe potuto fare questo tiro allo stesso intelletto? Ma non voglio mescolarmi in simili faccende che, del resto, non fanno approdare a nulla.»

La sfera degli interessi matematici di Musil è estremamente vasta e articolata, andando dalla teoria dei numeri di Peano alla relazione tra logica e matematica. Per lo scrittore austriaco, gli esploratori dello spirito del XX secolo sono gli scienziati, quanto e forse di più dei filosofi e degli artisti: tutta l'audacia intellettuale risiede oggi nelle Scienze esatte. Non è da Goethe, Hebbel o Hölderlin che impariamo, ma da Mach, Lotentz, Einstein, Minkowski, de Couturat, Russell e Peano. In un saggio del 1911: *L'uomo matematico*, Musil fa un'interessante riflessione sul lavoro del matematico, considerandolo in analogia con l'uomo spirituale dell'avvenire, con parole che collocano l'autore de: *L'uomo senza qualità*, in una posizione unica all'interno del panorama letterario mitteleuropeo.

La matematica è un'ostentazione di audacia della pura ratio: uno dei pochi lussi oggi ancora possibili. Anche i filologi si dedicano spesso ad attività nelle quali, per primi, non intravedono il minimo utile ed i collezionisti di francobolli o cravatte fanno ancora peggio (ma questi sono passatempi inoffensivi, ben lontani dalle cose serie della vita vissuta). Invece la matematica proprio in esse abbraccia alcune delle avventure più appassionanti ed incisive dell'esistenza umana. Si può dire che, in pratica, tutta la vita dipenda dai risultati di

questa scienza, ad essa ormai piuttosto indifferenti. Grazie alla matematica si cuoce il pane, si costruiscono le case e si fanno andare avanti i mezzi di locomozione. Prescindendo dai pochi oggetti, fatti a mano, nonché dai bambini, tutto ciò che si possiede è ottenuto attraverso calcoli matematici.

Quello che esiste, si muove od è immobile, non soltanto sarebbe incomprendibile senza la matematica, ma è effettivamente nato dalla matematica e ne è sostenuto, nella realtà concreta, della propria esistenza. Infatti i matematici pionieri hanno ricavato idee utilizzabili, da certi principi. Da quelle idee, sono nate deduzioni, tipi di calcolo, risultati. I fisici hanno messo le mani e ricavato nuovi risultati. Alla fine, sono arrivati i tecnici che, accontentandosi spesso di questi risultati, hanno fatto nuovi calcoli e creato le macchine. Ad un tratto, quando ogni cosa è realizzata al meglio, i matematici (cioè quelli che si lambiccano il cervello più vicino alle fondamenta) s'accorgono che, nelle basi di tutta la faccenda, è nascosto qualcosa che non torna. Proprio così, guardando al fondo delle cose, i matematici vedono che tutto l'edificio è sospeso in aria ⁴.



Fig. 1 – Michelangelo Merisi da Caravaggio, Bacco (Galleria degli Uffizi ⁵, Firenze)

E' difficile non collegare questo interessante dibattito all'impetuoso sviluppo della matematica e della fisica nel '700. Infatti sulla scorta delle precedenti lezioni di Galileo Galilei, René Descartes (italianizzato in Cartesio), Gottfried Wilhelm von Leibniz ed Isaac Newton, famosissimi matematici e fisici del '700 e del primo '800, come Leonhard Euler (italianizzato in Eulero), Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert, Giuseppe Lodovico Lagrangia (meglio noto, nella dizione francese, come Joseph-Louis Lagrange), Jean Baptiste Joseph Fourier e Carl Friedrich Gauss, mettendo a punto le basi teoriche della matematica e della fisica moderne, arrivano anche alla formulazione sistematica e definitiva dei numeri immaginari e complessi. A questo fecondo dibattito non è affatto estraneo Ruggero Giuseppe Boscovich.

Pertanto la fondazione della Scuola di Milano che origina proprio da Boscovich ha come sua connotazione caratteristica proprio il trattamento delle osservazioni e, più in generale, la matematica applicata, per quanto riguarda tanto l'astronomia, quanto la geodesia, la topografia e la cartografia. Questa attenzione continua ancora oggi, quando la geodesia diventa operativa con l'ingegneria geodetica e la cartografia amplia i suoi

⁴ Eppure le macchine funzionano ... insomma, si è costretti ad ammettere che l'esistenza vissuta è un pallido fantasma. Si vive, ma soltanto sulla base di un errore, anche se, senza di esso, non esisterebbe nulla di quello che si ha. ...

⁵ Il quadro di Fig. 1 è il primo che esce in rete, chiedendo un dipinto sui numeri immaginari. D'altra parte, la critica dell'arte lo descrive come l'armonia derivata dall'unione dei contrari: un pensiero non lontano dai turbamenti del giovane Törless che si stupisce perché, partendo da cifre solidissime e reali, per arrivare ad altre simili, si debba passare per qualcosa che non esiste.

orizzonti con la geomatica, includendo così anche la fotogrammetria ed il telerilevamento (per quanto riguarda invece l'astronomia, chi scrive si dichiara incompetente, anche riconoscendo attenzioni simili in molte attività astronomiche e, in particolare, nelle ricerche aventi interessi in comune con la geodesia). La sola alternativa è la dissipazione dei valori culturali, veri e propri, della suddetta scuola.

In questo contesto, di grande importanza è la formalizzazione boscoviana del metodo della minima somma dei moduli, di sicura derivazione galileiana, capace di individuare ed eliminare dati anomali, in quanto gode della proprietà della robustezza. Questa attenzione, notevole fino a tutto il '700, è poi sottovalutata, a causa dello strapotere della normalità e linearità, per tutto l'800 e la prima metà del '900. Dopodiché nella seconda metà del '900, l'avvento del calcolo automatico, grazie alla presenza dei calcolatori ed alle loro, prodigiose e progressive, potenza e capacità, costringe a riprenderla in considerazione. D'allora, la robustezza è detta robustezza matematica (una teoria matematica della stima generalizzata ⁶, rispetto alla teoria statistica classica della normalità), per distinguerla dalla precedente robustezza qualitativa.

Un chimico, un astronomo ed un matematico, ovvero John Wilder Tukey, Peter J. Huber e Frank Hampel, sono i padri della robustezza matematica, avendo affossato l'orgogliosa sicurezza, data dalla normalità, proposto procedure robuste (alternative al metodo dei minimi quadrati) e costruito la teoria della robustezza. Il punto attuale è una collezione di procedure, aventi un diverso grado di robustezza, alle quali è richiesto di fornire statistiche quantomeno sufficienti (cioè capaci di conservare tutta l'informazione contenuta nei dati). Tra queste, il metodo della minima mediana dei quadrati degli scarti-residui è il più robusto, benché molto oneroso, dal punto di vista computazionale, mentre il metodo RANSAC (*Random Sampling*, ovvero campionamento casuale) è abbastanza agevole, pur fornendo risultati solo su base probabilistica.

Il giovane Kehlmann tra Gauss ed A. von Humboldt

Volendo giocare, in parallelo, tra il giovane scrittore tedesco/austriaco (Daniel Kehlmann) ed il giovane protagonista di un romanzo, ormai classico, ovvero il giovane Törless di Robert Musil, è possibile passare dalla generazione dei maestri d'allora, dove Ruggero Giuseppe Boscovich è contemporaneo di Leonhard Euler (italianizzato in Eulero), Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert e Maria Gaetana Agnesi, ad una generazione successiva, anche se non a quella degli allievi diretti. Questa generazione è quella di Jean Baptiste Joseph Fourier, Carl Friedrich Gauss e Friedrich Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt, nonché di Francesco Carlini, a loro volta, diventati maestri per le generazioni successive. Inoltre pur essendo estranea ai testi citati, anche la generazione intermedia è ricca di figure notevoli, quali Giuseppe Lodovico Lagrangia (nella dizione francese, noto come Joseph-Louis Lagrange) ed Alessandro Volta cui affiancare, nello stesso contesto, Angelo De Cesaris (detto Cesari) e Barnaba Oriani.

Un primo commento mette in luce l'affollarsi notevole di personaggi, maggiori e minori, nel mondo della scienza e della tecnica, come in quello della filosofia, delle lettere e delle arti. Infatti per quanto la loro fortuna possa essere differente ed essere avvenuta in un tempo, a loro contemporaneo o posteriore, mai si tratta di geni isolati, fuori da ogni preciso ambito storico/culturale. Inoltre in questo contesto, notevoli sono spesso le rivalità ed anche le liti, su opinioni, priorità, originalità, ecc., che il trascorrere del tempo porta a considerare, con un sorriso di compiacimento: quasi un'inevitabile debolezza umana. Tuttavia proprio queste

⁶ La robustezza matematica è caratterizzata dalla funzione d'influenza che studia il comportamento, al limite, di una funzione obiettivo, sotto l'effetto di perturbazioni, dovute a dati anomali (sentenziando che una procedura è robusta, se data una perturbazione infinita, gli effetti sono comunque limitati), ed inoltre dal punto di rottura che stabilisce l'entità massima delle perturbazioni tollerate, da un dato modello, prima della sua degenerazione (così da classificare i metodi di stima, in base alla loro robustezza).

rivalità sono anche il segno della contiguità, dove nessuno, proprio nessuno, è un genio isolato che nulla deve alla sua epoca ed a quelle precedenti. Infine allargando lo sguardo dalla ristretta geografia europea ed occidentale, al resto del mondo e principalmente all'oriente, altrettanto importanti sono i contributi che derivano da altri mondi, quali quelli persiano, indiano, cinese e giapponese (ma non solo, Fig. 2).



Fig. 2 – Il pensatore (manufatto in legno, fabbricato in Angola)

⁷ ... Occupazioni occasionali: c'era bisogno di un giovane valido che aiutasse nell'agrimensura. ... Così, senza volerlo, si ritrovò a inciampare sul terreno pregno di pioggia. Il cielo era basso e scuro, la terra fangosa. ... Quando gli chiesero cosa stava facendo, spiegò ... la tecnica della triangolazione: se si conoscono un lato e due angoli di un triangolo, si può determinare la misura degli altri lati e dell'angolo non noto. Così si sceglie un triangolo da qualche parte, qui sulla terra di Dio, si misura il lato cui si ha più facile accesso e con questo apparecchio si trova l'angolatura del terzo vertice. Alzò il teodolite e lo girò, così e così, ... Poi si mette insieme una serie di questi triangoli. ...

Ma il paesaggio non è mica una superficie piatta! ...

La somma degli angoli di un triangolo, ..., dà centottanta gradi solo su una superficie piatta, ma ciò non succede in una sfera. Questo confutava tutte le sue teorie.

... E' così. Per compensarlo, bisogna, per così dire, ridurre i triangoli, dopo averli misurati, a dimensioni infinitamente piccole. In fin dei conti, una semplice operazione differenziale. Almeno in questa forma ... Si sedette a terra e prese il suo taccuino. In questa forma, borbottò, mentre cominciava a prendere appunti, non l'ha ancora eseguito nessuno. ...

Gauss ... comprese che ogni numero poteva essere rappresentato come la somma di tre numeri triangolari. Con le mani tremanti cercò il suo taccuino, ma l'aveva dimenticato a casa e dovette borbottare a bassa voce la formula fino alla locanda successiva, dove strappò una matita dalla mano di un cameriere, e la scrisse su un tavolo.

... Finalmente le *Disquisitiones Arithmeticae* poterono uscire. Aveva appena vent'anni e aveva realizzato il capolavoro della sua vita. ...

Il viaggio fu orribile. ... (a questo punto, nel romanzo segue l'incontro tra Gauss ed Immanuel Kant).

... Gli frullavano in testa idee che non riusciva a comunicare a nessuno. Aveva infatti l'impressione che lo spazio euclideo non fosse, come il professore affermava nella *Critica della ragion pura*, il presupposto della forma della nostra stessa intuizione e dunque il presupposto di qualsiasi possibile esperienza, ma piuttosto una finzione, un bel sogno. La verità era perturbante: l'affermazione per cui due rette parallele non si incontrano mai non era mai stata dimostrata, né da Euclide né da nessun altro. Ma non era affatto ovvio, come si è sempre ritenuto! Lui, Gauss, riteneva sbagliato questo postulato. Forse, addirittura, non esistevano nemmeno le rette parallele che passavano per quel punto. Solo una cosa era certa: lo spazio era ruvido, curvo e molto molto strano.

⁷ La citazione è tratta dal romanzo: *La misura del mondo*, di Daniel Kehlmann: (Feltrinelli – I narratori, Milano, 2006), e la successiva conclusione del paragrafo è liberamente tratta dalla presentazione dello stesso romanzo e da alcuni commenti, tratti da: <http://www.ibs.it/code/9788807017025/kehlmann-daniel/misura-del-mondo.html> (internet bookshop).

... Stava forse dicendo che, tracciato un triangolo di qualsivoglia dimensioni fra tre stelle là fuori, a una precisa misurazione la somma degli angoli sarebbe risultata diversa dai soliti centottanta gradi, rivelando così che quel triangolo era in realtà un corpo sferico. ...

In carrozza, ... lesse per la terza volta l'articolo sul misterioso pianetino. Certo che se ne poteva tracciare l'orbita! Nei calcoli di approssimazione bisognava solo considerarla un'ellisse invece che un cerchio ed essere un po' più rigorosi ...

... Voglio anche una cattedra disse Gauss. ... Gauss ne approfittò per contare un po' di numeri primi. Ne aveva già molte migliaia. Era abbastanza sicuro che non sarebbero mai riusciti a trovare una formula per calcolarli tutti. Ma se fossero riusciti a contarne alcune centinaia di migliaia, sarebbe stato possibile determinare la probabilità della loro apparizione in modo asintotico. ...

Mentre aspettava l'offerta scritta della corte, si occupava della scienza del calcolo delle orbite. Un'orbita, disse ..., non è un movimento qualsiasi, ma l'inevitabile risultato dell'attrazione che tutti i corpi esercitano su un solo posto nel vuoto: quella linea dunque, che sorge con la stessa curvatura sulla carta e nello spazio, quando si lancia un oggetto libero nell'aria. Il mistero della gravitazione, Il tenace anelito di tutti i corpi.

... Aveva capito come calcolare la massa del pianeta Giove sulla base delle deviazioni dell'orbita di Cerere. Fino a pochi istanti prima le stelle sembravano soltanto punti luminosi. Adesso riusciva a distinguerne le formazioni sapeva quali di esse segnavano i gradi di latitudine importanti per l'orientamento in mare, conosceva i loro percorsi, le ore in cui sarebbero sparite e poi riapparso. Come se fosse naturale, ..., le stelle erano diventate il suo mestiere e lui il loro interprete.

... Quando ... fra le tende apparve pallido e stordito il disco lunare ... proprio in quel frangente (Gauss comprese) come si potevano correggere approssimativamente gli errori di misurazione delle orbite dei pianeti. ... Balzò in piedi, ..., infilò il pennino nell'inchiostro e scrisse senza accendere alcuna luce: Somma d. Quadr. d. differenze fra osserv. e calc. → Min., era troppo importante, non riusciva a non pensarci.

... L'astronomia era più grossolana della matematica. Non si potevano risolvere problemi solo attraverso il ragionamento puro, qualcuno doveva guardare dentro a un cannocchiale finché gli occhi gli facevano male, e qualcun altro doveva annotare i risultati in lunghe ed estenuanti tabelle. Questo compito lo svolgeva per lui un certo signor Bessel di Brema, il cui ... talento consisteva nel non sbagliarsi mai.

... Spense le candele, si avvicinò al telescopio e lo diresse verso la nebulosa superficia di Giove. Lucente più che mai, nella notte serena vide le sue minuscole lune. Poco dopo regalò il cannocchiale al professor Pfaff e si trasferirono (Gauss e la sua prima moglie Johanna) a Gottinga.

... La cosa più grave era che lo costringevano a tenere delle lezioni. ... L'esame lo superò solo uno studente ... Si chiamava Mobius ... Quando il secondo esame lo passò ancora una volta soltanto lui, dopo una riunione di facoltà il decano prese Gauss in disparte e gli chiese di non essere troppo severo.

... Aveva cominciato un'opera d'astronomia. ... Niente di rilevante, ... Ma prometteva di diventare la più precisa spiegazione per il calcolo delle orbite mai esistita. ... Pensò alle stelle. Alla breve formula che riassume tutti i movimenti in una sola frase. Per la prima volta si rese conto che non l'avrebbe mai trovata. Lentamente si fece buio. Esitante, di avvicino al telescopio.

Il romanzo del filosofo Daniel Kehlmann: *La misura del mondo*, intelligente, divertente e ricco di humour; è il ritratto irridente, ma anche appassionato e devoto, dell'epoca di massimo splendore della cultura tedesca, nel suo passaggio tra illuminismo e romanticismo. Così nel 1828, Carl Friedrich Gauss, matematico, fisico ed astronomo, al momento direttore dell'osservatorio di Gottinga⁸, dove vive con la seconda moglie Minna (già amica della sua prima moglie Johanna, prematuramente morta di parto) ed i figli, è invitato da Friedrich Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt (il cui fratello maggiore, Wilhelm von Humboldt, è un linguista, diplomatico e filosofo) esploratore, geografo e scienziato, a Berlino, dove si svolge un congresso di scienziati tedeschi. L'incontro fra due delle menti più geniali della Germania d'allora fornisce l'occasione di narrare le incomparabili vite dei due personaggi, dall'infanzia al 1828, passando per il viaggio ed il trattato che hanno fondato la geografia e la matematica moderne.

Infatti sono anni che Daniel Kehlmann, autore tedesco/austriaco, sbalordisce per la sua giovane età e le sue opere mature. Il suo quinto romanzo, *La misura del mondo*, è il più clamoroso caso letterario tedesco degli ultimi anni. Dai tempi del *Tamburo di latta* di Günter Grass, non si ha un'opera di così alto valore letterario. A

⁸ Del decennio successivo, è la collaborazione fra Carl Friedrich Gauss e Francesco Carlini che tuttavia fa uso dei minimi quadrati, già dalla metà degli anni '20 dell'800, ovvero solo pochi anni dopo la pubblicazione di questo stesso metodo, ad opera proprio di Gauss.

Kehlmann piace legare arte, scienza e particolari biografici di uomini famosi; pertanto nel romanzo: *L'epoca di Mahler*, un fisico geniale si arrovella sul concetto di tempo, mentre in: *Io e Kaminski*, il protagonista ha i tratti del pittore Balthus. Invece nell'ultimo libro: *La misura del mondo*, l'autore si impossessa di due celebrità, con tanto di nomi e cognomi, delle loro opere e dei loro curricula scientifici. Spostando leggermente le coordinate cronologiche, Kehlmann inventa alcuni dettagli inesistenti e diverse bizzarrie di due uomini della scienza, uno naturalista e l'altro matematico che, pur indossando gli abiti spirituali della loro epoca, sono accompagnati dall'agile e moderno umorismo del giovane autore.

Forse *La misura del mondo* non piace ai guardiani della tradizione, del canone e dei generi letterari. Non è una biografia autentica su due famosi eruditi; la cornice storica traballa notevolmente, quasi fosse l'opera di uno storico pazzo. Inoltre l'autore, per il suo scopo letterario, abusa di due mostri sacri della cultura tedesca che, anche nella Germania postbellica divisa, hanno qualcosa in comune. L'immagine di Gauss, il principe dei matematici, è immortalata sulle banconote da 10 marchi dell'Ovest, mentre quella di A. von Humboldt, il vero scopritore del Sud America, compare sulle banconote da 5 marchi dell'Est, di valore penosamente inferiore. Non saranno d'accordo i difensori del buoncostume biografico con i modi in cui Kehlmann bistratta fino al ridicolo i due eccentrici geni, ma questo suo metodo è certamente benefico per l'arte del romanzo. Entrambi i celebri scienziati sono due individui strampalati e, in questo, Kehlmann non si allontana forse neanche troppo dalla realtà dei fatti.

Intrecciando abilmente le vite di Gauss e A. von Humboldt, crea un felice romanzo d'intrattenimento ambientato nella storia della scienza. La trama ha inizio con l'unico incontro autentico tra i due protagonisti ad un congresso, nel 1828, a Berlino. Lo stravagante provinciale Gauss è ospite nella casa del nobile mondano Humboldt e le differenze tra i due non potrebbero essere più stridenti. Nel resto del romanzo, i singoli capitoli sono dedicati alternativamente ad uno dei due protagonisti e, solo verso la fine, la trama riprende quei giorni berlinesi, per seguire i percorsi separati di questi due giganti posseduti dalla scienza. Più ancora che per questa raffinata costruzione, il romanzo affascina per la maniera in cui sono riportati i dialoghi, presentati nel congiuntivo presente, un modo che gli permette di trasformare discorsi impacciati e complessi in passaggi fulminei. In questo modo, l'autore evita il noioso pingpong, tipico dei romanzi storici, con i discorsi inventati in un linguaggio arcaicizzante.

Ad esempio, nel primo incontro tra i due personaggi a Berlino (che secondo Gauss è una città ripugnante), A. von Humboldt, in modo cerimonioso, dichiara che è un grande onore, un momento storico per la Germania, per la scienza e per se stesso, mentre Gauss, l'ospite brontolone, per tutta risposta dice solo di voler tornare a casa. I due protagonisti non si capiscono, eppure, grazie alla laconica precisione dell'autore, questa incomunicabilità è breve e indolore. Entrambi sono ossessionati dai numeri e dalle misurazioni, ma non hanno altro in comune. Gauss proviene da un ambiente sociale modesto: è solo la sua geniale testa matematica a salvarlo dalla povertà ed a portarlo al liceo e poi all'università. Già da ragazzo fa scoperte sensazionali sui numeri primi e sulle orbite dei pianeti. All'età di ventiquattro anni pubblica la sua opera principale, le *Disquisitiones Arithmeticae* e si abitua alla fama che continua poi, per tutta la vita, e ha un influsso fondamentale sugli sviluppi successivi della matematica, fino almeno a David Hilbert.

La cattedra universitaria nella sonnolenta Gottinga rende poco ed allora lavora anni anche come agrimensore. Come in una gag comica, l'impacciato Gauss si aggira per paesaggi e situazioni kafkiani/e. L'accompagna, come aiutante, lo sprovveduto figlio Eugen: simile, in questo, all'agrimensore K. In: *Il castello* di Fanz Kafka, anche Gauss chiede, a tarda ora, ospitalità presso la casa di un nobile di campagna.

Kehlmann sguazza volentieri in scene di questo genere, divertendosi con il gioco dei rimandi letterari. Completamente diversa è la situazione di A. von Humboldt, il piccolo grande uomo della ricca nobiltà. Il narratore non si sofferma, a lungo, sull'infanzia in un castello a Berlino e sui rapidi studi del genio, per arrivare velocemente all'evento principale: la spedizione in Sud America dal 1799 al 1804. Infatti lo strambo prussiano non passa davanti a nessuna caverna ed a nessun vulcano senza misurarli. Tutto lo interessa, cannibali e minerali, i cadaveri di indios ed i luoghi sacri degli Incas.

È un illuminista di vecchio stampo, non crede in ciò che non vede, la sua fede è l'empiria e poco gli importano gli enigmi della natura. A. von Humboldt del romanzo, a differenza di quello vero, non ama le belle lettere. I libri senza numeri lo inquietano e prova orrore per i romanzi che si tramutano in favole menzognere, perché l'autore mette le sue balzane idee in bocca a personaggi storici. Con queste parole, l'autore ironizza sul proprio metodo e si fa tirare le orecchie dalla propria creatura letteraria. Anche il misantropo Gauss la pensa così, per quanto riguarda la letteratura; per il resto non apprezza A. von Humboldt ubriaco di ragione e di tutta la vecchia scemenza kantiana. Tuttavia Gauss se la prende con l'arretratezza della propria epoca ed è convinto che entro poco tempo sarebbero state inventate macchine in grado di volare, da Gottinga a Berlino, in mezzora. Inoltre sa per certo che lo spazio è curvo ed il tempo si dilata. Al contrario, ad A. von Humboldt queste speculazioni sulla relatività fisica sembrano solo barzellette⁹.

Un abisso separa i due grandi spiriti litiganti, ma il lettore può godersi il miscuglio di filosofia, scienza, humour ed avventura di questo brillante romanzo che, con tratto leggerissimo e divertente, presenta il lato umano di due geni. Monomaniaco A. von Humboldt, per cui la misura del mondo e del suo contenuto è letteralmente passione e scopo unico di vita. Più rancoroso Gauss, consapevole con dispetto che il suo genio matematico serve a spianare la strada al progresso ed al benessere delle generazioni future, ma non può invece salvarlo dalla rudezza della vita del suo tempo. Alcune situazioni sono illuminanti, dove i mostri sacri scendono dal piedestallo e diventano umani, a volte simpatici ed a volte insopportabili o patetici come quella di Gauss con il mal di denti e del barbiere che gli cava quello sbagliato. Del resto, oggi come non mai prima, tutti quanti si sta comodamente seduti sulle spalle di molti umanissimi giganti della cultura, in senso lato, ed i due protagonisti del romanzo sono tra questi.

Interessi geodetici e geomatici

I numeri immaginari e complessi coniugati (di cui discute il Giovane Törless) sono di sicuro interesse in geodesia e geomatica. Infatti la soluzione delle equazioni di terzo e quarto grado, se le radici dell'equazione di terzo grado o quelle della risolvente di Eulero dell'equazione di quarto grado sono reali, richiede di calcolare numeri immaginari e complessi coniugati. D'altra parte, l'equazione di terzo grado è necessaria per calcolare i semiassi degli ellissoidi d'errore, così come ad equazioni di quarto grado si arriva nella soluzione esatta dell'orientamento assoluto di un oggetto 3D e nella formulazione completa dell'orientamento relativo di una coppia d'immagini qualsiasi. Pertanto è maggiormente provata l'effettiva utilità dei numeri immaginari e complessi coniugati, quando si voglia poi ottenere numeri reali, per risolvere problemi effettivi della geodesia e della geomatica (il fatto che, nella pratica corrente, non siano poi i più frequenti, in questa sede, è del tutto irrilevante, trattando qui di questioni metodologiche).

Passando alle questioni sollevate dal giovane Kehlmann, i minimi quadrati sono uno strumento indispensabile e fondamentale per tutte le discipline del rilevamento. Infatti si può certamente discettare sui

⁹ Pregi e limiti della sintesi critica kantiana sono esposti nell'opera del filosofo neokantiano Ernst Cassirer.

loro limiti effettivi, ma non si può prescindere da essi, rischiando di cadere nel bricolage delle compensazioni empiriche. A minimi quadrati, sono compensate le reti geodetiche e topografiche, ed i blocchi fotogrammetrici; inoltre sempre a minimi quadrati sono interpolate linee e ricostruite superfici, come pure a minimi quadrati sono fatti corrispondere segmenti, figure e modelli 3D (con un'operazione detta *matching*). E' vero che i minimi quadrati non godono della proprietà della robustezza ed allora procedure robuste devono essere usate, in alternativa, per individuare ed eliminare dati anomali e, veri e propri, errori grossolani. Comunque i minimi quadrati, anche in questo caso, servono per eseguire i test statistici collegati, così come i test statistici di confronto, collaudo e controllo, di tutti i risultati ottenuti.

Infine per quanto riguarda le geometrie non euclidee, proprio la geodesia e la cartografia ¹⁰, insieme all'astronomia, sono tra le prime discipline a farne uso. Infatti nessuno scienziato (matematico/ astronomo o geografo/esploratore) ha mai creduto ad una terra piatta (bastando l'osservazione di come scompare all'orizzonte una nave che si allontana, ovvero calando e non rimpicciolendo). Allora proprio la geometria terrestre porta ad una geometria non euclidea ellissoidica, mentre considerazioni più complesse di astrofisica possono portare a geometrie non euclidee iperboliche. L'exkursus storico si svolge tra la fine del '600 e la prima metà dell'800, quando un antesignano come Giovanni Girolamo Saccheri, poi uno dei padri fondatori come Carl Friedrich Gauss, accanto a Adrien-Marie Legendre, ed infine la generazione che vede la nascita ufficiale delle geometrie non euclidee, composta da Nikolaj Ivanovič Lobačevskij, János Bolyai e Georg Friedrich Bernhard Riemann, giungono, passo dopo passo, alla loro fondazione.

... E all'improvviso si accorse – e gli parve che ciò avvenisse per la prima volta – di quanto alto fosse il cielo. Fu come un trasalimento. Proprio sopra di lui brillava tra le nuvole un piccolo buco azzurro, indicibilmente profondo.

Gli sembrava quasi che con una scala lunga lunga dovesse essere possibile entrarvi. Ma quanto più vi si addentrava, sollevandosi con gli occhi, tanto più il vivido fondo azzurro si ritraeva. Eppure appariva possibile raggiungerlo una volta e fermarlo con gli sguardi. Questo desiderio divenne tormentosamente acuto.

Era come se la vista aguzzata all'esterno scoccasse, come fecce, sguardi tra le nuvole ma facesse ogni volta, per quanto lontano mirasse, un tiro troppo corto.

Törless si mise a meditare su questo fatto: si sforzò di restare più calmo e ragionevole che poteva. «Davvero non c'è fine» si disse, «avanti, e poi ancora avanti, all'infinito.» Teneva gli occhi fissi sul cielo e recitava queste parole come se si trattasse di provare l'efficacia di una formula magica. Ma senza successo: le parole non dicevano niente, o meglio dicevano qualcosa di affatto diverso, come se parlassero sì della stessa cosa, ma di un altro lato di essa, estraneo, indifferente.

«L'infinito!» Törless conosceva questa parola dalle lezioni di matematica, e non gli aveva mai detto nulla di particolare: ricorreva continuamente, qualcuno una volta l'aveva inventata e da allora era possibile farci dei calcoli come un qualsiasi dato concreto; era ciò che di volta in volta valeva nel calcolo, e al di là di questo Törless non aveva mai cercato altro.

E adesso lo colpì come una scarica il pensiero che in questa parola c'era qualcosa di paurosamente inquietante. Gli pareva un concetto addomesticato con cui avesse fatto ogni giorno i suoi giochetti d'abilità e a cui ora fosse stata sciolta la catena. Una realtà che andava oltre l'intelletto, selvaggia, devastatrice, sembrava essere stata addormentata da lavoro di un qualche inventore, e adesso, all'improvviso, era tornata in sé e produceva i suoi frutti. Stava là, viva, in quel cielo sopra di lui ... (Robert Musil, *I turbamenti del giovane Törless*).

La divisione per zero di un numero non nullo tende all'infinito, ma a scuola s'insegna a non fare divisioni per zero. Forse la prima volta che s'incontra davvero l'infinito ¹¹ è con la tangente di un angolo retto (o con la tangente di tre angoli retti). Tuttavia anche in questo caso, l'infinito è solo sfiorato; infatti l'infinito è

¹⁰ Oltre alla geodesia e cartografia, le geometrie non euclidee hanno poi tanta parte nella matematica e nella fisica dell'800 e del '900.

¹¹ L'infinito è presente anche nelle cifre illimitate dei numeri razionali, decimali periodici, e dei numeri reali, irrazionali e trascendenti. Tuttavia con i primi, i calcoli si fanno rigorosamente con le loro frazioni equivalenti. Invece con i secondi, i calcoli si possono fare rigorosamente, con i simboli delle radici o dei numeri pi greco, e (di Nepero/Eulero), ecc., oppure in modo approssimato (controllato numericamente), con le loro riduzioni a numeri decimali finiti.

approssimato con un numero opportunamente grande ed i calcoli tornano sempre numericamente nella precisione attesa. Queste operazioni sono comuni in fotogrammetria e telerilevamento, quando non si opera con le convenzionali prese quasi nadirali o quasi frontali, ma con prese comunque inclinate (con l'avverbio: comunque, sono compresi anche angoli piatti e retti, dove gli angoli retti determinano tangenti che tendono all'infinito). Invece quando l'analisi matematica fa uso di passaggi al limite, per definire la derivata, a partire dal rapporto incrementale, come pure l'integrale, a partire dalle funzioni a scala, allora l'infinito (in particolare, l'infinitamente piccolo) diventa qualcosa di veramente concreto.

D'altra parte, la geodesia e la cartografia fanno uso di tecniche dell'analisi matematica. La prima con la geometria differenziale dell'ellissoide e la definizione delle linee geodetiche, come con il calcolo del geoide, a partire dai funzionali del campo anomalo della gravità terrestre. La seconda con le rappresentazioni cartografiche che, per poter garantire condizioni di conformità/isogonia od equivalenza, vanno oltre le semplici proiezioni geometriche della sfera, su superfici euclidee, quali il piano, il cilindro ed il cono, con termini correttivi differenziali. Inoltre anche l'analisi d'immagini cui è interessata la fotointerpretazione (di sequenze, carte, mappe, figure, immagini, scene e modelli 3D) può far uso di operatori morfologici differenziali, allo scopo di individuare punti, linee o contorni, e zone d'interesse. Infine anche il trattamento delle osservazioni, proprio nel suo andare oltre i minimi quadrati, deve far ricorso alla teoria della misura, per definire nuove norme capaci, con i loro comportamenti asintotici, di un'adeguata robustezza.

Una curiosità, a riguardo, è Nicolas Bourbaki, nome fittizio, inventato da un gruppo di matematici francesi che, negli anni '30 del '900, firmano così libri importanti di matematica, sulla Teoria degli insiemi, Algebra, Topologia generale, Funzioni di una variabile reale, Spazi vettoriali topologici ed Integrazione. I libri successivi riguardano l'Algebra commutativa, Gruppi continui e loro algebre, Teorie spettrali ed Elementi di storia della matematica. I nomi di iniezione, suriezione e biiezione sono tra le loro innovazioni più semplici, mentre il loro compito, più complesso e gravoso, è stato fondare l'intera matematica sulla teoria degli insiemi e sull'algebra lineare e non, ovvero spiegare l'infinito tramite il finito (come già proposto da David Hilbert). Dopodiché dagli anni '70, con la teoria delle categorie inizia il superamento di Bourbaki. Infatti questa nuova teoria intende costruire ulteriori raggruppamenti, quali gruppi ed omomorfismi ¹², spazi vettoriali/ topologici/ misurabili e funzioni lineari/continue/misurabili, varietà differenziabili e funzioni differenziabili ¹³.

Pregi e limiti dell'apprendimento automatico ¹⁴

Prima di giungere ad una qualche conclusione di questo lavoro, si vuole qui raccogliere gli spunti presentati, mettendo in evidenza come tutte le questioni sollevate richiedano scelte inevitabili e, di conseguenza, conducano alla teoria delle decisioni.

Infatti la modellazione matematica, ma non solo, di fatti, eventi e processi, richiede sempre scelte opportune, per passare dai dati ai loro modelli e dai risultati di questi alle loro interpretazioni, il tutto in un contesto che si spera sia almeno di un certo "vero" relativo.

A riguardo, sempre vivace è il dibattito su pregi e limiti dell'apprendimento automatico, dove a fronte della denuncia dei suoi possibili errori, possono essere contrapposti gli errori umani, sempre altrettanto possibili. Allora si può dire che l'apprendimento automatico:

¹² Tra i vari morfismi, oltre all'omomorfismo, esistono altri morfismi, con caratteristiche più specifiche, quali il monomorfismo, l'epimorfismo, l'isomorfismo, l'endomorfismo e l'automorfismo.

¹³ Un nuovo raggruppamento introduce il concetto di funtori, ovvero mappe insiemistiche e/o algebriche tra le categorie, capaci di conservare le loro strutture topologiche e/o geometriche.

¹⁴ La trattazione a seguire prende le mosse dalla, classica e ben nota, teoria frequentista dell'inferenza statistica.

- ❑ guidato, nell'addestramento preliminare,
- ❑ dopodiché lasciato agire autonomamente,

permette di eseguire operazioni alte, solitamente umane, come ad esempio eseguire confronti, controlli e collaudi, per quanto possibile evitando falsi positivi e falsi negativi. Infatti come ben noto, la naturale conclusione di un qualsiasi test statistico si articola in quattro casi differenti.

- ❑ Se l'ipotesi fondamentale è corretta e coerente, ed il risultato del test cade nella regione nulla, allora il test è soddisfatto ed un risultato negativo (essendo positivo l'allarme dato dal cadere in zona critica) corrisponde ad un'attesa negativa.
- ❑ Se l'ipotesi fondamentale non è corretta e coerente, ed il risultato del test cade nella zona critica, allora il test non è soddisfatto ed un risultato positivo (essendo ancora positivo l'allarme dato dal cadere in zona critica) corrisponde ad un'attesa positiva.
- ❑ Se invece l'ipotesi fondamentale è corretta e coerente, ed il risultato del test non cade nella regione nulla (cadendo invece nella zona critica), allora il test non è soddisfatto ed un risultato positivo non corrisponde ad un'attesa negativa; in questo modo, determinando un falso positivo.
- ❑ Se invece l'ipotesi fondamentale non è corretta e coerente, ed il risultato del test non cade nella zona critica (cadendo invece nella regione nulla), allora il test non è soddisfatto ed un risultato negativo non corrisponde ad un'attesa positiva; in questo modo, determinando un falso negativo.

Lo schema è semplicissimo ed incontrovertibile, tuttavia occorre precisare che, tanto sicuramente nel caso dell'apprendimento automatico, quanto anche nel caso dell'agire umano, nessuna tecnica può impedire l'accadere di falsi positivi e falsi negativi, per quanto sofisticata possa essere.

Infatti proprio la sofisticazione contribuisce alla riduzione degli errori residui, nel caso dell'apprendimento, mentre nel caso dell'agire umano, alla sofisticazione della tecnica, corrispondono l'esperienza, lo studio, la cultura, ecc. (ovvero un misto di sapienza ed astuzia). Tuttavia due esempi servono a chiarire.

- ❑ La festa è volutamente organizzata senza limiti di mezzi: ad esempio, sul tavolo è pronto un buffet, dove accanto a bevande, alcoliche ed analcoliche, sono presenti dolci e piccoli salati, chiodi ed un martello, e frutta di stagione.
- ❑ La festa è volutamente organizzata senza limiti di mezzi: ad esempio, sul tavolo è pronto un buffet, dove accanto a bevande, alcoliche ed analcoliche, sono presenti dolci e piccoli salati, *čevapčići* e *ražniči*, e frutta di stagione.

E' del tutto evidente che il primo esempio, effettuato per mezzo di un correttore ortografico della lingua italiana, determina un falso positivo, perché i chiodi e un martello non sono alimenti. Per contro una qualche frase di spiegazione potrebbe risolvere il problema.

Invece il secondo esempio, effettuato sempre per mezzo dello stesso correttore ortografico, determina un falso negativo, perché *čevapčići* e *ražniči* sono piatti tipici della cucina slava che, senza un'adeguata traduzione in lingua italiana, appaiono come errori d'ortografia.

In alternativa, è necessario fare riferimento al contesto della festa, spiegando il perché della presenza di alimenti tipici della cucina slava, così come una narrazione dettagliata potrebbe dar ragione della presenza dei chiodi e del martello, sul tavolo del buffet.

Infatti i linguisti insegnano che non esistono errori semantici, al più, frasi cosiddette ritirate dal traffico (ovvero molto rare od addirittura mai impiegate), mentre gli errori possibili sono errori sintattici. Allora si potrebbe scrivere meglio i due esempi.

- ❑ La festa è volutamente organizzata senza limiti di mezzi: ad esempio, sul tavolo è pronto un buffet, dove accanto a bevande, alcoliche ed analcoliche, sono presenti dolci e piccoli salati, chiodi ed un martello, frutta di stagione. Ovviamente chiodi ed un martello non sono alimenti, ma per un'emergenza improvvisa è stato chiamato un falegname, per sorreggere una gamba del tavolo, ed un'altrettanto improvvisa telefonata lo ha fatto allontanare, di corsa, a lavoro svolto, senza portar via chiodi e martello.
- ❑ La festa è volutamente organizzata senza limiti di mezzi: ad esempio, sul tavolo è pronto un buffet, dove accanto a bevande, alcoliche ed analcoliche, sono presenti dolci e piccoli salati, *čevapčići* e *ražniči*, e frutta di stagione. *Čevapčići* (una specie di polpettine fatte di carni miste) e *ražniči*. (semplici spiedini di carne) non sono piatti tipici della cucina italiana, ma alla festa saranno presenti ospiti slavi graditissimi e si è deciso di fare loro una piccola sorpresa materiale, oltre ad un saluto nella loro lingua.

Forse l'apprendimento automatico non è capace di capire, ma un'opportuna asseverazione, usando un correttore in una qualche lingua slava, risolve il secondo problema, mentre il ricorso a tavole sinottiche di voci collegate (come un atlante delle cose) può risolvere il secondo.

Una versione più evoluta della sopraccitata teoria frequentista prevede un quinto caso, ovvero la regione del dubbio, per evitare un passaggio improvviso dalla regione nulla alla zona critica. In questo caso, si ha una sospensione del giudizio e la richiesta di nuova informazione.

I test sequenziali, per primi, mostrano questa regione, dove la scarsità dell'informazione costringe il risultato del test nella regione del dubbio, per poi spingerlo solitamente nella regione nulla o nella zona critica, quando l'informazione diventa più consistente.

Solitamente tanto nei test sequenziali, quanto nei test ordinari, la regione del dubbio è limitata a pochi "per mille", essendo qualche percento il livello di significatività e la potenza del test, ma nulla impedisce una sua larga estensione, quando se ne ravvisi l'opportunità.

Questo significa che, prima di poter prendere decisioni significative (e relativamente sicure), occorre procedere, per gradi, imparando dall'esperienza e dagli inevitabili errori, passo dopo passo, tanto nell'umana conoscenza, quanto nell'apprendimento automatico.

A riguardo, è importante sottolineare lo stretto parallelismo, bastando pensare alla difficoltà di segmentare una frase, sentita in una conversazione od in un discorso, di una lingua poco conosciuta, così come le prime confuse esperienze/conoscenze di un bambino piccolo.

Tutto ciò non vuole sminuire minimamente il valore dell'asseverazione, guidata o non guidata, ma rendere consci i vari utilizzatori, spesso suggestionati da veri e propri imbonitori del metodo, dei suoi inevitabili limiti, accanto ai suoi innegabili pregi.



Fig. 3 – Alcune varianti del cubo di Rubik

Calvino e la metrologia delle Lezioni Americane

Le *Norton Lectures* sono un ciclo di lezioni che si tiene periodicamente in America, all'Università di Harvard, dove illustri studiosi (filosofi, letterati, artisti e scienziati) sono invitati allo scopo. Pochi italiani hanno avuto questo onore: l'architetto Pier Luigi Nervi (1961-62), lo scrittore Italo Calvino (1985-86) ed il musicista Luciano Berio (1993-94). Per l'occasione, Calvino ha progettato un ciclo di sei lezioni, intitolate: *SIX MEMOS FOR THE NEXT MILLENNIUM*: 1. *Lightness*; 2. *Quickness*; 3. *Exactitude*; 4. *Visibility*; 5. *Multiplicity*; 6. *Consistency*. La prematura scomparsa di Calvino interrompe il progetto alla fase di stesura del manoscritto, lasciando solo a livello di appunti l'ultima lezione. Dopodichè la moglie, signora Ester Calvino, raccoglie le prime cinque lezioni con il titolo: *Lezioni Americane – Sei proposte per il prossimo millennio*.

Queste lezioni spaziano nell'universo della vastissima cultura di Calvino che è sì letteraria, artistica e filosofica, ma è anche scientifica e tecnologica¹⁵. L'interesse del presente lavoro per queste lezioni ha origine negli spunti metrologici, ovviamente ben presenti e confermati dai titoli stessi delle lezioni. La presentazione a seguire altera l'ordine delle lezioni stesse, iniziando dall'Esattezza, certamente centrale in metrologia, per proseguire poi con Visibilità, Rapidità e Leggerezza, concludendo con Molteplicità, dove Calvino spazia, maggiormente ancora, nella sua erudizione e vastità d'interessi. A riguardo, una vera perdita è la mancanza della lezione sulla Consistenza, proprio perché essa affiancata alla "coerenza" che avrebbe dovuto essere comunque fusa insieme, è argomento centrale della metrologia.

... Esattezza vuol dire per me soprattutto tre cose:

1. un disegno dell'opera ben definito e ben calcolato;
2. l'evocazione d'immagini visuali nitide, incisive, memorabili; in italiano abbiamo un aggettivo che non esiste in inglese, "icastico", dal greco ...;
3. un linguaggio il più preciso possibile come lessico e come resa di sfumature del pensiero e dell'immaginazione.

.... Ero partito per parlare dell'esattezza, non dell'infinito e del cosmo. Volevo parlarvi della mia predilezione per le forme geometriche, per le simmetrie, per le serie, per la combinatoria, per le proporzioni numeriche, spiegare le cose che ho scritto in chiave della mia fedeltà all'idea di limite, di misura ... Ma forse è proprio questa idea che richiama quella di ciò che non ha fine: la successione dei numeri interi, le rette di Euclide ... Forse piuttosto che parlarvi di come ho scritto quello che ho scritto, sarebbe più interessante che vi dicessi i problemi che non ho ancora risolto, che non so come risolverò e cosa mi porteranno a scrivere ... Alle volte cerco di concentrarmi sulla storia che vorrei scrivere e m'accorgo che quello che m'interessa è un'altra cosa, ossia, non una cosa precisa ma tutto ciò che resta escluso dalla cosa che dovrei scrivere; il rapporto tra quell'argomento determinato e tutte le sue possibili varianti e alternative, tutti gli avvenimenti che il tempo e lo spazio possono contenere.

E' un'ossessione divorante, distruggitrice, che basta a bloccarmi. Per combatterla, cerco di limitare il campo di quel che devo dire, poi a dividerlo in campi ancora più limitati, poi a suddividerli ancora, e così via. E allora mi prende un'altra vertigine, quella del dettaglio del dettaglio, vengo risucchiato dall'infinitesimo, dall'infinitesimo più piccolo, come prima mi disperdevo nell'infinitamente vasto.

... Quello che mi interessa ora è la giustapposizione di queste due figure, come in uno di quegli emblemi cinquecenteschi ... Cristallo e fiamma, due forme di bellezza perfetta da cui lo sguardo non sa staccarsi, due modi di crescita nel tempo, di spesa della materia circostante, due simboli morali, due assoluti, due categorie per classificare fatti e idee e stili e sentimenti. ...

Un simbolo più complesso, che mi ha dato le maggiori possibilità di esprimere la tensione tra razionalità e geometria e groviglio delle esistenze umane è quello delle città. Il mio libro in cui credo d'aver detto più cose resta *Le città invisibili*, perché ho potuto concentrare su un unico simbolo tutte le mie riflessioni, le mie esperienze, le mie congetture; e perché ho costruito una struttura sfaccettata in cui ogni breve testo sta vicino agli altri in una successione che non implica una consequenzialità o una gerarchia ma una rete entro la quale si possono tracciare molteplici percorsi e ricavare conclusioni plurime e ramificate.

¹⁵ La cultura scientifico-tecnologica di Calvino è di ottima levatura; non a caso, Calvino pone Galileo Galilei tra i massimi scrittori italiani di tutti i tempi.

Nelle *Città invisibili* ogni concetto e ogni valore si rivela duplice: anche l'esattezza. Kublai Khan a un certo momento impersona la tendenza razionalizzatrice, geometrizzante o algebrizzante dell'intelletto e riduce la conoscenza del suo impero alla combinatoria dei pezzi di scacchi di una scacchiera: le città che Marco Polo gli descrive con grande abbondanza di particolari, egli le rappresenta con una o un'altra disposizione di torri, alfieri, cavalli, re, regine, pedine, sui quadrati bianchi e neri. La conclusione finale a cui lo porta questa operazione è che l'oggetto delle sue conquiste non è altro che il tassello di legno sul quale ciascun pezzo si posa: un emblema del nulla ... Ma in quel momento avviene il colpo di scena: Marco Polo invita il Gran Khan a osservare meglio quello che gli sembra il nulla.

...Dal momento in cui ho scritto quella pagina mi è stato chiaro che la mia ricerca sull'esattezza si biforcava in due direzioni. Da una parte la riduzione degli avvenimenti contingenti a schemi astratti con cui si possono compiere operazioni e dimostrare teoremi; e dall'altra parte lo sforzo delle parole per render conto con la maggiore precisione possibile dell'aspetto sensibile delle cose.

...L'esempio più significativo d'una battaglia con la lingua per catturare qualcosa che ancora sfugge all'espressione è Leonardo da Vinci: i codici leonardeschi sono un documento straordinario d'una battaglia con la lingua, una lingua ispida e nodosa, alla ricerca dell'espressione più ricca e sottile e precisa. Le varie fasi del trattamento d'una idea ... perché l'opera vera non consiste nella sua forma definitiva ma nelle serie d'approssimazioni per raggiungerla, sono per Leonardo scrittore la prova dell'investimento di forze che egli metteva nella scrittura come strumento conoscitivo, e del fatto che – di tutti i libri che si proponeva di scrivere – gli interessava più il processo di ricerca che il compimento di un testo da pubblicare. Anche i temi sono ... come nella serie di brevi favole che Leonardo scrive su oggetti o animali.

Prendiamo per esempio la favola del fuoco. Leonardo ce ne dà un rapido riassunto (il fuoco, offeso perché l'acqua nella pentola sta sopra di lui che pure è il suo "superiore elemento", innalza le fiamme sempre più in alto, finché l'acqua bolle e traboccando lo spegne) che poi svolge in tre stesure successive, tutte incomplete, scritte in tre colonne affiancate, ogni volta aggiungendo qualche dettaglio, descrivendo come da una piccola brace la fiamma spira tra gli intervalli della legna e scoppietta e si gonfia; ma presto Leonardo s'interrompe come rendendosi conto che non c'è limite alla minuziosità con cui si può raccontare anche la storia più semplice. Anche il racconto della legna che s'accende nel focolare della cucina può crescere dall'interno fino a diventare infinito.

Leonardo, "omo senza lettere" come si definiva, aveva un rapporto difficile con la parola scritta. La sua sapienza non aveva uguali al mondo, ma l'ignoranza del latino e della grammatica gli impediva di comunicare per iscritto con i dottori del suo tempo. Certo molta della sua scienza egli sentiva di poterla fissare nel disegno meglio che nella parola. («O scrittore, con quali lettere scriverai tu con tal perfezione la intera figurazione qual fa qui il disegno?» annotava nei suoi quaderni di anatomia). E non solo la scienza, ma anche la filosofia egli era sicuro di comunicarla meglio con la pittura e il disegno. Ma c'era in lui anche un incessante bisogno di scrittura, d'usare la scrittura per indagare il mondo nelle sue manifestazioni multiformi e nei suoi segreti e anche per dare forma alle sue fantasie, alle sue emozioni, ai suoi rancori. (Come quando inveisce contro i letterati, capaci secondo lui solo di ripetere ciò che hanno letto nei libri altrui, a differenza di chi come lui faceva parte degli "inventori e interpreti tra la natura e li omini"). Perciò scriveva sempre di più: col passare degli anni aveva smesso di dipingere, pensava scrivendo e disegnando, come proseguendo un unico discorso con disegni e parole, riempiva i suoi quaderni della sua scrittura mancina e speculare.

Nel foglio 265 del Codice Atlantico, Leonardo comincia ad annotare prove per dimostrare la tesi della crescita della terra. Dopo aver fatto gli esempi di città sepolte inghiottite dal suolo, passa ai fossili marini ritrovati sulle montagne, e in particolare a certe ossa che suppone abbiano appartenuto a un mostro marino antediluviano. A quel momento la sua immaginazione deve esser stata affascinata dalla sua visione dell'immenso animale quando ancora nuotava tra le onde. Fatto sta che capovolge il foglio e cerca di fissare l'immagine dell'animale tentando per tre volte una frase che renda tutta la meraviglia dell'evocazione.

... Poi cerca di movimentare l'*andamento* del mostro, introducendo il verbo *volteggiare* ...

Ma il *volteggiare* gli sembra attenui l'impressione di imponenza e di maestà che egli vuol evocare. Sceglie allora il verbo *solcare* e corregge tutta la costruzione del passo rendendogli compattezza e ritmo, con una sapienza letteraria sicura ...

L'inseguimento di questa apparizione che si presenta quasi come un simbolo della forza solenne della natura, ci apre uno spiraglio su come funzionava l'immaginazione di Leonardo. Vi consegno questa immagine in chiusura della mia conferenza perché possiate custodirla nella memoria il più a lungo possibile in tutta la sua limpidezza e il suo mistero (dalla lezione sull'*Esattezza*).

Esattezza, esaminata in un ambito scientifico-tecnologico, è un sinonimo di alta fedeltà, ovvero la capacità di riprodurre qualcosa, tramite una raccolta dati e, per lo più, con un'immagine visiva e/o una registrazione sonora, senza distorsioni del messaggio raccolto e con poca dispersione dell'informazione contenuta. Due sostantivi qualificano metrologicamente questa richiesta: accuratezza e precisione che significano proprio

assenza di deviazioni e concentrazione dei dati. Il primo requisito non può essere sempre rispettato, in toto, ma comunque sempre opportunamente ridotto, mentre il secondo è quasi sempre ottenuto, in generale, bastando la ridondanza nei dati a garantirlo. Resta da segnalare lo scambio tra i significati di accuratezza e precisione, in alcuna letteratura scientifica più datata.

Il fatto che Calvino colleghi l'esattezza all'infinito e all'universo è solo una prova ulteriore dei suoi interessi e della sua ottima competenza in campo scientifico e scientifico-tecnologico. Infatti proprio le definizioni di correttezza e consistenza cui fanno riferimento le suddette proprietà di accuratezza e precisione si collegano ad operazioni ideali, rispettivamente sulla totalità dei campioni dei dati, confrontata con l'universo della popolazione presa in esame, e su campioni via, via più grandi, con la numerosità che tende proprio all'infinito. Ovviamente nella pratica operativa, né l'intero universo è coinvolto, né l'infinito è mai contato, ma la notevole estensione delle dimensioni dei campioni e l'alta ridondanza nei dati sono sempre un requisito indispensabile e fondamentale.

... Possiamo distinguere due tipi di processi immaginativi: quello che parte dalla parola e arriva all'immagine visiva e quello che parte dall'immagine visiva e arriva all'espressione verbale. Il primo processo è quello che avviene normalmente nella lettura: leggiamo per esempio una scena di romanzo o il reportage di un avvenimento sul giornale, e a seconda della maggiore o minore efficacia del testo siamo portati a vedere la scena come se si svolgesse davanti ai nostri occhi, o almeno frammenti e dettagli della scena che affiorano dall'indistinto.

Nel cinema l'immagine che vediamo sullo schermo era passata anch'essa attraverso un testo scritto, poi era stata "vista" mentalmente dal regista, poi ricostruita nella sua fisicità sul set, per essere definitivamente fissata nei fotogrammi del film. Un film è dunque il risultato d'una successione di fasi; immateriali e materiali, in cui le immagini prendono forma; in questo processo il "cinema mentale" dell'immaginazione ha una funzione non meno importante di quella delle fasi di realizzazione effettiva delle sequenze come verranno registrate della *camera* e poi montate in *moviola*. Questo "cinema mentale" è sempre in funzione in tutti noi, – e lo è sempre stato, anche prima dell'invenzione del cinema – e non cessa mai di proiettare immagini nella nostra vita interiore.

... Insomma, il mio procedimento vuole unificare la generazione spontanea delle immagini e l'intenzionalità del pensiero discorsivo. Anche quando la mossa d'apertura è dell'immaginazione visiva che fa funzionare la sua logica intrinseca, essa si trova prima o poi catturata in un rete dove ragionamento ed espressione verbale impongono anche la loro logica. Comunque, le soluzioni visive continuano a essere determinanti, e talora arrivano inaspettatamente a decidere situazioni che né le congetture del pensiero né le risorse del linguaggio riuscirebbero a risolvere.

... Mi resta da chiarire la parte che in questo golfo fantastico ha l'immaginario indiretto, ossia le immagini che ci vengono fornite dalla cultura, sia essa cultura di massa o altra forma di tradizione. Questa domanda ne porta con sé un'altra: quale sarà il futuro dell'immaginazione individuale in quella che si usa chiamare la "civiltà dell'immagine"? Il potere di evocare immagini *in assenza* continuerà a svilupparsi in un'umanità sempre più inondata dal diluvio delle immagini prefabbricate? Una volta la memoria visiva d'un individuo era limitata al patrimonio delle sue esperienze dirette e a un ridotto repertorio d'immagini riflesse dalla cultura; la possibilità di dar forma a miti personali nasceva dal modo in cui i frammenti di questa memoria si combinavano tra loro in accostamenti inattesi e suggestivi. Oggi siamo bombardati da una tale quantità d'immagini da non saper più distinguere l'esperienza diretta da ciò che abbiamo visto per pochi secondi alla televisione. La memoria è ricoperta da strati di frantumi d'immagini come un deposito di spazzatura, dove è sempre più difficile che una figura tra le tante riesca ad acquistare rilievo.

Se ho incluso la *Visibilità* ... è per avvertire il pericolo che stiamo correndo di perdere una facoltà umana fondamentale: il potere di mettere a fuoco visioni a occhi chiusi, di far scaturire colori e forme dall'allineamento di caratteri alfabetici neri su una pagina bianca, di pensare per immagini. Penso a una possibile pedagogia dell'immaginazione che abitui a controllare la propria visione interiore senza soffocarla e senza d'altra parte lasciarla cadere in un confuso, labile fantasticare, ma permettendo che le immagini si cristallizzino in una forma ben definita, memorabile, autosufficiente, "icastica" (dalla lezione sulla *Visibilità*).

Visibilità potrebbe non sembrare un requisito scientifico importantissimo, ma solo un risultato, addirittura indesiderato, della civiltà delle immagini. Invece chi tratta di geoinformazioni, siano essi geodati qualsiasi od appartengano essi stessi alla galassia delle immagini, è proprio immerso in veri e propri problemi di visibilità.

Infatti le potenzialità attuali dei sensori d'acquisizione fanno sì che la massa d'informazioni raccolta sia enorme (od addirittura pressoché sterminata). Tutto ciò porta a problemi conseguenti completamente diversi da quelli dell'antico agrimensore e/o dell'esploratore e primo cartografo. Allora confinare l'informazione e delimitare il messaggio è già un primo compito, nel contempo, individuando tutti i dati anomali, dall'inevitabile sfondo agli errori grossolani, veri e propri, ecc.

... La metafora del cavallo per la velocità della mente credo sia stata usata per la prima volta da Galileo Galilei. Nel *Saggiatore*, polemizzando col suo avversario che sosteneva le proprie tesi con una gran quantità di citazioni classiche, ...

“Discorrere”, “discorso” per Galileo vuol dire ragionamento, e spesso ragionamento deduttivo. «Il discorrere è come il correre»: questa affermazione è come il programma stilistico di Galileo, stile come metodo di pensiero e come fusto letterario: la rapidità, l'agilità del ragionamento, l'economia degli argomenti, ma anche la fantasia degli esempi sono per Galileo qualità decisive del pensar bene.

A questo s'aggiunga una predilezione per il cavallo nelle metafore e nei *Gedanken-Experimenten* di Galileo: in uno studio che ho fatto sulla metafora negli scritti di Galileo ho contato almeno undici esempi significativi in cui Galileo parla di cavalli: come immagine di movimento, dunque come strumento d'esperimenti di cinetica, come forma della natura in tutta la sua complessità e anche in tutta la sua bellezza, come forma che scatena l'immaginazione nelle ipotesi di cavalli sottoposti alle prove più inverosimili o cresciuti fino a dimensioni gigantesche; oltre che nell'identificazione del ragionamento con la corsa: «il discorrere è come il correre».

La velocità del pensiero nel *Dialogo dei massimi sistemi* è impersonata da Sagredo, un personaggio che interviene nella discussione tra il tolemaico Simplicio e il copernicano Salviati. Salviati e Sagredo rappresentano due diverse sfaccettature del temperamento di Galileo: Salviati è il ragioniere metodologicamente rigoroso, che procede lentamente e con prudenza; Sagredo è caratterizzato dal suo velocissimo discorso, da uno spirito più portato all'immaginazione, a trarre conseguenze non dimostrate e a spingere ogni idea alle estreme conseguenze, come quando fa ipotesi su come potrebbe essere la vita sulla luna o su cosa succederebbe se la terra si fermasse.

Sarà però Salviati a definire la scala in cui Galileo situa la velocità mentale: il ragionamento istantaneo, senza *passaggi*, è quello della mente di Dio, infinitamente superiore a quella umana, che però non deve essere avvilita e considerata nulla, in quanto creata da Dio, e procedendo passo passo ha compreso e investigato e compiuto cose meravigliose. A questo punto interviene Sagredo con l'elogio della più grande invenzione umana, quella dell'alfabeto ... (dalla lezione sulla *Rapidità*).

Rapidità è una proprietà tipica del mondo contemporaneo che potrebbe contrastare con l'esattezza, messa in testa a questo elenco. Infatti rapidità può significare meno ridondanza, controlli e responsabilità, arrivando così ad un maquillage, dove tutto è volutamente sfumato, in un liberi tutti di mettere in dubbio qualsiasi cosa¹⁶. Tuttavia questo atteggiamento è il contrario della scienza e non permette di fondare alcuna tecnologia che sulla scienza si fonda. Invece la rapidità deve essere dotata d'un campanello d'allarme, spesso silente, per operare con la velocità necessaria in un mondo moderno, caotico e complesso, dove l'inerzia non è certo un bene, ma capace di suonare bene, quando la velocità, divenuta eccessiva, al contrario, non permette di rendersi ben conto di pericoli, dubbi e paure.

... Oggi ogni ramo della scienza sembra ci voglia dimostrare che il mondo si regge su entità sottilissime: come i messaggi del DNA, gli impulsi dei neuroni, i quarks, i neutrini vaganti nello spazio dall'inizio dei tempi. Poi l'informatica. E' vero che il software non potrebbe esercitare i poteri della sua leggerezza se non mediante la pesantezza dell'hardware; ma è il software che comanda, che agisce sul mondo esterno e sulle macchine, le quali esistono solo in funzione del software, si evolvono in modo di elaborare programmi sempre più complessi. La seconda rivoluzione industriale non si presenta come la prima con immagini schiaccianti quali presse di laminatoi o colate d'acciaio, ma come i bits d'un flusso d'informazione che corre sui circuiti sotto forma d'impulsi elettronici. Le macchine di ferro ci sono sempre, ma obbediscono ai bits senza peso.

¹⁶ Lo scetticismo ed il relativismo radicali sono altrettanto ideologici dell'ideologie o religioni, più oltranziste, e solo uno scetticismo ed un radicalismo moderati sono una via mediana, capace di tolleranza, impegno ed ironia. Del resto, tutti gli "ismi" sono spesso causa di fanatismi e, talvolta addirittura, di terrorismo che insieme sono un segno tangibile del sonno della ragione.

E' legittimo estrapolare dal discorso delle scienze un'immagine del mondo che corrisponda ai miei desideri? Se l'operazione che sto tentando mi attrae, è perché sento che essa potrebbe riannodarsi a un filo molto antico nella storia della poesia.

Il *De rerum natura* di Lucrezio è la prima grande opera di poesia in cui la conoscenza del mondo diventa dissoluzione della compattezza del mondo, percezione di ciò che è infinitamente minuto, mobile e leggero. Lucrezio vuole scrivere il poema della materia, ma ci avverte subito che la vera realtà di questa materia è fatta di corpuscoli invisibili. E' il poeta della concretezza fisica, vista nella sua sostanza permanente e immutabile, ma per prima cosa ci dice che il vuoto è altrettanto concreto che i corpi solidi. La più grande preoccupazione di Lucrezio sembra quella di evitare che il peso della materia ci schiacci. Al momento di stabilire le rigorose leggi meccaniche che determinano ogni evento, egli sente il bisogno di permettere agli atomi delle deviazioni imprevedibili dalla linea retta, tali da garantire la libertà tanto alla materia quanto agli esseri umani. La poesia dell'invisibile, la poesia delle infinite potenzialità imprevedibili, così come la poesia del nulla nascono da un poeta che non ha dubbi sulla fisicità del mondo.

Questa polverizzazione della realtà s'estende anche agli aspetti visibili, ed è là che eccelle la qualità poetica di Lucrezio ... (dalla lezione sulla *Leggerezza*).

Leggerezza, come rapidità, è una proprietà tipica del mondo contemporaneo che potrebbe contrastare con l'esattezza. Infatti anche leggerezza può significare meno ridondanza, controlli e responsabilità. D'altra parte, è bene distinguere due significati della parola: vaghezza ed immaterialità. Allora vaghezza è proprio qualcosa d'indesiderato, negli ambiti scientifici e scientifico-tecnologici, rinviando alle arti magiche ed al bricolage, mentre immaterialità, insieme alla sopraccitata rapidità, è un tratto caratteristico del mondo d'oggi. In particolare, nel campo specifico delle discipline del rilevamento, sono immateriali tutti geodati, le immagini e le geoinformazioni (acquisite, classificate, elaborate, strutturate ed archiviate), seppure sostenuti/e dai loro sensori e/o archivi, comunque sempre più piccoli, quanto più sono potenti, a loro volta.

... La conoscenza per Musil è coscienza dell'inconciliabilità di due polarità contrapposte: una che egli chiama esattezza ora matematica ora spirito puro ora addirittura mentalità militare, e l'altra che chiama ora anima ora irrazionalità ora umanità ora caos. Tutto quello che egli sa o che egli pensa, lo deposita in un libro enciclopedico a cui cerca di conservare la forma di romanzo, ma la struttura dell'opera cambia continuamente, gli si disfa tra le mani, cosicché non solo non riesce a finire il romanzo, ma neppure a decidere quali dovrebbero esserne le linee generali, per contenere l'enorme massa di materiali entro precisi contorni. Un confronto tra i due scrittori-ingegneri, Gadda, per cui comprendere era lasciarsi coinvolgere nella rete delle relazioni, e Musil che dà l'impressione di capire sempre tutto nella molteplicità dei codici e dei livelli senza lasciarsi mai coinvolgere, deve registrare anche questo dato comune a entrambi: l'incapacità a concludere.

... L'eccessiva ambizione dei propositi può essere rimproverata in molti campi d'attività, non in letteratura. La letteratura vive solo se si pone degli obiettivi smisurati, anche al di là d'ogni possibilità di realizzazione. Solo se poeti e scrittori si propongono imprese che nessuno altro osa immaginare la letteratura continuerà ad avere una funzione. Da quando la scienza diffida delle spiegazioni generali e delle soluzioni che non siano settoriali e specialistiche, la grande sfida per la letteratura è il saper tessere insieme i diversi saperi e i diversi codici in una visione plurima, sfaccettata del mondo ... (dalla lezione sulla *Molteplicità*¹⁷).

Molteplicità è da sempre una caratteristica della conoscenza e, in particolare, delle discipline del rilevamento ed oggi, per entrambe, va ulteriormente allargandosi. Infatti tutti i campi del sapere mostrano stringenti interazioni, quasi necessitandosi l'un l'altro. Anche campi lontani quali filosofia, lettere ed arti hanno implicazioni con campi altrettanto lontani come scienze e tecnologie, e viceversa. Tutto ciò è maggiormente vero per le discipline del rilevamento dove, tra i geodati, la galassia delle immagini fornisce quasi ogni tipo d'informazione e dove le geoinformazioni riempiono il mondo dei sistemi informativi geografici e territoriali, in modo stratificato e dinamico (quasi una replica/duplicazione del mondo reale) su cui muoversi, scavalcando un po' i tradizionali limiti oggettivi di spazio e tempo, e rendendo un po' superati mappe ed orologi/calendari.

¹⁷ Consistenza è la lezione mancante; tuttavia essa, legata a coerenza (ovvero a correttezza), è legata anche all'esattezza. Affidabilità e robustezza, per dati qualsiasi, ed ottimalità, per dati ripuliti e normali, sono proprietà conseguenti, nel trattamento delle osservazioni.

Divagazioni fra molteplicità ed esattezza

Non bisogna farsi tarpare neanche le ali dalla ragione. Perché la ragione, ..., non è ciò che in noi rivela l'essenza divina, ma ciò che assomiglia all'essenza umana. ... In generale tuttavia non c'è nulla da aggiungere che sia rilevante ai fini della conclusione (Gabriele Lolli, *Discorso sulla Matematica – Una rilettura delle “Lezioni americane” di Italo Calvino*).

La molteplicità apre alla pluralità e spesso a numeri grandi, anche se la coscienza tecnologica invita a ritenerli comunque finiti e sempre decimali finiti (ovvero numeri interi, dopo un opportuno cambio di scala). In ogni caso, la curiosità stessa, oltre allo studio, accresce la molteplicità delle conoscenze.

Per le teorie nuove e *in fieri* ... non era possibile, e queste restavano ... fuori dall'enciclopedia, ... in matematica, (e) nella letteratura del Novecento si hanno capolavori ispirati da un'analoga ambizione, e che hanno l'inevitabile forma dell'incompiuto. Pare proprio che la borghesia trionfante, al culmine del suo dominio del mondo, della natura e della vita, cercasse di raccogliere e trasmettere come testimonianza del suo successo quella che credeva fosse la totalità della sapienza e delle conoscenze da essa ormai soggiogate. Al riconoscimento dell'incompiutezza è seguita la frammentazione, anticipata materialmente dai frammenti delle bombe e dei corpi dilaniati dai massacri che hanno distrutto prima l'Europa e poi l'assetto del mondo intero (Gabriele Lolli, op. cit.).

Oggi giorno alla dissoluzione dell'unitarietà della conoscenza è difficile dare una risposta in ambito scientifico e, ancor più, scientifico-tecnologico. Di conseguenza non resta che lasciare ad altre persone, in possesso di culture diverse, di operare sintesi critiche, per quanto parziali, provvisorie e precarie.

Il matematico come il poeta è sempre rivolto al futuro: «forse piuttosto che parlarvi di come ho scritto quello che ho scritto, sarebbe più interessante che vi dicessi i problemi che non ho ancora risolto, che non so come risolverò e cosa mi porteranno a scrivere ...» (David Hilbert, *I problemi della matematica*). Anche Hilbert al congresso di Parigi del 1900, invece di parlare dei suoi risultati aveva preferito indicare i problemi aperti. Anche nella scuola si dovrebbero discutere problemi aperti, arrivare ad avere studenti che hanno o trovano problemi che non sanno se risolveranno, ma che si sono posti da sé (Gabriele Lolli, op. cit.).

L'esattezza potrebbe allora sembrare il giusto contraltare, ma questa idea è errata. Infatti l'esattezza invita a scavare in profondità, accertando i dettagli ed i dettagli dei dettagli, in una corsa verso l'infinitamente piccolo, seppure la sopraccitata coscienza tecnologica inviti a porre limiti analoghi.

La costruzione di un modello richiede considerazioni sperimentali e speculative che vanno al di là della matematica operativa, ma configurano il modello imponendo «limiti e regole» matematiche. «Studiare le zone di confine dell'opera letteraria è osservare i modi in cui l'operazione letteraria comporta riflessioni che vanno al di là della letteratura ma che solo la letteratura può esprimere». La compiuta espressione di queste riflessioni non è più soltanto un modello, dato da un'equazione o da un sistema di relazioni formali, ma una vera e propria teoria, con le ipotesi metafisiche sulla segmentazione del mondo che diventano le assunzioni che permettono di dimostrare teoremi sul modello (Gabriele Lolli, op. cit.).

Pertanto l'esattezza è rigore nelle ipotesi, nei calcoli e nei confronti, accuratezza e precisione nei dati e nelle stime, affidabilità e condizionamento negli schemi e nei modelli. Esattezza non è cercare un mondo perfetto, ma trovare/trovarsi (in) un mondo perfettibile ¹⁸.

La scienza nelle sue spiegazioni del mondo ha bisogno di linguaggi con concetti e termini che non sono della stessa natura di quelli dei linguaggi naturali, ... Le regole sintattiche sono analoghe, ma l'interpretazione operativa è tutt'altra. ... la scienza cambia i suoi linguaggi. Quando cambia il linguaggio, a cambiare non è il mondo, ma sono gli uomini (Gabriele Lolli, op. cit.).

¹⁸ Nella grammatica, l'espressione corretta corrispondente è data dal comparativo (di maggioranza) e non dal superlativo (assoluto).



Fig. 4 – Giorgio De Chirico, Le Muse inquietanti, 1917 (collezione privata) ¹⁹

Fig. 5 – Carlo Carrà, Costruttori, 1949-50 (collezione Verzocchi – pinacoteca civica di Forlì) ²⁰

Non esistono standard universali, anche se qualche indicazione è stata data, per esempio con l'idea di dimostrazioni strutturate; queste spezzano in capitoli, o moduli la vicenda che devono raccontare. Ma gli stili, le strutture e le finalità delle dimostrazioni vari come varie sono le forme letterarie, o addirittura le forme di espressione, anche non verbale; ... Questa variabilità è dovuta al fatto che la dimostrazione si appoggia su, o vuole esprimere, una nozione nebulosa, quella di una conseguenza logica. Abbiamo detto «nebulosa», mentre si pensa di solito che sia la pietra su cui si fonda l'incrollabile solidità e certezza della matematica. A lungo si è cercato di legare la conseguenza alla necessità: una proposizione è conseguenza di un'altra se nel caso che quest'ultima sia vera la prima è necessariamente vera. Si cade dalla padella nella brace con questo tentativo di spiegare il concetto di conseguenza. La necessità, oltre a non potersi ragionevolmente definire, è emotivamente legata al fato e agli dei; se le inferenze sono necessarie escono dal nostro controllo e le subiamo, invece di costruirle. Ora (poco più di cento anni fa) si è trovata finalmente una definizione convincente: si dice che un'inferenza è corretta, cioè che la conclusione è conseguenza *logica* delle premesse, quando tutte le diverse interpretazioni delle premesse con frasi vere che ne conservano la forma rendono vera anche la conclusione. Ma anche la totalità delle interpretazioni, in tutti i linguaggi e dialetti e fantasie possibili, è incontrollabile, sfuggente e slabbrata. Per evitare di dover fare una impossibile verifica infinita di tutte le interpretazioni, una dimostrazione ignora le parole, o cerca di ignorarle, e considera solo la loro connessione sintattica, la loro forma. In questo modo diventa uno schema che è invariante rispetto alla sostituzione delle parole, o alla modifica del loro significato. La verifica deve esaminare solo le componenti finite dello schema. La forma può essere rappresentata in molti modi. Sui può allora dire che le diverse tipologie di dimostrazioni in diversi sistemi logici e in diversi formati, sono modelli matematici della relazione fondamentale di congruenza, ma questa in sé, in quanto non matematica, resta vaga e indefinita (Gabriele Lolli, op. cit.).

Da quanto già detto, deriva che la costruzione di modelli per l'analisi dei dati, provenienti dalla realtà, e l'interpretazione di stime, attese all'elaborazione dei dati stessi, devono fare largo uso delle categorie della molteplicità e dell'esattezza. Infatti se, da una parte, è difficile confinare la realtà in spazi ristretti, da un'altra parte, è altrettanto difficile non approfondire, indagando i tanti dettagli della realtà stessa. Tutto ciò porta ad analizzare il rapporto tra credenze ed azioni, ovvero tra le ipotesi che attengono alla formazione dei modelli e le conseguenze pratiche delle scelte attuate ²¹. Di certo, qualsiasi azione che rischia sempre di essere irreversibile, nelle sue conseguenze, in generale, è sostenuta solo da una credenza, fondata soprattutto su sentimenti personali e/o collettivi, ma volutamente ritenuta una certezza, nelle sue varie e possibili forme, da una semplice ragione ad un giuramento impegnativo, fino addirittura ad una fede assoluta.

¹⁹ Le figure enigmatiche delle Muse sono un esempio di costituzione/costruzione di una metafisica (letteralmente, in greco antico, il termine significa andare oltre le cose fisiche) che deve stare alla base di qualsiasi modo di procedere per conoscere la realtà ed operare su essa. Del resto, anche la dichiarata assenza di metafisica è metafisica.

²⁰ Il dipinto volutamente è realizzato sul tema del lavoro e costruire è anche concepire cose nuove, per poi metterle in atto.

Allora erroneamente, ad ogni credenza, si attribuisce un potere radicale, ovviamente non posseduto, ma fatto comunque agire, sottovalutando tanto l'analisi dettagliata dei limiti di questa stessa credenza, quanto la progettazione rigorosa delle strategie, necessarie per evitare drammatici/tragici punti di non ritorno, nelle azioni conseguenti. D'altra parte, lo strapotere di molte verità contemporanee (come certe tremende teologie del passato che si sono pesantemente poste in contrasto con la scienza d'allora ed i primi abbozzi di una tecnica innovativa) è basato proprio sulla loro massima sofisticazione, coerenza interna ed indipendenza da verifiche sperimentali indipendenti. Pertanto il compito della moderna epistemologia è non solo la critica della tecnica (che certamente deve essere criticata, a fondo, di fronte ai suoi abusi), ma anche la critica della scienza che questa tecnica fonda, se assurta ad ideologia.

La via proposta è una rivisitazione dell'empirismo britannico seicentesco/settecentesco.

- ❑ *A favore dell'osservazione*: ciò che può essere visto, sentito, toccato, e via dicendo, fornisce il migliore contenuto o fondamento per tutto il resto della nostra conoscenza non-matematica.
- ❑ *Contro la causa*: in natura non esiste causalità in aggiunta alla costanza con cui gli eventi di un tipo sono seguiti da eventi di un altro tipo.
- ❑ *Svalutare le spiegazioni*: le spiegazioni possono aiutare ad organizzare i fenomeni, ma non forniscono alcuna risposta profonda alle questioni sul *perché*, limitandosi soltanto a dire che i fenomeni accadono regolarmente in questo o in quel modo (Ian Hacking, *Conoscere e sperimentare*).

Di conseguenza, ogni sintesi non è mai una sicurezza vera e propria, ma è certa solo in probabilità.

Collegandosi a considerazioni precedenti ed all'eclittismo del mondo antico e rinascimentale, l'empirismo britannico, quasi parallelo all'illuminismo francese (ed a quello italiano, ben più piccolo, per dimensione) ed al preromanticismo tedesco, ma più direttamente pratico di questi, si connota per uno scetticismo ed un relativismo moderati. Infatti la scepsti non aumenta il livello di probabilità, ma offre solo lo stimolo e talvolta l'occasione per aumentare le esperienze, aggiungere nuove scoperte ed aumentare la conoscenza. Dalla scepsti discendono l'antidogmatismo, l'antiautoritarismo e le liberalità, in tutti gli ambiti, da quelli personali, sociali e politici a quelli scientifici e scientifico-tecnologici. In questo modo, si può passare dalla concezione di idee e modelli alla loro messa in atto, nel quotidiano, piccolo o grande, comparando i risultati ottenibili ed ottenuti, tramite un'inferenza probabilistica, senza assurde pretese assolutistiche.

Un esempio è dato dalla conoscenza dello spazio e del tempo che certamente parte dall'empiria, cioè dai dati delle misurazioni, per estendersi poi agli spazi non visibili, ma ipotizzati, ed ai tempi non più o non ancora misurabili, ma previsti. Ovviamente l'estensione dello spazio e/o la corsa nel tempo devono tenere conto di tutti i limiti, già esperiti. Così da uno spazio puramente cartesiano degli oggetti, occorre passare agli spazi geodetici della terra, diversi a seconda dell'area abbracciata, ed a quelli non-euclidei dell'universo, mentre dal tempo presente, occorre muoversi verso il tempo passato, con una grana di risoluzione via, via più lasca, e verso il tempo futuro, con la prudenza che deve governare incertezze rapidamente crescenti. A riguardo, il rischio concreto è fare estrapolazioni, prive di alcun significato che, messe alla prova dei fatti, quando questi finalmente accadono, sono miseramente smentite (come quasi tutte le profezie).

Vale la sentenza di Eraclito che la via in su e quella in giù è la stessa, (perché), necessariamente, salita e discesa si contrappongono: la direzione che il pensiero prende verso i principi universali e i fondamenti del conoscere si rivela, alla fine, non solo conciliabile con la direzione che conduce alla particolarizzazione dei fenomeni e dei fatti, ma suo correlato e condizione (Ernst Cassirer, *Teoria della relatività di Einstein – Considerazioni gnoseologiche*).

²¹ Il seguito del paragrafo è liberamente ripreso e riassunto da: Io non cerco trovo – Un empirismo contemporaneo, di Simona Chiodo (Bollati Boringhieri, Torino, 2011).

Compito dell'empirismo è restringere le sicurezze ed allargare i dubbi, non per bloccare tutte le azioni (come vorrebbero uno scetticismo ed un relativismo radicali, ritenuti tuttavia poco interessati ed inconcludenti), ma ben sapendo la gravità delle loro conseguenze ed evitando i punti di non ritorno, per quanto possibile. Dopo gli empiristi britannici, Edmund Gustav Albrecht Husserl e poi i primi empiristi logici ²² continuano questa lunga tradizione. Il fatto che una controversia sia sorta tra loro non merita particolare attenzione: di strane controversie tra persone vicine è piena tutta la storia della conoscenza. Più interessante invece è notare la vicinanza con altre figure del mondo coevo scientifico e filosofico (ma non solo), come Bertrand Arthur William Russell, Ludwig Wittgenstein e Karl Raimund Popper, ed anche i gestaltisti, dove i discorsi filosofici e/o scientifici od anche tecnologici si dipanano liberi da orgogliose sicurezze.

In generale, un prolungamento della conoscenza è dato dall'immaginazione che origina dalle esperienze dirette e ne fa astrazioni, sempre più complesse e complete, senza giungere tuttavia a certezze assolute, ma accettando i limiti naturali di tempo, spazio e condizioni, ove si è comunque immersi. Infatti dubbi possono mettere in discussione anche la supposta continuità dello spazio e del tempo, ed il principio di causa ed effetto, ma l'immaginazione può supplire fino a dove è conveniente ed interrompersi dove non è più lecito. In questo modo, a partire dal particolare, non si arriva all'universale, ma ad un uso universale del particolare, oltre il quale occorre sperimentare nuovi particolari, da generalizzare, a loro volta. Universali veramente sono invece il metodo cartesiano e le categorie kantiane, a loro volta, riviste nell'interpretazione neokantiana che tiene conto delle lezioni leibniziana (precedente) e herbatiana (successiva).

Un oggetto, considerato in se stesso, non contiene niente che ci autorizzi a trarne una conclusione che va al di là di esso, ... anche dopo aver osservato il frequente o costante congiungimento di oggetti, noi non abbiamo nessuna ragione di trarne un'inferenza riguardante un oggetto che è al di là di quelli di cui abbiamo avuto esperienza (David Hume, *Trattato sulla natura umana*).

Servire invece di dominare. Solo chi ha provato quanto sia difficile fare correttamente ... le cose semplici, sa riconoscere il peso di questo compito. Ciò significa ..., rinunciare all'effetto e compiere fedelmente il necessario e il giusto (per) realizzare ciò che è necessario. (Mies van der Rohe ²³, *Le architetture gli scritti*).

Un valido strumento di servizio, per il confronto tra sicurezze solo relative (e nessuna certezza assoluta), è l'inferenza probabilistica, basata insieme sui concetti di rischio e di ridondanza, perché nessuna ridondanza può eliminare il rischio, ma una buona ridondanza può ridurlo. Nella vita associata, ridondanza significa poi intersoggettività, perché passare dal singolare al plurale significa eliminare il centralismo di percezioni/compressioni/apprendimento personali, facendo adottare centralismi diversi, con percezioni/compressioni/apprendimento medie o mediane od altro, dove la probabilità di un errore nascosto si riduce notevolmente. Questo significa che la comparazione tra esperienze diverse, come tra un'esperienza ed una credenza, cioè un'idea/modello, è la sola via da percorrere, considerando invece l'assolutizzazione di una credenza (ma anche una singola esperienza assurta a credenza) un grave errore metodologico ²⁴.

I vantaggi della comparazione, rispetto all'adozione di credenze/idee/modelli superlative/i, sta proprio nella mediazione delle esperienze e delle credenze derivate, nella conseguente mitigazione degli errori (dei rischi

²² Gli sviluppi successivi dell'empirismo logico lo allontanano dall'attenzione per la corrispondenza delle teorie a favore di quella sulla coerenza delle stesse e, nonostante l'incontro con il pragmatismo americano, più direttamente pratico, questa tendenza dura tuttora.

²³ Ludwig Mies van der Rohe è un architetto ed un designer, ricordato come maestro del Movimento Moderno, insieme a Le Corbusier (pseudonimo di Charles-Edouard Jeanneret-Gris), Walter Adolph Gropius, Frank Lloyd Wright ed Hugo Alvar Henrik Aalto.

²⁴ Nel caso, purtroppo possibile, di dover prendere decisioni in una condizione personale, assolutamente singolare, ovvero senza alcuna ridondanza, già la sapienza antica invita a *primum non movere* ed *in dubio pro misero/reo*, ben sapendo che *errare humanum est* ed *in medium stat virtus*, ovvero non forzare mai l'empiria formando una singolare teoria ad hoc, sempre passibile di clamorose smentite.

e dei pericoli, forse non necessari e certamente non giusti, per chi li subisce) e nella possibilità di rimediare ad essi. Allora la costruzione di un'idea/modello è sì il passaggio da uno status quo, giocoforza statico, ad altri status in fieri che si suppongono dinamici, ma sempre controllando tutte le evoluzioni previste, con i dati empirico sperimentali di altri status quo, resisi via, via disponibili ²⁵, ed operando poi le debite e conseguenti correzioni. La simulazione e l'ottimizzazione sono strumenti d'ausilio alla progettazione degli esperimenti, in anticipo sulla realtà a venire, dove i controlli devono mettere in gioco accuratezza e precisione nei dati e nelle stime, affidabilità e condizionamento negli schemi e nei modelli, e rigore nei calcoli e nei confronti ²⁶.

Il concetto di "verità", come qualcosa che dipende dai fatti del tutto al di fuori dal controllo umano, è stato uno dei modi con cui la filosofia ci ha inculcato finora il necessario elemento di umiltà. ... Quando si allontana questo ostacolo sulla via dell'orgoglio, si fa un ulteriore passo sulla strada che porta ad un certo tipo di pazzia ... che invade la filosofia (dopo Kant) e a cui i moderni, filosofi o no, sono succubi. Sono persuaso che questa intossicazione è il più grande pericolo del nostro tempo, e che una filosofia che, per quanto non intenzionalmente contribuisce ad essa, aumenta il rischio di un grande disastro sociale. (Per altro), nessuno è ancora riuscito a trovare una filosofia che sia al tempo stesso credibile e coerente. (Di conseguenza, occorre) enunciare dei principi generali che ... possono portare a strane conseguenze, ma non appena queste strane conseguenze sembrano sul punto di saltar fuori ... rifiutare tranquillamente di trarle. ... (Bisogna essere) sensibile e sempre pronto a sacrificare la logica piuttosto che scivolare nel paradosso. ... Per un logico, ciò è irritante; per un uomo pratico, è una prova di saggezza (Russell, *Storia della filosofia occidentale e dei suoi rapporti con le vicende politiche e sociali dall'antichità ad oggi*).

In ambito metrologico e statistico, alcune precauzioni devono essere prese. Infatti non è permesso il cambio di oggetto, nel confronto di teorie diverse, cosa che porterebbe alla loro incommensurabilità, con risultati non interessanti soprattutto (ma non solo) negli ambiti scientifici e scientifico-tecnologici. Un'altra precauzione è collegata al modo di effettuare la competizione tra ipotesi differenti che, se intercala una regione del dubbio, mette in gioco insiemi sfumati (cioè logiche *fuzzy* ²⁷), evitando scelte hard, a vantaggio di approcci soft che richiedono di acquisire maggiore informazione, prima di prendere qualsiasi decisione definitiva. Una terza precauzione è nell'interpretazione non automatica dell'evoluzione temporale, perché talvolta un andamento può essere anche discontinuo ed occorre riconoscerne le discontinuità ²⁸ (oggi giorno questa osservazione è particolarmente rilevante anche negli ambiti sociali, politici ed economici).

L'empirismo logico americano afferma che si possono avere parole senza il mondo, ma non mondi senza parole, ponendo il linguaggio al centro del mondo e delle sue società. A tale proposito, il linguaggio si fonda su realtà biologiche innate (strutture sintattico/grammaticali e gerarchico/ordinali di grafi ed alberi logici, ecc.) e si arricchisce delle stratificazioni prodotte dalla storia delle società umane. Da questa storia, originano circa seimila lingue attuali, raggruppate in una dozzina di superfamiglie. La linguistica moderna riconosce sia l'innatismo biologico sia la stratificazione e particolarizzazione storica, facendone un oggetto extrastrutturale. Infatti il linguaggio non è una struttura socio/economica, né infrastruttura geografico/naturalistica, per la sua immaterialità, ma il linguaggio non è neppure le sovrastrutture socio/politica e/o ideologico/culturale, per il suo permanere nel tempo e diffondersi nello spazio, scavalcando epoche storiche e travalicando paesi.

²⁵ In filosofia, il linguaggio epistemologico parla anche d'immaginazione ex-ante ed empiria ex-post.

²⁶ La comparazione è una bisezione della realtà od una separazione tra realtà e credenza. Allora bisezione e separazione costituiscono limiti e stabiliscono diversità, tra due esperienze, oppure un'esperienza ed una teoria. In entrambi i casi, si ha un antidoto ad orgogliose sicurezze, dato dal controllo reciproco. Se poi le esperienze sono ridondanti (ovvero in numero di tre o più, nell'ipotesi plausibile che i dati anomali siano rari), la relativa sicurezza del controllo cresce notevolmente. Giustificare il numero tre è poi facilissimo, in quanto il numero due non basta, in mancanza di altri elementi per decidere. Circa il confronto/validazione tra due esperienze ed una teoria, basta il numero due, se questa è suffragata da esperienze precedenti, ed altrimenti serve ancora almeno il numero tre.

²⁷ Le logiche *fuzzy* fanno riferimento ad insiemi per i quali l'appartenenza o meno di un elemento, non è governata da una funzione binaria, ma da una funzione continua (nell'intervallo zero-uno), detta funzione d'appartenenza (in inglese: *membership function*).

Chi è convinto che come criterio di verità non si debba porre nient'altro che la coerenza, deve considerare un qualsiasi racconto fantastico come altrettanto vero di un racconto storico (Moritz Schlick, *Sul fondamento della conoscenza*).

Idee che per prova ripetuta sono state trovate corrispondenti ai fatti ... possono valere ... come regolativi dell'azione (sia con l') adattamento reciproco delle rappresentazioni, (sia con l') adattamento delle rappresentazioni ai fatti (Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach, *Conoscenza ed errore*).

A questo punto, il discorso parrebbe doversi spostare dalla scienza e dalla tecnica all'etica ed alla politica, ma si ricadrebbe ugualmente nei dubbi, nei rischi e nei pericoli di far uso di credenze assolute. Invece prendere in considerazione l'estetica non è un diversivo, ma una via fortemente consigliata, non per eliminare i dubbi, con i rischi ed i pericoli conseguenti, ma per essere sempre al servizio della realtà, minimizzando gli errori, per quanto possibile. Ovviamente non esiste alcun criterio estetico superlativo ed assoluto, ma vari criteri estetici comparativi e relativi, così da poter mettere concretamente in competizione tra loro realtà vicine e coeve. Di conseguenza, le scelte estetiche servono solo a migliorare la realtà presente circostante, senza la pretesa di cercare superottimi irraggiungibili (e forse inesistenti), ma con la volontà di trovare ottimi relativi effettivamente concreti e ben realizzabili ²⁹.

Essere pronti, sia di fronte alla necessità di salvaguardare un patrimonio prezioso, sia per affrontare bene la costruzione del nuovo, è un compito veramente impegnativo. Negli ambiti scientifici e scientifico-tecnologici, questo significa sviluppare la scienza normale e sostenere la tecnologia consolidata, e/o concepire e mettere in atto rivoluzioni scientifiche e promuovere eventuali innovazioni tecnologiche. Purtroppo nessuna credenza può offrire indicazioni assolute sulla direzione corretta da seguire, ma solo indicazioni relative, da comparare minimizzando i rischi ed i pericoli connessi. Pertanto serve anche un'etica e, a modesto parere di chi scrive, più semplicemente un'etichetta, governata dal buon gusto (cioè da dettami dell'estetica). Allora senza alcuna pretesa assolutistica, si può far buon uso dell'etica protestante della responsabilità e della convinzione, senza imposizioni esterne, ma per semplici ragioni di praticità generale, liberamente contrattate e condivise.

E che cos'è in fin dei conti la bellezza? Certamente nulla che possa essere calcolabile o misurato. E' invece qualcosa di imponderabile, qualcosa che si trova tra le cose (Mies van der Rohe, *Rassegna stampa sulla conferenza "Le premesse della creazione architettonica"*).

La percezione è caratterizzata come acquisizione originaria dell'oggetto, la rimemorazione come ritorno originario e "spirituale" a ciò che è già stato acquisito. ... Nel conoscere, *entrambe* le funzioni sono riferite l'una all'altra ed è proprio questa relazione che rende possibile la conoscenza. ... Una cosa ... è più di ciò che io vedo: essa ha ora i lati non visti ma che in sé le spettano. ... Allo stesso modo essa in sé un futuro; non esiste solo riguardo al passato ed al presente ... essa è anche ciò che sarà, in sé. ... Dal fatto che qualcosa si è verificato in circostanze precedenti simili deduco "induttivamente" in piena evidenza che qualcosa di simile si verificherà adesso. Come ogni deduzione anche questa è dotata di necessità (o meglio di un'alta probabilità) e conduce, nella generalizzazione essenziale, a una legge deduttiva evidente. ... Solo che qui all'evidenza della motivazione di ciò che è futuro, in quanto elemento da attendere, appartiene la possibilità aperta che subentri qualcosa d'altro. ... Di incontrovertibile vi è a priori solo la forma di un futuro possibile e quindi anche che, in generale, qualcosa accadrà (Husserl, *Lezioni sulla sintesi passiva*).

E' tutto qui: solo prove indirette ... mere probabilità. ... Non vi è mai certezza. Aumenterà la probabilità e la mia assunzione avrà maggior valore. Potrò sperare di attingere una percentuale più elevata di risultati corretti: questo è tutto. Non potrò mai prescindere da un'assunzione. Desidero la certezza, ma il consiglio dei logici è di accontentarmi di assunzioni. ... (Hans Reichenbach, *La nascita della filosofia scientifica*).

²⁸ Anche le discontinuità spaziali nascondono comportamenti diversi di cui occorre tenere conto. Tutto ciò è più vero, quando si passa da due a tre dimensioni, dove le discontinuità sono non solo linee (piane o gobbe), ma anche superfici (aperte o chiuse, così come le linee possono essere aperte o chiuse, a loro volta).

²⁹ In generale, i giudizi di valore (come molte/i altre/i cose, fatti, idee, ecc.) non possono essere ben ordinati, come invece i numeri naturali, razionali e reali. Tutto ciò significa che bisogna sempre operare scelte e fare compromessi.

L'esplorazione dello spazio ³⁰

L'esplorazione dello spazio, come quella della Terra, inizia già nella notte dei tempi. Infatti fin dall'antichità gli uomini, mentre esplorano luoghi nuovi, acquisendo una maggiore conoscenza dello spazio, osservano il cielo, per avere una misura del tempo. Così nel mondo antico, un sistema geocentrico descrive il moto della luna, del sole e degli altri pianeti, lungo un'orbita circolare maggiore (detta deferente), eccentrica rispetto alla terra, combinata con un'altra orbita circolare minore (detta epiciclo), centrata sul deferente stesso (Fig. 4). Inoltre per meglio spiegare l'orbita solare, si suppone un ulteriore spostamento, detto equante (in questo, simile all'eccentrico), definendo così un diverso centro del deferente.

Già nel mondo antico è proposto un sistema eliocentrico, ma solo nel Rinascimento si ha la sua riproposta. La contesa tra i due sistemi dura circa 200 anni, con le autorità ecclesiastiche contro (anche a costo dell'oscurantismo) e gli scienziati a favore. L'eliocentrismo è perfezionato via, via da nuove scoperte, prende in considerazione il problema dei tre corpi ed include nel sistema stesso, oltre ai pianeti ed ai satelliti, anche altri corpi, come le comete (le cui orbite possono essere completamente diverse). La figura 5 schematizza tre tipi di orbita possibile: una chiusa (ellittica) e due aperte (rispettivamente parabolica ed iperbolica). La figura 6 dettaglia le orbite di alcune lune di Giove.

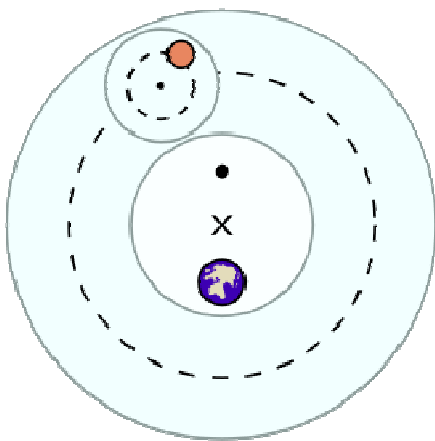


Fig. 4 – Sistema tolemaico

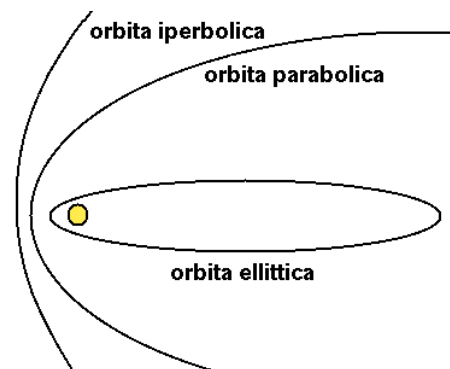


Fig. 5 – Sistema copernicano con orbite chiuse kepleriane (ellittiche) ed orbite aperte (paraboliche ed iperboliche)

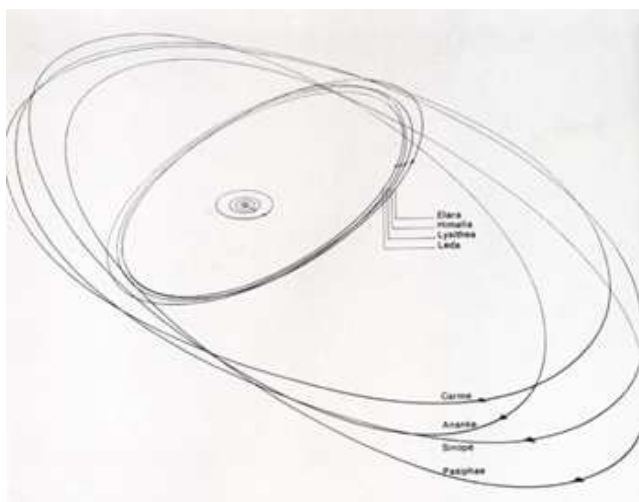


Fig. 6 – Orbite di alcune lune di Giove

³⁰ Un'importante riflessione porta a chiedersi, se sia giusto studiare il cielo e le stelle, quando tanti problemi sono nel mondo, qui ed oggi. E' una domanda difficile ed impegnativa, ma occorre saper guardare anche lontano, per capire bene quello che è vicino!

La costruzione copernicana/galileiana/newtoniana rifonda tutta la scienza su basi moderne, sostituendo la scienza antica aristotelico/tolemaica, ad eccezione della geometria euclidea (che sopravvive nella grande sintesi critica kantiana, insieme alla scienza nuova ³¹). Tuttavia l'esperienza dell'invarianza della velocità della luce e la costruzione delle geometrie non euclidee portano a definire le teorie einsteiniane della relatività speciale e generale, facendo della gravità un'alterazione della geometria del campo (che s'incurva), dovuta alla presenza di una massa. Allora come mostra la figura 7, essere soggetti alla gravità, oppure al moto accelerato verso l'alto di un ascensore (in assenza di gravità), è proprio la stessa cosa.

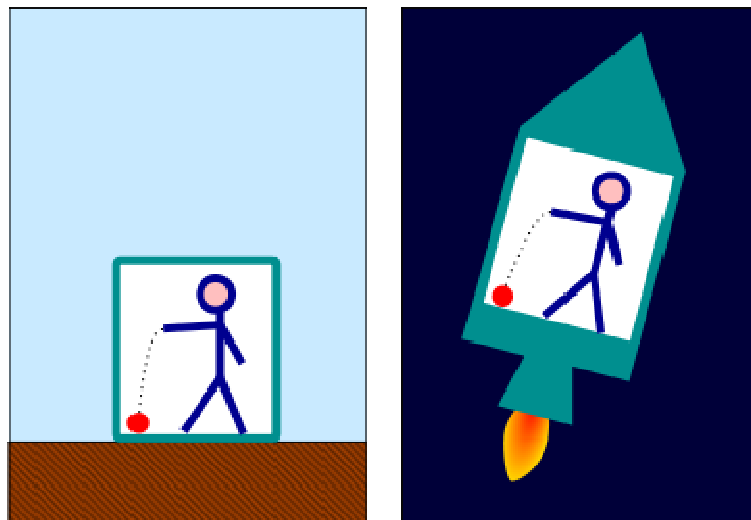


Fig. 7 – La gravità e l'ascensore di Einstein

L'esplorazione dello spazio continua sia verso la galassia ed oltre nell'universo, sia rimpicciolendosi verso i cristalli e le cellule, gli atomi, i nuclei atomici e le particelle subatomiche. La teoria dei quanti è una teoria non compatibile con la relatività (se si prescinde dalle più recenti proposte), ma capace di spiegare fenomeni alle scale atomica e subatomica. Nella sua forma più semplice, descrive il modello atomico proprio secondo il modello del sistema solare, con un nucleo atomico, posto al centro, e le orbite degli elettroni attorno (fig. 8). Il fatto poi che le orbite siano orbitali e gli elettroni funzioni d'onda corpuscolari, in conformità alla natura insieme ondulatoria e corpuscolare della luce, in questa sede, è irrilevante.

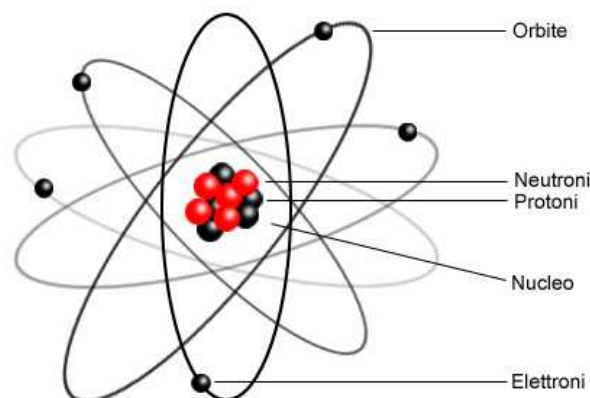


Fig. 8 – Un esempio di struttura atomica

³¹ Una nuova grande sintesi filosofica, dopo quelle aristotelica e kantiana, è ancora attesa.

APPENDICE A – Da: *Introduzione alla critica dell'economia politica*, di Karl Marx (1857)³²

Antiempirismo

Sembrerebbe corretto cominciare con il reale cioè il concreto come effettivamente presupposto. Ma ad un più attento esame, ciò si rileva falso. Il reale è un'astrazione, se si tralasciano i fenomeni di cui si compone. E i fenomeni, a loro volta, sono parola priva di senso, se non si conoscono gli elementi su cui essi si fondono. E questi presuppongono, ecc.

Metodo scientifico

Se si comincia quindi con il reale, si ha solo una rappresentazione caotica dell'insieme ma, precisando più da vicino, si perviene via via analiticamente a concetti più semplici, dal concreto rappresentato ad astrazioni sempre più sottili, fino a giungere alle determinazioni più semplici. Da qui si tratta poi d'intraprendere il viaggio all'indietro, fino ad arrivare finalmente di nuovo al reale, ma questa volta non come una caotica rappresentazione di un insieme, bensì come a una totalità ricca, fatta di molte determinazioni e relazioni.

Questo è chiaramente il metodo scientifico corretto.

Il concreto è concreto perché sintesi di molte determinazioni, quali unità del molteplice. Per questo nel processo esso si presenta come processori di sintesi, come risultato e non come punto di partenza, sebbene esso sia punto di partenza effettivo e anche punto di partenza dell'intuizione e della rappresentazione.

Per prima via, la determinazione concreta si era volatilizzata in un'astratta determinazione; per la seconda, le determinazioni astratte conducono alla determinazione del concreto nel cammino del pensiero.

Antiidealismo

Si potrebbe cadere nell'illusione di concepire il reale come il risultato del pensiero, che si riassume e si approfondisce in se stesso, e si muove spontaneamente, mentre il metodo di salire dall'astratto al concreto è solo il modo, per il pensiero, di appropriarsi il concreto, di riprodurlo come qualcosa di intellettualmente concreto. Ma mai e poi mai il processo di formazione del concreto stesso.

Il soggetto reale rimane, sia prima che dopo, saldo nella sua autonomia fuori dalla mente; fino a che, almeno, la mente si comporta solo speculativamente, solo teoricamente. Anche nel metodo teorico, perciò, la società deve essere sempre presente nella rappresentazione come presupposto.

Dialettica della storia

La più semplice categoria non può esistere altro che come relazione astratta, unilaterale di una totalità vivente e concreta già data.

Le categorie semplici hanno anche un'esigenza storica e naturale indipendente, prima delle categorie più concrete. Resta sempre il fatto che le categorie semplici sono espressioni di rapporti in cui il concreto meno sviluppato può essere realizzato, senza aver ancora creato il rapporto o la relazione più complessa che è espressa idealmente dalla categoria più concreta; mentre il concreto più sviluppato conserva ancora quella stessa categoria come un rapporto subordinato.

In questo senso, il cammino del pensiero astratto, che sale dal più semplice al complesso, corrisponderebbe al processo storico reale. Tuttavia, benché la categoria più semplice possa essere esistita storicamente prima di quella più concreta, essa può appartenere nel suo pieno sviluppo intensivo ed estensivo solo ad una forma sociale più complessa, mentre la categoria più concreta era già pienamente sviluppata in una forma sociale meno evoluta.

Logica scientifica

Le astrazioni più generali sorgono solo dove si dà il più ricco sviluppo concreto, dove una sola caratteristica appare comune a un gran numero, a una totalità di elementi. Allora essa cessa di poter essere pensata soltanto in una forma particolare.

I limiti della logica scientifica: la storia

Anche le categorie più astratte, sebbene siano valide, proprio a causa della loro natura astratta, per tutte le epoche, sono tuttavia, in ciò che vi è di determinato in questa astrazione, il prodotto di condizioni storiche e posseggono la loro piena validità solo per ed entro queste condizioni. Così in generale per ogni scienza storica e sociale, nell'ordinare le categorie si deve tener fermo che, come nella realtà così nella mente, esse esprimono modi d'essere, determinazioni d'esistenza, spesso soltanto singoli dati di questa determinata società, di questo soggetto, e che pertanto anche dal punto di vista scientifico esso non comincia affatto nel momento in cui se ne comincia a parlare come tale.

Questo fatto deve essere tenuto ben presente, perché offre elementi decisivi per la ripartizione delle materie.

³² Le opere di Karl Marx hanno una larga diffusione editoriale. In particolare, la sua *Introduzione alla critica dell'economia politica* (scritta nel 1857) è edita da Quodlibet (Macerata), a cura di Marcello Musto.

Storicismo

La società borghese è la più complessa e sviluppata organizzazione storica della produzione. Le categorie che esprimono i suoi rapporti e che fanno comprendere la sua struttura, permettono quindi di penetrare al tempo stesso nella struttura e nei rapporti di produzione di tutte le forme di società passate, sulle cui rovine e con i cui elementi essa si è costruita, e di cui si trascinano in essa ancora i residui parzialmente non superati, mentre ciò che in quelle era appena accennato si è sviluppato in tutto il suo significato.

I limiti dello storicismo: le ideologie

La cosiddetta evoluzione storica si fonda in generale sul fatto che l'ultima forma considera le precedenti come semplici gradini che portano a se stessa, e poiché è raramente, e solo in certe determinate condizioni, capace di criticare se stessa, le concepisce sempre come unilateralmente; non si fa qui parola naturalmente di quei periodi statici che appaiono a se stessi come epoche di decadenza. Se quindi è vero che le ultime categorie sono valide anche per le altre forme di società, ciò va preso con le dovute precauzioni. Sarebbe dunque inopportuno (e impraticabile) ed erroneo disporre le categorie nell'ordine in cui furono storicamente determinanti. La loro successione è invece determinata dalla relazione in cui esse si trovano l'una con l'altra nella moderna società borghese. Non si tratta della posizione che assumono storicamente nel succedersi delle diverse forme di società ed ancor meno della loro successione nell'idea, che non è che una nebulosa rappresentazione del momento storico, ma della loro articolazione organica all'interno della moderna società borghese.

La divisione delle materie deve essere fatta, evidentemente, in modo da trattare: le determinazioni generali astratte che come tali sono comuni più o meno a tutte le forme di società, ma nel senso sopra chiarito; le categorie che costituiscono la struttura interna della società borghese, nei loro rapporti reciproci.

Antidogmatismo: le osservazioni scientifiche

La storia universale non è esistita sempre; la storia come storia universale è un risultato. Il punto di partenza è dato naturalmente dalla determinatezza naturale: soggettivamente e oggettivamente.

Il movimento reale (in generale, nelle sue branche, come totalità) deve costituire il punto di partenza così come il punto d'arrivo della rappresentazione scientifica.

La totalità come essa si presenta nella mente quale totalità del pensiero, è un prodotto della mente che pensa, la quale si appropria il mondo nella sola maniera che le è possibile, maniera che è diversa dalla maniera religiosa, artistica, pratica (emozionale), di appropriarsi il mondo.

Materialismo storico³³

Da tutte le forme di società vi è una determinata produzione che decide del rango e dell'influenza di tutti gli altri. E' un'illuminazione generale in cui tutti gli altri colori sono immersi e che li modifica nella loro particolarità. E' un'atmosfera particolare che determina il peso specifico di tutto quanto essa avvolge.

Una produzione assume l'egemonia tanto su se stessa, nella sua determinazione antitetica, quanto sugli altri momenti. Da essa il processo ricomincia sempre di nuovo.

Una produzione determinata determina quindi il consumo, una distribuzione, uno scambio determinati, nonché i determinati rapporti reciproci tra questi diversi momenti. Indubbiamente anche la produzione, nella sua forma unilaterale, è da parte sua determinata dagli altri momenti. Tra i diversi momenti si esercita un'azione reciproca: dialettica dei concetti di forza produttiva (mezzo di produzione) e rapporto di produzione. E questo avviene in ogni insieme organico.

Fatti di secondo e di terzo ordine sono, in generale, non originari, ma derivati o trasmessi dai rapporti di produzione.

Ineguale è spesso lo sviluppo della produzione materiale con lo sviluppo, per esempio giuridico, dei mezzi di comunicazione, artistico. In generale il concetto di progresso non va inteso nel modo astratto abituale. Questa concezione si presenta come sviluppo necessario e per la giustificazione del caso, come tra l'altro anche della libertà.

APPENDICE B – Da: *Prefazione – Londra, 21 luglio 1892 – a Condizione della classe operaia in Inghilterra*, di Friedrich Engels (1845)³⁴

La classe dei lavoratori è il soggetto storico

Viene data grande importanza all'affermazione che il comunismo non è una semplice dottrina di partito della classe lavoratrice, ma una teoria il cui scopo finale è la liberazione di tutta la società, inclusi i capitalisti, dalle condizioni opprimenti del presente. Questo è giusto in senso astratto, ma nella pratica è più dannoso che

³³ La sola lettura di pochi passi selezionati da questa Introduzione marca l'enorme distanza tra Marx ed il cosiddetto socialismo reale.

³⁴ Contrariamente alle opere di Karl Marx, le opere di Friedrich Engels non hanno una larga diffusione editoriale. In particolare, la sua *Prefazione – Londra, 21 luglio 1892 – a Condizione della classe operaia in Inghilterra* (1845) è pressoché introvabile. Un'edizione, ormai vetusta, risale alla fine dell'800 ed è curata da Filippo Turati, socialista democratico, ispirato ad un marxismo non dogmatico. Forse la ragione di questa quasi clandestinità sta proprio nel massimalismo di troppa sinistra italiana e nel disinteresse di tutti gli altri, con esiti ben noti e non confortanti, lontani e vicini.

inutile. Sino a che le classi proprietarie, non solamente non sentono alcuna necessità di liberazione, ma s'oppongono con tutte le loro forze alla liberazione della stessa classe lavoratrice, fino allora la classe lavoratrice sarà costretta a compiere sola la rivoluzione sociale.

I borghesi francesi del 1789 dichiararono pure che la liberazione della borghesia era l'emancipazione di tutto il genere umano, ma nobiltà e clero non volevano comprendere ciò: l'affermazione – quantunque, in quel tempo, per quello che riguardava il feudalesimo, fosse un'innegabile astratta e storica verità – degenerò presto in una semplice frase sentimentale ed evaporò completamente nel fuoco della lotta rivoluzionaria. Oggigiorno c'è ancora della gente abbastanza numerosa, che dall'alto punto di vista dell'imparzialità, predica ai lavoratori un socialismo elevato sopra tutti i contrasti e le lotte di classe. Ma tali individui, o sono novizi che hanno da imparare molto, o sono i peggiori nemici dei lavoratori: sono lupi in pelle di pecora.

Il massimalismo non è una strategia vincente

Le masse lavoratrici delle città domandarono la loro parte di potere politico: la carta del popolo; essi furono appoggiati dalla maggioranza dei piccoli borghesi e la sola differenza tra i due era, se carta dovesse ottenersi con la forza o legalmente. Venne allora la crisi commerciale del 1847 e la carestia d'Irlanda e con esse la prospettiva della rivoluzione.

La rivoluzione del 1848 salvò la borghesia inglese. Le proclamazioni socialistiche dei trionfanti lavoratori francesi³⁵ spaventarono la piccola borghesia inglese e disorganizzarono il movimento dei lavoratori inglesi, che procedeva in limiti più angusti ma più direttamente pratici. Appunto nel medesimo momento in cui il cartismo poteva sviluppare tutta la sua piena forza, venne a crollare già prima che rovinasse esteriormente nel 10 aprile 1848. L'attività politica della classe lavoratrice venne battuta. La classe capitalistica aveva vinto su tutta la linea. Il cartismo era per estinguersi.

Il trasformismo è sempre una truffa

In seguito, la classe lavoratrice inglese divenne politicamente la coda del "grande partito liberale" del partito condotto dai fabbricanti. Una volta raccolto questo vantaggio, si trattò di perpetrarlo. E dalla violenta opposizione dei cartisti, i fabbricanti avevano capito ed ogni giorno più intendevano che la borghesia non può acquistare pieno dominio sociale e politico senza l'appoggio della classe lavoratrice.

Così si mutò successivamente l'attitudine delle due classi. Le leggi sulla fabbriche, una volta spauracchio di tutti i fabbricanti, furono ora non soltanto volentieri da essi seguite, ma più o meno estese a tutta l'industria. Le *Trades Unions* poco tempo innanzi diffamate come opera del diavolo, furono ora dai fabbricanti appoggiate e protette come organizzazioni autorizzate e utili mezzi per diffondere le sane dottrine economiche tra i lavoratori. Gli stessi scioperi, che erano stati dichiarati dannosi innanzi il 1848, furono ora occasionalmente giudicati utili, specie se i signori fabbricanti li avevano provocati a tempo opportuno. La miglior prova di ciò è che di dieci scioperi che essi fanno, nove sono provocati dai fabbricanti stessi e nel loro particolare interesse, come unico mezzo di limitare la produzione. Voi mai indurrete i fabbricanti ad intendersi per lavorare breve tempo, se anche altrimenti, i loro generi di fabbricazione siano invendibili. Ma fate scioperare gli operai ed i capitalisti chiudono le loro fabbriche fino all'esclusione dell'ultimo uomo.

Il movimento dei lavoratori assume spesso compiti di avanguardia rispetto al funzionamento della democrazia liberale (questa in ritardo suole perseguire gli stessi traguardi)

Furono abolite per lo meno le leggi più sediziose che avevano rubato al lavoratore l'eguale diritto di fronte al suo padrone. E la già terrificante carta del popolo divenne ora il punto principale del programma politico degli stessi fabbricanti che le si erano opposti fino all'ultimo. Sono state introdotte per legge l'abolizione del censo per l'elettorato e il voto segreto. Le riforme parlamentari del 1867 e del 1884 si avvicinano già fortemente al suffragio universale, la proposta sul collegio elettorale, intorno a cui ora delibera il parlamento crea eguali collegi elettorali. Sono alle viste l'indennità e la breve durata del mandato, se non pure annuale elezione del Parlamento, come avverrà senza dubbio in un prossimo futuro; e tuttavia la gente dice che il cartismo sia morto.

Lo sviluppo disordinato e irrazionale del capitalismo non può che generare due società dei garantiti e dei non-garantiti (e precari)

E quale era la condizione della classe operaia durante questo periodo? Temporaneamente vi fu un miglioramento per la grande massa. Ma questo miglioramento ridiscese al vecchio livello per l'influenza della grande folla della riserva disoccupata, per la continua depressione dei lavoratori in causa delle nuove macchine, per l'immigrazione dei lavoratori agricoli che or di più in più venivano soppiantati dalle macchine. Un'elevazione duratura si trova solo in due categorie protette della classe lavoratrice. La prima è quella degli operai delle fabbriche. La fissazione di una, almeno proporzionalmente razionale, giornata normale di lavoro,

³⁵ La storia non si fa con i se ed i ma; tuttavia una domanda fondata porta a riflettere sul valore/significato del passaggio dalla monarchia costituzionale di Luigi Filippo Borbone d'Orléans ed il secondo impero assolutista di Carlo Luigi Napoleone Bonaparte, altresì noto come Napoleone III di Francia.

in loro favore, ha ricostituito relativamente la loro costituzione corporativa ed ha dato loro, per la loro locale concentrazione, una rafforzata morale superiorità. La loro condizione è senza dubbio migliore che nel 1848. In secondo luogo, le grandi *Trades Unions*. Essi formano una aristocrazia nella classe operaia; sono giunti ad ottenere una condizione relativamente buona e l'accettano come definitiva.

Ma per quello che riguarda la grande massa dei lavoratori il livello della miseria e della malsicura esistenza è oggi così basso, se non più basso che mai. L'*East-End* di Londra è una palude sempre più crescente di miseria stagnante e di disperazione, di carestia, occupato da avvilito fisico e morale. E così in tutte le altre grandi città, fatta eccezione soltanto di una privilegiata minoranza di lavoratori, ed egualmente si dica per le piccole città ed i paesi di campagna. La legge che limita il valore della forza-lavoro al prezzo dei mezzi necessari alla vita e l'altra legge che abbassa il prezzo medio, di regola, al minimo dei mezzi di sussistenza, queste due leggi agiscono su di essa con la forza irresistibile di una macchina automatica che la schiaccia tra i suoi raggi.

La caduta del saggio generale di profitto disillude sul mito del progresso indefinito e quindi del benessere

Si potrebbe quasi dire che l'Inghilterra è in procinto di passare in una condizione non più a lungo progressiva.

Ma quale sarà la fine di tutto questo? La produzione capitalista non può divenire stabile, essa deve crescere ed estendersi o morire. Già ora la semplice limitazione della parte del leone dell'Inghilterra, nella fornitura del mercato mondiale, si chiama stagnazione, miseria, eccesso qui di capitale, là di lavoratori disoccupati. Che avverrà in primo luogo se l'aumento della produzione annua cessa? Questo è il vulnerabile tallone d'Achille della produzione capitalista. La sua condizione di vita esige continua espansione e questa espansione diviene ora impossibile.

La produzione capitalista corre in un vicolo chiuso. Ogni anno l'Inghilterra mette innanzi la questione: o il paese va in frantumi o vi va la produzione capitalista. Quale delle due cose si deve credere?

E la classe lavoratrice? Se anche sotto l'incredibile espansione del commercio e dell'industria dal 1848 al 1868 doveva attraversare siffatta miseria, se in quel tempo la sua gran massa, nella migliore ipotesi, ottenne soltanto un passeggero miglioramento della sua condizione, mentre solo una piccola minoranza protetta e privilegiata aveva un vantaggio duraturo, che cosa sarà se questo periodo abbagliante viene a chiudersi definitivamente, se l'opprimente ristagno d'oggi, ... se questo stato d'oppressione mortale diventa la continua e normale condizione dell'industria inglese? La verità è questa: fino a che durava il monopolio industriale dell'Inghilterra, la classe operaia ha preso, fino ad un certo grado, parte ai vantaggi di questo monopolio. Questi vantaggi vennero distribuiti molto inegualmente tra la classe lavoratrice; la minoranza privilegiata intascò la parte maggiore, ma almeno pure la grande massa aveva di quando in quando il suo vantaggio passeggero.

Ed è la ragione per cui dopo la morte dell'Owenismo non si è avuto in Inghilterra socialismo. Con la catastrofe del monopolio, la classe lavoratrice inglese perderà questa posizione privilegiata. Essa si vedrà un giorno generalmente portata – la minoranza privilegiata e dirigente non esclusa – allo stesso livello dei lavoratori all'estero. E questa è la ragione per cui in Inghilterra vi sarà di nuovo il socialismo.

La costruzione del socialismo nella libertà e nella democrazia è un compito da realizzare

Vi è veramente di nuovo il socialismo in Inghilterra, e in forti proporzioni: socialismo di tutte le gradazioni, socialismo cosciente ed incosciente, socialismo in prosa ed in versi, socialismo della classe lavoratrice e della classe media. Poiché in questo vero orrore di tutti gli orrori, il socialismo, non soltanto è divenuto rispettabile, ma è quasi gettato nella toilette di società, gironzola negligenemente per le *causeuses* dei *salons*. Questo prova una buona volta ancora, di quale incurabile incostanza è afflitto quel terribile despota della buona società: la pubblica opinione della classe media, e giustifica ancora una volta il disprezzo che noi socialisti di una generazione passata nutriamo per questa pubblica opinione. Ma inoltre noi non abbiamo ragione alcuna per dolerci di questo nuovo sintomo.

Quello che io ritengo di molto maggior valore di questa momentanea moda di trinciare in grande nei circoli borghesi con una annacquata soluzione di socialismo e pure di maggiore valore del progresso che il socialismo ha in generale in Inghilterra, è il risvegliarsi dell'*East-End* di Londra. Questo immenso campo di miseria non è più la pozzanghera stagnante che era sei anni fa. L'*East-End* ha scossa la sua rigida disperazione; esso è ridato alla vita ed è diventato la patria del "Nuovo Unionismo", cioè dell'organizzazione della gran massa degli operai non tecnici. Questa organizzazione può sotto qualche aspetto adottare la forma delle vecchie unioni degli operai tecnici; essa è tuttavia di carattere essenzialmente diverso. Le vecchie unioni conservavano le tradizioni del tempo nel quale furono fondate; esse consideravano il sistema del salario, dato una volta per tutte, per un fatto definitivo, che nel miglior caso nell'interesse dei loro associati possono un poco modificare.

Le nuove unioni all'opposto furono fondate in un tempo in cui la fede dell'eternità del sistema del salario era violentemente scossa. I fondatori ed i protettori di quest'ultime erano socialisti o coscienti di sentimento le masse che affluirono in esse e nelle quali riposa la loro forza, erano rozze, trascurate, non tenute in nessun conto dall'aristocrazia della classe lavoratrice. Ma esse hanno questo immenso vantaggio; i loro spiriti sono

ancora puri, completamente liberi dagli ereditati “rispettabili” pregiudizi borghesi, che confondono le teste dei meglio messi “vecchi unionisti”. E così ora, noi vediamo come queste nuove unioni afferrino la direzione del movimento operaio e come di più in più prendano a rimorchio le ricche e superbe vecchie unioni.

Senza dubbio la gente dell'*East-End* ha commesso errori colossali, ma li fecero pure gli antecessori, li fanno ancor oggi i socialisti dottrinari che sopra di essi arricciano il naso. Una grande classe, come una grande nazione, mai impara più presto che attraverso le conseguenze dei propri errori. E nonostante tutti gli errori possibili del passato, del presente e del futuro, il risveglio dell'*East-End* di Londra rimane in primo luogo il più grande e fecondo avvenimento di questo fine secolo, ed io sono lieto e superbo d'averlo potuto vedere.

Da quando scrissi sei mesi or sono quanto precede, il movimento operaio inglese ha fatto un nuovo buon passo innanzi. Le elezioni parlamentari, che ebbero luogo alcuni giorni fa, hanno reso noto ai due partiti ufficiali, ai conservatori come ai liberali, che essi hanno da fare i conti da ora in avanti, con un terzo partito, il partito operaio. Questo partito operaio è in formazione; i suoi elementi sono ancora perciò occupati a scuotere tradizionali pregiudizi di ogni specie – borghesi, vecchio corporativi ed anche già dottrinari socialisti – onde si possano alla fine raccogliere sul loro comune terreno. E nondimeno il loro istinto di coesione è di già sì grande, che diede risultati elettorali inauditi sinora in Inghilterra. Per la prima volta essi hanno veduto e sentito quello che possono se utilizzano il loro diritto elettorale nell'interesse della loro classe. La superstizione per il “grande partito liberale” che ha dominato per quasi quaranta anni i lavoratori inglesi, è spezzata. Essi hanno veduto con esempi taglienti che essi lavoratori sono in Inghilterra la forza decisiva, soltanto se vogliono e sanno quello che vogliono; e le elezioni del 1892 furono l'inizio del potere e del volere. Il movimento operaio continentale avrà cura del resto. Con questo Parlamento allora il partito operaio inglese sarà abbastanza ben costituito, per farla tosto finita con il gioco dell'altalena dei due vecchi partiti, che si alternano al governo, ed appunto perciò il dominio borghese dei due partiti che si perpetuano.

E la gioia dei lavoratori è indicibile!

Infatti dopo Engels, tra la fine dell'800 e l'inizio del '900, un dibattito, tutto interno al marxismo, si svolge tra gli ortodossi ed i revisionisti. Rosa Luxemburg (pseudonimo di Rozalia Luksenburg ³⁶) partecipa a questo impegnativo dibattito, occupandosi della natura del capitalismo, delle sue crisi e del suo destino. Infatti quasi un dogma del capitalismo è la crescita per la crescita; tuttavia questa crescita è giocoforza destinata ad infrangersi con la dimensione finita del sistema/mondo. Allora anche se il capitalismo è ben capace di conquistare, a se stesso, nuovi mercati (includendo tutti i paesi, in un unico mercato globalizzato) e di fare mercato con nuovi beni (fino a privatizzare anche l'acqua e l'aria, oltre i ritrovati delle nuove e nuovissime tecnologie, nanotecnologie e biotecnologie), la dimensione finita è una realtà non eludibile. Di conseguenza, dopo il colonialismo/imperialismo, le due drammatiche guerre mondiali, la lunghissima guerra fredda ed il gravoso turbocapitalismo finanziario/industriale, proprio la guerra permanente diffusa e la natura globale delle crisi attuali, con la loro durata eccessiva, mettono in serio dubbio le capacità di ulteriori stabilizzazioni, ponendo pesanti interrogativi già sul futuro prossimo.

Dopodiché per non interrompere un discorso che così rimarrebbe sospeso letteralmente “per aria”, occorre invece accettare di “sporcarsi le mani” nelle tante contraddizioni del mondo attuale, veramente complesso e caotico ³⁷. Pertanto l'uso di categorie marxiane, senza alcuna “devozione” marxista, serve a trasportare un problema, culturale ed accademico, in prassi operativa, politica e sociale. Infatti oggi il grave stato di guerra permanente, la crisi economica mondiale ed un paese strutturalmente fragile impediscono che lo stesso, dalla sua globalità alle sue realtà minute, sia un paese migliore e normale. A riguardo, lo scetticismo ed il relativismo radicali sono altrettanto ideologici dell'ideologie o religioni, più oltranziste, e solo uno scetticismo ed un radicalismo moderati sono una via mediana, capace di tolleranza, impegno ed ironia. Del resto, tutti gli “ismi” sono spesso causa di fanatismi e, talvolta addirittura, di terrorismo che insieme sono un

³⁶ Il commento finale è, in parte, liberamente ripreso e riassunto da: *L'accumulazione del capitale*, di Rosa Luxemburg (Einaudi, Torino, 1968), di cui si riporta qualche breve stralcio nell'immediato prosieguo.

³⁷ Del resto, Dante Alighieri pone gli ignavi all'inferno e precisamente nell'antinferno, descritto nel canto terzo.

segno tangibile del sonno della ragione. Allora è difficile “stare alla finestra” in una “torre d’avorio”³⁸, ma è necessario schierarsi, gettarsi nella mischia ed anche rischiare, ma con la speranza di poter trovare tante persone di buona volontà, dopo un cammino che è un vero incontro, solo se è reciproco.

I costi crescenti per lo sviluppo capitalistico

... Con l’ampliamento della produzione, una parte del nuovo capitale supplementare deve essere impiegato ad accrescere la parte del capitale costante, quindi ad aumentare i mezzi di produzione materiali. Qui entra in gioco un’altra legge scoperta da Marx: la parte di capitale costante che dimentica regolarmente l’economia classica cresce costantemente in rapporto alla parte variabile, dispensata in stipendi. Lì non c’è altro che l’espressione capitalista degli effetti generali della crescente produttività del lavoro.

Con il progresso tecnico, il lavoro vivente è in misura di mettere in movimento e di trasformare in prodotti, in un tempo, più o meno corto, una mole sempre più considerabile di mezzi di produzione. Dal punto di vista capitalista, questo significa una diminuzione continua delle spese riservate al “lavoro vivo”, ai salari, in rapporto a quelle consacrate ai mezzi di produzione “fissi.”

La riproduzione allargata (sul lavoro annuale) deve, per conseguenza, non solo cominciare sempre con la divisione della parte capitalizzata del plusvalore in capitale costante e capitale variabile, ma ancora questa divisione deve, a seconda del progresso tecnico della produzione, comportare una parte sempre maggiore per la parte costante del capitale ed una sempre minore per la parte variabile. Questo cambiamento qualitativo incessante nella composizione del capitale costituisce la forma specifica dell’accumulazione del capitale, cioè la riproduzione allargata su base capitalista. ...

Il colonialismo e l’imperialismo³⁹

... Ma scopo della produzione capitalistica non è l’uso, il consumo dei prodotti, è il plusvalore, l’accumulazione. Il capitale ozioso non trovava possibilità di accumulazione in patria, mancandovi la richiesta di prodotti addizionali: ma all’estero, dove la produzione capitalistica non si è ancora sviluppata, una nuova domanda si è determinata in strati non-capitalistici, o la si determina con la forza.

...L’essenziale è che il capitale accumulato nel vecchio paese trovi nel nuovo una rinnovata possibilità di produrre plusvalore e realizzarlo, cioè di continuare l’accumulazione. ...I nuovi paesi abbracciano estesi territori ad economia naturale che assumono così il carattere di un’economia mercantile semplice, o ad economia mercantile semplice che si trasformano in senso capitalistico.

...Il ruolo dei prestiti esteri e dell’investimento del capitale in azioni ferroviarie e minerarie estere costituisce dunque la migliore illustrazione critica dello schema dell’accumulazione. ...In Inghilterra erano allora presenti tutti i presupposti materiali dell’accumulazione... e tuttavia l’accumulazione vi era impossibile, perché l’Inghilterra e i suoi tradizionali acquirenti non avevano bisogno di ferrovie, e non sentivano la necessità di sviluppare ulteriormente le loro industrie.

Solo l’apparizione di un nuovo territorio con grandi estensioni a coltura non-capitalistica apre al capitale una prospettiva di consumo allargato e gli rende possibile l’accumulazione, la riproduzione su scala più vasta. Chi sono dunque, questi nuovi consumatori? Chi paga in ultima istanza i prestiti esteri e realizza il plusvalore delle imprese capitalistiche con essi fondate? La classica risposta è data dalla storia dei prestiti internazionali in Egitto. ...⁴⁰

I limiti dello sviluppo capitalistico

... La tendenza del capitalismo all’espansione costituisce l’elemento più importante, il tratto notevole dell’evoluzione moderna; in effetti l’espansione accompagna tutta la carriera storica del capitale, essa ha preso nella sua attuale fase finale, l’imperialismo, un’energia così impetuosa che mette in discussione tutta l’esistenza civilizzata dell’umanità. ...

... L’accumulazione in un campo esclusivamente capitalista è impossibile. Da là risulta fin dalla nascita del capitale il suo bisogno di espansione nei paesi e negli strati non capitalisti, la rovina dell’artigianato e della classe contadina, la proletarizzazione degli strati medi, la politica coloniale (la politica “di apertura” dei mercati), l’esportazione dei capitali. L’esistenza e lo sviluppo del capitalismo dalla sua origine sono stati possibili solamente attraverso un’espansione costante sia nella produzione che nei paesi nuovi. ...⁴¹ (Rosa Luxemburg, *L’accumulazione del capitale*).

³⁸ Ovviamente tutto ciò comporta il rischio di perdere e di perdersi.

³⁹ Oggigiorno neocolonialismo, turbocapitalismo finanziario/industriale e globalizzazione distruttiva.

⁴⁰ Da questo esempio, si deduce che quando tutti i mercati sono occupati e l’invenzione di bisogni, anche fittizi, si è spinta troppo oltre, proprio allora i limiti, veri e propri, dello sviluppo capitalistico, oltre a quelli fisici, naturali ed antropici (comunque ben noti ed invalicabili, se non al prezzo di catastrofi, come già successo troppe volte), innescano crisi di sovrapproduzione/recessione, mettendo addirittura in dubbio una possibile stabilizzazione dell’intero sistema (anche se forse non il suo crollo), come in questi ultimi anni.

⁴¹ Guerre e/o sfruttamento di catastrofi sono l’estrema risorsa di un sviluppo fuori controllo. Purtroppo le immani tragedie delle guerre, della prima metà del ‘900, e tutte quelle successive, più piccole, ma non meno gravi, devono quantomeno indurre a riflettere.

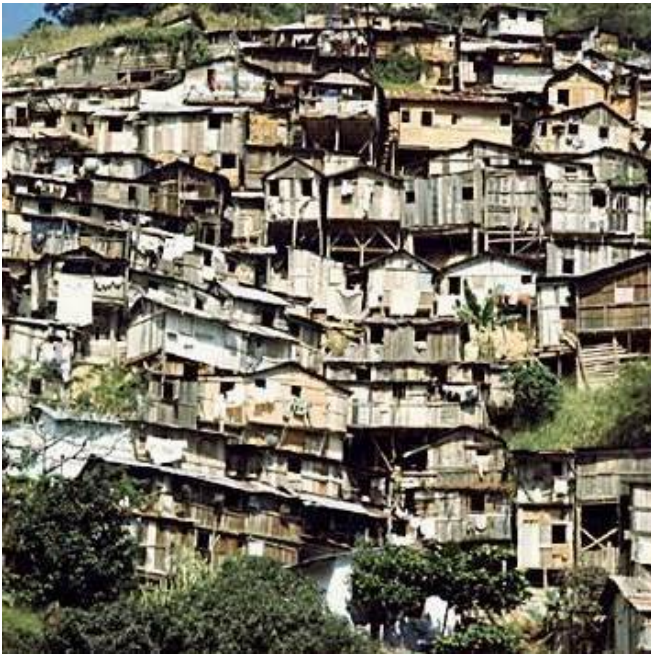


Fig. B.1 – Una favelas del terzo mondo



Fig. B.2 – Bambini al lavoro in una discarica



Fig. B.3 – Sbarchi di migranti

APPENDICE C – Un esempio interessante

Un esempio di riscatto riuscito, nonostante forse ancora innumerevoli contraddizioni, più o meno, nascoste (ma è altresì innegabile che spesso innumerevoli contraddizioni, più o meno, nascoste esistano dappertutto o quasi) è dato dai Sassi della città di Matera, definiti dall'UNESCO, nel 1993, patrimonio dell'umanità. A riguardo, i Sassi di Matera, definiti vergogna d'Italia, da importanti politici italiani, alla fine della seconda guerra mondiale, sono descritti, nella loro cruda realtà passata, nel romanzo di Carlo Levi, *Cristo si è fermato a Eboli*⁴². Invece ad oltre sessanta/settanta anni di distanza, la differenza è eloquente e la città di Matera, come larga parte della regione Basilicata, è una delle aree meno problematiche del Mezzogiorno d'Italia. Ancora a riguardo, nessuna predica, ma un invito a riflettere.

... Arrivai ad una strada che da un solo lato era fiancheggiata da vecchie case e dall'altro costeggiava un precipizio. In quel precipizio è Matera... Di faccia c'era un monte pelato e brullo, di un brutto color grigiastro, senza segno di coltivazioni né un solo albero: soltanto terra e pietre battute dal sole. In fondo... un torrentaccio, la Gravina, con poca acqua sporca ed impaludata tra i sassi del greto... La forma di quel burrone era strana: come quella di due mezzi imbuto affiancati, separati da un piccolo sperone e riuniti in basso da un apice comune, dove si vedeva, di lassù, una chiesa bianca: S.Maria de Idris, che pareva ficcata nella terra. Questi coni rovesciati, questi imbuto si chiamano Sassi, Sasso Caveoso e Sasso Barisano. Hanno la forma con cui a scuola immaginavo l'inferno di Dante... La stradetta strettissima passava sui tetti delle case, se quelle così si possono chiamare. Sono grotte scavate nella parete di argilla indurita del burrone... Le strade sono insieme pavimenti per chi esce dalle abitazioni di sopra e tetti per quelli di sotto... Le porte erano aperte per il caldo, lo guardavo passando: e vedevo l'interno delle grottesche non prendono altra luce ed aria se non dalla porta. Alcune non hanno neppure quella: si entra dall'alto, attraverso botole e scalette.

... Dentro quei buchi neri dalle pareti di terra vedevo i letti, le misere suppellettili, i cenci stesi, Sul pavimento erano sdraiati i cani, le pecore, le capre, i maiali. Ogni famiglia ha in genere una sola di quelle grotte per abitazione e ci dormono tutti insieme, uomini, donne, bambini, bestie... Di bambini ce n'era un'infinità... nudi o coperti di stracci... Ho visto dei bambini seduti sull'uscio delle case, nella sporcizia, al sole che scottava, con gli occhi semichiusi e le palpebre rosse e gonfie. Era il tracoma. Sapevo che ce n'era quaggiù: ma vederlo così nel sudiciume e nella miseria è un'altra cosa... E le mosche si posavano sugli occhi e quelli pareva che non le sentissero... coi visini grinzosi come dei vecchi e scheletrici per la fame: i capelli pieni di pidocchi e di croste... Le donne magre con dei lattanti denutriti e sporchi attaccati a dei seni vizzi... sembrava di essere in mezzo ad una città colpita dalla peste (Carlo Levi, *Cristo si è fermato a Eboli*).



Fig. C.1 – Una vecchia immagine dei Sassi di Matera

Un commento rileva come non esista, quasi mai, un passato epico da rimpiangere e cui tendere, ma solo, quasi sempre, un passato fatto soprattutto di stenti, miseria e paura dal quale, con grandissime sofferenze e

⁴² Il romanzo: *Cristo si è fermato a Eboli*, di Carlo Levi, è edito da Einaudi (Torino).

sforzi enormi, si è riusciti talvolta ad emergere. Non una gloriosa cantica su un presente eccellente, né una cieca fiducia in un futuro, automaticamente migliore, ma la coscienza serena di poter/dover compiere piccoli passi, tutti insieme, per superare le tantissime contraddizioni, passate e presenti, che pure affliggono la vita quotidiana, dagli ambiti ristrettissimi della vita personale, fino a quelli estesi ad intere società. Certamente non è facile ed il rischio di fallire è alto, ma occorre accettare la sfida, pena accettare il disfacimento del mondo naturale, la dissoluzione della società umana e la perdita della qualità della vita personale.

(La storia del Mezzogiorno d'Italia) si è svolta nel suo nero silenzio, come la terra, in un susseguirsi di stagioni uguali e di uguali sventure (Carlo Levi, parafrasando Virgilio ⁴³: *humilemque vidimus Italiam*). Il 1860 fu rivoluzione politica della borghesia, il brigantaggio fu reazione sociale della plebe (Giustino Fortunato).



Fig. C.2 – Una immagine attuale dei Sassi di Matera

La seconda immagine proposta è presa volutamente notturna, per dimostrare la nuova vita, completamente diversa, offerta ai Sassi di Matera. Meno di mille persone (o forse solo cinquecento) vivono in quei quartieri, ma i Sassi brulicano, giorno e notte, di attività commerciali e dei servizi connessi che ricordano un'antica, ormai scomparsa (e da non rimpiangere, come già detto in precedenza), civiltà contadina, con i suoi usi e costumi, e le sue antiche tradizioni. Certamente sarebbe un delitto costringere qualcuno a vivere, come in uno zoo, nella condizioni d'allora, mentre è cosa benvenuta conservare, risanando opportunamente, quello che la storia conduce fino ad oggi (ancora senza giudizi di valore: in altre parti del mondo, la preistoria dura fino alla fine dell'800, qui invece quasi 3.000 anni di storia sono una testimonianza notevole).

Un secondo commento contrappone Matera a larga parte del Mezzogiorno d'Italia, rilevando come non uno stato assistenziale cencioso garantisca il welfare, ma la coscienza sociale e l'impegno civile costruiscano un mondo ed una società, basati sulla libertà nella democrazia e sulla giustizia come equità. Quanto detto non vuole essere un monito, ma un augurio, ben sapendo che parti delle contraddizioni del Mezzogiorno d'Italia, come delle province meridionali iberiche, dei Balcani e di parte della Grecia, hanno origine nelle regioni del centro/nord dell'Europa e, in particolare, nell'Italia centro/settentrionale, per quanto riguarda la realtà italiana (ma non solo, ben ricordando crimini di guerra italiani, commessi in Spagna, in Grecia e nei Balcani). Poi lo stesso discorso si può estendere al Nord Africa ed al Medio Oriente, ecc.

⁴³ Virgilio, nelle Bucoliche e nelle Georgiche, come Orazio, nelle Satire, Odi ed Epodi, esprime nell'epicureismo tutta la libertà di pensiero di cui è capace il mondo antico. Più didascalico, ma ugualmente libero, è invece lo stoicismo di Seneca delle Lettere a Lucilio.



Fig. C.3 – Monumento a Michele Saverio Granata (Rionero in Vulture, 1748 – Napoli, 1799), carmelitano scalzo, professore di matematica all'Accademia Militare di Napoli, martire della Repubblica Partenopea, sito a Rionero in Vulture (PZ), a riprova che una persona qualunque e, in parte, forse contraddittoria (dopotutto è un religioso che insegna anche ai militari), può diventare un esempio preclare, quando sappia assumersi le responsabilità che un preciso momento storico impone (con lo stesso titolo di merito, molte altre persone possono essere citate).

Una società è migliore, quanto più si riesce a conciliare gli individui ed i gruppi minoritari, compresi i rapporti con la maggioranza (liberamente ripreso da Raymond Claude Ferdinand Aron).



Fig. C.4 – Europa di notte

L'ultimo discorso sui doveri del nord (ed ogni parte ha un nord ed un sud, anche se a volte si capovolgono) è particolarmente importante, perché va geograficamente e storicamente al centro del problema. Infatti è più facile dappertutto stare bene al centro, dove tutto converge, che in qualche periferia, dove tutto si disperde. A conferma di quanto affermato, basta osservare l'immagine satellitare ⁴⁴ dell'Europa di notte, dove una cintura di città, come l'antica Lotaringia, dal Mare del Nord, attraverso le Fiandre, la Renania e la Svizzera, giunge alla valle del Rodano e, valicati alcuni passi alpini, alla pianura padana. Una considerazione arguta rileva come forse la conservazione della Lotaringia avrebbe evitato tante guerre, per modificare confini, affatto sacri e comunque tanto sporchi. Del resto, la Svizzera, dalla pace di Westfalia, ed il Lussemburgo, dal congresso di Vienna, non hanno più fatto guerre (pur avendone subite o subito la minaccia).

Quando sei alle prese con qualcosa di tecnicamente attraente, vai avanti e lo realizzi. Ti interroghi su ciò che hai fatto solo dopo che hai ottenuto il tuo obiettivo tecnico (Julius Robert Oppenheimer, 1954) ⁴⁵.

⁴⁴ Al di fuori di questa cintura, si vedono solo due regioni (l'Inghilterra, da Londra all'Inghilterra centrale, e l'Île de France, con Parigi), alcune coste (portoghese, valenziana e catalana in Spagna, la Costa azzurra in Francia, il litorale marchigiano in Italia), più tante città isolate (in particolare, le città scozzesi di Glasgow ed Edimburgo; nell'Europa centrale: Berlino, Lipsia, Monaco di Baviera e Vienna; nella penisola iberica: Madrid; in Italia: Firenze, Roma e Napoli; nell'Europa orientale: Varsavia, Cracovia, Praga, Budapest, Istanbul ed Atene; le città scandinave di Oslo e Stoccolma, e le città russe di San Pietroburgo e Mosca).

⁴⁵ Problematica è la data: dieci anni dopo il 1945, con le due bombe atomiche in Giappone. Spesso poi questo avviene anche in ambito politico e/o socioeconomico, ad esempio, con le dittature e/o le shock/terapie: tutte cose che dovrebbero imporre altre serie riflessioni.

APPENDICE D – Trasferimento di tecnologie e cooperazione internazionale

Compiere qualcosa di attraente ed interrogarsi sul suo significato è molto importante. A riguardo, chi scrive può fornire il resoconto di un esempio, semplice e piccolo, che ha avuto modo di mettere in atto, nell'ambito della Società Internazionale di Fotogrammetria e Terilevamento (ISPRS). Infatti una prima esperienza di coordinamento di un Gruppo di Lavoro (congiuntamente coordinato dalle Commissioni Tecniche 3^a e 6^a, riguardanti rispettivamente gli aspetti matematici ed educativi) risale agli anni 1988-92, dove con il titolo: *Aspetti matematici dell'analisi dei dati*, quattro tutorial sono organizzati a:

- Pisa (1989),
- Rodi in Grecia (1990),
- Milano (1991),
- Washington D.C. (1992),

con lo scopo di formare giovani ricercatori, su scala europea e non solo. Dopodiché nel quadriennio 1992 – 1996, chi scrive ha avuto l'onore di servire la sopraccitata società internazionale, in qualità di presidente della 1^a Commissione Tecnica dell'ISPRS (Sensori, piattaforme ed immagini). In questo periodo, secondo lo statuto della società, organizza il simposio di mezzo termine a Como (nel 1994) e partecipa fattivamente al congresso della stessa società a Vienna (nel 1996). Tuttavia per far ancora incontrare i Gruppi di Lavoro, due workshop (sull'Acquisizione e valutazione di dati primari) sono organizzati a:

- Trento (1993),
- Udine (1995).

Infine dal 1996 al 2000, un'esperienza conclusiva è il coordinamento del Gruppo di Lavoro (Cooperazione Internazionale e Trasferimento di Tecnologie) della 6^a Commissione Tecnica. In questa veste, sparsi nel mondo, quattro workshop sono organizzati in America Latina, Sudest/asiatico, Africa sub-sahariana ed Est/europeo, cosicché i corrispondenti (quasi 400 persone di circa 60 paesi) potessero direttamente partecipare, presentando i loro contributi e contribuendo, con la discussione, a mettere in comune esperienze, problemi e prospettive. Di conseguenza, i meeting di:

- Bahia Blanca in Argentina (1997),
- Bandung in Indonesia (1998),
- Cotonou in Benin (1999),
- Lubiana in Slovenia (2000),

cui si affiancano gli incontri italiani a Padova, Perugia e Parma, svolti in precisa corrispondenza, negli stessi anni, sono serviti per adempiere positivamente agli incarichi ricevuti. Fra questi incontri, il terzo merita di essere sottolineato, perché è una scommessa vinta, una sfida riuscita ed un pieno successo. L'Africa nera non è un posto dove nulla di buono esiste, niente funziona e nessuna prospettiva può essere concepita. In un mare di contraddizioni (che è falso negare), persone volenterose e competenti hanno contribuito per un ottimo simposio di livello dignitoso.

Come ovunque, si sono alternati momenti alti a testimonianza di un onesto lavoro, senza mai cadere in vacuità e banalità. Tutto ciò invita a riflettere su problemi attuali dell'Africa, dalla distruzione di foreste pluviali

alla desertificazione progressiva, dalla sottrazione di risorse minerarie alla cessione di terre agricole per monoculture, dall'abbandono dei villaggi alla formazione di megalopoli. Tuttavia è necessario riflettere anche sui drammi passati, imposti alle popolazioni africane, come la tratta degli schiavi: una vera e propria attività commerciale, tra il 16° ed il 19° secolo, con l'impoverimento delle comunità autoctone.

Un esempio è dato dal villaggio su palafitte di Ganvie (fig. D.1), dove la comunità vive all'interno di un'economia isolata e primitiva, minacciata dalle forze avverse della natura e dalla modernizzazione. Per quanto riguarda invece la memoria dello schiavismo, basta ricordare che il Benin (già Dahomey) era noto come Costa degli Schiavi, come testimonia il forte portoghese di São João Baptista de Ajudá nella città di Ouidah (fig. D.2), allora destinato allo scopo, ed il monumento – memorial. Del resto, la più famosa isola di Gorée nel Senegal (fig. D.3) è un'ulteriore testimonianza.

Allora senza falsi pietismi, un giudizio conclusivo sull'Africa nera può essere formulato. L'Africa ha enormi potenzialità, ma ha subito e sta subendo danni enormi dalla tratta degli schiavi ed il colonialismo, fino al neocolonialismo ed alla globalizzazione selvaggia. La via migliore per una sua rinascita è la sua presa di coscienza delle enormi potenzialità e la loro messa in atto. Infatti in Africa esistono elite colte e preparate, oltre a moltissime persone semplici, di buona volontà, che devono sapersi assumere questa responsabilità e questo compito (evitando di essere/diventare un'altra appendice consumistica dell'occidente).



Fig. D.1 – Il villaggio su palafitte di Ganvie in Benin



Fig. D.2 – Forte portoghese di São João Baptista de Ajudá nella città di Ouidah



Fig. D.3 - Isola di Gorée nel Senegal

Commiato

Duecentocinquanta anni di storia e di pensieri scientifici e scientifico/tecnologici. Cose importanti o da poco? Forse proprio la premessa: *Maledetto sia Copernico!*, scritta da Luigi Pirandello, al suo romanzo: *Il fu Mattia Pascal*, dà le giuste proporzioni ai discorsi fatti. Infatti esse sono certamente importanti nel loro contesto, piccolo o grande che sia, ma forse irrilevanti nell'intero sistema/universo. D'altra parte, questa citazione porta anche all'epoca di Gino Cassinis, dando una maggiore completezza alla presentazione delle varie epoche, prese in considerazione.

Tutto sudato e impolverato, don Eligio scende dalla scala e viene a prendere una boccata d'aria nell'orticello che ha trovato modo di far sorgere qui dietro l'abside, riparato giro giro da stecchi e spuntoni. - Eh, mio reverendo amico, - gli dico io, seduto sul murello, col mento appoggiato al pomo del bastone, mentr'egli attende alle sue lattughe. - Non mi par più tempo, questo, di scriver libri, neppure per ischerzo. In considerazione anche della letteratura, come per tutto il resto, io debbo ripetere il mio solito ritornello: *Maledetto sia Copernico!* - Oh oh oh, che c'entra Copernico! - esclama don Eligio, levandosi su la vita, col volto infocato sotto il cappellaccio di paglia. - C'entra, don Eligio. Perché, quando la Terra non girava... - E d'illi! Ma se ha sempre girato! - Non è vero. L'uomo non lo sapeva, e dunque era come se non girasse. Per tanti, anche adesso non gira. L'ho detto l'altro giorno a un vecchio contadino, e sapete come m'ha risposto? ch'era una buona scusa per gli ubriachi. Del resto, anche voi scusate, non potete mettere in dubbio che Giosuè fermò il Sole. Ma lasciamo star questo. Io dico che quando la Terra non girava, e l'uomo, vestito da greco o da romano, vi faceva così bella figura e così altamente sentiva di sé e tanto si compiaceva della propria dignità, credo bene che potesse riuscire accetta una narrazione minuta e piena d'oziosi particolari. Si legge o non si legge in Quintiliano, come voi m'avete insegnato, che la storia doveva esser fatta per raccontare e non per provare? - Non nego, - risponde don Eligio, - ma è vero altresì che non si sono mai scritti libri così minuti, anzi minuziosi in tutti i più riposti particolari, come dacché, a vostro dire, la Terra s'è messa a girare. - E va bene! Il signor conte si levò per tempo, alle ore otto e mezzo precise... La signora contessa indossò un abito lilla con una ricca fioritura di merletti alla gola... Teresina si moriva di fame... Lucrezia spasimava d'amore... Oh, santo Dio! e che volete che me n'importi? Siamo o non siamo su un'invisibile trottolina, cui fa da ferza un fil di sole, su un granellino di sabbia impazzito che gira e gita e gira, senza saper perché, senza pervenir mai a destino, come se ci provasse gusto a girar così, per farci sentire ora un po' più di caldo, ora un po' più di freddo, e per farci morire - spesso con la coscienza d'aver commesso una sequela di piccole sciocchezze - dopo cinquanta o sessanta giri? Copernico, Copernico, don Eligio mio ha rovinato l'umanità, irrimediabilmente. Ormai noi tutti ci siamo a poco a poco adattati alla nuova concezione dell'infinita nostra piccolezza, a considerarci anzi men che niente nell'Universo, con tutte le nostre belle scoperte e invenzioni e che valore dunque volete che abbiano le notizie, non dico delle nostre miserie particolari, ma anche delle generali calamità? Storie di vermucci ormai le nostre. Avete letto di quel piccolo disastro delle Antille? Niente. La Terra, poverina, stanca di girare, come vuole quel canonico polacco, senza scopo, ha avuto un piccolo moto d'impazienza, e ha sbuffato un po' di fuoco per una delle tante sue bocche. Chi sa che cosa le aveva mosso quella specie di bile. Forse la stupidità degli uomini che non sono stati mai così nojosi come adesso. Basta. Parecchie migliaja di vermucci abbrustoliti. E tiriamo innanzi. Chi ne parla più? Don Eligio Pellegrinotto mi fa però osservare che per quanti sforzi facciamo nel crudele intento di strappare, di distruggere le illusioni che la provvida natura ci aveva create a fin di bene, non ci riusciamo. Per fortuna, l'uomo si distrae facilmente. Questo è vero. Il nostro Comune, in certe notti segnate nel calendario, non fa accendere i lampioni, e spesso - se è nuvolo - ci lascia al bujo. Il che vuol dire, in fondo, che noi anche oggi crediamo che la luna non stia per altro nel cielo, che per farci lume di notte, come il sole di giorno, e le stelle per offrirci un magnifico spettacolo. Sicuro. E dimentichiamo spesso e volentieri di essere atomi infinitesimali per rispettarci e ammirarci a vicenda, e siamo capaci di azzuffarci per un pezzettino di terra o di dolerci di certe cose, che, ove fossimo veramente compenetrati di quello che siamo, dovrebbero parerci miserie incalcolabili.

In bilico tra la perfetta certezza di essere un atomo infinitesimale ed una strana voglia di ammirarsi che assale, ogni tanto, senza rendersi ben conto che allora miserie incalcolabili purtroppo affliggono molti altri, senza colpa alcuna, un problema non secondario è stabilire quali siano i migliori modi d'essere, di fronte alle varie e diverse realtà del mondo, oggigiorno particolarmente complesso e caotico (ovviamente tanti sono i differenti modi d'essere, ma si enunciano qui solo quelli che più si addicono allo stile, passato e presente, di chi scrive queste note).

- ❑ Modo del principe: questo modo è adatto alle persone capaci di darsi una buona organizzazione. Infatti fare un progetto rappresenta un tentativo d'organizzare le cose in modo differente dall'attuale, cioè di proporre un ordine nuovo delle cose. La maniera logica d'impostare l'azione è chiarire, sin dall'inizio, le difficoltà che s'incontreranno, perché se uno prova a fare qualcosa di nuovo, avrà sempre solidi nemici e deboli sostenitori.
- ❑ Modo del contadino: questo modo è adatto ad una persona amante della natura ed anche un po' poeta. Infatti intraprendere azioni che portano alla stesura di un progetto è simile all'atto del seminatore. I semi, come le azioni, possono avere sorti differenti: uno per il corvo, un altro morirà, ma un terzo potrà fiorire. In altri termini, non è detto che da tutti i semi e da tutte le azioni nasca qualcosa, ma non nascerà mai nulla, se non si prova a seminare.
- ❑ Modo dell'hidalgo: questo modo è la maniera tipica di chi non si rende conto di quanto sia difficile intraprendere un'iniziativa e, proprio per questo, prova ugualmente. E' la maniera di Don Quixote, hidalgo de la Mancha, o anche peggio, perché oggi questi cavalieri, dalla triste figura, non hanno neppure il fido Sancho Panza a reggere loro le armi, ma se le portano da sé, verso l'invitabile schianto contro la dura realtà.

In gioventù, a chi scrive, sarebbe piaciuto essere un principe e, per senso/manie d'ordine, regolare il mondo. Invece chi scrive, al tempo d'oggi, sa bene di essere solo un contadino povero che, con qualche seme, lasciando alla buona sorte la nascita di frutti futuri. Qualcun'altro gli ha amichevolmente aggiunto che, per come lo conosce, gli pare che abbia anche una componente da hidalgo, non marginale e personalmente molto apprezzata, perché considerata una dote importantissima, legata allo spirito d'utopia ed al principio della speranza ⁴⁶.

Se l'elemento osservato è la stessa esattezza, ... si considera un'abitudine del pensiero e un atteggiamento di vita e si fa in modo che la sua forza esemplare influisca su tutto ciò che tocca, così si arriva a un uomo in cui si forma una paradossale combinazione di esattezza e di indeterminatezza. Egli possiede ... la precisione; all'infuori di tale qualità tutto il resto è indefinito (Robert Musil, *L'uomo senza qualità*).

Il determinismo è il solo modo di rappresentarci il mondo, l'indeterminismo il solo di viverci (Paul Valéry).

RINGRAZIAMENTI

L'autore intende ringraziare sommamente il Dr. Luca Guzzardi, eminente studioso di filosofia della scienza e di storia della scienza e della tecnica, per il prezioso contributo dato nelle tante/i indicazioni/suggerimenti bibliografiche/i e nell'inquadramento di questo lavoro.

BIBLIOGRAFIA MINIMA

- Calvino I. (1988): *Lezioni americane – Sei proposte per il prossimo millennio*. Garzanti, Milano.
 Kehlmann D. (2006): *La misura del mondo*. Feltrinelli – I narratori, Milano.
 Levi C. (1990): *Cristo si è fermato a Eboli*, Einaudi, Torino.
 Lolli G. (2011): *Discorso sulla matematica – Una rilettura delle Lezioni americane di Italo Calvino*. Bollati Boringhieri, Torino.
 Musil R. (1959): *I turbamenti del giovane Törless*. Einaudi, Torino.
 Pirandello L. (1994): *Il fu Mattia Pascal*. Giunti, Firenze.

⁴⁶ Altri modi d'essere, del tutto estranei a chi scrive e, sempre a parere di chi scrive, molto meno interessanti, sono il modo del bradipo, incapace di capire il mondo che lo circonda, il modo dell'elefante, incapace di concepire il cambiamento nel mondo che lo circonda, il modo del rinoceronte, in guerra permanente contro tutto il mondo che lo circonda, ed il modo dell'ircocervo (animale inesistente), in fuga onirica dal mondo che lo circonda.