ACCADEMIA DI FILOSOFIA DELLE SCIENZE UMANE

Domenico Marconi

Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716)

Prodromi dell'informatica e mutamenti nel pensiero scientifico nelle sue opere e nel suo tempo

Rielaborazione della Tesi di Dottorato in "Epistemologia dell'Informatica e mutamenti Sociali", discussa dal Prof. Ing. Domenico Marconi, nel Giugno 2009, nell'Università di Teramo con titolo omonimo, Relatore il Prof. Franco Eugeni, correlatore il Prof. Ezio Sciarra.

B. C. Francke: *Gottfried Wilhelm von Leibniz* (ca. 1700)

Edizioni dell'AFSU

Rielaborazione effettuata nel 2018

Introduzione

Chi legge i documenti, relativi alla disputa fra Leibniz e Newton circa l'invenzione del calcolo infinitesimale, una delle più accese contese scientifiche del passato, ha l'impressione che si stia svolgendo un dialogo tra sordi,o meglio che i due contendenti parlino di cose simili certo, ma irrimediabilmente diverse. E' vero che, quando la disputa raggiunge il suo culmine con la pubblicazione nel 1712 del Commercium epistolicum, i fatti che essa concerne si sono svolti più di mezzo secolo prima, ma una tale disparità di vedute circa l'oggetto stesso del contendere non si può spiegare solo con l'affievolirsi della memoria, ma deve avere radici più profonde, nella percezione stessa di quale sia l'essenza del calcolo - come allora si chiamava senza aggettivi - e del ruolo relativo dei due scienziati nella sua scoperta. In effetti, senza una profonda divergenza di punti di vista sull'oggetto stesso del calcolo, non sarebbe possibile rendere ragione dell'esplodere della controversia se non ricorrendo a gelosie personali e a rivendicazioni di priorità; gelosie e rivendicazioni che certamente ci furono, ma che da sole non possono spiegare l'assoluta mancanza di comunicazione tra due scienziati famosi, che fino a pochi anni prima non avevano mancato di scambiarsi riconoscimenti e complimenti.

Come avviene in generale per tutte le conoscenze scientifiche del periodo moderno, uno dei principali problemi è quello delle notazioni, e per le notazioni si presenta in Europa una forte competizione internazionale. Gli argomenti di confronto riguardarono lo sviluppo del linguaggio e i simboli da adottare nelle varie branche della matematica attraverso i quali le scuole tentano di imporre la loro supremazia. I motivi vanno ricercati nella creazione di una rinnovata cultura dei vecchio continente. Non si deve dimenticare che l'Europa del 1700, anche se divisa in numerosissimi stati sovrani, era governata da monarchi che erano tutti imparentati tra loro. Tale circostanza, di fatto, aveva cons~ntito la creazione di una cultura comune con ampie comunicazioni e la creazione di un unico mercato comune per l'arte e per le scienze. Molti poeti, scienziati ed artisti che erano stati chiamati nel corso della loro esistenza dalle varie corti d'Europa contribuirono essi stessi al rafforzamento di una cultura omogenea che aveva avuto anche in passato radici comuni.

Nel campo scientifico, uno degli strumenti di comunicazione internazionale (all'epoca l'Europa era sinonimo di mondo) che andò affermandosi fu proprio l'uso della stessa simbologia matematica che consentì a Eulero (svizzero) di dialogare con D'Alembert (francese) e Leibnz (tedesco) con Newton (inglese), sia direttamente sia attraverso le Accademie Reali, che nei frattempo si erano costituite nei paesi più importanti d'Europa.

L'efficacia delle notazioni differenziali di Leibnitz determinò una accoglienza più pronta da parte del mondo degli scienziati. Il merito delle notazioni f, dx, dy spetta infatti a Gottfried Wilhelm Leibniz, nato a Lipsia nel 1646 da famiglia slava (il nome all'origine era Lubenicz). I genitori erano dei professori universitari che possedevano una biblioteca molto ricca ed assortita che gli consentì, sin da piccolo, di diventare un autodidatta.

CAPITOLO I

La vita e le aspettative di Leibniz

1. La vita del filosofo (1646-1716)

Gottfried Wilhelm Leibniz nasce a Lipsia il l luglio del 1646, figlio di Friedrich Leibniz, che fu professore di filosofia morale nell'Università cittadina. Sua madre Catharina Schmuck era figlia di un illustre avvocato. La famiglia faceva parte della cosidetta alta borghesia cittadina, e aveva forti legami con tutto l'ambiente universitario. Leibnitz morirà settantenne ad Hannover il 14 Novembre del 1716 e durante la sua vita e nel suo peregrinare si può ritenere che si sia occupato di matematica, filosofia, scienze pure ed applicate, glottologia, diplomazia, giurisprudenza, economia, storia, perfino di biblioteconomia.

Il giovane Leibniz viene instradato agli studi fin da bambino, dando prova di una notevole precocità di apprendimento. Alla morte del padre, avvenuta nel 1652, inizia dalla tenera età di 6 anni, a consultare autonomamente la biblioteca paterna, leggendo come autodidatta sia i classici latini sia la letteratura tedesca.

Fin dal 1660 i suoi studi cominciano a dare i primi frutti. Leibniz, a tredici anni, ha un'idea, relativa alle conoscenze di Logica del tempo, idea destinata ad influenzare profondamente l'evoluzione del suo pensiero. Si legge:

"Mi rendevo conto che in logica i termini semplici venivano ordinati in certe classi che chiamano predicati. Mi chiedevo se anche i termini complessi, ossia le proposizioni, non potessero essere distribuiti in classi, vale a dire in un ordine tale che fosse possibile derivarli reciprocamente gli uni dagli altri".

In sintesi questa vecchia sua idea è quella che sarà alla base della sua futura Dissertazione su quella che ebbe a chiamare *Ars Combinatoria* , vera e propria trasposizione della logica in termini matematici. Da questa idea deriverà anche la passione di Leibniz intanto per il calcolo algebrico ma anche per l’esplorazione di altre e differenti culture, in particolare per quella egizia ed ancora per la cinese anche e specialmente per il fatto che queste culture avevano elaborato una scrittura ideografica.

Tra il 1661 e il 1663 studia all'università di Lipsia. Questa città era uno dei centri culturali più importanti dell'Europa centro-settentrionale, anche e specialmente per il prestigio della sua università. Leibnitz ottiene a Lipsia il titolo di *baccelliere in filosofia*, ma nonostante un curriculum più che brillante e un paio di buone pubblicazioni, non viene ammesso al successivo Corso di Dottorato. Si ritiene da parte di molti che l’ammissione gli fu negata sia per la giovane età del candidato che era diciassettenne, ma forse anche a causa di certe sue idee eterodosse, che lo porteranno negli anni successivi a frequentare circoli di idee rosacruciane. Per continuare i suoi studi si trasferisce poi all'Ateneo di Jena, dove trascorre il semestre estivo seguendo le lezioni di filosofia e di matematica tenute dal prof Erhardt Weigel.

Erhard Weigel (1625 –1699) fu un matematico ed astronomo tedesco dedito anche a studi filosofici. Ottenuto il Dottorato all’Università di Leipzg fin dal 1653 fu professore di Matematica presso l’Università di Jena, dove rimase fino alla sua morte. Si occupò molto della divulgazione delle Scienze e divenne molto popolare. Si occupò Mathematics Genealogy Project una lista che annovera più di 50,000 "discendenze" includendo Lagrange, Euler, Poisson e parecchi personaggi che hanno ottenuto, in tempi attuali, la cosidetta Medaglia Fields, analogo del Nobel per i matematici. Dal punto di vista astronomico Weigel si occupò della rifoerma dei calendari e un cratere lunare, da lui scoperto e osservato, porta il suo nome.

Il **Mathematics Genealogy Project, di Weiliana memoria,** è oggi un progetto volto all'organizzazione sul Web delle informazioni concernenti un insieme il più possibile esteso di persone che hanno ricevuto un *Dottorato in matematica* o un titolo analogo. Per ciascuna persona si raccolgono le informazioni riguardanti il suo nome completo, l'indicazione dell'Università che ha rilasciato il titolo, l'anno di conferimento, il titolo della dissertazione e i nomi completi dei relatori o supervisori. La relazione fra relatori e laureati o dottorati viene considerata una sorta di *relazione parentale* e questo giustifica il termine *genealogia*. Con i collegamenti relatore-dottorato e con collegamenti meno formali che si possono stabilire per i periodi precedenti a quello del consolidamento del dottorato (in Italia realizzato solo intorno al 1980), si riescono a delineare filoni della storia delle idee in matematica.

Il progetto-web a immagine dell’antico progetto di Weigel è rinato per opera di Harry B. Coonce, al tempo Professore di Matematica alla Minnesota State University. Il sito del Progetto è stato messo online nell'autunno del 1997, nell'autunno del 2002, due anni dopo il pensionamento di Coonce, l'Università del Minnesota ha deciso di non ospitare più il sito del Progetto, che da allora è ospitato dal Dipartimento di matematica della North Dakota State University, USA. Il Progetto si avvale di donazioni, dal 2003 opera sotto gli auspici della American Mathematical Society e nel 2005 ha ricevuto fondi dal Clay Mathematics Institute.

Le lezioni di Weigel sono piuttosto particolari nel panorama accademico sassone; non solo predilige l'esposizione matematica alla retorica di derivazione scolastica ancora in auge nelle università, ma è anche diventato popolare per aver deriso i suoi oppositori costringendoli, durante un dibattito, a tradurre in tedesco le formule latine con incredibili effetti comici sul pubblico. Per Gottfried, il semestre a Jena coincide con la definitiva perdita di interesse per le trattazioni scolastiche, anche se il prosieguo della sua carriera universitaria sarà caratterizzato da una serie di dispute e dissertazioni di chiaro carattere medievale: Nel 1664 è dichiarato *Magister in filosofia* e nel 1665 diviene anche *Baccelliere in legge*. Tuttavia proprio il testo per la disputatio per il baccellierato in legge diventa, nel 1666, la base per *Dissertatio de Arte Combinatoria*, nella quale il diciannovenne Gottfried, riprende l'intuizione avuta sei anni prima per una costruzione di un alfabeto per i pensieri umani. Gottfried, che ha perso anche la madre l'anno precedente, si iscrive ora all'Università di Altdorf, che fa parte della libera città di Norimberga; dove viene finalmente proclamato *Dottore* nel febbraio del 1666. Oramai ventenne e orfano di entrambi i genitori realizza che della sua famiglia gli restano soltanto due fratellastri e una sorella. Allora Leibniz decide di restare a Norimberga, dove si affilia ad una società di alchimisti di indirizzo rosacruciano. A suo dire, ottenne l'iscrizione grazie ad una lettera che aveva infarcito ad arte di tennini arcani. Tuttavia questo potrebbe anche essere un falso racconto, un'invenzione dello stesso Leibniz maturo, forse atto a far dimenticare le passioni giovanili. In realtà, già a vent'anni Gottfried ha idee molto chiare e determinate sui suoi obiettivi, idee che voleva fortemente portare avanti e che lo avrebbero accompagnato anche in futuro. Probabilmente , in quel XVII secolo, secolo dove imperò l'*Illuminismo* sembrò al nostro che le brillanti idee innovative potessero circolare più facilmente in associazioni quasi segrete o meglio più riservate invece che in pasto alla rigida accademia. Paradossalmente proprio in queste associazioni si tratta proprio di ciò che, a parole, proclamano a gran voce principi e case regnanti: pace universale e progresso dei commerci.

Leibniz dopo aver frequentato l'Università di Altdorf, nel 1666, entra l'anno successivo a servizio dell'elettore (arcivescovo) di Magonza, grazie all'interessamento e all'amicizia del ministro Johann Christian von Boineburg, figura di spicco della corte dell'elettore di Magonza, forse conosciuto proprio attraverso la cerchia degli alchimisti e i Circoli rosacrociani.

2 I rapporti tra Leibnitz e la famiglia Braunschweig-Luneburg

Nel 1670, Johann Philipp von Schèinborn, vescovo elettore di Magonza, nomina Leibniz giudice presso l'Alta Corte di Appello dell' elettorato, ma è una carica che Gottfried ricopre per breve tempo. Il filosofo ha già allacciato una rete di corrispondenze che comprende il segretario della Royal Society londinese, Henry Oldenburg e la più importante figura del giansenismo parigino, Antoine Arnauld. Scrive anche a Spinoza, che ha da poco pubblicato il Tractatus teologico-politicus, e al matematico della corte francese Pierre de Carcavy, cui presenta un modello di macchina per l'esecuzione meccanica di calcoli matematici potenzialmente più evoluta della Pascaline inventata trent'anni prima da Blaise Pascal.

Nel 1672, Leibniz è a Parigi assieme al nipote del vescovo elettore. Tra i suoi svariati incarichi c'è quello di accudire il nobile rampollo, presentare proposte diplomatiche al Re Sole e mostrare il funzionamento della macchina calcolatrice a Colbert. Leibniz cerca di assolverli tutti, con alterne fortune: la politica aggressiva del Re Sole rende inutili gli sforzi diplomatici ed anche la macchina calcolatrice dimostra alcune imperfezioni. In più, Leibniz viene raggiunto a Parigi dalla notizia della morte in successione del suo protettore, von Boineburg, e dell'elettore von Schèinborn.

Nel 1677, Leibniz ottenne la nomina in qualità di consigliere da pèarte del duca di Hannover, Johann Friedrich von Braunschweig-Luneburg, alla cui famiglia rimase legato per tutta la vita.

Da parte sua, Johann Friedrich von Braunschweig-Luneburg, che fu l'unico della sua famiglia a convertirsi al cattolicesimo, risultò di vedute abbastanza liberali in fatto di religione. Anche nei confronti di Leibniz si dimostrerà particolarmente magnanimo, consentendogli di trascurare gli impegni di corte per proseguire gli studi e finanziando generosamente i suoi acquisti per la biblioteca di palazzo. Da Parigi, comunque Antoine Arnauld, con il quale Leibniz ebbe non poche divergenze d'opinione, fa sapere al Duca che, a suo parere, solo la mancanza della "vera religione", ovvero del cattolicesimo, impedisce a Leibniz di essere uno degli uomini più grandi del secolo.

Pur lasciato libero di seguire i propri interessi scientifici e matematici, Leibniz non disdegna l'amministrazione del Ducato e intraprende una serie di iniziative volte ad intensificare gli scambi commerciali e la produzione economica, combinando il suo interesse per la chimica e la meccanica con la gestione delle finanze ducali. In particolare, è un progetto per il drenaggio delle miniere dello Harz attraverso una rete di mulini a vento ad assorbire gran parte delle sue energie. Tuttavia, nonostante questi progetti, Leibniz mantiene la propria colossale rete di contatti e corrispondenze.

Scrive ad Huygens per discutere delle qualità del fosforo, continua la corrispondenza con la Royal Society su temi matematici, incontra il vescovo cattolico Cristobal de Rojas y Spinola, fautore del riavvicinamento tra cattolici e protestanti e riceve dall'Olanda l'opera postuma di Spinoza, in cui trova posizioni singolarmente simili alle sue inserite in un contesto che non avrebbe mai potuto accettare.

Nel 1680, il duca Johann Friedrich muore e il ducato di Hannover passa al fratello Ernst August, principe vescovo di Osnabr Uck. Leibniz si vede confermare gli incarichi precedenti, anche se i contributi destinati all'accrescimento della biblioteca ducale calano drasticamente; in compenso, il filosofo trova nella moglie del nuovo duca, Sofia, una potente protettrice che, a differenza di molti mecenati del XVII secolo, dimostrerà notevole interesse per le questioni filosofiche a cui Leibniz si dedicherà nel corso degli anni. Leibniz così rimase legato alla famiglia del nuovo Duca, anche se i suoi continui spostamenti avrebbero finito per esasperare il duca Ernst August.

Sempre in quegli anni, il filosofo studia con attenzione le Conversazio¬ni cristiane di Malebranche, discute di religione con il vescovo Bossuet e si interessa alle notizie che arrivano in Europa sulla cultura e la lingua dei cinesi; ad Hannover riceve Johann Daniel Crafft, singolare figura di alchimista e imprenditore manifatturiero, a sua volta legato al vescovo Rojas. Sembra incredibile la molteplicità degli incontri e degli interessi che Leibniz avrà nel corso della sua vita; eppure il filosofo riesce sempre a seguire il filo di uno sviluppo coerente e sistematico: l'incontro con Crafft, ad esempio, e le relative discussioni sulle proprietà chimiche del fosforo sono forse i prodromi delle riflessioni che porteranno alla definizione delle monadi.

È indicativo della mentalità del nuovo duca che Leibniz, per ingraziarselo, gli esponga un piano per la riorganizzazione delle artiglierie ducali; Ernst August non è certo un guerrafondaio , anche perché dopo la Guerra dei Trent' Anni, nessun principe tedesco lo è, in quanto tutti gli altri principi gli si coalizzerebbero contro. Tuttavia egli ha una visione piuttosto realistica della politica, non a caso blocca un progetto, accarezzato da Leibniz e Johann Friedrich, per un' Accademia da realizzarsi sul modello di quella parigina, ma dà il suo assenso alla prosecuzione dei lavori minerari nello Harz. La vicenda è comunque significativa di un "adattamento" di Leibniz alla vita di corte; il filosofo cerca comunque, ma invano, di ottenere un posto nell' Accademia di Parigi o alla Biblioteca di Vienna.

In quel periodo, si profila un asse di ricerca che terrà impegnato Leibniz per il resto della vita: la ricerca genealogica sulle origini della famiglia Braunschweig-Liineburg. Non si tratta di mera vanità araldica: in una società dove i quarti di nobiltà regolano l'accesso alle cariche politiche e militari, la genealogia delle grandi famiglie può avere un peso enorme nella politica del Sacro Romano Impero. Il duca di Hannover ambisce infatti ad ottenere la dignità di elettore e il conferimento di una tale qualifica, secondo il diritto imperiale, rimanda alle origini medievali, addirittura carolingie, della struttura amministrativa dell'Europa centrale. Incaricato di svolgere le ricerche necessarie per redigere una genealogia dei Braunschweig-Luineburg in cambio di un vitalizio da aggiungere al suo stipendio normale, Leibniz si appresta perciò a consultare le biblioteche di mezza Europa. Naturalmente, gli studi storici non assorbono completamente l'attività del filosofo che, oltre a portare avanti il suo progetto nello Harz, consiglia il duca di avviare un accordo commerciale con gli olandesi per raffinare nell 'Hannover l'oro e l'argento provenienti dalle miniere di Sumatra, facendo in modo di inserire nell'accordo anche la produzione hannoveriana di filati e tele di lino, che già interessava la Compagnia delle Indie Olandese.

Nel corso della sua vita, Leibniz fu un instancabile viaggiatore. Percorse quasi tutta l'Europa: oltre alla Germania, che attraversò più volte da una corte all'altra, visitò anche la Francia, l'Inghilterra, l'Impero Asburgico e l'Italia.

3. Leibnitz in Francia

Il filosofo tedesco visse a Parigi tra il 1672 e il 1676 e durante la sua permanenza a Parigi, Leibniz abitò nel quartiere adiacente al palazzo che Maria de' Medici aveva fatto edificare tra il 1615 e il 1631. Inizialmente il suo compito fu quello di assistere il nipote del Vescovo von Schèinborn, l'elettore di Magonza, ma poi ebbe anche , come ricordato, incarichi diplomatici e scientifici, tra i quali presentare la sua macchina calcolatrice a Colbert. Da un punto di vista sociale cercò inutilmente di entrare a far parte della nascente Accademia delle Scienze, prestigiosa struttura che aveva sede nel palazzo del Louvre e che era stata voluta da Colbert nel 1666. Tuttavia anche se non ne fece parte Leibniz ebbe modo di frequentare questa Accademia parigina, venendo in contatto con alcuni fra i suoi membri più autorevoli.

Nel XVIl secolo e fino alla fine del XIX secolo, tempi nei quali l'alfabetizzazione era ancora assai poco diffusa, importanti centri di scambi e diffusioni di idee erano le librerie, che cominciarono ad essere presenti in tutta Europa. Le librerie furono luoghi dunque particolari e famose furono quelle di Parigi. Da iun punto di vista scientifico siamo in un'epoca in cui la riproducibilità meccanica non è molto sviluppata ed efficiente, anche se può affermarsi che dalla nascita della stampa abbia fatto passi da gigante. I vari negozi che vendono libri, hanno un aspetto del tutto artigianale; sono simili ad altri commerci più prosaici come quelli di tipo alimentare o di artigiani del legno e del ferro. Tuttavia la libreria ha un suo particolare fascino e significativi profumi: si mescolano tra loro odori di cuoio e di colle delle diverse rilegature assieme agli odori di inchiostro delle stampe. In effetti, in una libreria si vende sapere, quindi qualsiasi cosa sia stampata su un supporto cartaceo (libri, stampe, acqueforti ...) ma anche quadri, pergamene e, immancabilmente, mappamondi. Generalmente si tratta di ambienti abbastanza piccoli, in cui una parete stipata da scaffali di libri si contrappone ad un'altra dove sono appese tele, incisioni, mappe, miniature, in ambienti chiaramente disordinati e con scaffalature che arrivano solitamente fin quasi al soffitto. Il poco spazio interno è occupato da una scrivania, naturalmente ingombra di volumi e grosse candele, ed è immancabile una scala con la quale un commesso si arrampica per ottemperare alle richieste dei clienti. I posti in alto inoltre erano spesso riservate ad opere poco vendute o servivano a porre in scarsa evidenza volumi per i quali poteva occorrere prudenza nei confronti della censura.

Immaginiamo ora una scena. Siamo a Parigi, attorno al 1675. In una di queste librerie si trovano un commesso e un cliente, ognuno intento nelle proprie faccende; il commesso redige l'ennesimo inventario dei libri in vendita e di quelli che sono richiesti, il lettore legge placidamente le ultime novità indeciso su cosa acquistare. In quel momento, tutta la città, o almeno tutta la città che sa leggere, segue affascinata le lettere in cui lo sconosciuto Monsieur Dettonville mette alla berlina due delle più importanti istituzioni del tempo: i Gesuiti e la Sorbona. Dettonville è certamente uno pseudonimo, ma i lettori, e soprattutto la censura regia, si arrovellano per scoprire chi si celi dietro il paravento della figura di un onesto provinciale disgustato dalla vanità della cultura parigina. La querelle ha fatto sì che, in breve tempo, la filosofia fosse sulla bocca di tutti: le librerie si sono riempite di persone che disquisiscono di logica e di metafisica e tutti sono diventati esperti nel settore. Immaginiamo ora un personaggio evidentemente straniero, fare il suo ingresso chiedendo in un francese fluente, nonostante il forte accento tedesco, un libro di filosofia. L’attenzione di rivolge su di lui, , gli occhi dell'altro cliente lasciano le pagine su cui erano prima incollati e si spostano sul nuovo arrivato. Lo straniero è evidentemente un tedesco: non è solo l'accento a denunciarlo come tale ma anche gli abiti , e soprattutto i colori, lo identificano senza possibilità di dubbio. Parigi è pJena di tedeschi, molti sono mercanti, ma in gran parte sono diplomatici di quella miriade di staterelli che componeva allora il Sacro Romano Impero.

I tedeschi che vivevano a Parigi, infatti, entravano in libreria per comprare mappe, trattati di fisica, manuali tecnici. Un tedesco come Leibnitz che si interessava di filosofia non è proprio una rarità, ma comunque è un fatto inconsueto.

Leibnitz è un tedesco giovane, sembra avere poco meno di trent'anni; è vestito in modo dimesso ma è pieno di entusiasmo: sta cercando la *Critique de la Recherche de la verité* di Simon Foucher e non è riuscito a trattenersi dal cominciare un pistolotto all'annoiato commesso sui contenuti del libro. Entusiasta o meno, è sempre un tedesco che parla di filosofia nella patria di Cartesio e Montaigne: quando afferma che la Critique è un libro di metafisica, commesso e cliente si scambiano sguardi di compatimento. Educatamente, il cliente domanda al nuovo arrivato se, per caso, egli non sia stato messo a parte nei suoi studi della differenza tra metafisica e logica. La domanda suscita l'ilarità generale e, pieno di imbarazzo, anche il giovane si unisce alla risata. L'altro cliente certo non ha idea di quanto abbia visto giusto perché, effettivamente, il giovane tedesco sta elaborando un proprio personale sistema filosofico in cui logica e metafisica sembrano sovrapporsi in più parti. Tuttavia il nuovo venuto è stato ormai messo in ridicolo e qualunque cosa ormai dica sarà comunque oggetto di scherno. Tuttavia, poiché il caso è un magnifico artista, in quel momento fa la sua comparsa nientemeno che Simon Foucher in persona, che saluta il giovane con quelle riverenze che l'età barocca ha reso un'arte. Agli sbigottiti astanti spiega che si tratta di un "personaggio illustre" e lo presenta.

Tuttavia a Parigi non risciendo ad essere ascoltato dal Re Sole e nemmeno per la sua macchina di calcolo in realtà fallisce le sue missioni. Allora senza farsi scoraggiare, Leibniz parte alla volta di Londra per un breve periodo, nel 1673; il filosofo presenta, nuovamente senza particolare successo, la propria macchina per il calcolo meccanico alla Royal Society. Presenta anche inutilmente proposte diplomatiche. Tuttavia viene a contatto con le ricerche matematiche condotte nell'ambito della Royal Society e, benché i sospettosi inglesi acconsentano con una certa diffidenza a mettere a parte altre persone dei loro progressi, scopre campi di studio che si riveleranno assai importanti. Dopo meno di un anno, Leibniz è nuovamente a Parigi, dove è stato raggiunto dal figlio del Ministro Johann Christian von Boineburg, colui che lo aveva introdotto presso l’elettore di Magonza. In linea teorica, terminata anche la missione inglese, il tedesco, avendo adempiuto ai suoi incarichi, sarebbe dovuto rirntrare a Magonza. Riesce invece a prolungare il proprio soggiorno parigino facendosi affidare l'educazione del giovane Boineburg. Il rampollo sembra essere molto più interessato allo svago che agli studi. D'altra parte Leibniz ha stilato un piano che prevede un impegno dalle sei del mattino alle dieci di sera. Il filosofo, da parte sua cerca in ogni modo di prendere contatto con l'Accademia delle Scienze di Parigi, nella speranza di entrare a fame parte. L'Accademia della capitale francese infatti, voluta da Colbert sul modello della Royal Society, a differenza della società londinese prevede una retribuzione per i suoi membri, mentre i soci del sodalizio inglese - cui Leibniz ha comunque chiesto l'affiliazione, pagando di tasca propria tanto l'iscrizione quanto la sovvenzione degli esperimenti.

Leibniz conosce già diversi esponenti dell' Accademia parigina, e spera che i suoi molteplici campi di indagine possano valergli un posto che, oltre che di prestigio, è anche sufficientemente remunerativo. Dopo qualche tempo, Huygens lo mette però a parte della forte opposizione che l'idea di un nuovo socio straniero suscita negli ambienti di corte; alla fine Leibniz desiste e accetta una delle diverse offerte che gli sono arrivate dalla Germania, in particolare la gia ricordata nomina presso il Duca di Hannover Johann Friedrich.

Nell 'ottobre del 1676, il filosofo lascia Parigi, ma, prima di recarsi in Sassonia, torna una seconda volta in Inghilterra dove il bibliotecario della Royal Society, Collins, gli permette di leggere il manoscritto del *De Analysi* di Newton. Discutendo con Leibniz, Collins si è convinto delle capacità matematiche del tedesco, ed è per questo che 'gli ha consentito di prendere anche appunti sul contenuto del manoscritto, pur conoscendo la gelosia che i membri della Royal Society provano verso i loro lavori. Non sa che, in quel modo, avrebbe contribuito a scatenare una delle più accanite dispute scientifiche del XVIII secolo. Di ritorno dall'Inghilterra, Leibniz sbarca in Olanda, dove incontra van Leeuwenhoeck e Spinoza: il fondatore della microbiologia e il filosofo del *Deus sive Natura* avranno un 'importanza fondamentale nello sviluppo del suo pensiero, costringendolo ad una visione del mondo abbastanza diversa da quella della tradizione.

A dicembre 1676, Leibniz è ad Hannover per presentarsi al duca Johann Friedrich Braunschweig-Ltineburg. Quando entra al servizio del Duca Johann Friedrich, Leibniz ha trent'anni e , come oramai sappiamo, sarebbe rimasto alle dipendenze della casa di Hannover per il resto della sua vita. La vita di corte gli risulta immediatamente fastidiosa: nel prendere posto per la funzione del giorno di Natale, Leibniz occupa il seggio che il medico del duca, Jakob Kotzebue, ritiene riservato a lui; ne nasce un diverbio che fa sì che Leibniz diserti la chiesa per il resto dell'anno, col risultato di far nascere dicerie sulla convinzione della sua fede. Nel 1686, dà alle stampe il discorso di Metafisica, dove fissa alcuni di quelli che diventeranno i punti fermi della sua filosofia: si tratta di una vasta sintesi in cui confluiscono le sue convinzioni logiche e fisiche; queste ultime vengono ancor meglio concretizzate nel *Brevis demonstratio erroris*.

Quando si era recato a Parigi, nel 1672, Leibniz doveva proporre al Re Sole un eccentrico piano diplomatico che la corte di Magonza aveva messo a punto per distogliere il sovrano dalle campagne militari in Europa centrale: l'invasione dell'Egitto. Il *"piano egiziano"* doveva portare gloria e denari alla corona francese, in ragione della possibilità di liberare Gerusalemme e di mettere le mani sulla più rapida rotta verso l'Oceano Indiano. Si trattava di un progetto meno balzano di quanto potrebbe sembrare agli occhi contemporanei, schiudendo le porte dell'Europa verso la Terra Santa e i porti dell'Oriente; non a caso gli eserciti europei, dalla crociata di Damietta alla crisi di Suez, avrebbero intrapreso la via del Nilo (generalmente con scarsi risultati). Tuttavia, la proposta finì col non essere nemmeno presentata: al momento dell'arrivo di Leibniz a Parigi, le truppe francesi avevano già valicato i confini dell'Olanda e la principale ragion d'essere del piano era venuta perciò a mancare. D'altra parte, proprio in quel periodo, Luigi XIV aveva iniziato una "scandalosa" politica di avvicinamento verso diverse nazioni non cristiane, ricevendo a corte i plenipotenziari del sultano del Marocco e del re del Siam. Probabilmente, i progetti che gli venivano proposti da questi esotici personaggi erano meno stravaganti di quello concepito alla corte di Magonza, e il Reno sarebbe rimasto il principale obiettivo dei generali francesi. Non fu questa la prima volta e non fu l'ultima volta che Leibniz si trovasse coinvolto nelle pastoie diplomatiche dell'età barocca.

Infatti fin dal 1668 l'Elettore di Magonza gli aveva chiesto di redigere una memoria per appoggiare la candidatura del conte palatino von Neuburg al trono di Polonia, dopo che il precedente sovrano, Jan II Casimir Vasa, aveva abdicato. La Polonia era, infatti, un'ennesima particolarità nel variegato panorama istituzionale dell'Europa centrale: si trattava di una "repubblica nobiliare" posta sotto l'egida di un monarca eletto dai maggiorenti locali. A dispetto di una struttura politica così instabile, l'unione polacco-lituana si presentava come il più vasto regno d'Europa ed estendeva i suoi domini dal Baltico all'Ucraina. Leibniz aveva preparato una stringente dimostrazione dotata di un altisonante titolo latino *Specimen demonstrationum politicarum pro rege Polonarum eligendo* che avrebbe dovuto circolare tra gli elettori sotto lo pseudonimo di un tal *Georgius Ulicovius Lithuanus*. Si trattava di una trattazione di carattere quasi matematico in cui l'autore, inserendo in un calcolo quasi probabilistico l'etica e la politica dei vari pretendenti, "dimostrava" come il candidato migliore fosse il conte palatino. Alla fine, l'opera era stata pubblicata dopo che il successore di Jan Casimir era stato scelto, senza influire perciò sul voto, anche se von Boineburg, inviato come plenipotenziario dell'elettore di Magonza alla dieta polacca, aveva tenuto un discorso ricalcato sulle tesi leibniziane. In ogni caso, i nobili polacchi avevano preferito affidare la corona ad uno di loro piuttosto che concederla a un principe tedesco, la scelta cadde su Jan III Sobieski, che fu il Re capace di proteggere Vienna dall'assedio dei Turchi, rintuzzando per sempre le aspirazio¬ni ottomane sull'Europa. In quell'anno, infatti, un poderoso esercito turco entra nel territorio asburgico e si dirige decisamente verso Vienna, per poi cingerla d'assedio, e il Re Sole, in barba all' epiteto di "re cristianissimo", in realtà nemico dell'Imperatore, appoggia apertamente gli sforzi del Sultano. È la "realpolitik" e non l'ispirazione cristiana a prevalere. Furono Sassoni e polacchi gli unici a prestare aiuto alla città assediata. Ma fu principalmente Jan III Sobieski l'eroe di quel momento. Jan III fu il più importante sovrano di tutto il Seicento e l'impresa di Vienna lo avrebbe definitivamente consacrato come eroe nazionale. L'assedio di Vienna avrebbe diviso la politica europea tra quanti intendevano aiutare gli Asburgo in nome della cristianità e quanti speravano che la città cadesse piuttosto in mano ottomana.

Tornando a Leibnitz va ricordato che egli accolse di buon grado la richiesta dello scandalizzato langravio di Assia-Rheinfels, che lo incita a scrivere un pamphlet contro il Re Sole, in cui nota amaramente che la scelta francese è quella "di non riconoscere alcun giudice che non fosse la spada" . Inoltre è da notare che così come il "piano egiziano", anche il "piano polacco", che costituiva una brillante dimostrazione di retorica, risultò sostanzialmente avulso dalla realtà contingente. Le idee di Leibniz erano, in un certo senso innovative per il tempo, ma lo sfondo da cui prendevano le mosse era irrimediabilmente medievale, come avrebbero dimostrato i fatti del 1683.

Nella primavera del 1681 aveva fatto visita a Leibniz Otto Mencke, professore di filosofia morale a Lipsia come il padre del filosofo. Mencke lamentava la situazione della cultura tedesca in cui una pluralità di confini spesso impediva la collaborazione tra studiosi.

Capitolo II

CAPITOLO II

Una breve storia dei simboli matematici

1. I segni della Matematica

Questo capitolo è una digressione su una ministoria dei simboli matematici[1]. Come avviene in generale per tutte le conoscenze scientifiche del periodo moderno, anche per le notazioni si presenta in Europa una forte competizione internazionale. Gli argomenti di confronto riguardarono lo sviluppo del linguaggio e i simboli da adottare nelle varie branche della matematica attraverso i quali le scuole tentano di imporre la loro supremazia. I motivi vanno ricercati nella creazione di una rinnovata cultura dei vecchio continente. Non si deve dimenticare che l'Europa del 1700, anche se divisa in numerosissimi stati sovrani, era governata da monarchi che erano tutti imparentati tra loro. Tale circostanza, di fatto, aveva consentito la creazione di una cultura comune con ampie comunicazioni e la creazione di un unico mercato comune per l'arte e per le scienze. Molti poeti, scienziati ed artisti, che erano stati chiamati nel corso della loro esistenza dalle varie corti d'Europa, contribuirono essi stessi al rafforzamento di una cultura omogenea che aveva avuto anche in passato radici comuni.

Nel campo scientifico, uno degli strumenti di comunicazione internazionale che andò affermandosi fu proprio l'uso della stessa simbologia matematica che consentì allo svizzero Eulero di dialogare con il francese D'Alembert , con il tedesco Leibnz e con l'inglese Newton, sia direttamente sia attraverso le Accademie Reali, che nel frattempo si erano costituite nei paesi più importanti d'Europa, ovvero nel mondo dato che all'epoca l'Europa era sinonimo dell'intero mondo.

L'epoca moderna si apre con la grande scoperta del "metodo" ad opera di Newton e Leibniz, i quali attuano una grande rivoluzione con le loro scoperte e con la semplicità delle notazioni, notazioni dovute, come si dirà in seguito, essenzialmente al grande filosofo Leibniz.

Il dominio assoluto di tutte le branche del sapere che si presentano come fenomeni continui e prevedibili con l'uso di quelle metodiche che daranno vita ai futuri "modelli matematici" prosegue con la nascita di interessanti nuovi oggetti e nuove branche della matematica quali ad esempio la teoria dei determinanti e la nuova branca del calcolo della probabilità. La creazione del simbolismo, la nascita della

---

[1] Gran parte di questo capitolo trae le notizie dall'interessante volumetto : Bruno Iaccarino, *La storia dei segni matematici*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli 1995

geometria analitica e l'affermazione delle metodologie di Newton e Leibniz riguardanti il calcolo infinitesimale ed integrale, favorirono l'approfondimento della teoria della probabilità che aveva avuto una prima vera autonomia con Pascal e Fermat. Quest'ultima scoperta in un primo tempo si sviluppò su problemi legati ai giochi d'azzardo che richiedevano l'individuazione dei casi possibili e dei casi favorevoli e per i quali si prestava molto bene il calcolo combinatorio. Per questo motivo il calcolo combinatorio e quello delle probabilità si sono evoluti parallelamente. Nella seconda metà del 1700, con l'influenza della grande rivoluzione illuminista, il calcolo della probabilità sviluppa altri principi e si orienta verso le questioni sociali o giuridiche.

La svolta fu data, come si vedrà, dalla dinastia dei Bernoulli, da Laplace e dai vari matematici inglesi. A Condorcet si deve invece lo studio matematico dei fatti umani, ovvero l'applicazione dello studio della probabilità alla demografia ed alle assicurazioni.

2. Le notazioni di Leonhard Euler (1707-1783)

Leonhard Euler (1707-1783), italianizzato in Eulero appartiene a quella schiera di matematici che si occuparono di tutte le branche della matematica : teoria dei numeri, geometria, analisi infinite si male, meccanica, calcolo delle probabilità, funzioni ellittiche e calcolo delle variazioni. Eulero svolse quasi sempre il ruolo di pioniere nella scoperta di nuovi settori.

Eulero, nacque a Basilea nell'aprile del 1707, figlio di pastore protestante. Ben presto avviato agli studi di teologia, ha la fortuna di conoscere Giovanni Bernoulli, il più grande matematico allora vivente (era già morto Leibniz e Newton si era ritirato). Il contatto settimanale con il matematico dopo la Santa Messa e la profonda amicizia instaurata con i figli di Bernoulli favorì lo sviluppo dell'interesse di Eulero verso la scienza astratta. Il matematico svizzero fu il più laborioso fra tutti i matematici di tutti i tempi. Leonardo Euler, latinizzato in Eulero, scrisse in tutta la sua vita 1180 lavori pervenuti sino a noi, oltre quelli persi nel naufragio della nave che traslocava la sua roba dalla casa di Berlino a quella di Pietroburgo e quelli persi in guerra per le devastazioni subite sempre a Berlino o nell'incendio della casa di Pietroburgo. Eulero, lavorò e scrisse praticamente senza mai fermarsi durante tutta la sua vita. Perduta la vista ad un occhio nel 1739, continuò a lavorare di sera fino a notte fonda con l'aiuto delle steariche. Nel 1766 quando divenne definitivamente cieco si fece aiutare a leggere e a scrivere . dalla sua numerosa ed affettuosa famiglia. In questo periodo vennero alla luce la parte numericamente cospicua dei lavori del calcolo della probabilità, della meccanica e del calcolo infinitesimale. Mori' a Pietroburgo nel 1773.

Per questa sua instancabile attività Eulero si servì di molti simboli da lui inventati che oggi sono usati in tutto il mondo per la concisione e la potenza della comunicazione algoritmica che sottendono. Con Eulero si entra nel sistema notazionale moderno che pone al centro l'analisi geometrica ed il calcolo infinitesimale, strumenti che consentono di operare in tutti i campi del sapere. Molte notazioni euleriane sono completamente nuove, altre soppiantano con la loro forza simboli già esistenti e si diffondono grazie alla forza dei suoi lavori.

La questione del pi-greco. Alla fine del 1700 ritornò in auge l'obiettivo di approfondire la teoria delle grandezze incommensurabili calcolandone il valore esatto. La stesso segno aveva fatto la sua comparsa, come si è già detto, per merito di Ougtred alla fine del 1500 e poi nel 1706 la notazione ricomparse ad opera di William Jones nella sua "*Nuova introduzione alla matematica*". Si deve tuttavia ad Eulero l'affermazione definitiva dell'uso del simbolo π.

Riguardo il tema delle grandezze incommensurabili è interessante un un breve passo indietro nella storia. Il problema è molto antico; la scoperta della incommensurabilità fu attribuita, com' è noto, da Aristotele ai pitagorici. In altre parole, già i pitagorici avevano trovato che pi-greco non è un numero razionale perché non è tale il rapporto tra la lunghezza della circonferenza ed il suo raggio. La leggenda narra che i pitagorici, quando scoprirono che pi-greco non era un numero intero o razionale, ritenendo incomprensibile la scoperta, organizzarono un' offerta all'Olimpo. La sorpresa dovette essere veramente grande dal momento che essi pensavano che "tutto è numero". Il loro mito, indubbiamente arcaico, era connesso alle proporzioni numeriche, il cui primo modello furono gli eventi stellari, non potevano accettare che c'erano molte cose non rappresentabili con numeri, nel significato che essi avevano a quel tempo. Secoli dopo, come si vedrà, la matematica esce da queste concezioni limitate e sviluppa finalmente tutta la sua potente capacità di ricerca teorica in tutti i campi. All'epoca dei greci il problema che si presentava a proposito di pi-greco era quello di calcolarne il valore esatto, nella speranza che il numero fosse in qualche modo periodico e quindi riconducibile alle conoscenze sino ad allora conseguite. Fu l'ingegnosità di Archimede che diede una prima precisa approssimazione del valore del numero inscrivendo e circoscrivendo il cerchio con poligoni regolari dei quali egli sapeva calcolare con precisione la lunghezza dei lati, riuscendo a dimostrare che rimpicciolendo i lati dei poligoni si poteva migliorare il calcolo. Non è, in verità, l'unico caso in cui Archimede, introduce sia pure in modo empirico il concetto matematico di limite. Fu Tolomeo, intorno al 150 a.c., ad ottenere per pi-greco, con un calcolo più preciso il valore 3,1416. Ma nonostante gli sforzi del grande matematico Archimede, gli antichi Greci non riuscirono a risolvere il problema della quadratura del cerchio. E' possibile con riga e compasso costruire un quadrato che abbia la stessa area di un cerchio? Era uno dei tre problemi posti da Euclide e sui quali si sono cimentati i matematici per duemila anni.

Dopo l'introduzione del sistema metrico decimale, la semplicità delle nuove notazioni numeriche consentirono calcoli sempre più precisi. Viète nel 1579 calcolò pi-greco fino a 10 cifre decimali. Romanus nel 1593 ne diede un valore fino a 16 cifre. Nel 1610 Van Caulen arrivò a determinare ben 33 cifre. In effetti, attraverso i miglioramenti e le migliori approssimazioni del calcolo, i matematici andavano alla ricerca di eventuali gruppi di numeri dai quali poter dimostrare la ciclicità dei decimali per identificarne il valore frazionario. Tutto ciò non si è verificato. Lambert nel 1761 dimostrò che pi-greco è un numero irrazionale, sicché le sue cifre decimali non sono periodiche. Il risultato fu molto importante poiché nessuno poteva escludere la possibilità di un lunghissimo anti-periodo seguito da una altrettanto lungo periodo! Nel 1882, Lindemann aggiunse la dimostrazione che pi-greco, oramai π in simbolo, non può essere la radice di nessuna equazione algebrica a coefficienti razionali. Ossia π è un numero trascendente perché, come disse Eulero, questo numero e tanti altri trascendono il potere dei metodi algebrici.

Poiché un cerchio di raggio R ha l'area πR^2, il problema di costruire un quadrato con un'area uguale ad un dato cerchio di raggio unitario equivale a costruire un quadrato avente per lato un segmento di lunghezza pari alla radice di π . L'impossibilità della quadratura del cerchio sta quindi nella impossibilità di costruire un tale segmento.

La questione del numero e. Eulero diede anche una notazione per la base dei logaritmi neperiani. Nel 1727, impegnato in Russia in alcuni studi sull'artiglieria militare, usò appunto il simbolo **e** come "quel numero il cui logaritmo iperbolico = 1". Probabilmente la prima lettera della parola chiave "*exponential*" dovette indurlo all'adozione del simbolo. Il numero e, viene inizialmente introdotto sia come limite (per n che tende all'infinito) sia come somma di una serie:

$$\lim \left(1+ 1/n\right)^n := e := 1+ (1/1!) +(1/2!) + (1/3!) + ... +(1/n!) + ...$$

La somma di questa serie risulta appunto e = 2,718281828459... ed è un numero trascendente.

Anche per e, come per π, si sviluppò una storia del calcolo.

Nel 1952 Wheeler, professore all'Università dell'IIIinois, valutò e, con l'aiuto di un calcolatore, fino a 60.000 cifre decimali. Cantor tra il 1880 e il 1890 dimostrò che moltissimi numeri reali trascendono il potere dei metodi algebrici. Il realizzatore della notazione dei due numeri trascendenti non poteva immaginare il grande lavoro che si sarebbe svolto dopo di lui sui questi due numeri trascendenti.

La costante C *di Eulero-Mascheroni, le derivate parziali, il simbolo di funzione etc .*

Altre notazioni importanti sono: la famosa costante di Eulero C che compare negli studi delle serie armoniche del 1769; i segni per indicare le derivate parziali (8f/8x) comparse in un lavoro sull'analisi infinitesimale del 1734 dedicato agli integrali euleriani di prima e di seconda specie.

Il simbolo f(x) fu introdotto nei lavori "*Introductio in analysi infinitorum*" sempre dallo scienziato svizzero, mentre il concetto di funzione risale al suo maestro Giovanni Bernoulli. Questo lavoro fece conoscere Eulero anche a coloro che non avevano rapporti con l' Accademia di Berlino e, sempre in questo lavoro, quando vengono presentate le funzioni esponenziali del tipo $z = a^Y$, si introduce per la prima volta la parola *logaritmo* per indicare la funzione inversa di z. Nelle memorie di Berlino del 1761 sulle equazioni funzionali, compare per la prima volta il simbolo L per indicare il totale delle somme di serie di funzioni.

In un' altra opera"*Institutiones calculi differentialis*" Eulero introduce per la prima volta nel calcoli delle differenze finite il simbolo ~, ~~, per denotare gli incrementi delle funzioni.

Eulero si occupò anche di meccanica per le costruzioni navali. A lui si deve l'impostazione originale del gioco delle lotterie. Lasciò una buona serie di discepoli di valore, nessuno dei quali però seppe tracciare nuovi sentieri nei vari campi della matematica.

3. Le Notazioni di Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

Umberto Bottazzini nei "Supplementi di Storia della Matematica" e poi nel "Flauto di Hilbert" analizza il percorso dello sviluppo della Matematica dalla rivoluzione francese ai giorni nostri studiando le due scuole che si sono fronteggiate nel nostro secolo. Quella degli "esternisti", che fanno discendere la trasformazione della Scienza dal contesto in cui sono vissuti e si sono formati i matematici; l'altra, degli "internisti", che fanno dipendere lo sviluppo della matematica dagli stessi risultati. Per Bottazzini entrambe queste concezioni sono presenti nello sviluppo delle scienze. Egli posiziona la data dell'inizio di questa dualità positivi sta tra la fine del '600 e l'inizio del '700. Come già indicato nei capitoli precedenti la matematica, già tra il 1200 ed il 1300, inizia un poderoso sviluppo in occidente sotto la spinte di richieste provenienti dagli enormi interessi economici di mercato del nascente occidente statale. Piuttosto nel '700 si instaurarono altri dibattiti, di tipo filosofico sulla matematica, come quello tra Leibnitz, che sosteneva il rigore, e Newton, che prediligeva la fecondità delle applicazioni, che contribuiscono anch'esse all'inesauribile evoluzione delle scienze dell'età moderna. Dibattiti molto utili che richiamano l'attenzione generale sui temi e che finiscono per arricchire di nuovi punti di vista gli argomenti.

Newton si aWlcma molto più di Leibnitz ai moderni fondamenti del calcolo infinitesimale ma l'efficacia delle notazioni differenziali di Leibnitz determina una

accoglienza più pronta da parte del mondo degli scienziati. Il merito delle notazioni f, dx, dy spetta infatti a Gottfried Wilhelm Leibniz, nato a Lipsia nel 1646 da famiglia slava (il nome all'origine era Lubenicz). I genitori erano dei professori universitari che possedevano una biblioteca molto ricca ed assortita che gli consentì, sin da piccolo, di diventare un autodidatta. A dieci anni entrò nell'università di Lipsia e a diciassette anni divenne Baccelliere. Studiò filosofia a Lipsia e matematica e algebra a Jena. Data la sua giovane età, non gli fu consentito di laurearsi in legge e a vent'anni si trasferì a Altdorf dove conseguì il dottorato. Fu uno spirito molto irrequieto e girò mezza Europa fondando associazioni di dotti con i quali vagheggiava una scienza universale in cui far confluire tutte le materie. Si iscrisse anche all'associazione dei Rosacroce, del tipo di quella che più tardi sarà la massoneria. Entrò giovanissimo in diplomazia inizialmente presso l'elettore di Magonza, poi presso la famiglia del Conte Brunswick ed infine presso gli Hannover, ove rimase per quarant'anni.

La scoperta delle notazioni di Leibniz è legata all'antico e annoso problema originario degli antichi, della quadratura del cerchio poi evoluto nella rettifica delle curve, ma ha origine anche dagli studi sui corpi in movimento (i pianeti, il pendolo, ecc.) che si andavano consolidando nel 1600 e che richiedevano una risposta su cosa fosse la velocità e come potesse calcolarsi per un corpo in movimento. La storia inizia nell'ottobre del 1672 quando lo scienziato, in una missione diplomatica tendente a sottoporre al re di Francia un progetto di spedizione in Egitto per distogliere la Francia da una possibile guerra con l'Olanda, incontra a Parigi Cristiaan Huygens, che stava ultimando la ricerca geometrica (iniziata quasi vent'anni prima) della curva "tautocrona". Cioè di una curva che permetta ad un oggetto pesante che la percorra di compiere oscillazioni della stessa durata a prescindere dal punto di partenza e dal peso. La ricerca era intesa, in definitiva, a scoprire la curva di un pendolo di un orologio le cui oscillazioni fossero isocrone. Già dal 1659 Huygens aveva trovato la risposta studiando la cicloide di Pascal che gli aveva consentito di elaborare una teoria geometrica completa sulle curve evolventi ed evolute. Huygens suggerì a Leibniz, che all'epoca non era ancora un matematico, di approcciare la materia attraverso lo studio delle opere di Pascal e, in particolare, di calcolare la somma di una serie, cosa che Leibniz fece brillantemente. Ma proprio nella lettura delle lettere di Pascal, lo scienziato si soffermò sul cosiddetto "triangolo caratteristico".

Si tratta di un triangolo formato da una tangente portata ad una curva che rende particolarmente evidenti per Leibniz la sirnilitudine che dimostrerà esistere tra il triangolo che si forma sull'ascissa e il triangolo che si forma sull'ordinata Leibniz attraverso il "triangolo caratteristico" e il trattato di Dettonville "des sinus quart de cercle" si rese conto delle relazioni esistenti tra la quadratura delle curve e le tangenti passanti su un punto di una curva. Egli aveva saputo, attraverso il segretario della Royal Society, che nessuno, in Inghilterra, era ancora riuscito a rettificare una espressione algebrica rappresentata da un arco di ellisse e di iperbole. Per quest'ultimo problema lo scienziato aveva ottenuto uno sviluppo in serie che lasciava intravedere connessioni con la quadratura del cerchio. Nel 1673 mise a punto un simbolismo potente con il quale dimostrava che la determinazione delle tangenti ad ogni punto della curva dipendeva dal rapporto delle differenze delle ordinate e delle ascisse quando queste diventavano infinitamente piccole. All'inizio colpito dagli studi sugli algebristi italiani utilizzò il simbolo del Cavalieri "omn" poi trovò il simbolo I, iniziale di "somma", e I lettera origine della frase "l'ordinata di una curva" .La. notazione Il indicava la quadratura dell'area sotto stante la curva. Il simbolo I, in sostanza, essendo il simbolo di un'area, ossia di un . prodotto di dimensioni, aumenta di una unità il valore della potenza della funzione integranda. Il simbolo inverso, che diminuisce di una unità la potenza delle funzioni su cui opera, fu chiamato "d" da cui la relazione

$$I\,I = Y \qquad \text{ovvero } I = y/d$$

Dopo poco il termine y/d fu sostituito da dy e si arriva alla notazione attuale. La potenza delle notazioni consentì a Leibniz di trovare le regole generali dell'operazione di differenzi azione

A partire dal 1689, i rapporti con Hannover si interruppero e Giorgio Ludovico, in seguito re Giorgio I d'Inghilterra, che lo aveva assunto come storico lo licenziò perché non era disposto a sopportare le sue numerose assenze. Leibniz, grazie alle sue relazioni, approfittò di questo periodo di libertà e divenne socio dell'accademia di Parigi, fondò l'accademia di Berlino, della quale divenne anche Presidente, e fu consigliere di Federico I di Prussia e di Pietro il Grande della Russia. Quando Giorgio Ludovico Hannover divenne re d'Inghilterra non lo volle a Londra e i vari potenti che aveva servito lo dimenticarono. Morì nel 1716 a 70 anni, povero e amareggiato dalla polemica della priorità della scoperta del calcolo infinitesimale con Newton. Entrambi, per vie diverse, erano giunti alla scoperta anche se gli studi di Newton furono pubblicati molto tempo dopo. La posizione parziale della Royal Society e il desiderio di re Giorgio di non fare polemiche, fecero sì che gli effettivi meriti di Leibniz non fossero. all'epoca riconosciuti. Tuttavia, le notazioni dello scienziato giunte sino a noi hanno fatto giustizia conquistando l'ampio riconoscimento della comunità scientifica internazionale.

Leibniz si occupò anche di problematiche connesse agli affari. La moderna trattazione degli interessi, del montante e del valore attuale deve i suoi più importanti teoremi al matematico tedesco che li pubblicò negli "Acta Eruditorum di Lipsia" nel 1683.

La storia della notazione dei determinanti è un po' incerta perché possa attribuirsi la scoperta ad un singolo matematico. Infatti, apparizioni della notazione compaiono in Cina 46 due, tre secoli prima di Cristo in un libro intitolato "Chui-Chang Suanshu", ossia "Nove capitoli sull'arte matematica", nel quale, per risolvere un sistema di equazioni lineari, si eseguono operazioni in colonna sulla matrice per ridurla ad un'altra matrice da cui era agevole giungere alle soluzioni del sistema.

Nell'epoca moderna si deve a Leibniz il primo accenno (1693) sull'uso dei determinanti. Nella corrispondenza con altri matematici, si è scoperta l'abitudine di Leibniz di risolvere sistemi di equazioni usando matrici di numeri per indicare le righe e le colonne.

Molti matematici moderni lavorarono sui sistemi di equazione usando il metodo dei determinanti come Gabriel Cramer (1704-1752) a cui fu attribuita nel 1750 la nota regola. In realtà, la stessa regola fu scoperta separatamente molti anni prima (1729) da MacLaurin47 che conosceva il metodo per la soluzione di più equazioni usando i determinanti. Anche Lagrange, in una memoria del 1775 dedicata ai problemi delle piramidi triangolari per calcolare l'area di un triangolo e il volume di un tetraedro utilizza il metodo dei determinanti. I determinanti furono studiati sistematicamente a partire dal 1700 da quasi tutti i grandi matematici. Si sa che il termine determinante fu dato per

46D.J.Struik, On ancient chinese mathematics. 47 MacLaurin, Treatise of algebra, 1748.

la prima volta da Gauss4849 per indicare il discriminante nella forma quadratica ax2+2bxy+cl. La disposizione in forma quadrata si deve invece a Cauchy. Le barre verticali furono introdotte da Cayley nel 1841. In un trattato del 1799 intitolato " Théorie générale des

48 Morris KIine, Storia del pensiero matematico, 1972, Einaudi Editore.

49 Gauss è il più grande di tutti i matematici. Si è occupato praticamente di ogni campo del sapere matematico fornendo anche metodi pratici nel campo della costruzione delle lenti ottiche . Singolare è stato il suo interesse per le festività mobili al punto di fargli escogitare un "Metodo del dott Gauss per trovare la Pasca , senza far uso delle Epatte". Il napoletano Vincenzo De Lucia nell'opera citata sulla cosmologia narra che" il dott Gauss propone un metodo per trovare il giorno, in cui cade la Pasqua: questo metodo è conforme alla correzione Gregoriana (l'inventore del calendario che oggi utilizza tutta la comunità internazionale è dovuta al medico calabrese Luigi Lilio Gilardi) ma indipendente dall'Epatte. Vincenzo De Lucia così descrive la metodologia:

1. L'anno di cui si cerca la Domenica pascale, si divide successivamente prima per 19, poi per 4, e finalmente per 7; chiamando m il primo resto, n il secondo, p il terzo.

2. Al numero costante 23 si aggiunge m preso 19 volte, e la somma si divide per 30, chiamando q il resto.

3. La somma del doppio di n, del quadruplo di p, del sestuplo di q, e del numero 4 si divida per 7, chiamando r il resto.

4. Al numero 22 si uniscano i resti q, ed r: se la somma si trova minore di 3, la pasca sarà in marzo, e la somma stessa ne indicherà il giorno: se poi è maggiore , la pasqua sarà in aprile, e la somma dei resti q ed r diminuita di 9, ne sarà il giorno.

NOTA. I due numeri costanti 23 e 4 non possono servire che dal 1800 al 1900: dal 1900 al 2099 si debbono accrescere di l, cioè deve farsi 24, e 5."

Dell'argomento notazioni Gauss ha lasciato la sola notazione sui numeri complessi.

equations algrebique" Etienne Bézout forniva regole per le soluzioni dei sistemi algebrici simili a quelle di Cramer e dava anche un'estensione oggi nota come determinante di Bézout. Gli studi sistematici sul determinante si devono a Augustin Louis CauchySO che presentò nel 1812 un' ampia esposizione ufficiale della teoria dei sistemi di equazioni lineari sui quali, secondo una impostazione a matrice,

vengono effettuate operazioni di eliminazione,

trasformazione delle coordinate e permutazione,

operazioni che in seguito intervennero nella soluzione dei sistemi di equazioni differenziali. Cauchy, in numerosi scritti dopo il 1812, mostrò l'applicabilità di questa tecnica nota come "teoria dei determinanti", ad alcuni fenomeni naturali. Il matematico francese nello stesso scritto applico' la notazione della teoria dei determinanti alle derivate parziali sostituendo due righe con la abbreviazione

dx dy dz

S * (± ---------) = l da db dc

Purtroppo, come spesso è avvenuto nel campo della storia delle notazioni, questa espressione è nota come determinante funzionale di Jacobi anche se questo grande matematico, che ha tanti altri meriti, si occupò dei determinanti solo dopo il 1829.

Il merito di aver trattato l'argomento per primo in modo sistematico per primo è quindi di Cauchy ,che nacque a

~Thomas Muir, The theory 01 determinants in the hystorical order 01 developpement.

Parigi nel 1789. I suoi lavori furono rivoluzionari come l'epoca io. cui visse. I punti fondamentali delle sue ricerche furono il rigore assoluto io. tutti i lavori svolti e lo sviluppo del calcolo combinatorio che lo portarono alla scoperta della teoria dei gruppi. Quest'ultima è una teoria elaborata sulla base di manipolazioni algebriche attraverso le quali Cauchy riuscì ad isolare operazioni e leggi di combinazione a cui dette il nome di teoria dei gruppi. All'epoca si trattò di una scoperta senza applicazioni pratiche, ma oggi la teoria è usata io. geometria, nella teoria delle equazioni algebriche e nella teoria della struttura atomica.

Invece, le tabelle di numeri che intervengono nello studio dei sistemi lineari furono chiamate "matrici" da Sylvester il quale evidenziò anche che esse possono studiarsi e manipolarsi senza far entrare io. gioco il valore del determinante.

1A

Bruno Iaccarino, La storia dei segni matematici, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli 1995-

Pagg. 90 – 108

3.8 - La grandiosa scoperta dei numeri immaginari di Gerolamo Cardano (1501-1576)

Lo scopritore dei numeri immaginari è lo scienziato Gerolamo Cardano più conosciuto per gli studi di fisica come inventore del "giunto" cioè di un dispositivo che interposto tra due parti in movimento (spesso si interpone tra assi non perpendicolari sino a formare angoli di 15-20°) consente la trasmissione del moto.

Il Cardano, uomo di vasta cultura, era noto a quel tempo anche al di fuori delle Alpi per le sue capacità di medic030 . Era convinto assertore delle rivelazioni dei sogni e soffriva spesso di allucinazioni. Nacque a Pavia nel 1501, figlio illegittimo di un giuri sta milanese benestante. Per la mancanza della regolarità familiare ebbe una infanzia travagliata e successivamente una vita tumultuosa. Visse tra Pavia, Milano (ove insegnò matematica), Bologna (ove fu professore di medicina) e Padova ove giunto all'età di 34 anni condusse la cattedra di geometria, aritmetica ed astronomia presso le locali scuole palatine e dove espresse tutto il suo genio scientifico. Sposato alla figlia di un

30 Natale Del Bono, ne "L'asma e la sua storia", Ed. Sandoz, Milano 1982, ricorda che Gerolamo Cardano si era meritata in tutta l'Europa una reputazione di asmologo. Fu chiamato per queste sue conoscenze nel 1552 a Edimburgo per curare John Hamilton, arcivescovo di St. Andrews,

sofferente di asma da lO anni. Nel "De vita propria liber" Cardano narra che guarì l'arcivescovo dopo 40 giorni di cura nei quali gli dette dei purganti per le vie nasali e gli pribì l'uso di piume nel letto sostituendo il cuscino con un altro di cuoio. Cardano è infatti il primo medico che intuì nelle piume una delle cause scatenanti dell'asma.

brigante, ebbe rapporti violenti con i due figli che gli crearono non pochi problemi nell'ultima parte della sua vita. Entrambi i figli divennero dei criminali: uno addirittura gli avvelenò la moglie e per questo fu giustiziato; l'altro ebbe un comportamento insofferente per cui era spesso all'attenzione della giustizia. Fatto sorprendente fu che anche il suo segretario morì misteriosamente avvelenato forse dalla propria sorella. L'attività di medico e di mago (si definiva il settimo medico dalla creazione del mondo e per questo fu imprigionato il 14 ottobre 1570 e poi liberato dietro promessa di non esercitare più l'attività negli Stati della Chiesa), ebbe molti riconoscimenti perché fu il primo medico italiano ad eseguire la uretroctomia esterna su guida e la nefrectomia, ma non mancò anche di critiche autorevoli, come quella di Descartes nelle lettere a Meyssonnier del 29 gennaio 1640 ove stigmatizza la credenza di Cardano che "nelle urine degli arrabbiati comparissero dei cagnolini". 31

Nel 1545, che segna una delle date fondamentali della storia della matematica, nel libro "Artis magnae si ve de regulis algebricis " il Cardano, citando il Tartaglia, studia e risolve l'equazione algebrica di terzo grado (nello stesso libro, L. Ferrari presenta la formula risolutiva dell'equazione di quarto grado) mediante l'uso di numeri immaginari detti all'epoca dal Cardano, ficti, " numeri inesistenti ". Si trattò, come per tante altre scoperte, di un apporto potente dell'immaginazione che giocò nel Cardano e nel Tartaglia (quest'ultimo, come detto nel capitolo precedente, potrebbe aver anticipato la soluzione delle equazioni di terzo grado, ma pubblicò i propri lavori dopo

31 Ludovico Geymonat, Classici delle scienze, Utet, 1988, lettere di Descartes a Meissonnier.

il Cardano) un ruolo più importante di tante costruzioni razionali. Tant'è che per molto tempo i grandi matematici del tempo non riuscivano a comprendere la collocazione dei numeri fincti perché non si era ancora giunti a giustificare la realtà di questi numeri.

Jacques Hadamard dice di questi numeri: "sembravano più vicini alla follia che alla logica ".La soluzione delle equazioni di terzo e di quarto grado fu in effetti il maggior contributo dato all'algebra dal tempo in cui i Babilonesi avevano insegnato a completare il quadrato per risolvere le equazioni di secondo grado.

Le soluzioni delle equazioni di terzo e quarto grado non furono il solo il risultato di considerazioni pratiche, significarono per la matematica il salto da materia sino ad allora legata esclusivamente al mondo reale a disciplina che inizia a spaziare nel mondo della logica astratta. Waismann sostiene che gli immaginari si affermarono da sè, per via di precise necessità algoritmiche. Paolo Zellini riporta testualmente lo scritto di Waismann sul Cardano e sulla importanza deI ruolo che le notazioni hanno avuto nello sviluppo dei sistemi di ricerca e del sistema scientifico in generale: "sembra che proprio nell'opemre con formule, cioè nell'algoritmo matematico stesso, si celi una forza autonoma che ci spinge innanzi nostro malgrado, forza, che nel caso considerato, portò i matematici a far uso dei numeri immaginari". 32

32 Il grande matematico italiano Enruo De Giorgi in occasione della commemorazione di Caccioppoli a Napoli nel 1989 riassume in modo molto efficace dove si orienta la matematica ed i modi di concepire il campo di analisi della stessa. Egli disse: "Gli enti matematici possono essere considerati da tre punti di vista. Un primo punto di vista è quello secondo il quale gli enti matematici esistono in sé; cioè, ad esempio, esistono effettivamente l'insieme di tutti i

Il vero risultato del Cardano, nella soluzione delle equazioni di terzo grado, fu la prima significativa presa in considerazione di un nuovo genere di numeri che non avevano niente a che fare con la realtà allora conosciuta. Al tempo del Cardano i numeri irrazionali venivano ammessi giacché potevano approssimarsi con numeri razionali. I numeri negativi poi - già conosciuti al tempo del Cardano- sollevavano maggiori difficoltà, perché non potevano essere approssimati con numeri positivi.

numeri interi, l'insieme di tutte le rette, dei cerchi, dei quadrati. Un secondo punto di vista concerne gli oggetti fisici che sono rappresentati gli enti matematici. Un terzo punto di vista riguarda poi il mondo delle formule, degli assiomi, del linguaggio tecnico mediante il quale questi enti vengono descritti. Questi tre mondi sono strettamente collegati fra di loro, ma non sono la stessa cosa. Volendo accennare alle diversità tra il mondo degli enti matematici e quello delle sue rappresentazioni fisiche, possiamo riflettere su un esempio classico già noto nell'antichità che è quello del quadrato e che cos'è la sua diagonale. Infatti, se si disegna un quadrato, ognuno si accorge che esso è l'immagine approssimata del quadrato ideale della matematica ma, anche se fosse un ottimo disegnatore ed avesse squadre e compassi, certamente eseguirebbe immagini più precise ma non disegnerebbe mai il vero quadrato della matematica.

Vi sono alcune differenze essenziali tra i quadrati disegnati ed il vero quadrato. Basta riflettere su quello che è stato uno dei teoremi che destò maggiore scalpore nella matematica antica. Cioè il teorema che afferma che la lunghezza della diagonale non è commensurabile con la lunghezza di un lato, nel senso che non possiamo mai trovare due numeri interi tali che il rapporto tra la lunghezza di un lato e quella della diagonale sia uguale al rapporto tra questi due numeri interi. Si è visto, parlando di Pitagora, che questo è stato uno dei teoremi fondamentali da cui è nata la teoria dei numeri irrazionali.".

Fu Descartes, che nel 1637 nel libro terzo della "Geometria" ad introdurre il nome di "numero immaginario" mentre il simbolo (i), tuttora usato in matematica e fisica per indicare la radice quadrata di -1, fu usato per la prima volta da Fourier alla fine del 1600.

La controversia sulla natura dei numeri immaginari restò tuttavia in piedi per quasi due secoli. De Girard nel 1629 afferma che le operazioni con i numeri immaginari debbono valutarsi come semplici artifici di calcolo. Nel 1712 la querelle è ancora in piedi -tra Leibniz e Bemouilli¬a proposito della disputa sui logaritmi dei numeri immaginari. Anche Cauchy mostra il suo imbarazzo nel 1847 quando è portato ad esclamare che "i numeri immaginari sarebbero alla portata di tutti se fossero ricondotti ai numeri reali ".

E' finalmente il matematico Jean Robert Argand che, nel 1806 dà la legittimazione cercata per i numeri immaginari quando ne scopre una rappresentazione geometrica che ne mette in evidenza la similarità naturale che esiste tra essi ed i numeri reali. Ciò è ottenuto associando la nozione di direzione alle categorie di numeri. Se i numeri reali sono rappresentati da punti su un asse arbitrario i numeri immaginari sono rappresentabili naturalmente come i punti dell'asse perpendicolare al precedente. Il misterioso "i" viene cosi' interpretato come l'operazione di perpendicolarità.

Un'ulteriore e definitiva comprensione dei numeri immaginari avviene con Gauss quando nel 1831 introduce i numeri complessi che hanno una parte reale ed una parte immaginaria.

3.9 - Il sopravvento della scuola dell'algebra simbolica europea del 1500 e del 1600

Anche in Germania, in Francia e in Inghilterra nel 1500, a conferma della superiorità italiana nell'algebra, gli studiosi avevano pubblicato molti scritti intitolando l'incognita in un' espressione matematica alla maniera italiana "Die Coss" (arte della cosa). Gli studiosi Europei hanno il merito di avere affrontato e risolto le difficoltà presenti nell'algebra modificando il complesso uso delle lettere fatto dagli Italiani. Infatti, questi ultimi usavano lettere sia per indicare le operazioni da effettuare (moltiplicazioni, addizioni, ecc.), sia per denotare le incognite, i coefficienti, ecc. Così, ad esempio, per rappresentare un'uguaglianza algebrica gli italiani SCrivevano

Ove L sta per x, m per meno, IQ per incognita al quadrato e p per moltiplicato.La stessa cosa oggi più semplicemente SI SCrive

$$12x-x^2+48=144-24x+x^2$$

Rudolff, Stiefel, Recorde, Viete, Harriot, Oughtred e Rahn sono i i personaggi attratti dalla potenza del nuovo modo di concepire le ricerche scientifiche e nello spazio di

un secolo e mezzo, pur non essendo tutti dei matematici (ad eccezione di Stiefel e Viete) al livello di quelli delle scuole italiane, ebbero il grande merito di distinguere i simboli operazionali o algoritmici da quelli da usare per le incognite. Ciascuno di essi introdusse uno o più simboli, arrivando a disegnare una buona parte delle notazioni appartenenti al sistema che si usa attualmente. La trasformazione avvenne gradualmente. Per un lungo periodo coesistettero i nuovi simboli di addizione e sottrazione +, - , (in sostituzione degli italiani p e m), con le vecchie notazioni italiane M e D per l'operazione di moltiplicazione e di divisione i cui nuovi simboli x e : arrivarono molto più tardi. Una rapida descrizione degli attori della grandiosa trasformazione (che ha formalizzato gli strumenti permanenti per il continuo sviluppo del sistema scientifico dell'uomo, sistema che non smette mai di rinnovarsi e di riproporsi) chiarirà il cammino che c'è voluto per passare dall'algebra sincopata a quella simbolica.

CristofT RudolfT nacque in Prussia a Jauer. Non si conosce la data di nascita. Si presume che sia nato nel 1500 e sia morto giovane nel 1545. Scrisse nel 1530 una "Raccolta di problemi numerici" ove pt:r la prima volta viene insegnato che è possibile effettuare la divisione per lO, 100, 1000 spostando la virgola verso sinistra rispettivamente di uno due tre posti. Si tratta del primo libro algebrico scritto in lingua tedesca. Nello stesso testo l'autore è anche il primo ad usare l'attuale segno di radice ,anche se ripete il simbolo tante volte quanto è l'indice della radice (due volte per la quadrata, tre volte per la cubica ecc.). Questa notazione che indica la radice quadrata è

una evoluzione di un altro simbolo introdotta in Europa nel 1445 da l'arabo Alkalsadi che usava il grado della radice a destra sopra il radicando. Fu frate Luca Paciolo che portò l'indice del grado della ridice a sinistra del radicando. Entrambi derivarono il primo simbolo di radice dall'iniziale della parola 9t. Già nel 1484 la simbologia di Paciolo si era diffusa tanto che il francese Nicola Chuquet adoperò anch'egli il simbolo 9t per tutte le radici.

L'uso di simboli per la estrazione della radice, con altre rappresentazioni notazionali, deve essere comunque antichissimo e sicuramente risalente ai valenti matematici indiani. Infatti, nel linguaggio indiano arcaico la parola radice è la traduzione letterale dell'indiano "mula" che significa base della potenza ed anche radice della pianta. Le espressioni radice quadrata, cubica, ecc. sono la traduzione di varga mula, di ghana mula ecc.33

Michael Stifel nasce a Essling nel 1486. Segue il riformismo agostiniano per cui da monaco cattolico diviene seguace di Lutero e protestante conducendo per questo motivo una vita rigorosa, vagabonda e di stenti. A Norimberga (Nurnberg) pubblicò nel 1544 l'" Aritmetica integra" composta di tre volumi nel primo dei quali sono riportati i simboli + e - per indicare le operazioni di somma e sottrazione. Anche se gli storici attribuiscono a Stifel il primato della notazione, in realtà oggi si è scoperto che fu preceduto dal tedesco Widman il quale nel 1489, nel libro "l'Aritmetica", utilizzò per la prima volta + e -. Non è possibile conoscere perché furono scelte queste notazioni

33 Marco Nassa', Algebra elementare, Torino, 1898, Tipografia Salesiana.

per simboleggiare l'algoritmo dell'addizione e della sottrazione. Una ipotesi attribuisce la scelta delle notazioni + e - alla derivazione dell'uso del plus italiano simboleggiato da & nel senso di et. Ad esempio 4 plus 2 sarebbe prima diventato 4 & 2 e successivamente, prendendo in prestito dal simbolismo della religione cristiana della quale questi matematici erano ferventi apostoli il segno della croce, il simbolo di crescita & potrebbe essere stato meglio rappresentato dalla crescita più importante avvenuta con l'avvento della religione cristiana simboleggiata dalla croce +.

Il segno minus, indicato dalla barretta -, deriva invece dall'uso di mettere una linietta nelle forme contratte, quando certe parole erano state trascurate. Dal significato di "mancante" a quello di "sottrarre" il passo è stato relativamente breve. Almeno originariamente, questi simboli furono creati nella mente degli autori solo come utili abbreviazioni. Invece la fantasia e l'intelligenza degli utilizzatori, diede successivamente a questi simboli il contenuto di operazioni, facendoli diventare degli algoritmi, imprimendo così alla matematica del tempo una potenza e un salto concettuale di tipo qualitativo formidabile.34

Il libro di Stifel è famoso anche perché nel primo volume sono riportate, per la prima volta, le relazioni tra la progressione aritmetica e la progressione geometrica, anticipando in qualche modo la teoria dei logaritmi. Nella sua "Aritmetica integra" si segna l'inizio del passaggio dall'algebra sincopata all'algebra simbolica, passaggio che, per completarsi, prenderà non tanto tempo. Stifel morì a

34 Dionisio Gambioli,Breve sommario delle storie delle matematiche, Palermo, 1929, Sandron Editore.

lena nei 1547 ed è unanimemente riconosciuto come il più grande algebrista tedesco del sedicesimo secolo.

Roberto Recorde fu un gallese nato a Teuby nel 1510. Studiò in famose scuole britanniche e divenne un grande medico al punto di essere prescelto come medico personale del Re inglese Edoardo VI. Non si conosce bene la vita di Recorde che terminò purtroppo in prigione per motivi imprecisati nel 1558. E' sicuramente il primo inglese a scrivere nella lingua madre, nel 1541, un libro di matematica sui numeri intitolato "Ground of Artes". Nel 1557, un anno prima della morte, scrisse un'altra opera con il titolo " The Weston of Witte" nella quale, oltre ad usare le notazioni moderne + e -, usò per la prima volta il segno = come simbolo di uguaglianza in quanto ritenne" che due rette parallele poste su un piano non si incontreranno mai quindi sono perfettamente identiche. Per questo motivo la loro rappresentazione pittografica = è il miglior modo per simboleggiare il concetto di uguaglianza ".

Francois Viète de la Bigotière, nacque a Fontenay¬le-compte nel 1540, ove studiò per diletto e divenne il più grande matematico di questo periodo. Egli fu il primo ad usare nei libro intitolato "In arte analyticen isagoge", pubblicato nel 1591, le vocali per rappresentare le quantità ignote e le consonanti per rappresentare il termine noto. Il nuovo modo di distinguere convenzionalmente i parametri dalle quantità incognite consentì a Viète di scrivere in termini generali un'equazione di primo, di secondo grado o di grado ennesimo imprimendo, dopo lo sviluppo fornito dagli algebristi italiani, un'ulteriore svolta agli studi sulla teoria algebrica.

Se Viète avesse contemporaneamente utilizzato i nuovi simboli del suo tempo oggi avremmo i suoi lavori in un linguaggio pressoché identico a quello attuale. Invece, il matematico francese usò, insieme alle grandi innovazioni citate, un insieme di notazioni linguistiche che lo collocano da questo punto di vista tra gli autori del periodo dell'algebra sincopata. Sulla sua abilità si narra che, trovandosi Enrico IV re di Francia a Fontainebleau alla fine del 1594 con l'ambasciatore olandese quest'ultimo si lasciò sfuggire che la Francia non possedeva matematici di rango dal momento che nessun Francese aveva risposto alla sfida di Adriano Romano sulla capacità di risolvere una equazione del quarantacinquesimo grado.

Il re, che riteneva giustamente Viète un valentissimo matematico, gli affidò l'incarico e questi dette subito la soluzione dell' equazione corrispondente alla trisezione dell'angolo relativo al lato del pentadecagono.

Viète era un genio multivalente, matematico e avvocato riuscì, grazie all'intercessione di un nobile, a divenire Consigliere del Parlamento di Bretagna dal quale passò, per la sua intraprendenza, alla carica di Consigliere del Re Enrico IV. Si narra che in questo periodo dimostrò una tale abilità a decrittare i messaggi segreti35 dei nemici

35 Poco dopo l'origine della scrittura l'uomo si pose anche il problema di mantenere riservati alcuni messaggi scritti. I sacerdoti Egizi addirittura crearono un linguaggio apposito per i messaggi riservati. I Greci, invece, usavano lo stesso linguaggio parlato anche per i messaggi segreti. Plutarco narra che gli Spartani usavano il metodo "scytala" che consisteva in una coppia di cilindri dello stesso diametro uno dei quali restava al mittente e l'altro veniva

spagnoli da guadagnarsi l'accusa di essere d'accordo con il diavolo. In realtà Viète pare fosse a conoscenza del trattato di Leon Battista AJberti, crittologo pontificio che gli fornì le spalle su cui ergersi. Espose con particolarità tutti i metodi in uso all'epoca e descrisse anche il corretto sistema di decrittazione dei cifrari monoalfabetici, anticipando in qualche modo anche i più sicuri cifrari a sostituzione polialfabetica.

Pur impegnato pesantemente sul piano politico, Viète riuscì ugualmente a dare ampi contributi all'algebra, alla trigonometria e alla geometria. Le sue opere furono pubblicate quasi tutte dopo la sua morte ad opera di Anderson, matematico inglese che viveva a Parigi, il quale aiutò il figlio ed il servo di Viète a riordinare il carteggio

consegnato al destinatario. Intorno al cilindro, il mittente arrotolava una scrisciolina di pergamena o di stoffa e scriveva le lettere sulle spire del nastro arrotolato. Il destinatario quando riceveva il nastro lo disponeva sul cilindro e ne poteva leggere il mesaggio. Anche i Romani avevano inventato i messaggi crittografati facendo scorrere nella redazione della comunicazione le lettere dell'alfabeto di un certo numero di posti, scorrimento che era ovviamente noto al destinatario che così era in grado di effettuarne la ricostruzione. Lo studio della crittografia fiori sopratutto dopo il 1500 con la intensificazione dei traffici commerciali e fu sopratutto Leon Battista Alberti che scrisse per il Papato un trattato sui metodi crittografici allora usati e proponendone uno molto innovativo in quanto era un metodo polialfabetico molto complesso, poi perfezionato da Kasinski nel 1700. Anche Cardano aveva fornito un metodo a permutazioni variabili che ritornò in auge verso il 1800 sopratutto per la velocità di esecuzione. Durante l'ultima guerra, la crittografia assunse un ruolo molto importante e la nascita del computer degli anni cinquanta consentì un nuovo impulso alla teoria dell'informazione e alla segretezza della stessa (da Microcomputer, Ottobre 93 e Gennaio 94, di Corrado Giustozzi).

gremito di numerose citazioni greche e latine. Per il forte ermetismo degli scritti di Viète, si raccontava che il Vaset, amico di famiglia, che tentò di tradurre alcune opere, avrebbe detto "Ci vorrebbe un secondo Viète per tradurre il primo", per questo motivo molte opere o sono andate perdute o attendono ancora una collocazione.

Al matematico francese non piaceva il nome di algebra dato dagli Arabi, in onore del più noto traduttore medioevale Al-Kwarizmi. Egli proponeva una serie di assiomi e di regole generali per ridurre e risolvere le equazioni alla maniera di Pappo, cioè partendo dall'analisi del termine noto. Per questo lavoro di analisi, propose di chiamare l'Algebra "l'Analisi", denominazione anch' essa affermatasi ed usata ancora oggi. Morì a Parigi nel 1603.

Tommaso Harriot nacque a Oxford nel 1560, ove divenne Baccelliere delle Arti. Stette molti anni in Virginia e, al ritorno nella sua città natale, scrisse un lavoro affascinante di descrizioni geografiche e statistiche la cui qualità spinse il conte di Northumberland ad ospitare Harriot in un suo castello al solo fine di consentirgli di studiare. Si occupò così di algebra, di ottica e di astronomia, strinse relazioni epistolari con Keplero[36] il

36 Keplero fu un originale genio che traeva spunti di studio da tutte le cose che vedeva. Una volta, nel 1612, a Linz (Austria superiore), osservando la vendemmia, gli venne in mente di comprare delle botti che venivano vendute da battelli in sosta nel porto a poco prezzo. Keplero osservò che il venditore, per misurare la capacità delle botti, infilava semplicemente una bacchetta graduata nel cocchiume. Fu attratto dal problema al punto che nei giorni s~cessivi dimenticò completamente di fare le operazioni di spremi tura dell'uva per ricavarne prima il mosto e poi il vino. Realizzò, invece, l'obiettivo

quale nei suoi lavori ne pubblicò alcune lettere. Alla sua morte, avvenuta nel 1621, lasciò moltissimi scritti ancora da studiare. Da essi fu pubblicato il libro "Artis Analitycae praxis" nel quale si rileva che Harriot è stato l'inventore dei segni delle disuguaglianze >,< sostituiti alle parole maggiore e minore, usate in precedenza. Nel libro si trova anche, per la prima volta, il simbolo f(x) = K anche se l'autore non intendeva indicare una funzione generale ma solo la "aequatio canonica" e quindi non nel senso generale con il quale la si usa oggi il termine funzione.

Il segno della moltiplicazione con il simbolo della croce di Sant'Andrea x spetta invece a WilIiam Oughtred che lo adottò per essere anch'esso un simbolo fortemente legato alle sue credenze religiose nel senso che a questo simbolo egli attribuiva la moltiplicazione della diffusione della religione. La croce di Sant'Andrea fu chiamata così perché su legni incrociati fu crocifisso il Santo Cristiano Andrea. Oughtred nacque a Eton nel 1573, studiò al King's College di Cambridge ove divenne Baccelliere e poi Magister of Arts (dottore in Scienze). Oughtred divenne un'ecclesiasta cattolico e viaggiò molto. Fu rettore a Albury e precettore in Toscana dove ebbe parecchi allievi. Dette un grande contributo in cartografia introducendo

di trovare un metodo generale di cubatura delle botti considerandole come solidi in rotazione.

Anche Keplero ebbe una vita alquanto travagliata. Nel 1611 gli morì pazza la moglie Barbara Muller ed uno dei figli. Altri due figli dei cinque avuti gli erano morti in precedenza. La madre a settantanni fu processata di stregoneria e salvata oon difficoltà da una sicura condanna, grazie alla sua intercessione. Keplero nonostante questi eventi decisamente sfavorevoli si risposò nel 1613 ed ebbe altri sette figli. Diciassette anni dopo morì a Ratisbona nel 1630.

metodi originali per il calcolo dei meridiani. Ideò una prima macchina da calcolo simile ad un regolo che gli procurò non pochi guai con un suo discepolo che ne vantava la scoperta.

Ha il vanto (insieme a Jones) di aver usato il simbolo n/Ò per indicare il rapporto tra la periferia del cerchio (circonferenza) e il suo diametro, algoritmo che Eulero aveva sintetizzato semplicemente nel solo simbolo n. Il contatto con le scuole italiane lo convinsero sulla importanza per le ricerche di avere un sistema simbolico. Per questo motivo molte furono le notazioni elaborate dal matematico inglese (quasi 150 simboli). Ciò che è arrivato sino a noi è solo la croce di Sant'Andrea x e le abbreviazioni trigonometriche simili a quelle oggi in uso:

s= seno, t= tangente, se = secante, s.co=coseno (sinus complimenti)

t.co = cotangente, 19 = logaritmo.

Renato Descartes è, assieme a Fermat, uno dei grandi matematici che diedero inizio all'epoca moderna. Nacque a La-Haye nel 1596 da famiglia agiata e intraprese subito gli studi di medicina per seguire le orme paterne. Nel 1617 seguì un corso di studi nell'Accademia militare di Breda (Olanda) ove conobbe Isacco Beeckmann, che lo avvicinò a molte opere dei matematici greci conducendolo verso gli studi scientifici. I contatti avuti con Giovanni Faulhaber, matematico tedesco espertissimo di algebra, lo portarono a concepire una scoperta rivoluzionaria: realizzare una geometria basata sulla corrispondenza tra proprietà delle figure geometriche ed equazioni algebriche. Questo progetto inizia il 10 novembre 1619. Descartes dimostra la possibilità di questa nuova visione della geometria ma non perviene tuttavia alle notazioni che caratterizzano la odierna geometria analitica in quanto non descrive le coppie ordinate, non determina le formule per le distanze, non sviluppa tutte le altre espressioni che oggi appartengono alla nuova scienza.

Descartes in uno dei tre celebri saggi "la Géometrie" propose un grande perfezionamento del simbolismo algebrico aggiungendo l'uso degli esponenti senza però estenderli alle radici. Anche a lui si deve l'uso delle parentesi graffe { } e delle lettere x, y e z, indicate come incognite al posto delle vocali del Viète. In effetti, per il carattere moderno delle notazioni adottate dal matematico del 1600, il lettore di oggi trova perfettamente comprensibile tutta l'opera di Descartes.

Se il simbolo di potenza si deve a Descartes, il termine potenza è invece legato a Raffaele Bompelli che nel 1572 tradusse dal greco dunagiz il nome che Ippocrate di Chio diede alla seconda potenza, estendendolo a tutte le altre. Prima di Bompelli, le potenze si chiamavano quadrato, 3 cubo, quadrato quadrato, ecc.

L'incognita, come già riferito, si chiamava cosa e per un'incognita elevata a potenza, secondo l'uso italiano, si adottavano più nomi. Per l'incognita al quadrato si usava il nome censo, per l'incognita al cubo si usava cubo, la quarta potenza dell'incognita si chiamava censo censo, la quinta potenza primo relato, ecc. Fu ancora una volta il matematico francese Nicola Chuquet, già citato, che introdusse per le potenze nel 1445 numero secondo, numero terzo, ecc. In ultimo, Descartes pose il numero che indicava l'ordine della potenza in alto a destra del numero allo stesso posto dove lo scriviamo ancora oggi.

Pierre de Fermat, nato a Beamont de Lomagna nel 160 l, prende le mosse da dove Descartes si era fermato mostrando che la geometria sintetica di Apollonio, se letta con le notazioni algebriche, siirasforma completamente in uno strumento di calcolo assolutamente poderoso. Fermat utilizza il principio scientifico della omogeneità e usa una notazione non del tutto simbolica pervenendo al sistema di assi costituito da una retta infinita nei due sensi su cui si individua un punto detto origine da cui passa sempre nei due sensi perpendicolarmente un'altra retta. Fermat afferma che un'equazione in due incognite esprime analiticamente un luogo geometrico come una retta o una curva.

Pierre de Fermat era un valente magist[~to di Tolosa che tanto bene servì lo Stato da essere iscritto nell'albo della "noblesse de robe" per essere ricordato ai posteri. L'iscrizione consentì di aggiungere al suo nome il nobiliare "de" Fermat. Nel tempo libero ed in assoluta riservatezza, aveva l'hobby di leggere e studiare testi matematici dell'antica Grecia intrattenendo un'intensa corrispondenza con i grandi matematici dell'epoca. Fermat nella sua vita pubblicò una sola opera: "Dissertatio Geometrica de linearum curvarum comparatione". Non aveva l'abitudine di conservare le dimostrazioni dei suoi asserti limitandosi ad annotarli sul margine dei testi che studiava. Tutto il lavoro sarebbe rimasto sconosciuto se il figlio Samuele non avesse nel 1670 dato alle stampe i suoi quaderni di appunti e le sue chiose ai libri greci. Fu così che si scoprì quale fervida capacità di analisi aveva Fermat.

F ermat non compare purtroppo nel lavoro degli enciclopedisff francesi del 1700. Ha torto tuttavia chi attribuisce a Voltaire l'ignoranza di non aver incluso Fermat tra le personalità che illuminarono il secolo di Luigi

XIV, perchè come si è appena ricordato le opere del matematico dilettante furono studiate attentamente molto (un secolo) dopo la sua morte.

Per avere la notazione attuale di infinito 00 si deve aspettare il 1655 quando Giovanni Wallis pubblica il "Tractatus de sectionibus conicis" nel quale compare per la prima volta il simbolo moderno. L'infinito è stato in matematica, per molto tempo, qualcosa di incomprensibile. Sull'infinito non si possono fare le quattro operazioni, non si possono applicare i logaritmi, le potenze, ecc. I primi ad avere la nozione di infinito furono, come al solito, gli indiani i quali, al pari di molti illustri pensatori dell'umanità come Aristotele, o non credevano nella sua esistenza oppure evitavano di affrontare il concetto, come Descartes e quasi tutti i grandi matematici. Ovvero si esplimevano evitandone l'uso, come fece anche il re dei matematici C. F. Gauss nel 1831.

Bisogna aspettare la fine dell' 800 quando G.

Cantor genialmente riporta lo studio dell'infinito alle arti aritmetiche più primitive con la teoria delle classi di grandezze.37

Wallis che si era soffermato sullo zero come origine della numerazione del sistema simbolico decimale concepì che la fine delle serie dei numeri potesse essere efficacemente indicata con due zeri attaccati.

Il concetto di valore assoluto sul piano simbolico 171, 181, 191,•••, si deve invece al parigino Pietro Hérigone del quale si sa solo che è vissuto nella prima metà del 1600

37 Alexander Niklitschek, Nel giardino incantato della matematica, 1950, Editrice Mediterranea.

e che ha lasciato alcune traduzione degli Elementi di Euclide.

Per completare questa veloce carrellata sulle notazioni introdotte dalle scuole europee, si ricorda infine la figura di Johann Heinrich Rahn, nato nel 1622 a Zurigo, che, con il supporto di G. PelI originario di Southwick, scrisse una nuova esposizione della scienza del calcolo "Teutsche Algebra" nella quale, oltre ad usare i nuovi simboli già noti, introdusse le notazioni * e: per indicare rispettivamente l'algoritmo della moltiplicazione (oggi usato in tutto il mondo anche sulle tastiere dei computer) e quello che si è rivelato, per la sua semplicità, il più potente simbolo della divisione. -Quest'ultimo simbolo è stato preso in prestito dalla matematica con lo stesso significato del linguaggio scritto in quanto rappresenta l'operazione di contenimento, di rapporto di un numero rispetto ad un altro.

2

Leibniz, vita, pensiero, opere scelte,

Introduzione e la vita da pagg. 5 a pagg. 34

I sogni borgesiani di Leibniz

«Coloro i quali hanno affermato che tutto va bene, han delto una castrone¬ria - spiega Pangloss al giovane Candide -. Bisognava dire che meglio di così non potrebbe andare». Distinzione sottile per dire che, nonostante l'esisten¬za del male, della malvagità umana, delle guerre di religione e di sciagure natu¬rali come cataciismi, terremoti, tsunami, malattie, viviamo nel migliore dei mondi che Dio avrebbe potuto creare, il «migliore dei mondi possibili».

Il riferimento è, naturalmente, alla Teodicea, l'unica opera che Leibniz ha pubblicato in vita. Ma è giusto che un pensatore così prolifico, erudito, pro¬fondo finisca per esser ricordato solo per la caricatura di Voltaire? In uno spiritoso dizionarietlo dei luoghi comuni si legge che Leibniz scriveva cose del genere solo per confortare i monarchi. Con i quali, com'è noto, ebbe gran¬difrequentazioni in qualità difilosofo, diplomatico, linguista, storico, giu¬rista, bibliotecario. Era anche fisico, geologo, matematico, logico, metafi¬sico, e se non pubblicò molto di tali speculazioni - dice sempre il nostro vademecumjlaubertiano - è perché servivano a poco per confortare i poten¬ti presso i quali amava soggiornare.

In realtà, in vita, oltre alla Teodicea egli pubblicò altri saggi, come le «Medi¬tazioni sulla conoscenza, la verità e le idee», o quello su alcuni «errori note¬voli» commessi da Cartesio, e ultimo anche una confutazione sistematica del pensiero di Locke, intitolata Nuovi saggi sull'intelletto umano, che poi non ha pubblicato avendo saputo della morte del padre dell' empirisl1w. Lo propria idea di natura è esposta nella Monadologia, e pure questa ha suscitato commenti semiseri, anche da parte dei suoi più ingegnosi ammiratori, come Carlo Emi¬lio Gadda, che sulla metafisica leibniziana ha scritto la tesi di laurea: «La mia monade e il mio io sono delle baracche sconquassate rispetto alle pure sfere d'acciaio di Leibniz e hanno finestre e fessure». Anche su un altro scrittore, Jorge Luis Borges, hanno avuto un duraturo effetto gli innumerevoli scambi episto¬lari, gli articoli brevi su problemi enormi (perché esiste qualcosa invece del nulla?), gli schizzi intellettuali buttati giù per puro divertimento dal filosofo.

Al punto che, leggendo Leibniz, a volte sembra proprio di leggere Borges. Leibniz è un autore modernissimo, che scrive nel pieno della rivoluzione scien¬tifica e del trionfo del meccanicismo. Ma, come ha messo bene in luce Mas¬simo Mugnai, uno dei più importanti studiosi al mondo del suo pensiero, la sua fantasia filosofica non hafreni inibitori, e il suo equilibrio, la sua chia¬rezza e il suo rigore si nutrono anche delle visioni che la Nuova Scienza sem¬brava contraddire. Con i peripatetici gli piace fare il cartesiano, mentre con questi ultimi si diverte a recuperare finalismi o entelechie. Come per Car¬tesio, il suo lascito più duraturo riguarda la matematica: Indipendentemen¬te e quasi in contemporanea con Newton, è l'inventore del calcolo differen¬ziale e integrale. A esso si lega uno dei suoi sogni più ambiziosi. Mentre affrontava un problema di logica, arrivò, «come spinto da una necessità inter¬na, a questa idea straordinaria: che doveva essere possibile costruire una caratteristica universale della ragione, mediante la quale, in qualsiasi domi¬nio, tutte le verità si presenterebbero alla ragione in virtù di un metodo di calcolo, come nell'aritmetica o nell'algebra. Di conseguenza, quando sor¬geranno controversie tra due filosofi, non sarà più necessaria una discus-sione; sarà sufficiente infatti che prendano in mano le penne, si siedano di fronte agli abachi e si dicano l'un l'altro: "calculemusf"».

Tutta la logica era da reimpostare, e Leibniz intuì che bisognava partire da un sistema binario. Come ci arrivò? Attraverso uno dei libri che dalla Cina giunsero in Europa dopo la spedizione di Matteo Ricci: gli I-Ching, il libro dei mutamenti, le cui figure, come nella logica che Leibniz vagheggiava - e che oggi fa funzionare i nostri computer, - sono combinazioni di due soli elemen¬ti, le linee lunghe e spezzate, equivalenti all'uno e allo zero. In quel sistema Leibniz vide una conferma della possibilità di comprendere la lingua che la mente divina parla nel libro della natura. Della "clavis universalis" e della "mathesis universalis", queste idee così meta fisiche, rimane traccia nei segni che tracciamo ancora oggi quando facciamo dell'analisi matematica. Leibniz coltivava anche dei sogni "sociali". Scrisse un piano per la costitu¬zione di una Società delle Arti e delle Scienze in Germania e un abbozzo su società ed economia, nei quali sviluppava una ragionevole utopia: l'obietti¬vo primario dello Stato deve essere quello di liberare i cittadini dalle fatiche del lavoro fisico, perché «tutti possano costantemente sperimentare tutti i tipi di pensieri e idee innovatrici, proprie a loro stessi e agli altri, senza perdere tempo prezioso». La schiavitù del lavoro non migliora la produttività, produ¬ce solo ingiustizia. La vera ricchezza sta nel "capitale umano", nella libera capacità di pensare, ingegnarsi, innovare. Ecco una bella idea, di quelle che stranamente non confortano potenti o monarchi, né allora né oggi.

3

Leibniz, vita, pensiero, opere scelte,

Introduzione e la vita da pagg. 34 a pagg. 54

aveva una sua Gazzetta de'Letterati: era il momento che nascesse anche una rivista tedesca. Leibniz aveva appoggiato senza riserve il progetto e, l'anno successivo, era stato dato alle stampe il primo numero degli Acta eruditorum; la scelta della lingua latina esplicitava le ambizioni europee della pubblicazione e, non senza malizia, Leibniz vi aveva fatto pubbli¬care nel febbraio del 1682 un articolo sulla quadratura aritmetica del cer¬chio, argomento che era stato già motivo di attrito tra lui e i matematici della Royal Society.

Tra il 1683 e il 1687 Leibniz fornisce puntualmente contributi rilevanti alla rivista: i suoi saggi spazi ano dallo "sconto delle cambiali" (eserci¬tazione di matematica finanziaria sul valore dell'interesse) al calcolo dif¬ferenziale, senza trascurare la filosofia. Nel 1684 era apparso un artico-

l"j.!~~:, 'ffjl" .. ; Ilf il. l'Ula <'tllm dim\l;uth lli1lin;:t\1 pnr. ti, 1':.11: 1,1.,,1 ilhbtl. ".\I\l.n ,..thm ~•Ilri. JI~'Jl"In' Ga 11,WII,vllnl rlllllt,\" R ';,.l:'J:"iil,) M tJillll (':oL' "'lIllU' UHil1l1i 1\1" r,?Nl(l\ cll d'l~ ['wÙ~tll S;lICC;UI\ :nl (',l.rllintlm 111 t",,:)oo<). fOl.pO} '1:1."' tJCiil CtlIt,\ d~ ;aJ r'lkllt~:n. tUn\'~ :'~~OlHh \J.- ltùnm 'llllil'IIJC p..:J,l\\l " •• t';:A:jt ~'i!l" p. pllllm, et UI'•{lr •• nim :0 p~dUI~ j'lrf',lì\,c '!ìIt:"Jl: }60 11ll1\~t, !ìvt! l So <1..:.:..:ml'cdatl, l,dllllt O.l(\iU(lI, q~ \" i(iilt 1.1. l' ,\'lt< Il:\l~'I'II"lnJ~. ~11hI1I110:lrU' in rbl\ili~ r.:klll~'11Ì ~r. !I.l .. \ Ull\llh, Cni)l.llt llh il,ld .. \ ~"lì.;1 19' llh.' J51lQ \lè'Òlolllt?.:.h.... L.ttltudn ~\'f)lÌrltpllit'll Pvhimmii. 1\4, tl:rmilun ti. d~ n(:II'O, 'lil!dt~lltl\ N";~I~ Il:! O.\lIi3, /lù,"cn~ ~d~ l..,.n~ltl;;.:•"dlrl.ld" rMln 'luHù,l1.• P~Q:l" 111l}(:l:xao ml."'1\h~~ illtlltujlll •••• il"'l,!.l!' J ,\•t,l,:, C.pI:IIJt', Cf ~ (\crl;;"~. qtlOIIl~llI h;u, lY\llIlMQ ;l,tmllJml'; Cf !'I l~ti,Jh~.hl\l\Ill\1 lWl'lcUIo tlllmUI\~' rum, etGI1lul crrorelll 'lu.lùfllnti, ,Ltc~cre poC. (une, Colff1:ùilo (Iblo\'i'\•~t'uniLu~, pelI' t\h'1•t .• fi.'a •. ~ NUt;,I~' 11«, i\t lt"fut1:;ont'~\ Q~ pllii ibu1 ÌI\tcr lÌ!- (,wnplltMi1, '-'fe.1I• fur a!trJ tft, fer.t1IlJIl. nun Il!Jçn-arl, li dl'vJtiQ Poli colll'WI P.:kil\Cnli1 JhhUhlt \j)~ 5+' oJ/, 11'I-lllt.l jl11l 11)0';0 t(WP,)o re afl~(ml) n,,(,lt-l hlh~CllJ',in Cì,nnOl/f.1l1u Jil1~mJ, edì 1I0Il t'l)llilet, q\.libut ilkl o4I';r"Jlit)/llbI11 niNtIU" Obfi'!'\'w)\~i ilU~l'lt\)ril Ilm:Udll~ I.!ol'ta!ior ill1l»tlUdò Colle}l:ii :+0 ~ln['tllil Sillieі5, \'n~t' ("Il' I:lel'ltli" ptlli) s_ !itcundi~ nUllol'. Hlll""t l)(i.1lIl lllfh,.Il1Hllllmn CUltlW\.llOl'IIU", tllll' ,11tH r~hNf'\l~hllil, ltHdo '.lllni '71ft ad Ilfilin CGl,f1itUIIlIII,

~~~~I~~;~Jc:~~\1\~t;{:~:l:~~Il~i:;~:i ~~n, r;l~::~';: ~

cllrntliml-llll, ~

f 7+~~~J\~~; 1,1:~u~:•I'I~~à:~I~i7. J~~:;n~~t~,::I~~~:J~:

nlflt, 'lUi) mole p:trtÌ's ptJfl'HC, multll Vl~_l'tl- c~aiu-l't$, 1',11:-'('14 mtlltlfllu.11 ìnfinlll1Catìt ljih~, limem ìm~ i~ll!)QJ1it ~l, • cflhel~4-Q;tll1çColt: \'Ut l'ekL:\t l 14S. l\imWll dh.lI11 ffll\'

r,'ltrt-

t~1~1.ll1t qui ~11 o!lìcjo io Speeulll i\n~rlio rtglao CXCll• btnE, lucum in :lflnHl. Z"di~cJII rudiulculo n<.I~Jll1111t in gUII\1 I~ Piii:iltm !,u. !.Iot. ;;r, 'Z1i flcmrcillpeHorcl'e. 1';)(; l'oh $tdlli ,\ Ct ,... 1'rJu!ì!t deilldl' Lol1l~t4 loR"' :1.111' vJ<:lIlt Stdlit. ~e 11\1~!'Um Stullube i .• bs dl!fÌl1iull IUlll h.• b~r~lln:l't OliÒ\! non mulu u<: ciu, {~t11if4 «rt(l [tOUU.'l'llflt (drii Ultlln.ii \k~ tlbf'hIllU' d. '8, jon,

. Gntt:\ m~. .HlctUf St:h!;llihut Isn;ltiatliflj 'iunll ex IJltilllo l)rj~nti", ;l,l onl)nJ~1Il :1ubcll\b.l\\qu: AII~ooltli.;rtl fYllIIXll;lJ fu:!s ('11l1tiwJllt, Q.!.tf.,1 i!llì f~~~rUfl.t. "-\J11l (l'l:('. nll\i\j pl\!fhiU4 ttm, dni,l certé m,l\'lltimi triblltall~ IllQlhom\..I• \1.;:-1 p"Jdi,I~(tìlllui '~.\\nl\lllii r"lrìJli~ t;ktliJm .llulll.Arunt.
~~~~

:~ ~~ :j~~t~l~~~ ~~J;;Il~;:~~n~'~J;~lr::~~:, ~::;h~;

d~l~ yo!luwlf, ~a r<.! b\'l\I'ùJhllll '.UlÌlllllllli, tt 1I'\ publl':! ,',Un• rnOlb fI'1rahlln 1Ilis n!lenàlf. 1j\li fl\Uhl pr(>rill~ \llntll\ liQl\ 11<l!r«lt • b:mc ~ill$ illdol':ll) ti": alli' Irctllnimbut non• dUIlI fd\':bllllt,

::fO. VAN. TITlI. IN ACdl). IP'J'l7'l1IIERa.

P!:-y/. Prtf. OrJil!. th fldltriti f.vpttimmti L:.gJu.

ru"l' lnt'/fitWI rrllll(J, L"imlJlUr.tli/ilJlU;,!.l.

Sc~::: c~~l~':;~:~~:~;~l ~bi,~: i;::~J~l1J~Il:th~:-:\~~

lim<1- lìmp!ìd. 1")\".1 c:-1'1Ù': inlipljj rnlll\\t tlijll'1't't i,flcre. n'umu, Phiflbe r~ili~-,;t \-'lNJe t\l\lm ìureritur nW1,111,<:wnj fOlIilu!lOI'ì dcll.d~1) ~fll\iunthlm, 1,\;l\U ,òl'\I~ Ihtu~ cl,'~rica aqll.3o-iOl"" t'\)1lteill~~ ~Ultlmllll'rl\tUr. Q!IO jdp~"U\, «wn :l;lt~t;lIll~ml phi:h leoctUr, a!l.:ril4 amem dij;itCt i •. 11ltilh e~ filo -sut C'I: COfIduHt)r;: ~\'OC,ItUr, e!cH:idl.\' fXIIMI~fì ••• n" rorpor;~ rubiUflC\4f(lrt~'qt\c c-,eìwt. t\fIlptllb GJ)~fl~l1$ il1' Jlrumtnt\llll ho, d;\.ì C\ln{\l~vjt j ct ~lIoWIIWlhllù, fivo •

.•. ,

Due pagine di un numero dei Nova Acta Eruditorum del 1772. Gli Acta Eruditorum con¬tinuarono ad essere editi fino alla morte del figlio di Mencke, Johann Burckhardt, nel 1732; nel 1754, la pubblicazione riprese con la direzione di Karl Andreas Beli.

lo intitolato Meditationes de cognition, veritate et ideis, in cui inter¬veniva in una polemica sorta tra Arnauld e Malebranche sulla teoria della conoscenza suggerendo implicitamente il superamento - da parte di entrambi - di posizioni ancora troppo debitrici della gnoseo¬logia cartesiana.

Cartesio, o meglio il cartesianesimo, diventa il bersaglio preferito degli articoli leibniziani: il filosofo ne critica anche i fondamenti della fisica susci¬tando un vespaio che si esplicita in una serie di interventi suoi e del car¬tesiano Catelan sulle pagine della Nouvelles de la République des Lettres. Grazie agli Acta eruditorum, il nome di Leibniz esce dalla cerchia delle accademie scientifiche, tuttavia al successo della rivista fa riscon¬tro un fallimento: dopo sette anni, il duca Erst August ordina la chiu¬sura definitiva del progetto minerario nello Harz che gli era costato tante energie. Alla notizia, Leibniz scrive al duca che un giorno i funziona-

Cagnolino addormentato (tavola di Gerrit Dou, 1650 ca.l. Leibniz distingueva gli uomini dagli animali non tanto per la natura ma per la consapevolezza delle percezioni.

Natura morta con libro e mappamondo (tela di Gerrit Dou, 1635). Seguendo gli interessi poliedrici di Leibniz, gli Acta Eruditorum avevano molteplici filoni di ricerca.

ri delle miniere avrebbero riconosciuto l'utilità del suo progetto, pro¬babilmente senza immaginare che prima sarebbero passati almeno cent'anni. Le perlustrazioni e gli scavi nello Harz non erano stati comunque del tutto infruttuosi: Leibniz aveva raccolto un'infinità di informazioni sui minerali e sui fossili che, negli anni successivi, avreb¬be esposto nella Progeae, testo di mineralogia in cui si discettava argutamente sul fatto che, in tempi remoti, l'Harz - il cuore dell'Eu¬ropa - si trovasse ricoperto dal mare.

Il tramonto del progetto nello Harz è un brutto colpo per il filosofo, che sperava nella sua riuscita per ottenere fondi e finanziamenti per la causa della riunificazione delle chiese. Proseguendo nella corrispondenza con il vescovo Rojas, è infatti giunto alla conclusione che il principale moti-

Paesaggio italiano (tela di Christian Wilhelm Ernst Dietrich. XVIII secolo). Le ricerche condotte da Leibniz sulle origini della casa guelfa lo portarono a intraprendere un viaggio verso !'Italia tra il 1689 e il 1690.

vo di distacco tra cattolici e protestanti sia la mancata accettazione da parte di questi ultimi dei risultati del Concilio Tridentino; in realtà - sostiene Leibniz - era impossibile per i protestanti sostenere le conclusioni di un concilio cui gli esponenti della Riforma non avevano partecipato e, d'al¬tra parte, diversi cattolici, sulla scorta dell'episodio della circoncisione di Timoteo, hanno negato la validità di altri concili senza per questo esse¬re considerati eretici. La soluzione che prospetta è quella di un nuovo con¬cilio che veda la partecipazione di tutte le chiese cristiane: progetto dispendioso anche solo in termini di organizzazione preliminare, che tut¬tavia non trova l'opposizione pregiudiziale che ci si potrebbe aspettare. In realtà i liformati, come pure i cattolici, seppur in misura minore, sono ormai scissi in una miriade di posizioni: Leibniz se ne rendeva per¬fettamente conto e proprio per questo cercava una solida base finanzia¬ria per sostenere un progetto che si prospettava di lunghissima durata.

Ritratto di Gottfried Wilhelm Leibniz (tela anonima. inizio del XVIII secolo). Oltre agli interessi più prettamente scientifici o filosofici, Leibniz si interessò anche alla storia sulla scorta dell'importanza che questa aveva nella diplomazia europea.

Sfumato questo progetto - ma non completamente - Leibniz si trova impegnato in una nuova ricerca, anch'essa con implicazioni più che seco¬lari: la stesura di una storia del casato di Braunschweig. Al progetto di ricerca si è infatti sovrapposta la situazione politica: a quasi mezzo secolo dalla fine della Guerra dei Trent' Anni, l'assetto dei grandi elet¬tori è rimasto quello medievale: se però, originariamente, il contrasto era tra tre elettori ecclesiastici e cinque laici, adesso è tra tre elettori prote¬stanti e cinque cattolici. Da più voci si chiede la nomina di un nuovo elet¬tore, di parte protestante, per riequilibrare la dieta elettorale, e l'Han¬nover sembra possedere l'importanza politica ed economica per aspirare a un tale titolo; in più si trova in buoni rapporti con altri tre elettorati pro¬testanti - Brandeburgo, Palati nato e Sassonia - cui è legato da diverse unioni matrimoniali; ultima, in ordine di tempo, quella della figlia del duca, Sofia Carlotta (tra l'altro amica e confidente di Leibniz come la madre), con il duca Federico III.

Paesaggio (tela di Paul Brii, XVII secolo). Nel suo viaggio in Italia, Leibniz fece numerose deviazioni rispetto al percorso previsto per visitare la regione che era stata la culla della casa estense.

Chiesa di San Michele a Venezia (tela di Johan Richter, fine del XVII secolo). Durante il viaggio tra Vienna e Venezia, Leibniz scrisse un saggio sul moto dei pianeti descritto attraverso il calcolo infinitesimale, che sarebbe poi stato pubblicato negli Acta Eruditorum.

Negli anni precedenti, Leibniz aveva già redatto una memoria in cui sembrava riecheggiare il tono del "piano polacco": i Braunschweig¬Ltineburg costituivano la scelta "razionalmente" migliore, anche per¬ché l'Hannover - posto lungo il corso inferiore del Reno - era nella situazione geograficamente più propizia per contro bilanciare l' in¬fluenza francese sui tre elettorati ecclesiastici di Magonza, Colonia e Treviri. In più, argomento di non secondaria importanza nel XVII secolo, il casato possedeva un albero genealogico che arrivava a Carlo Magno. Ora che il progetto minerario non assorbe più parte delle energie del filosofo, le richieste del duca ErnstAugust di procedere con le ricerche si fanno più insistenti.

Leibniz scrive al duca che la genealogia è ormai una scienza e che per portare a termine il compito è necessario viaggiare attraverso la

San Pietro visto dal Prato dei Castelli (tela di Caspar van Wittel, fine del XVII secolo). In Italia, Leibniz visitò Venezia, Roma, Napoli e Modena, la città dove erano conservate le più importanti testimonianze scritte sugli Este.

Germania in modo da poter consultare le fonti più antiche; ottenu¬tone il consenso parte alla volta della Baviera, feudo originario della casata guelfa.

Dopo aver consultato la biblioteca di Monaco, nel monastero benedet¬tino di Augusta rintraccia una copia del codice Historia de Guelfis prin¬cipibus, dove l'identificazione della famiglia Braunschweig-Ltine¬burg con la denominazione di Estensem gli fornisce la prova della comune origine dei Braunschweig e degli Este. Del tutto inaspettata¬mente (o forse in modo fin troppo calcolato) Leibniz si trova nella necessità di proseguire le sue ricerche in Italia: lasciata Monaco si diri¬ge verso Vienna e, da qui, raggiunge Wiener Neustadt, il vescovato di Rojas y Spinola. Mentre l'Europa renana ripiombava in guerra con l'at¬tacco francese alle frontiere imperiali, Leibniz si prodiga ancora una volta per la riunificazione delle chiese, informando Sofia Carlotta di Brandeburgo di un parere favorevole a nuovi negoziati espresso a Rojas dal vescovo Bossuet.

Finalmente, nel febbraio del 1689, il filosofo varca le Alpi alla volta di Venezia.

In Italia, oltre a Venezia, Leibniz visita Roma, Napoli, Firenze e, natu¬ralmente, Modena. A Pisa viene a sapere da un monaco dell'esistenza di antiche tombe dei duchi d'Este nel monastero delle carmelitane di Van¬gadizza, tombe ormai dimenticate anche a Modena, e proprio in questo monastero rintraccia il sepolcro della contessa Kunigunde, prima moglie del duca Alberto Azzo d'Este, il cui figlio, Guelfo IV, sarebbe diventa¬to duca di Baviera nell'XI secolo. La tomba di Vangadizza dimostrava un'ascendenza quasi più antica di quella degli stessi Asburgo, coronan¬do con il più completo successo la missione "genealogica" leibniziana.

Nel 1693 , gli sforzi della diplomazia hannoveriana vengono ricompen¬sati e la Sassonia diventa il nono elettorato del Sacro Romano Impe¬ro. Ma l'ambiziosa corte di Hannover si trova presto a rincorrere un

Ingresso della Bibliotheca Augusta. Leibniz vi si recò spinto nuovamente dalle sue ricerche sulle origini della casata guelfa.

l'interno della Bibliotheca Augusta di Wolfenbiittel. La biblioteca voluta dal conte Augusto il giovane di Braunschweig-Luneburg possiede ancora oggi una delle più importanti collezioni tedesche di volumi antichi.

nuovo obiettivo: con la Gloriosa Rivoluzione del 1688, il trono ingle¬se è entrato in una difficile situazione dinastica che rende le prospet¬tive di successione estremamente nebulose. Nel 1689 il Bill oJ Rights emanato dal parlamento inglese aveva spostato la linea ereditaria dagli Stuart agli Orange, ma la morte senza eredi di Guglielmo III aveva ripor¬tato sul trono una Stuart, Anna, sorellastra della regina Maria. Nel 1701, con l'Act oJ Settlement, il parlamento si era premunito contro l'eventualità che un cattolico potesse nuovamente aspirare alla coro¬na inglese; dal momento che anche Anna sembrava destinata a rima¬nere senza eredi, il principe di Hannover Georg Ludwig, discendente da Giacomo I Stuart per parte di madre ma di solida fede protestante, pur non parlando una parola di inglese appariva come il più serio pre¬tendente al titolo di re di Inghilterra, Scozia e Irlanda.

Sembra poco probabile che que-

sta intricata questione araldica non abbia avuto parte nella dispu¬ta sulla priorità nella scoperta del calcolo differenziale che, in que¬gli stessi anni, avrebbe visto

opposti l'inglese Newton, appog¬giato in blocco dai matematici della Royal Society, e l'"hanno¬veri ano" Leibniz: in effetti, il

ruolo avuto da "terze parti" -

soprattutto sul fronte inglese -

nell'attizzare i toni della discus-

sione appare effettivamente vena-

to da un certo campanilismo, che

le idiosincrasie come la segre¬tezza o lo spirito di competizio¬ne, proprie della vita scientifica del Seicento (e non solo), avreb¬bero provveduto a rinfocolare. La vicenda aveva radici che risa-

/METHOD of FLUXIONS

" ')

ANO

--INFINITE SERIES;

B}• tite ls'C!::loTOk

Sir l S A A C N E W T O N, J{'.

Ltt~ Prtfident cf Wc Rep"! Socicty.

~OVDON~

l'fin:"j "y Ifl,'on" ' ••.. .,(lD. \ {,l -'\llJ&>~Jby)011,.. N"I'I::r, ';: Ù"l.; , ith.~r-,l"';>.&.'".

Frontespizio di un'edizione del 1736 del Metodo delle f/ussioni di Newton. Newton accusò Leibniz di avere plagiato i suoi lavori sulle flussioni per elaborare il calcolo differenziale.

prima, quando, in occasione dei due viaggi a Londra fatti da Leibniz duran¬te il suo soggiorno parigino, il filosofo tedesco aveva avuto modo di con¬frontarsi con i matematici della Royal Society (facendo un'impressione inizialmente non troppo favorevole) e di leggere un manoscritto conte¬nente gli appunti di Newton per la pubblicazione del Metodo sulleflus¬sioni, l'approccio newtoniano al calcolo differenziale.

Negli anni successivi, Newton - col tramite del tedesco Henry Oldenburg, segretario della Royal Society - aveva spedito due lettere in cui illustra¬va a Leibniz i propri progressi in campo matematico. In realtà, le lette¬re sembravano studiate per dare il minimo aiuto possibile allo sviluppo degli studi leibniziani, dal momento che esplicitavano solo i risultati e non i procedimenti per ottenerli; per di più, nella seconda, parte del contenuto era cifrato, quasi a rimarcare la paura del plagio da parte del professore di Cambridge.

Per la verità, Leibniz stava procedendo nella ricerca sul calcolo differen¬ziale in modo autonomo e, difatti, avrebbe pubblicato i propri risultati in un articolo apparso sugli Acta Eruditorum nel 1684. In esso non veniva

Ritratto di Newton in un'incisione settecentesca. La disputa sulla priorità nella definizione del calcolo infinitesimale scoppiò nellll, quando Newton era presidente della Royal Society già da otto anni.

fatta menzione del precedente newtoniano, anche perché vero¬sirrùlmente Leibniz aveva segui¬to una via autonoma, come testi¬monia anche l'uso di una terminologia e di una notazione - che poi sono le stesse utilizza¬te tuttora - diverse da quelle uti¬lizzate da Newton.

Questo non significa che Leib¬niz non considerasse Newton un matematico di prim'ordine; d'al¬tra parte, la stima che provava per Spinoza o Locke non gli aveva impedito di seguire strade decisamente diverse. Tuttavia, al principio del XVIII secolo il rap¬porto tra Leibniz e Newton si era definitivamente guastato, dappri-ma con la pubblicazione - nel 1704-dell'Opticks, nelle cui pro¬posizioni Leibniz aveva rintrac-

ciato (giustamente) una posizione pressoché "deista" che finiva per scon¬trarsi inevitabilmente con il sistema fisico-teologico che il tedesco stava mettendo a punto; in seguito, con l'esplicito attacco fatto dal matematico inglese Keills che, in un articolo apparso sulla pubblicazione periodica della Royal Society nel 1710, domandava perché Leibniz non avesse fatto men¬zione del lavoro di Newton, accusandolo praticamente di plagio.

Non si trattava di un' accusa nuova, anche se nei casi precedenti la Royal Society si era pubblicamente distaccata: nel 1710, invece, l'atmosfera era arroventata da una parte dalle prevenzioni di Leibnij': verso l' empirismo venato di deismo della scienza inglese, dall'altra dalla convinzione che Leibniz - in qualità di alto funzionario di corte - fosse alla base di alcu¬ne gaffe diplomatiche hannoveriane nella spinosa questione della succes¬sione. Nel 1711, Leibniz scrive alla Royal Society - di cui è presidente

Ritratto di Leibniz in un'incisione settecentesca. Più della priorità sul calcolo differenziale, Leibniz cercava di colpire l'intera costruzione astronomica newtoniana, le cui concezioni gli apparivano pericolosamente eterodosse.

Il castello di Charlottenburg a Berlino. La residenza venne costruita per Sofia Carlotta di Hannover, già protettrice di Leibniz, dopo che era andata in sposa all'elettore di Brandeburgo, Federico 111.

Ritratto di Bernoulli in un'incisione settecentesca. 1/ grande matematico svizzero venne coinvolto suo malgrado nella disputa sulla priorità nella scoperta del calcolo differenziale, e cercò - invano - di mantenere l'anonimato.

lo stesso Newton - chiedendo che gli venga riconosciuta la priorità nella scoperta del calcolo differenziale. Ne nasce una querelle che vede coin¬volte le migliori menti matematiche d'Europa e che, lungi dal concluder¬si dopo il (prevedi bile) giudizio della Royal Society a favore del proprio presidente, si protrarrà in modo del tutto gratuito anche dopo la morte dei due contendenti.

Nel 1696, il duca - ormai elettore - Ernst August muore, e gli succe¬de il figlio Georg Ludwig, sul cui capo sta per posarsi anche la coro¬na inglese. Il nuovo elettore non sembra avere una grande opinione di Leibniz: in una comunicazione con l'imperatore descrive Leibniz come una persona che inizia mille progetti senza terminarne nessuno.

Il riferimento è alla storia della casata guelfa di Braunschweig, che Leib¬niz ha più volte promesso e che, pressato da altri impegni, non ha mai terminato.

In effetti, seguire il filo degli interessi e delle attività di Leibniz è abba¬stanza difficile: consigliere di corte ad Hannover, ha poi ottenuto anche la direzione della biblioteca di Wolfenbuttel, voluta da un altro ramo della famiglia Braunschweig. È spesso a Berlino, dove ha una parte importan¬te nella nascita della locale Accademia delle Scienze, così come a Vien¬na, dove può contare sulla stima del Principe Eugenio. Si occupa di matematica, filosofia, linguistica e geologia, scrivendo regolari contri¬buti per gli Acta Eruditorum; dà alle stampe le due più complete espo¬sizioni del suo pensiero -la Teodicea e la Monadologia - e insegue, come sempre, il sogno della riunione delle chiese cristiane.

Eppure, negli anni che aprono il XVII secolo, Leibniz appare sem¬pre più isolato nel panorama europeo: nel momento in cui si con¬solidano le monarchie nazionali, l' "irenismo" leibniziano appare

Ingresso del palazzo del Belvedere a Vienna. 1/ palazzo, uno dei più interessanti esempi di architettura barocca in Austria, venne edificato come residenza suburbana del principe Eugenio di Savoia.

Statua del principe Eugenio di Savoia davanti al Palazzo Reale di Budapest. " principe Eugenio, feldmarescia/lo dell'impero asburgico, fu uno dei protettori di Leibniz durante le sue permanenze a Vienna.

Leibniz dedicherà al principe Eugenio i Principi della natura e della grazia; Eugenio era sicuramente l'uomo più importante della capitale asburgica dopo /'imperatore, e la magnificenza del suo palazzo doveva dimostrar/o.

ad occuparsi del volume sulla genealogia della famiglia che, coerentemente con il suo polie¬drico pensiero, ha pensato di arricchire con note sulla geolo¬gia e sulla demografia della

Sassonia.

Muore il 14 novembre del 1716, senza che nessuno della corte vada poi al funerale; in

tutta Europa, sarebbe stato commemorato solo dall' Accademia di Parigi. Poco prima di morire aveva rifiutato il conforto di un pastore luterano, affermando che, non avendo mai fatto del male a nessuno, dalla morte non aveva niente da temere.

.tìmn

e;ottfcie~ fJBiU'CflU ban ~ei6ni~

THEODICAEA,

IttfUCl) .b~ati'bluug;

mlit bie

Q;ùte uno <!3et'cc1)tigfcit ®.ottC6,

30 \1uiebung

~et' ro?enfc1)lid)en ~t'C1)9eit,

unb bd

Utfl'eungG beS mòfen I IU bettf)eibigtn; lJu~ hm ~ti1n,olif~m u~ttft~t,

~'Q bi,f<t Oritten 9lupa9' an bl.ltn Ortln brr&'ffll't. m'eblltinigeR

2tnmtte:l'ungtn U110 norbigm l\tgilfcrn. :Oun onnod) bcqgef~gt

~e~ feefigen .f)eccn Autoris 2ebcl15 ~ ~efd)t'eiblmg.

~:Ul;ln4>l)f.eX,

3u Iin~rn &'Q !)Ucal~l 'SlIrfl"! un~ eO~n6 ft~ Ifr&m. "7H-

Frontespizio di un'edizione del 1735 della Teodicea. Nei Saggi di Teodicea Leibniz esponeva le proprie opinioni sulla natura della religione.

irrimediabilmente sorpassato; in effetti, tanto a Berlino quan¬to a Vienna la fama che anco¬ra circonda il suo nome è lega¬ta alla volontà dei rispettivi sovrani di servirsi del suo pen¬siero a fini smaccatamente pro¬pagandistici. Non stupisce che, nel 1715, quando la corte sas¬sone si trasferisce a Londra al seguito di Georg Ludwig ¬diventato re Giorgio I - Leib¬niz sia lasciato ad Hannover

irrimediabilmente sorpassato; in effetti, tanto a Berlino quan¬to a Vienna la fama che anco¬ra circonda il suo nome è lega¬ta alla volontà dei rispettivi sovrani di servirsi del suo pen¬siero a fini

smaccatamente pro¬pagandistici. Non stupisce che, nel 1715, quando la corte sas¬sone si trasferisce a Londra al seguito di Georg Ludwig ¬diventato re Giorgio I - Leib¬niz sia lasciato ad Hannover ad occuparsi del volume sulla genealogia della famiglia che, coerentemente con il suo polie-drico pensiero, ha pensato di arricchire con note sulla geolo¬gia e sulla demografia della

Sassonia.

Muore il 14 novembre del 1716, senza che nessuno della corte vada poi al funerale; in

tutta Europa, sarebbe stato commemorato solo dal I ' Accademia di Parigi. Poco prima di morire aveva rifiutato il conforto di un pastore luterano, affermando che, non avendo mai fatto del male a nessuno, dalla morte non aveva niente da temere.

J;mn

Gottfcieb ~iU,clln uon ~ei6ni~

THEODICAEA,

I trfu C{) tJ6van"blung;

tmì(tic

Q;ùte unb (!;md)tigfeit ®Otte5,

3n ~l1i(bung

~er ro?enfd)lid)en ~ret)~eit,

uub bt~

tlrfprungs brS 18òfen I IU uert~libjgen; UUI ~(m \Jtlloliofjf~tn u~t'titotl

~/9 ti/f.r O/imn 'lIu~.g/ Gn bltltn Ort'n b/r&/ffm.

mebBt(llillm •.

2(nmerd'un!ltn UI10 nòt!)igtn :l\fgilfcrn, XWRl1nnDlj) btlJA€fÙllt

~e~ feeligen .f)eccn Autorìs feben5 ~ ~efd)reibung.

~:unn4>vìtl{,

Su ~nbtn &19 micolal ~òrfler5 unbe"~n6 f,L ~r&m, • 735•

Frontespizio di un'edizione del 1735 della Teodicea. Nei Saggi di Teodicea Leibniz esponeva le proprie opinioni sulla natura della religione.

4

Leibniz, vita, pensiero, opere scelte

Da pagg. 340 a pagg. 353

LIBRO TERZO DELLE PAROLE

§ l. F. - Dio, avendo fatto l'uomo perché fosse creatura socievole, non soltanto gl'inspirò il desiderio e lo mise nella necessità di vive¬re con le creature della sua specie, ma gli diede anche la facoltà del linguaggio, che doveva essere il grande instrumento e il vincolo comune di questa società. Di là vennero le parole che servono a rap¬presentare, ed eziandio a dichiarare le idee.

T. - Son contento di sentire che non condividete l'opinione di Hob¬bes; il quale non ammetteva che l'uomo fosse stato fatto per la vita sociale, pensando che vi si ridusse soltanto astretto dal bisogno e dalla malvagità del suo simile. Intanto, egli non rifletteva che anche gli uomini migliori e mondi d'ogni malvagità si dovrebbero unire per meglio conseguire i loro fini; a quel modo che gli uccelli si aduna¬no per viaggiar meglio; e così i castori, a centinaia, per costruire gran¬di dighe, che, in pochi, non potrebbero costruire; dighe che son loro necessarie a reggere serbatoi d'acqua o piccoli laghi, nei quali poi costruiscono le loro capanne, e pescano i pesci, per loro nutrimen¬to. È questo il fondamento della società fra gli animali che son fatti per la vita in comune, e non già la paura reciproca, che fra gli ani¬mali quasi non esiste.

F. - Benissimo; ed è a maggior incremento di questa società che l'uo¬mo ha da natura organi foggiati in modo da esser capaci a formare quei suoni articolati, che chiamiamo parole.

T. - Quanto agli organi, le scimmie, apparentemente, ne hanno di capaci come i nostri a formare la parola, di cui, per altro, fra esse non si trova il minimo principio. Bisogna dunque che manchi loro qual¬cosa invisibile. Non solo, ma si deve riflettere che sarebbe possibi¬le parlare, cioè a dire farsi intendere per mezzo dei suoni della bocca, senza formare suoni articolati, servendosi dei toni musicali; ma per inventare un linguaggio di toni occorrerebbe molta più arte, mentre quello delle parole ha potuto esser formato e a poco a poco perfezionato da persone indotte. Vi sono, per altro, popoli, come i Cinesi, che per mezzo di toni ed accenti moltiplicano le loro paro¬le, le quali sono in picciol numero. Per questo Goliol, famoso mate¬matico e gran conoscitore di lingue, poté pensare che la loro lingua fosse artificiale, cioè a dire costruita tutta insieme da un qualche dotto, per stabilire rapporti di parole fra nazioni differenti che abitavano il grande territorio che chiamiamo Cina, benché questa lingua potreb¬be oggimai trovarsi alterata dal lungo uso.

§ 2. F. - Come gli orango-outang, ed altre scimmie, hanno gli orga¬ni, senza poter formare le parole, si può dire che i pappagalli e alcu¬ni altri uccelli hanno le parole senza aver linguaggio; si può infatti insegnare a questi uccelli ed a parecchi altri a formare suoni assai chia¬ri, e ciò nonostante, essi non sono in nessun modo capaci di linguag¬gio. Non vi ha che l'uomo che sia in condizione di servirsi di que¬sti suoni come segni di concezioni interiori, affinché, così esse possan essere fatte conoscere agli altri.

T. - Credo, infatti, che, senza il desiderio di farci capire, non avrem¬mo mai formato il linguaggio; ma, una volta formato, esso serve ali 'uomo anche per ragionar seco stesso, tanto perché le parole gli dànno modo di rammentare i pensieri astratti, quanto per l'utile che ragionando si ricava dal servirsi di segni e di pensieri impliciti2, giac¬che troppo ci vorrebbe a spiegar tutto, e sostituir sempre ai termini le definizioni.

§ 3. F. - Siccome, tuttavia, il moltiplicarsi delle parole ne avrebbe confuso l'uso, se fosse stato necessario un nome a sé per ogni cosa particolare, così il linguaggio è stato perfezionato anche mercé l'im¬piego di termini generali, presi ad esprimere idee generali.

T. - I termini generali non soltanto giovano al perfezionamento delle lingue, ma sono necessari alla loro stessa costituzione. Se infatti per cose particolari s'intendono le cose individuali, sarebbe impossibile parlare, se si avessero soltanto nomi propri e nessun appel¬lativo, cioè a dire, soltanto nomi per gl'individui: infatti, ad ogni

passo, ne ricorrono di nuovi, allorché si tratta di individui, acciden¬ti e, particolarmente, azioni, che sono ciò che maggiormente càpita di significare; che se poi per cose particolari s'intendono le specie più basse (species infima), oltre ad essere sovente difficile determi¬narle, è chiaro che esse son già universali fondati sulla comparazio¬ne. E allora, non trattandosi se non di una comparazione più ò meno estesa, secondo si parla di generi o di specie, vien naturale indicare ogni sorta di tali comparazioni e avvicinamenti, adoperando a ciò ter¬mini generali di ogni grado; essendo stati sovente i più generali, come meno ricchi riguardo alle idee od essenze che contengono, sebbene più comprensivi riguardo agli individui cui convengono, i più faci¬li a formarsi, e riuscendo i più utili. Vedrete così che i bambini, e colo¬ro che conoscon poco la lingua che vogliono parlare o la materia di cui parlano, si servon di termini generali come cosa, pianta, anima¬le, invece di adoperare i termini proprii che fan loro difetto. Ed è certo che tutti i nomi propri i o individuali furono originariamente appel¬lativi o generali.

§ 4. F. - Vi sono anche parole che gli uomini adoperano non a signi¬ficare qualche idea, sibbene l'assenza o il difetto d'una determina¬ta idea, come nulla, ignoranza, sterilità.

T. - Non so perchè non potrebbe dirsi che vi sono idee privative, a quel modo che vi sono verità negative, giacchi l'atto del negare è posi¬tivo. Accennai già a qualcosa di questo.

§ 5. F. -Senza discutere di ciò, ci sarà più utile, per accostarci un po' meglio all'origine di tutte le nostre idee e conoscenze, osservare come le parole che si adoperano a formare ragionamenti e nozioni del tutto remoti dall'esperienza sensibile, traggon la loro origine dalle idee sensibili, donde sono trasportate a significati più astratti.

T. - Egli è che i nostri bisogni ci hanno obbligati a lasciar l'ordine natu¬rale delle idee, il quale ordine sarebbe comune agli angeli ed agli uomi¬ni, e a tutte le intelligenze in generale, e dovrebbe esser seguito da noi, quando rinunziassimo ai nostri bisogni pratici; che hanno reso neces¬sario attenersi a quell'ordine, che le occasioni e gli accidenti, cui la nostra specie è sottoposta, ci fornirono, il quale non dà l'origine delle idee, ma, per così dire, la storia delle nostre scoperte.

F. - Perfettamente; ed è l'analisi delle parole che può insegnarci, per mezzo dei nomi stessi, questo legame, che l'analisi delle idee non potrebbe rivelarci, per la ragione che avete arrecata. Così le parole seguenti: immaginare, comprendere, attaccarsi, concepire, instilla¬re, disgustare, disaccordo, tranquillità, ecc., son tutte prese da ope¬razioni delle cose sensibili e applicate a determinati modi del pen¬siero. La parola spirito, nel suo primo significato, è il soffio, e la parola angelo significa messaggiero. D'onde possiamo congetturare che sorta di idee avessero coloro che parlarono per primi quelle lingue, e come la natura suggerì inopinatamente agli uomini l'origine e il prin¬cipio di tutte le loro conoscenze appunto per mezzo dei nomi.

T. - Vi feci già osservare che nel Credo degli Ottentotti fu indicato lo Spirito Santo per mezzo di una parola che, presso di essi, rappre¬senta un vento favorevole e dolce. È lo stesso per la maggior parte delle altre parole, per quanto non lo si avverta sempre, essendo, molto spesso, le vere etimologie perdute. Un certo olandese, poco rispettoso della religione, aveva approfittato di questa verità (che i termini di teologia, di morale e di metafisica sono originariamente tratti da cose sensibili) per mettere in ridicolo la teologia e la fede cristiana, in un dizionarietto fiammingo, nel quale egli dava di que¬sti termini definizioni o spiegazioni, non come l'uso richiede, ma quali sembravano esser richieste dal valore delle parole, interpretate mali¬gnamente; d'altronde, egli aveva dato anche altri segni di empietà, per ciò, si dice, fu punito nel Raspel-huyss. Ma, frattanto, giova riflettere su questa analogia delle cose sensibili e insensibili, che ha pur servito di fondamento ai tropi; ed aiuterà a comprenderla il meditare sopra un esempio molto frequente, qual è quello dell'uso delle preposizioni, come a, con, da, davanti, in, fuori, per (par), per (pour), su, verso, le quali son prese tutte dal luogo, dalla distanza e dal movimento, e poi trasportate ad ogni sorta di mutazioni, ordini, serie, differenze, rapporti. A significa avvicinamento, come quando, per esempio, dico: lo vado a Roma. Siccome per altro, per attacca¬re una cosa la si avvicina a quella cui vogliamo unirla, è venuto di dire che una cosa è attaccata a un'altra. E, di più, siccome v'ha una sorta di legame immateriale, per dir così, allorché una cosa ne segue un'altra, per ragioni morali, diciamo che ciò che si conforma alle incli¬nazioni e alle volontà di qualcuno, appartiene a questo qualcuno, o ne dipende, come se fosse legato a questa persona, per andar dietro a lei, o con lei. Un corpo è con un altro allorché essi si trovano in un medesimo luogo; ma si dice, anche, che una cosa è con quella che accade nel suo stesso tempo, nello stesso ordine o parte di ordine, o che concorre ad uno stesso effetto. Quando si torna di (de) qualche luogo, il luogo è stato nostro obbietto per le sensazioni che ci ha for¬nite, ed è ancora l'obbietto della nostra memoria, che ne è tutta occupata; da ciò viene che l'obbietto è significato per mezzo della preposizione di (de), come quando si dice: si tratta di quello, si parla di quello (il s'agit de cela, on parle de cela), quasi ne tornas¬simo. Ed a quel modo che ciò che è chiuso in qualche luogo od in qualche tutto, vi sta o ne è tolto insieme a lui, gli accidenti son con-siderati come dentro al soggetto: sunt in subiecto, inhaerent subiec¬to. Anche la particella su viene applicata all'obbietto; e, così, si dice che siamo su questo argomento, press'a poco come un operaio è sul legno o sulla pietra che egli taglia e lavora; e poiché questi rap¬porti sono estremamente variabili e non dipendono da principii determinati, ne consegue che le lingue diversificano grandemente nel¬l'uso di queste particelle e casi, retti da preposizioni, o nei quali esse si trovano sottintese e contenute virtualmente.

§ l. F. - Tuttavia, le parole essendo adoprate dagli uomini per segni delle loro idee, si può chieder, prima di tutto, in qual modo queste parole furon determinate a ciò; e si riconosce che non è già perché fra certi suoni articolati e certe idee v'abbia qualche connessione natu¬rale (giacché, in tal caso, non vi sarebbe che una lingua sola tra gli uomini), sibbene per una instituzione arbitraria, in virtù della quale una certa parola fu presa deliberatamente per segno d'una certa idea.

T. - So che, nelle scuole e dovunque, si suoi dire che i significati delle parole sono arbitrari (ex instituto), ed è infatti vero che essi non furo¬no affatto determinati da una necessità naturale; essi lo furono, per altro, e da ragioni naturali, nelle quali partecipa in qualche modo il caso, e da ragioni morali, nelle quali entra la scelta. E forse esisto¬no lingue artificiali, tutte di scelta e totalmente arbitrarie, come si crede la Cinese; o come quelle di Giorgio Dalgarn03 e del fu Wilkins, vescovo di Chester4. Ma le lingue, che sappiamo essere state tratte da lingue note, sono di scelta e, insieme, mescolate di ciò che v'ha della natura e del caso nelle lingue ch'esse presuppongono. È così delle lingue foggiate dai malfattori per non esser capiti che da quel¬li della loro banda; in tedesco dette rothwelsch, in italiano gergo, in francese narquois; e da essi, di solito, formate sulle lingue loro note, sia mutando, per mezzo di metafore, il significato corrente delle parole, sia componendo o derivando a modo loro nuove parole. Si for¬mano anche lingue speciali dalle relazioni dei diversi popoli, sia mischiandosi indifferentemente lingue che hanno analogie, sia, e questo accade più spesso, prendendone una come base, storpiando¬la, alterandola, mischiandola e corrompendola, negligendo e perver¬tendo le sue leggi, ed anche innestandovi parole estranee. La lingua franca, che serve nel traffico del Mediterraneo, è formata dall'italia¬na, senza nessun riguardo a regole grammaticali. Un domenicano armeno, col quale fui in relazione a Parigi, s'era fatto, o forse l'ave¬va imparata da' suoi connazionali, una specie di lingua franca, trat¬ta dal latino, che mi parve assai chiara, benché non vi fossero né casi, né tempi, né altre fiessioni; ed egli, che vi s'era impratichito, la parlava facilmente. Il padre Labbé5, gesuita francese, molto dotto, famoso per opere numerose, ha composto una lingua, tenendo il latino per base, più facile e di minor complessità del nostro latino, sebbene più regolare della lingua franca. Egli ne tratta in un libro spe¬ciale. Quanto poi alle lingue nate da gran tempo, non ve ne sono quasi che oggi non siano grandemente mutate. E ciò si fa palese, confron¬tandole con gli antichi testi e coi monumenti che ne rimangono. Il francese antico s'accostava principalmente al provenzale e all' italia¬no; e, così pure, può vedersi quali fossero il tedesco antico e il fran-

cese, o, piuttosto, il romano (detto un tempo lingua romana rustica) nel nono secolo dopo Cristo, dalle formule di giuramento dei figli del¬l'imperatore Luigi il Buono, conservateci da Nithard loro congiun¬to. Francese così antico o così antico italiano o spagnuolo non si tro¬vano in nessun documento. Quanto al teotisco o tedesco antico, v'é anche il Vangelo d'Otfried, monaco di Weissemburg, di questo mede¬simo tempo, pubblicato dal Flacio, e che Schilter6 intendeva ripub-blicare. Ed i Sassoni emigrati nella Gran Brettagna ci hanno lascia¬to libri ancor più antichi; così alcune versioni o parafrasi del principio della Genesi e di qualche altra parte della Storia Sacra, fatte da un Caedmon, che anche Beda menziona. Ma il libro più antico, non sol¬tanto delle lingue germaniche, sì di tutte le lingue d'Europa, eccet¬tuate la greca e la latina, è il Vangelo dei Goti del Ponto Eusino, noto sotto il nome di Codex argenteus, scritto in caratteri tutti particola¬ri, che fu trovato nell 'antico monastero dei Benedettini di Werden in Vestfalia e fu portato in Svezia, dove lo si custodisce, ed a ragione, con tanto scrupolo, come a Firenze l'originale delle Pàndette; ben¬ché quella versione sia stata fatta ad uso dei Goti orientali, e in un dialetto assai discosto dal Germanico scandinavo; pure credendosi, con qualche fondamento, i Goti del Ponto Eusino provenire origina¬riamente dalla Scandinavia o almeno dal Baltico. Ora la lingua o dia¬letto di questi Goti antichi è diversissima dalla lingua tedesca d'og¬gi, per quanto il fondo sia lo stesso. L'antico Gallico era ancor più differente, a giudicar dalla lingua che s'accosta maggiormente al Gal¬lico vero, la lingua cioè del paese di Galles, di Cornovaglia, e il basso bretone; ma l'irlandese differisce ancora più, e ci mostra le tracce di una lingua britannica, gallica e germanica ancor più antica. Queste lingue, per altro, provengon tutte da una stessa radice, e posson esser considerate come modificazioni d'una stessa lingua, che potreb¬be esser chiamata celtica. Gli antichi infatti, chiamavano Celti tanto i Germani quanto i Galli. Ma, risalendo ancora, a spiegarsi le origi¬ni del celtico, come del latino e del greco, che hanno molte radici in comune colle lingue germaniche o celtiche, si può congetturare che ciò dipenda dall'origine comune di tutti questi popoli, discesi dagli Sciti venuti dal Mar Nero, che passarono il Danubio e la Vistola, e

dei quali una parte potrebbe esser scesa in Grecia, e l'altra avere occu¬pato la Germania e le Gallie; il che non è se non una continuazione dell'ipotesi che fa provenire gli Europei dall' Asia. Il sarmatico (sup¬posto che sia lo schiavone), per metà almeno, è d'origine tedesca o comune col tedesco. Qualcosa di simile si trova anche nel finnico, che era la lingua degli antichissimi

Scandinavi, prima che i popoli germanici, cioè a dire i Danesi, gli Svedesi e i Norvegesi, occupas¬sero il territorio migliore, lungo il mare; ma il linguaggio dei Finno¬ni, al nord-est del nostro continente, e comune anche ai Lapponi, è diffuso dall 'oceano germanico, o, meglio norvegese, più verso il Mar Caspio (benché interrotto dai popoli Schiavoni che si san cacciati in mezzo), ed ha relazione con l'ungherese, venuto dai paesi che pre¬sentemente, in parte, sono sotto i Moscoviti. La lingua tartara, che ha riempito il nord-est dell' Asia dei suoi dialetti, sembra essere stata la lingua degli Unni e dei Cumani, e lo è degli Usbecchi o Tur¬chi, dei Calmucchi, dei Mugalli. Ora, tutte queste lingue della Sci¬zia hanno molte radici in comùne fra loro e con le nostre; e così nel¬l'arabo (sotto il quale devono esser compresi l'ebraico, l'antica lingua panica, la lingua caldea, la siriaca e l'etiopica degli Abissi¬ni) ve ne hanno tanto numerose e di rassomiglianza tanto eloquen¬te, da non potersi attribuire al solo caso, o ali 'effetto degli scambi i soltanto, sibbene, piuttosto, alle emigrazioni dei popoli. Onde, in tutto ciò nulla vi ha che contrasti ed, anzi, in qualche modo, non secondi l'opinione della comune origine di tutte le nazioni, e d'una lingua radi¬cale primitiva. Se l'ebreo o l'arabo vi si accostano maggiormente, essa si è pure profondamente alterata; ma il tedesco sembra aver maggior-mente conservato del naturale e, per parlare colle parole di Jacopo Bohme, dell'adamico; ché, se avessimo poi la lingua primitiva nella sua purezza, o conservata in modo da esser riconoscibile, bisogne¬rebbe vi si rivelassero le ragioni delle connessioni, sia fisiche, sia d'una instituzione arbitraria, saggia e degna del primo autore. Ma, supposto che le nostre lingue siano derivate quanto al fondo, esse hanno sempre in se stesse qualcosa di primitivo, derivato loro da paro¬le radicali e da nuove radicali, formatesi successivamente per caso, ma in base a ragioni fisiche. Le parole, che significavano voci di ani-

mali, o ne sono state tratte direttamente, ce ne dànno esempii. Così, appunto, il latino coaxare, detto dei ranocchi, che ha relazione col couaquen a quaken tedesco. Sembra ora, che il canto delle rane sia radice primordiale di altre parole tedesche. Infatti, in quanto questi animali fanno molto rumore, questa stessa voce si applica oggi ai discorsi prolissi e sconclusionati, detti quakeler, in diminutivo; ma, un tempo, la voce quaken forse indicava, senza nessuna intenzione ironica, ogni suono fatto colla bocca, non esclusa la parola. E, sic¬come questi rumori animaleschi san testimonianza di vita, e per mezzo di essi si conosce, avanti d'aver bisogno di vedere, la presen¬za di qualcosa di vivo, ne è venuto che quek, in tedesco antico, significa vita o vivente, come si può vedere nei testi più vecchi; men¬tre ne restano tracce anche nella lingua moderna, dove quecksilber è argento vivo, ed erquicken significa confortare, ristorare o ricrea¬re dopo un deliquio od una grande fatica. Si chiamano altresì qua¬ken, nel basso tedesco, certe erbacce, vive per dir così e correnti, come si dice in tedesco, che si diffondono e si propagano facilmente nei campi, a danno del grano; e in inglese quickly vuoi dire celeremen¬te, vivacemente. Può dirsi, così, che, riguardo a queste parole, la lin¬gua tedesca dev'essere considerata come primitiva, gli antichi non avendo certo avuto bisogno di prendere altrove una voce che è l'imi-tazione di quella dei ranocchi. E per molte altre voci si verifica lo stes¬so. Sembra, infatti, che per istinto gli antichi Germani, i Celti, e gli altri popoli della stessa famiglia, abbiano adoperata la R ad esprime¬re un moto veemente, ed un rumore analogo a quello di essa conso¬nante. Ciò si osserva in 'pÉOl, (jluo) rinnen, riiren (jluere), rutir (jlu¬xio), Rhin, Rhone, Rour (Rhenus, Rodanus, Eridanus, Rura), rauben (rapere, ravir), Radt (rota), radere (raser), rauschen (parola che si traduce difficilmente, ed esprime il rumore delle foglie e degli albe¬ri mossi dal vento o da qualche animale, e, altresì, il rumore di uno strascico); rekken (stendere violentemente), donde reichen (arriva¬re) e rick, (lungo bastone o pertica che serve ad attaccare qualche cosa, in quella sorta di Platdiitsch o Basso Sassone parlato presso Brun¬swick); ed altresì rige, reihe, regula, regere, detto d'una lunghezza od un tratto diritto; e reck, a significare una cosa o persona grande

e lunga, e specialmente un gigante, e poi un uomo ricco e potente, come si vede nel reich dei tedeschi e nel riche o ricco dei neo-lati¬ni. In spagnuolo, ricos hombres significa i nobili o i primati, il che mostra in pari tempo come le metafore, le sineddoche e le metoni¬mie hanno trasportato le parole da un significato all'altro, senza che si possa sempre seguire la traccia dei loro mutamenti. Quel suono e quel moto veemente si notano, nell'istessa guisa, in riss (rot¬tura), con cui il latino rumpo il greco 'pTl'YVUf.lt, il francese arracher e l'italiano straccio, hanno analogia. Ora, come la lettera R esprime per natura un moto veemente, la lettera L ne indica uno più dolce. Così vediamo che i bambini e tutti coloro cui la R riesce troppo dura e trop¬po difficile a pronunziare, la sostituiscono con la L, dicendo così, per esempio: il mio levelendo padle. Questo movimento dolce si nota in leben (vivere), laben (confortare, ristorare), lind, lenis, lentus (lento) lieben (amare), lauffen (scorrere rapidamente, come acqua corrente), labi (scorrere: Labitur uncta vadis abies), legen (posare delicatamen¬te) donde liegen (giacere), lage o laye (letto di pietre), lay-stein (pietra da lastrico, ardesia), lego, ich lese (raccolgo ciò che si è deposto - il contrario di porre?, laub (foglia, ed ogni cosa che si può muovere facilmente; cui si riattaccano anche lap, liel, lenken); luo, À,uw (salvo), leien, in basso sassone (dissolversi, struggersi come neve), donde la Leine, fiume dell'Hannover, prende il suo nome; giac¬ché, venendo da paesi montuosi, cresce considerevolmente allo struggersi delle nevi; senza parlare d'una infinità d'altre voci simi¬li, le quali provano esservi nell'origine delle parole qualcosa di naturale, che indica una relazione fra le cose e i suoni ed i movimen¬ti degli organi vocali. E così, per le ragioni anzidette, la L, unita ai nomi, concorre a formarne il diminutivo presso i latini, i neo-latini ed i tedeschi del settentrione. Non bisogna, per altro, pretendere che queste ragioni si possano sempre rilevare, giacché il leone, la lince, il lupo non son davvero dolci. Ma per questi ultimi può esse¬re sia stata considerata un'altra qualità, e cioè la velocità (lauf) che li fa temibili, o che obbliga alla corsa, quasi che alcuno, vedendo un animale di questa specie gridi agli altri: lauf (fuggite!); senza con¬siderare, d'altro canto, che la maggior parte delle parole, per molte-

plici accidenti e cambiamenti, son profondamente modificate e allon¬tanate dalla lor pronuncia e dal loro significato originario.

F. - Un esempio ancora lo farebbe più chiaro.

T. - Ed eccone uno assai evidente, e che ne contiene parecchi altri. Possiamo prendere ìa parola (oeil) e le sue affini. Per dimostrarvi bene la cosa mi rifarò un po' da lontano. A (la prima lettera), seguita da una piccola aspirazione, forma ah; il quale, quando A ed H non sono molto forti, essendo un'emissione d'aria con un suono assai distinto dapprima, che poi svanisce, esprime naturalmente un picco¬lo soffio (spiritum lenem). Da ciò son venuti 0.0, aer, aura, haugh, halare, haleine, o.1:J.wç, athem, odem (tedesco). Ma, poiché anche l'ac¬qua è un fluido, ed ha un rumore, è seguito, a quanto pare, che ah, reso più materiale per mezzo del raddoppiamento, e cioè, diventato aha od ahha, ha significato acqua. I Teutoni e gli altri Celti, per meglio denotare il movimento, hanno prefisso il loro w ad entrambi; e s'è avuto wehen, wind (vento) a indicare il movimento dell'aria; e waten, vadum, water il movimento dell'acqua o nell'acqua. Gli Islandesi, che conservano qualcosa dell'antico teutonismo scandinavo, hanno diminuita l'àspirazione dicendo aa; altri, invece, l'hanno aumenta¬ta in aken (intendendo Aix, Aquas grani), e così i Latini in acqua e i Tedeschi in ach, in determinate voci: come nei composti, quali Schwartzach, acqua nera; Biberach, acqua dei Castori. In luogo di Wiser o Weser, si trovava Wiseraha negli antichi titoli, e Wiserach presso gli antichi abitanti; e i Latini ne fecero Visurgis, a quel modo che d'Her, Herach fecero Hargus. Di aqua, aigues, auue i France¬si hanno fatto infine eau, che pronunziano 00, dove non resta più nulla d'originario. Auwe, auge, presso i Tedeschi, significa presentemen¬te un luogo irriguo, adatto alla pastura, locus irriguus, pascuus, ma più particolarmente isola, come nel nome del monastero di Reiche¬nau (Augia dives), e in molti altri. E ciò deve essere avvenuto pres¬so gran parte delle popolazioni teutoniche e celtiche, poiché da esse tutto ciò che è come isolato in una sorta di piano, ha preso nome auge od ouge, oculus. Così han nome, presso i Tedeschi, i dischi d'olio che galleggiano sull'acqua; e presso gli Spagnuoli 0)0 significa un foro. Ma auge, ooge, oculus, occhio, ecc., san detti di preferenza partico-

larmente dell'occhio, foro luminoso nel volto; e, senza dubbio, anche il francese oeil ne deriva; ma non se ne può affatto rintracciare l'ori¬gine a meno che non si segua la connessione che ho tracciata; ugual¬mente sembra che OflflU ed Oljltç, in greco, vengano dalla stessa fonte. O E od O Eland è un'isola presso i Settentrionali, e qualche somiglianza si trova nell 'ebraico, dove Ai è un 'isola. Bochart8 crede che i Fenici avessero tratta dall'ebraico questa voce, e l'avessero data al mare Egeo, pieno d'isole. Augere, augmentation, viene ugual¬mente da auue o auge, cioè a dire effusione d'acque; a quel modo che nel sassone antico ooken, auken significava aumentare, ed Augustus, nome dell'imperatore, si traduceva con Ooker. Nel Brunswick, il fiume che discende dalle montagne di Hartz, ed è, in conseguenza, soggetto a rapidi crescimenti, è chiamato Ocker, e, anticamente, Ouacra. Osservo, a questo punto, che i nomi di fiumi, venendoci di solito dalla più remota antichità conosciuta, testimoniano nel miglior modo delle antiche lingue e degli antichi abitanti, e meriterebbero per questo uno studio speciale. E generalmente parlando, le lingue, essendo i più antichi monumenti dei popoli, prima delle scritture e delle arti, ne fanno conoscer meglio d'ogni altra cosa l'origine, le parentele, le migrazioni. Per ciò, etimologie ben fatte sarebbero interessanti ed importanti; ma bisognerebbe riunirvi le lingue di molti popoli, e non far troppi salti fra nazioni molto lontane, senza avere solide prove, giacche la garanzia principale è appunto la rela¬zione reciproca presso i diversi popoli, e in generale, poi, non dar nes¬sun peso alle etimologie non confermate da indizi numerosi; agire diversamente è goropiser.

F. - Goropiser! e che cosa vuoI dire?

T. - Le etimologie bizzarre e spesso ridicole di Goropio Becano9, dotto medico del XVI secolo, sono venute in proverbio, per quanto egli non avesse poi molto torto sostenendo che la lingua germanica, ch'egli chia¬ma cimbrica, ha altrettante e forse più tracce di qualcosa di primitivo dello stesso ebraico. Mi rammento, così, che il fu signor ClauberglO, eccellente filosofo, pubblicò un piccolo saggio sulle origini della lin¬gua germanica, bastante a farci dolere della perdita di ciò ch'egli pro¬metteva su questo argomento. Anch'io ci ho un po' meditato attorno;

e avevo, inoltre, indotto il signor Gerardo Meier11, teologo di Brema, a lavorarvi, com'egli fece; ma la morte l 'ha interrotto. Spero, tuttavia, che il pubblico potrà un giorno trarre profitto da questi lavori, come da quelli del signor Sehilter, giureconsulto famoso a Straburgo, del pari morto recentemente. Ma questo almeno è sicuro, che la lingua e le anti¬chità teutoniche entrano nella maggior parte degli studi intorno alle ori¬gini, ai costumi ed alle antichità europee. Desidererei perciò che altri dotti facessero altrettanto per le lingue vallona, biscaglina, slavonica, finnica, turca, persiana, armena, della Georgia, ed altre ancora, a meglio rilevarne l'armonia, che, come ho detto già, illuminerebbe singolarmente l'origine delle nazioni.

§ 2. F - Quest'idea e importante; ma e ormai tempo di lasciare il mate¬riale delle parole e tornare al formale, cioè a dire al significato comune alle diverse lingue. Ora, in primo luogo, mi concederete che quando un uomo parla ad un altro, son le sue proprie idee ch'egli vuoi significare, non potendo applicar le parole a cose che non conosce. E, sino a tanto ch'egli non abbia se non idee di qualità e origine sua peculiare, non potrà, suppolTe ch'esse siano conformi alla qualità delle cose od alle concezioni d'un altro.

T. - È pur vero che, ben più spesso, si cerca manifestare quel che gli altri pensano, piuttosto che ciò che pensiamo noi in proprio; come accade pur troppo ai laici, la cui fede non è spontanea ma ricevuta. Riconosco, tuttavia, che, per quanto sordo e privo di coscienza sia il pensiero, s'intende sempre qualcosa in generale, e, almeno, si bada a disporre le parole secondo l'uso degli altri, contentandosi di credere che, al bisogno, si potrebbe impararne il significato. Così, qualche volta, siamo i turcimanni dei pensieri, o i portatori della paro¬la altrui, a quel modo che lo sarebbe una lettera; e, forse, anche siamo tali più spesso che non si creda.

§ 3. F. - Avete ragione di notare che, per quanto si possa essere idio¬ti, s'intende sempre qualcosa, all'ingrosso. Un bambino, che non ha osservato, in ciò ch'egli sente chiamare oro, se non un colore giallo lucente, dà il nome di oro a questo stesso colore, quando lo vede sulla coda del pavone; altri aggiungeranno, invece, la grande pesantezza, la fusibilità, la malleabilità.

T. - È vero; tuttavia, spesso, l'idea che abbiamo dell'oggetto di cui si parla, e ancor più generale dell 'idea di questo bambino; ed io credo benissimo che un cieco possa parlar convenevolmente dei colori e fare un'orazione in lode della luce, ch'egli non conosce ma avendone imparati gli effetti e le caratteristiche.

§ 4. F. - Questo che dite è verissimo. Accade spesso che gli uomini badino più alle parole che alle cose; e, avendo imparata la maggior parte di queste parole prima di conoscer le idee corrispondenti, non soltanto da fanciulli, ma anche 'uomini fatti, spesso parlino come pap¬pagalli. § 5. Tuttavia gli uomini, di solito, intendono esprimere i pro¬pri pensieri e, di più, attribuiscono alle parole una relazione segre¬ta colle idee altrui e colle cose. Infatti, se colui col quale discorriamo applicasse le parole a idee differenti dalle nostre, ciò equivarrebbe a parlare due lingue; per quanto sia vero che non ci si ferma troppo a esaminar quali sieno le idee degli altri, e si ritiene l'idea propria come quella che dall'uso e dai dotti del paese è attribuita alla paro¬la corrispondente. § 6. E ciò ha luogo particolarmente riguardo alle idee semplici ed ai modi; ma, quanto alle sostanze, si crede specifi¬camente che le parole esprimano la realtà stessa delle cose.

T. - Le sostanze ed i modi son ugualmente rappresentati dalle idee; e le cose, del pari che le idee, nell'un caso e nell'altro sono indica¬te dalle parole. Così, io non ci veggo gran differenza, se non che le idee delle cose sostanziali e delle qualità sensibili son più fisse. Del resto, accade talvolta che le nostre idee e i nostri pensieri sien la mate¬ria dei nostri discorsi, e costituiscan la cosa stessa che si vuole esprimere, partecipando le idee riflesse, più che non si crede, a quel¬le delle cose. Altre volte, pure, si parla delle parole materialmente, senza poter precisamente in quel luogo sostituire alla parola il signi¬ficato, o la relazione alle idee o alle cose; e ciò accade non soltanto quando si parla da grammatici, ma anche da scrittori di dizionario, porgendo cioè la spiegazione d'una voce.

5

Umberto Bartocci, Rocco Vittorio Macri: Il linguaggio della matematica in EPISTEME n. 5 Porzi editoriali Perugia (2002) pag 168-178

Il linguaggio della matematica

"E hai tu mai pensato che l'essenza della musica non è nei suoni?" domandò il dottor mistico. "Essa è nel silenzio che precede i suoni e nel silenzio che li segue. Il ritmo appare e vive in questi intervalli di silenzio. Ogni suono e ogni accordo svegliano nel silenzio che li precede e che li segue una voce che non può essere udita se non dal nostro spirito. Il ritmo è il cuore della musica. ma i suoi battiti non sono uditi se non durante la pausa dei suoni."

Quando si pensa oggi ad un libro di matematica si immagina un testo che si differenzia da tutti gli altri per almeno due caratteristiche. Il con/enll/O, naturalmente, visto che non ci si aspetta ad esempio che esso tratti dei problemi dell'integrazione degli immigrati, o della guelTa del Peloponneso; ma anche la forma, dal momento che le sue pagine vengono concepite piene più di formule, di espressioni simboliche, che non di parole appartenenti al linguaggio ordinario. Il significato nascosto in quei fogli resterà sempre quindi incomprensibile, anche in prima istanza, a meno che non si sia dei "matematici", ovvero delle persone abituate a decrittare quel codice citì-ato, ad estrarne un senso. Un libro per iniziati, dunque, o se si preferisce usare un termine meno esotico, per esperti, che sono diventati tali dopo un lungo speciale addestramento.

Se le considerazioni precedenti h3lmo un certo fondamento. che vale del resto in qualche misura per tutti i testi specialistici, in realtà la situazione non è stata sempre questa. femla restando la discriminante sui contenuti, è senz'altro più diftìcile comprendere una pagina di un moderno libro di matematica che non diciamo una degli Elementi di Euclidel. Come dire che la simbolizzazione, senza la quale appare oggi impossibile esprimere qualunque fenomeno matematico. non è sempre stata caratteristica precipua di questa disciplina. Il passaggio da una matematica retorica ad una simbolica è il punto di arrivo di un lungo processo di trasformazione, che ha consentito a questa particolare' branca della conoscenza di fare gli straordinari progressi che sono a tutti ben noti. La ragione di fondo di questo successo consiste probabilmente nel fàtto che il nostro cervello appare più capace di manipolare automaticamente delle espressioni, che non di concepire lunghe catene dimostrative, .quali quelle che ci venivano tàlle imparare - quasi a memoria - nei primi anni del liceo, quando si trattava dei criteri di uguaglianza dei triangoli, o di qualche altro teorema riguardante la cosiddetta geomerria euclidea (che assai meglio sarebbe dire in/Iliriva, per evitare una serie di equivoci che non è qui il caso di discutere2). Si può ritenere addirittura che una delle cause del declino della matematica antica, oltre a quelle di solito prese in considerazione (quali le invasioni barbariche e la conseguente crisi socio-economica della civiltà greco-romana, o la contrapposizione ideologica tra la cultura "pagana" ed il cristianesimo, dopo l'editto di Costantino), sia costituita proprio da questo mancato passaggio: come dire che quella matematica aveva ormai raggiunto il massimo possibile consentito dai mezzi che impiegava. e che più di così non era possibile tàre, d'onde J'inarrestabile decadenza.

Si può aggiungere che ancora oggi esistono delle "verità" matematiche riguardanti ad esempio la geometria che è agevole raggiungere per via algebrica (anali/ica), ma che resistono ad ogni tentativo di dimostrazione per via geometrica (o, come si dice anche, sin/etica). Natmalmente, una dimostrazione conseguita per via analitica ci garantisce

senz'altro della validità di una atTennazione, ma spesso non ci dà informazioni adeguate sul suo profondo "perché", ed è questa circostanza che spinge spesso i geometri a cercare anche dimostrazioni sintetiche quando pure già siano in possesso di dimostrazioni analitiche, ma, come dicevamo, non sempre con successo.

Scontati quindi tutti gli apprezzamenti trionfalistici relativi a tale situazione di fatto. preferiamo piuttosto occuparci in queste poche pagine di alcuni degli aspetti più in ombra. e quindi anche più pericolosi, dell'attuale assetto della matematica, e del ruolo privilegiato che essa riveste nell'attuale complesso panorama delle scienze.

Il primo aspetto paradossale dell'uso sistematico di un linguaggio iniziatico nella matematica consiste nella circostanza che questa ha al contrario la (giusta) pretesa di essere una descrizione universale di alcuni fondamentali meccanismi di tùnzionamento dell'intelletto umano, che rischiano cosi di essere otTuscati anziché chiariti. Su questa strada si muove Galile03, quando cerca di spiegare la teoria delle proporzioni di Euclide (fondamentale per l'editicazione del comune concetto di misura). dopo aver anmlesso sinceramente e modestamente di essere restato "involto con la mente nella [stessa] caligine" (la stessa dei suoi interlocutori) allorché si era messo a studiare il V Libro degli Elementi: "Per dare una ditinizione delle suddette grandezze proporzionali [...] dovremmo prendere una delle loro passioni, ma però la più tàcile di tutte e quella per appunto che si stimi la più intelligibile anca dal volgo nOli introdo{fo lIelle matematiche" (il corsivo è nostro).

Si tratta qui non soltanto di quei meccanismi che riguardano la percezione dello spazio(Geometria-Continuo) e del tempo (Aritmetica-Discreto), che Kant eresse a forme trascendentali della ragione pura, ma anche della semplice capacità del ragionare, o meglio dell'esprimere con il linguaggio, allo scopo di comunicazione interpersonale. i frutti del proprio ragionamento, mettendo insieme catene sensate di proposizioni, e costruendone di nuove con sillogismi4•

"E quantunque io qui sia per dire molte cose intorno alle figure e ai numeri, perché esempi tanto evidenti e tanto cel1i non si possono prendere da nessun'altra disciplina, chiunque tuttavia avrà attentamente considerato il mio intendimento. facilmente vedrà che qui niente ho pensato di meno che alla matematica comune, ma che espongo una cert'altra disciplina, di cui quelle cose sono involucro piuttosto che parti. Tale disciplina infatti deve contenere i prillli rudimenti della ragione umana. e deve estendersi alle verità che si possono trar fuori da qualsiasi soggetto; e. a dirla apertamente. io son persuaso che essa sia più importante di ogni altra cognizione a noi data umanamente. essendo quella che è fonte di tutte le altre". Così Cat•tesio descriveva nelle sue Regu/ae ad direclionem ingenii (Regola quarta) quella "logica primordiale", da lui definita "matematica universale", nascosta tra le pieghe (a mo' di "conoscenza tacita", per usare un'espressione orlllai famosa di Michael Polanyi) di qualunque formula o discorso scientitico-tilosofico'. Una matematica cioè che trascende come "meta¬matematica" quella usuale, della quale quest'ultima, impregnata della prima, assume o assorbe i contorni semantici. Ogni sapienza, per quanto antica. continua un po' più avanti il filosofo francese, non può farne a meno, essa è come l'anima per il corpo: "Ma pensando in seguito donde pertanto venisse che un tempo i primi autori della filosofia non volessero ammettere allo studio della sapienza alcuno che non avesse conoscenze di matematica, quasi che questa disciplina sembrasse più facile di ogni altra e massimamente necessaria per ammaestrare e preparare la mente alla conquista di altre scienze più importanti. ben mi accorsi che essi conoscevano una specie di matematica molto diversa da quella comune ai nostri tempi".

Ma c'è un altro pericolo insito nella prassi matematica moderna, oltre a quello di rischiare di oscurare con un linguaggio citì"ato quanto, essendo ai primordi stessi del pensiero, dovrebbe viceversa essere reso chiarissimo: ed è di abbandonare addirittura, con le sue attuali

presentazioni assiomatiche, e con l'enfasi posta sulla forma (le regole deduttive), anziché su una sostam:a (il problema della cosiddetta natura degli enti matematici) quella rete semantica primordiale, o "mathesis divina", che è tutt'uno con l'intuizione, intesa nel doppio ruolo di sorgente dei concetti e di controllo del progresso della conoscenzi. Allontanarsene troppo, in forza della convinzione che una fondazione intuitiva sa troppo di antropocentrism07• scava un baratro sempre più profondo tra semplici fruitori ed addetti ai lavori. i quali sono incappati del resto sempre più frequentemente a livello dei fondamenti. cei-cando nuove vie non più illuminate dall'intuizione primordiale, in quei "nonsense" della teoria degli insiemi che pennettono di constatare candidamente a Paul Davies, a proposito del rappo110 tra concetto di infinito e intuizione, che: "le proprietà degli insiemi (o collezioni) infiniti contraddicono sovente la nostra intuizione". e che "d'altra parte il senso comune può generare dei nonsense". Tuttavia. dal momento che l'uso e il funzionamento "operativo" di tali proprietà sono sembrati coerenti ed efficaci, la paura di questo mostro è stata esorcizzata, e i matematici possono "tàl' uso dell'intìnito senza paura, sempre che si attengano fedelmente alle regole, per strane che possano apparire"g. Lo stesso Hilbert, uno dei padri fondatori della matematica del XX secolo. ci rende edotti esplicitamente del perché sia necessario restare attaccati al livello formale del ragionamento matematico, nel timore di poter smarrire la via tra quei nonsense: "L'infinito [...] non si trova mai realizzato. Esso non è presente nella natura, né è ammissibile come fondamento del nostro pensiero razionale [...] L'infinito essendo proprio la negazione di uno stato che vige dovunque. è un'astrazione spaventosa eseguibile soltanto con l'uso consapevole

 inconsapevole del metodo assiomatico,,9.

Una specie di ricettario dunque, una manipolazione di simboli formali come nel famoso esempio della "stanza cinese" di 101m SearlelO• senza criptotipi I I, o semantica nascosta. L'edificio - o meglio, il castello - dell'infinito eretto da Cantor. quel "paradiso da cui nessuno potrà scacciarci" -

come si espresse ancora David Hilbert[12] - ha sollevato così il suo ponte levatoio, rimanendo inattaccabile da eventuali intrusi 13.

La logica aristotelica sembra totalmente abbattuta. così come tutti i tentativi fatti da miriadi di empiristi e razionalisti, per i quali l'infinito non è una realtà ma un ordine della ragione (ad es. David Hume. Ti•eatise. l, IV). di cui Kant farà un'idea trascendentale. con le note antinomie (Prolegomeni). La matematica resta sonU11ersa da un formalismo che dovrebbe sal varia dalle contraddizioni implicite - a parere di alcuni! - nel senso comune; da un funzionalismo che funge da arida lintà alle radici del moderno pensiero scientifico, nel suo rifiuto di ogni sorta di ontologia. Si pensi, per esempio, alla convenzionalità operativista delle strutture matematiche in riferimento allo spazio quadridimensionale relativistico. il famoso "spazio-tempo" di Einstein e Minkowski, in cui la variabile tempo, "(", figura col coefficiente immaginario "i", che non ha alcuna possibilità di un'interpretazione 'reale'.

Di fronte a certe situazioni, è necessario tenere in mente che il successo non è sempre indice di verità oggettiva'4, e che "un matematico può arrivare a manipolare degli oggetti che hanno un significato. Ma se non è pJenamente cosciente del modo in cui, storicamente, questi oggetti sono stati introdotti, rischia facilmente di conU11ettere degli errori" 15. Si aggiunga. a questo, che: "Quando una scienza si è saldamente costituita, gli specialisti di quella scienza dimenticano il passato del loro proprio sapere. Soggiacciono tutti ad una stessa illusione: pensano che la loro specialità sia esistita da sempre. Questa è un'illusione tipica e fondamentale per la quale Giambattista Vico ha anche coniato un nome. Si tratta della 'boria dei dotti ... i quali, ciò ch'essi salUlO, vogliono che sia antico quanto il mondo' ,,16.

Veniamo adesso ad un altro impol1ante aspetto del "linguaggio della matematica" che non si può passare in secondo piano, strettamente legato com'è al prestigio - nel senso moderno. e quindi pratico. del termine, e non già speculativo. come nella teoresi antica - che questa

disciplina si è costruita negli ultimi secoli, da quando essa è stata individuata come strumento di elezione dell'indagine quantitativa sul mondo naturale, consentendoci di esercitare su di esso un dominio senza precedenti nella storia[17]. Oggi non c'è corso di laurea che voglia fregiarsi dell'appellativo di "scientifico" in quale non abbia nei primi anni qualche insegnamento di matematica (anche solo finalizzato a fornire elementi di probabilità e statistica, o di informatica), come se un pur epidermico contatto con il frecldo rigore di questa disciplina potesse distinguere quel corso di studi da quelli umanistici, e garantisse alla materia pal1icolare di cui tratta il carattere oggettivo e prestigioso appunto della "scienza". Come dire, nell'ottica peculiare del nostro tema, che il ricorso ad un po' di simboli e di fOlll1ule matematiche ha l'effetto di assicurare a chi ne fa uso una considerazione speciale, ed agli argomenti rafforzati dall'introduzione di quel linguaggio un maggiore tòndamento di validità nei confronti di altri incapaci di un tale sfoggio.

E si noti che i rischi di cui si parla non si incontrano soltanto nell'ambito delle indagini della fìsica o delle altre scienze naturali: accade oggi ad esempio che sofisticati modelli matematici guidino il mondo dell'economia. laddove si può invece ragionevolmente supporre. con il noto economista

Geminello Alvi. che la matematica in economia non sia a volte altro che "un espediente retorico per giustificare le scelte del potere". In verità, infatti. la matematica può essere assimilata al cappello di un prestigiatore. da cui non può uscire nulla che non vi sia stato inserito - ma di nascosto, lontano dagli occhi del pubblico - sin dall'inizio. Trovare un modello matematico che possa giustitìcare ordine o disordine. continuità o discontinuità. o quant'altro si desideri. non è impresa impossibile per un esperto, ma ecco che la semplice esibizione di quel modello anziché di un altro, in un regime di monopolio degli indirizzi economici e culturali, rischia di conferire all'idea che si vuole veicolare un'autorevolezza che deriva in realtà soltanto dalla veste in cui è espressa. e non dal suo contenuto. Strano che la saggezza popolare sappia bene che "l'abito non fa il monaco". ma che in questi casi non si accorga dell'attualità del vecchio adagio'

Siffatta concezione ha naturalmente radici antiche, da quando dicevamo la matematica è stata considerata agli albori della rivoluzione scientifica l'unico elemento di oggettività e di certezza sui quali potesse contare l'essere umano nel suo difficile canul1ino sul sentiero di una conoscenza e di un progresso svincolati da ogni fondamento metatìsico. Già Copemico. tra i primissimi esponenti della rivoluzione in parola, ebbe a sottolineare il carattere privilegiato della matematica. e dei matematici, con il celebre ammonimento: Mathemata mathematici.l' scribul1lur. contenuto nelle prime pagine della sua opera fondamentale del 154318, con la quale iniziava il crollo della concezione aristotelico-tolemaica nella quale la cultura europea aveva fin allora inquadrato tutta la storia dell'uomo e del cosmo. Ma l'astronomo polacco era stato preceduto su questa strada addirittura da un Principe di Santa Romana Chiesa. quel Nicola Krebs - nativo di Cues, e noto appunto con l'appellativo di Cusano - che aveva enunciato il pensiero secondo il quale: Nihil certi habellllls il1 nostra sciellfia nisi nostrall1 mathematica1l1, facendo così piazza pulita. con poche parole. tanto di ogni riferimento ad una forma di "coscienza", quanto ad un'eventuale "rivelazione" 19.

Non c'è dubbio che proprio da qui prende origine la considerazione di cui la matematica gode ai nostri tempi. dall'essere cioè diventata indispensabile in ogni indagine naturale. considerata del resto quale l'unica investigazione possibile per l'essere umano. Agli inizi del '600 Galileo Galilei, considerato a ragione uno dei padri fondatori della fisica moderna, poteva riferirsi all'uso della matematica nella fisica con le seguenti parole: "La tilosotìa è scritta in questo grandissimo libro, che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua e conoscere i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica. e i caratteri sono triangoli, cerchi ed altre figure geometriche. senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola". Né è un caso che una delle opere che più hanno impregnato di sé lo spirito di questi ultimi secoli si intitolasse appunto Philosophiae Na/llralis Principia A1arhelllalica. Con queste parole Isaac Newton limita il campo della sua indagine 'filosofica' (ma da allora anche quella

di tutti gli altri che avessero condiviso la stessa valutazione) alla filosofia naturale, vale a dire alla tìsica, mentre è curioso osservare che la specitìcazione finale sulla veste matematica dei suoi

Principi viene evidenziata nel titolo di un'edizione olandese del libro (Amsterdam, 1723) con un carattere di formato molto più grande di quello usato per le altre tre parole del titol02o.

Sembra diftìcile negare del resto che, dopo il successo della fisica newtoniana, il puro "involucro" matematico esercitò un fascino e un potere stordente mai avuti in precedenza: "La cultura occidentale è caratterizzata da una sorta di mito della matematica, dalla fede, forse dovuta a Pitagora, in una sua virtù esplicativa e quasi trascendente. A molte persone, descrivere in termini matematici una struttura sintattica o delle relazioni di parentela sembra già una 'spiegazione' sufficiente,,"l.

Il peso autorevole che un linguaggio complesso e quasi iniziatico come quello della matematica possiede, provoca anche sugli esponenti della stessa comunità scientifica quasi una sorta di stato ipnotico, di arrendevolezza, o perlomeno di affievolimento della vigile "ragione cartesiana", con il rischio che in celie teorie fisiche di oggi sia la sola forma matematica che riveste la teoria ad essere ragione suftìciente di apprezzamento: "The habit has developed of assuming that a physical theory is necessarily sound if its mathematics is impeccable: the question of whether there is anything in nature corresponding to that impeccable mathematics is not regarded as a question, it is taken l'or granted"n.

Per riprendere la bella immagine di Galileo dianzi citata, se è vero che la matematica sta alla ricerca fisica come una sOli a di linguaggio con il quale esprimere le relazioni tra esperienza ed esperienza, non bisogna dimenticare però che un linguaggio: "is just as capable of expressing false ideas as true ones. The fact, therefore, that something can be expressed with rigorous mathematical exactitude tells you nothing at all about its tmth, i.e. about its relation to nature, or to what we can experience"n.

Ma tale rapporto di natura 'viziosa' tra fisica e matematica si chiude anche nell'altra direzione, fondando la persuasione in molti uomini di scienza che se una teoria fisica non è espressa in una sotìsticata forma matematica allora non ha alcun valore. E' questa la ragione del giudizio oggi generalmente negativo sulla fisica di Cartesio, esposta ad esempio nei suoi Principia Philosophiae, a cui la dianzi menzionata opera di Newton fà riferimento implicito sin dal titolo, con i due qualificativi 'colTettivi' la cui funzione è stata già analizzata. Oggi pochi rimpiangono la filosofia naturale di Cartesio, che potremmo dire quali/aliva (ma non con allusione ad eventuali "qualità occulte", che anche Cartesio bandiva dalle proprie considerazioni!), in contrapposizione alla fisica quantitativa newtoniana, che fornisce ad esempio una descrizione matematica della gravitazione, ma nessuna possibile spiegazione delle sue cause. Essa ha origine nella materia?, o nello spazio circostante?, e come può trasmettersi da un corpo ad un altro? Newton si rendeva ben conto che la mancata risposta a tali interrogativi rendeva molto meno apprezzabile il suo studio, ma l'Hypotheses non jìngo, con il quale esprimeva la propria rassegnazione per l'insuccesso seguito a molti infi'uttuosi tentativi, è stato assunto quasi a grido di esultanza ed a simbolo di fede epistemologica per tutti coloro che lo hanno seguito sulla stessa strada. "Descalies, con i suoi vOliici e i suoi atomi uncinati, spiegava tutto e non calcolava nulla: Newton con la legge di gravitazione in 1/1'" calcolava tutto e non spiegava nulla (...] Non sono aftàtto convinto che il nostro intelletto possa accontentarsi di un universo retto da uno schema matematico coerente, privo però di contenuto intuitivo", con queste parole il matematico René Thom, il creatore della cosiddetta "teoria delle catastrofi", esprime tra i pochissimi la sua simpatia per il punto di vista caI1esian02~, relegato oggi nel dimenticatoio delle idee sconfitte, ma unica risorsa per una fisica che voglia tornare ad essere comprensibile.

E' bene chiarire a questo punto che la fisica modema, dopo l'affermazione del punto di vista new10niano, è stata per di più contaminata quasi irreversibilmente dalla "tensione al fantastico" e dall'"anti-intuitività" che Teoria della Relatività25 e Meccanica Quantistica hanno inoculato nel suo corpo dall'inizio di questo secolo. E' diventata tàmosa ad esempio la risposta che dava Niels 80hr a quanti gli esponevano nuove idee sulla risoluzione dei tanti enigmi

della teoria dei quanti: "La sua teoria, caro signore, è folle, ma non lo è abbastanza per essere vera,,26. E' stata l'affellllazione di queste teorie, in larga misura dovuta proprio all'influenza di matematici27, a dare risalto a parti della matematica che altrimenti sarebbero state perlomeno circondate da qualche perplessità sul loro effettivo valore. Arrivando a mettere in dubbio lo stesso concetto di causalità28, la tìsica subliminalmente innescava la possibilità che la stessa logica fosse relativa, e chiamava quindi la matematica ad inventarne tante quante fossero necessarie funzionalmente!29 E si noti che l'enfasi posta sul "funziona" è quanto meno poco convincente, dal momento che la pura funzionalità, quando è tOJ1emente collegata con operazionismo e convenzionalismo. perde la "universalità" che dovrebbe avere. Heisenberg stesso. uno dei padri tondatori della nuova meccanica del microcosmo, dove non ha senso parlare di relazioni di causa ed effetto, e la concezione stessa di realtà si disperde fino a diventare quasi un ectoplasma evanescente, rimane fermo sulla sua teoria "tì.ll1zionale", pur sapendo che "qualsiasi teoria che cerchi di rispondere contemporaneamente alle esigenze della relatività speciale e della teoria dei quanta pOl1erà a delle inconsistenze matematiche,,3o. E ancora, si eS0l1a: "La risposta pratica a questo problema è 'chiudi gli occhi e calcola'. La meccanica quantistica, rotrà anche essere difficile da interpretare, ma non si può negare che funzioni molto bene"J . In realtà, è più plausibile pensare invece che: "Un tìsico di chiara fama come Boltzmann poteva ancora dire ingenuamente che 'la dimostrazione che le nostre teorie sono giuste è data dal tàtto che le macchine da noi costruite secondo queste teorie funzionano'. Questo resta tuttora valido per le formule e i calcoli matematici con l'aiuto dei quali le macchine vengono costruite, ma per i concetti e i modelli di particelle elementari, onde, campi di forza ecc. questo non è più altrettanto certo,,32.

Giunti ormai al termine di questo breve discorso. val torse la pena di sottolineare esplicitamente che si è cercato di approtìttare dell'occasione per segnalare alcune delle difficoltà (anche d'immagine) in cui si dibatte l'impresa scientifica verso la tìne del secondo millennio, piuttosto che proporre il solito discorso apologetico ad /lSIIfI1 delphil7i, votato di solito a cercare di persuadere il pubblico della convenienza di continuare a finanziare generosamente i vari programmi di ricerca teorici e sperimentali. Nel cercare di analizzare alcuni dei possibili rischi di ogni linguaggio iniziatico, e quindi di ogni organizzazione di casta, siamo stati ispirati da una volontà sincera di favoJire un'ulteliore evoluzione dell'umana conoscenza, senza ritiutare a priori come infondate. o motivate da un irrazionalistico ed anacronistico senso di rivalsa nei confronti della supremazia della scienza, le attuali voci contro una possibile forma di arroganza e dittatura della categoria degli scienziati}}, i timori contro forme di tecnocrazia senza scrupoli, dimentiche di principi etici irrinunciabili. Si è spesso parlato di una sorta di "democrazia naturale" che reggerebbe le dinamiche della comunità scientifica, ma se ci sono dubbi che sarebbe più appropriato parlare di un'oligarchia (e il problema è se si tratti di un'oligarchia democratica o non piuttosto aristocratica), ecco che fugare tali dubbi diventa uno delle imprese più impegnative ed irrimandabili nelle quali dovrebbe impegnarsi la nostra cultura, pena davvero in caso contrario un possibile rifiuto della scienza da parte della società civile, ed il rifugio in poco auspicabili nuove tendenze queste sì iITazionalistiche.

Per quanto riguarda il tema particolare di questo saggio, un altro rischio da evitare è che l'estrema complessità del linguaggio matematico, necessario per descrivere compiutamente le ricerche attuali. porti ad una sorta di fiducia nell'altro più che in noi stessi. ad una specie di delega in bianco ai cosiddetti "esperti", nella convinzione che quanto non si è capito sia dovuto ad un inadeguato e insufficiente numero di neuroni a nostra disposizione; una sO/1a di "epistemologia della rassegnazione,,3~ di cui sono preda non solo tanti studenti. ma anche tanti docenti35. Questo timore viene suggellato poi "dall'angusta specializzazione•e dalla fede

oscurantistica nella speciale abilità dell'esperto e nella sua conoscenza e autorità personale; fède, questa, che tanto bene si adatta alla nostra età 'postrazionalistica' e 'postcritica', orgogliosamente il~~egnata nella distruzione della filosofia razionalistica e dello stesso pensiero razionale") .

Sofisticati modelli matematici hanno assunto la guida ormai non solo nel momento della creazione di moclelli fisici (si pensi ad esempio alle tanto propagandate quanto inverosimili teorie cosmologiche), ma addirittura durante il relativo processo ermeneutico, restituendo splendore a Pitagora e all'affermazione del suo discepolo Filolao: "Senza il numero non sarebbe possibile pensare né conoscere alcunché,,37. Nuove tecniche matematiche e algoritmi ipercomplessi vengono elaborati di continuo, e la loro estensione a macchia d'olio in tutte le moderne teorie scientifiche è ilTefrenabile, ma forse non del tutto necessaria38. "La geometria n011 euclidea e l'algebra non commutati va, che erano un tempo considerate pure esibizioni della mente e passatempi per i logici, si sono ora mostrate assolutamente necessarie per la descrizione dei fatti generali del mondo fisico"39. Riteniamo invece che nel momento in cui la ricerca scientifica si allontana di molto dalla sua fonte empirica ed intuiti va, diventando formalisticamente una continua prova di coerenza interna o di- contenuti estetici, rimane veramente un mistero il contatto a priori, è il caso di dirlo, quasi in modo cieco, che le nostre teorie hanno, o dovrebbero avere, con la realtà; a volte, ci sembra, dando quasi l'impressione di una ridondanza di efficacia. Un ulteriore pericolo è poi che, nell'applicare "la matematica come forza razionalizzatrice diretta,,40 durante la spiegazione dei fenomeni fisici, la si spinga lungo la linea che offre minor resistenza, portando ad utilizzare gli ultimi e più in voga modelli matematici - belli e pronti all'uso - senza preoccuparsi troppo se per far quadrare i conti sia infine necessario "alTotondare" ogni spigolo e frastagliatura di una realtà sperimentale apparentemente inclomabile.

Forse, tutto il problema sta nell'aver dimenticato l'es0l1azione di Misone, uno dei Sette Sapienti di oltre due millenni e mezzo fa, ricordato da Platone insieme a Talete:

"Indaga le parole a partire dalle cose, e non le cose a partire dalle parole"

I Una delle vette più alte della matematica greca, composto intorno al 300 A.c. ad Alessandria, e rimasto nei secoli come esempio paradigmatico di cosa è, e come si fa, la matematica.

" Se certamente la geometria intuitiva è quella che studiò Euclide, non è detto viceversa che il modo con cui il geometra alessandrino affrontò tale studio sia l'unico possibile, o il più conveniente (vedi anche la successiva Nota 3) .

.1 Nel Principio di giornata aggiunta (Giornata quinta) contenuto nella sua ultima opera: Discorsi e Dimostra::ioni matematiche intorno a due nuove S'cienze. Galileo mostra ancora una volta il suo coraggio e la sua indipendenza di pensiero, criticando addirittura Euclide (vedi anche la precedente Nota 2), dopo essersi già messo in rivalità con Aristotele e Tolomeo.

4 Oggi, con analogia informatica entrata a far parte del linguaggio comune, parleremmo del software di base, o sistema operativo, del cervello, la cui rete neuronale andrebbe allora intesa come semplice hardware.

5 E ad una "mathesis universalis" si riferisce anche qualche decennio più tardi Leibniz, che la descrive sostanzialmente dua/isla nel suo fondamento: "Mathesis universalis est scientia de quantitate in universum ... seu de ratione aestimandi". Qui quantità e misura si riferiscono ai due pilastri fondato l'i della matematica tradizionale, ovvero, come abbiamo già detto, Aritmetica e Geometria.

6 Il matematico G. Frege, che pure ne era stato agli inizi conquistato, si riferi a questa moderna tendenza della filosofia della matematica come al frutto di un Morbus mathemalicorl/m recens.

7 A questo proposito non va dimenticato né che l'anti-antropocentrismo sembra una delle caratteristiche costanti della scienza moderna, dalla Rivoluzione copernicana in poi, né che la 'ribellione' di alcuni influenti matematici tedeschi contro la fondazione intuitiva della matematica avviene in un periodo che non può non essere influenzato dalle concezion i darwiniste. con conseguente ulteriore diminuzione del ruolo dell'essere umano nella rVeltanschallllng del tempo.

IO 1. Searle, Menfi, celllClIi e programmi. tI'. it. di G. Tonfoni. Milano. 1984. pp. 48-51; o anche, sempre dello stesso autore, Mente cervel10 infelligen::a, Milano. 1988. pp. 24-28.

Il Un criproripo è "un significato sommerso. sottile ed elusivo. che nOll corrisponde a nessuna parola reale. ma di cui pure l'analisi linguistica mostra l'importanza funzionale nella grammatica" (Ben,iamin Lee Whorf, "Analisi linguistica del pensiero nelle comunità primitive". in Lingllaggio pensiero e realtà, tI'. it. di F. Ciafaloni, Torino, 1970, p. 55).

Il Vedi ancora P. Davies, loc. cit.. Scrive R. Rucker a questo proposito (Lo mente e l'infinito. Scien::a e .filosofia del!'infìnilo, tI'. il. di M. Negri. Padova, 1991, p. 9): "I matematici. comunque. esitavano ancora a rituffarsi nel mondo dell'infinito attuale. dove un insieme poteva avere la stessa grandezza di un sottoinsieme. una retta poteva avere tanti punti quanti una semiretta e un processo senza fine poteva essere trattato come un oggetto compiuto. Fu Georg Cantor che. verso la fine del

XIX secolo. creò finalmente una teoria dell'infinito allllale che. con la sua chiara coeren::a, demoli le obiezioni aristoteliche e scolastiche" (i corsivi sono nostri).

IJ L'insieme di questi ultimi non è però un "insieme vuoto": si vedano ad es. le perplessità di A. W. Moore ("Una breve storia dell'infinito". in Le Scienze. Il. 322, 1995): "Ma davvero la sua [di Cantor] teoria ha fugato tutti i dubbi sui rapporti fra matematica e l'infinito? Quasi tutti oggi pensano di si, ma io sostengo che Cantor possa avere in realtà rafforzato quei dubbi" (p. 76). E fra le tante perplessità. molto significative restano quelle relative alla possibilità di poter concepire enti quali l'insieme di llitti gli insiemi (o Al!klasse): "Dato il teorema di Cantor, questa collezione deve essere piiI piccola dell'insieme di tutti gli insiemi di insiemi. Ma, un momento! Gli insiemi di insiemi sono a loro volta insiemi: perciò ne consegue che l'insieme di tutti gli insiemi deve essere piiI piccolo di uno dei suoi stessi sottoinsiemi propri. Questo, però. è impossibile. Il tutto può avere le stesse dimensioni di una sua parte, ma non può essere pill piccolo di una sua p3lte. Come potè Cantor sfuggire a questa trappola? Con meravigliosa ostinazione. negò l'esistenza di una cosa come l'insieme di tutti gli insiemi" (p. 79). La scappatoia che usò Cantor non è esente da critiche. In palticolare il problema. ci sembra. è quello che una teoria siffatta possa dare l'impressione (e a molti la celtezza!) di aver domato e pianificato tale concetto. "Nella sua ricerca della realtà matematica. il matematico, crea degli 'strumenti di pensiero'. Non bisogna confonderli con la realtà matematica in sé" (1.P. Changeux - A. Connes, Pensiero e I/laleria, tI'. il. di C. Milanesi, Torino, 1991, p. 20). Il fatto che la rappresentazione cantoriana possa essere applicata formalmente a tutta la gerarchia, non convalida il passaggio "ai singoli insiemi particolari che la formano" (Moore, loc. cit., p. 80). Il concetto di infinito rimane in realtà ben lontano dal poter essere afferrato dalla mente:

"Pochi ammetterebbero che la definizione tecnica di insieme infinito esprima la loro comprensione intuitiva del concetto" (Ibidem). Il fatto è che nella pratica matematica corrente la teoria degli insiemi continua ad essere trattata in quello che si dice un "modo ingenuo". ignorando llitte le difficoltà legate all'introduzione di infinità non costruttivamente definite, e lasciando credere agli studenti di avere fatto ricorso, utilizzando il concetto di insieme, ad una intuizione assai più limitata, e semplice, che non quella della geometria intuitiva. Invece, come sostenne preveggentemente H. Weyl già nel 1917. "una parte essenziale di quest'edificio [l'Analisi] è costruita sulla sabbia", ed una delle cause essenziali di questa circostanza "va ricercata unicamente nell'arbitrio (commesso sin dall'inizio in matematica) di considerare un campo di possibilità costruttive come un aggregato chiuso di oggetti esistente in sé" (lI Continuo. Indagini crilicl1e sui /òndamenti dell'Analisi, Ed. Bibliopolis, Napoli. 1977. p. 26). Ci sembra più che saggia. quindi. l'esOltazione alla cautela di Moore (Ioc cit .. p. 80): "Ma vorrei eSOltare matematici e altri scienziati a usare maggiore cautela del solito quando valutano l'importanza dei risultati di Cantor per le

concezioni tradizionali dell'infinito. Il vero infinito. sembra, rimane ancora molto al di là della nostra comprensione".

1-1 "Ma in virtll di un duplice mancamento". scrisse Berkeley, "voi arrivate. sebbene non alla scienza. alla verità" (Cit. in G. Giorello. "Il 'disgusto dell'infinito' e il rigore del calcolo", in G. Toraldo di Francia ed., L'infinito nella scien::a. Roma, 1987. p. 294).

15 Changeux - Connès. loc. cito p. 16. Aggiunge a questo proposito il premio Nobel per la fisica R.P. Feynman: "[matematici trattano solo della struttura del ragionamento. e non si interessano veramente di quello di cui stallJl0 parlando. Non devono neppure sapere quello di cui stanno parlando, o, come essi dicono. se quello di cui parlano è vero" (La leggetisica. tr. il. di L. Radicati di Bròzolo. Torino, 1971, p. 61). M. Polanyi parla addirittura dèl "paradosso" di una matematica basata su l!n sistema di assiomi che non vengono considerati evidenti, nel momento che se anche logicamente coerenti a livello interno "non si può sapere se escludono qualsiasi contraddizione fra loro. Può sembrare completamenlè assurdo che si applichi una grandissima ingegnosità e un grandissimo impegno per provare i teoremi dèlla logica o della matematica, mentre k premesse di queste inferenze Vèngono allegramente accettate, senza che ci siano ragioni suftìcienti per farlo. in quanto sono 'fon11ule asserite e non provate'. Questo tà pensare al caso di un clown che con grande solennità colloca al centro dell'arena di un circo due stipiti con una p0l1a ben chiusa fra l'uno e l'altro, tira fuori un mazzo di chiavi e con grande impegno ne sceglie una che apre la porta. poi passa attraverso la porta e accuratamente la chiude dietro di sé. mentre tutta l'arena è aperta ai due lati degli stipiti e sarebbe stato possibile passare di là senza difficoltà. Un sistema deduttivo completamente assiomatizzato è come una pOl1a accuratamente chiusa in mezzo a uno spazio vuoto intÌnito" {M. Polanyi. La conoscenza persunale, tr. il. di E. Riverso. Milano, 1990, p. 318).

17 Vedi ad esempio K. Mendelssohn. La scien::a e il dominio dell'Occidente, Editori Riuniti, Roma. 1981.

16 P. Rossi. "Tradizione matematica e tradizione sperimentale nella rivoluzione scientitìca", in L. Conti ed., La malemali::za::iune dell'ulli"erso, Assisi. 1991. p. 4.

18 Si tratta della celebre De Revolutionibus Orbium Coelt'srium, pubblicata a Norimberga nello stesso anno della morte dello scienziato, il quale aveva rimandato il momento della pubblicazione della sua opera per diversi decenni. probabilmente allo scopo di evitare quelle critiche da cui non furono invece immuni prima Giordano Bruno e poi Galileo.

19 Per un approfondimento di quelli che furono i primi passi della scienza moderna, e delle speciali connotazioni ideologiche che li ispirarono, si rinvia il lettore interessato a: U.BaI10cci, America: una rolla lemplare - Un'iporesi sul ruolo delle SOCit!là segrete nellt! origini della scien::a moderna, dalla scoperta dell'America alla Rivoluzione copemicuna, Ed. Della Lisca, Milano. 1995.

20 1\ libro di Newton fu pubblicato per la prima volta a Londra nel 1686, ma in quell'occasione non fu dato altrettanto rilievo tipografico al Mathemalica del titolo.

12 H. Dingle, Sciene'e at the Crossroads. M. Brian & Q'Keeffe. Londra, 1972, p. 30. E' curioso osservare a questo proposito che la circostanza in oggetto fu riconosciuta. e disapprovata, anche dallo stesso Einstein, che pure se ne era giovato largamente nel momento del successo della sua teoria della 'relatività: "Tu sei uno dei pochi teorici che non siano stati spogliati della loro intelligenza nativa dall'epidemia di matematica" (da una lettera di Einstein a P. Ehrenfest, cit. in F. Selleri, La causalità impossibile - L'interpretazione rea/istica de//ajisica dei quanti, Ed. Jaca Book, Milano, 1988, p. 15).

2-1 In Paraholt! e Catastrofi - Intervista su Afalelllalica Sciel/::a Filosojia, a cura di G. Giorello e S. Marini, Ed, Il Saggiatore, Milano. 1980, p. 8.

~5 "L'aspetto esplicativo manca del tutto nel lavoro di Einstein" (P.W. Bridgman. La logica della fisica moderna, tr. il. di V. Somenzi. Torino. 1965. p. 163).

~6 "Sotto questo profilo, il vero successo della teoria dei quanti consiste nell'essere stata costruita fuori. anzi, per lo più contro la ragione ordinaria. E' per questo che c'è qualcosa di 'folle' in tale teoria, qualcosa che va oltre la scienza stessa" (Guitton-Bogdanov-Bogdanov, Dio e la scien~a, tr. il. di L Spranzi, Milano, 1992, p. 88). "11 cammino percorso finora dalla teoria quantistica indica che la comprensione di quei tratti ancora non chiariti della fisica atomica si può raggiungere solo con una rinuncia all'intuitività" (W. Heisenberg. "Lo sviluppo della meccanica quantistica", in S. Boffi ed., Onde e particelle in armonia, Milano, 1991, p. 200). "La teoria ha due argomenti molto efficaci a suo favore e solo uno, di scarso rilievo, a sfavore. Innanzitutto, la teoria è sorprendentemente esatta rispetto a tutti i risultati sperimentali fino ad oggi ottenuti. In secondo luogo [...] si tratta di una teoria di straordinaria e profonda bellezza dal punto di vista matematico. L'unica cosa, che può essere detta contro di essa. è che, presa in assoluto, non ha alcun senso'" (R. Penrose, cit. da A. Zeilinger, "Problemi di interpretazione e ricerca di paradigmi in meccanica quantistica", in f. Selleri ed., Che cos'è la realtà, Milano, 1990, p. 123). "La relatività speciale fu la prima teoria completa ad introdurre cambiamenti radicali nei concetti basilari della fisica classica; ma quando lo sviluppo della meccanica quantistica raggiunse la completezza e si ottenne una comprensione dei cambiamenti ancora più radicali del pensiero fisico da essa provocati, molti scienziati ritennero giustamente che lo sviluppo della teoria della relatività rappresentasse il completamento della fisica classica" (A.A. Tyapkin, Relaril'ilà speciale, Mi lano, 1993. p. lO).

1; Vedi ad esempio L. Pyenson. The .\'oung Einstein - T~e advel1l o/relativit)', A. Hilger, Londra, 1985. Il Cap. V di questo testo è intitolato proprio: "Physics in the shadow ofMathematics [...]".

~8 "Si era sempre ammesso nel passato, che i fenomeni del mondo tisico fossero governati dal principio di causalità. [...] La nuova teoria dei quanti, invece, ha portato un cambiamento profondo" (G. Castel franchi, Fisica moderna atomica e nucleare, Milano, 1959. p. 447). "La fisica deve descrivere formalmente solo il complesso delle osservazioni. Anzi, i fatti reali possono essere meglio caratterizzati così: siccome gli esperimenti sono soggetti alle leggi della meccanica quantistica e quindi all'equazione (I). mediante la meccanica quantistica viene stabilita definitivamente la non validità del principio di causalità" (W. Heisenberg. "11 contenuto intuitivo della cinematica e della meccanica nella teoria quantistica", in S. 80ffi ed., loc. cit.).

29 Non è raro vedere che una "catena logica" impossibile prima. diventa possibile dopo la scopel1a di una nuovo campo matematico. Si veda ad esempio W.I. McLaughlin ("La risoluzione dei paradossi di Zenone sul moto", in Le Scien~e, N. 317, 1994, pp. 60-66), che affronta addirittura la risoluzione dei paradossi di Zenone sul moto grazie a nuove "caratteristiche fondamentali" di "nuove teorie" matematiche: "Per molti secoli la logica di Zenone è rimasta pressoché intatta, e ciò dimostra la tenacia dei suoi argomenti" (p. 66). "Per due millenni e mezzo i paradossi di Zenone sono stati fonte di discussione e oggetto di analisi, ma solo oggi, grazie a una formulazione dell'analisi matematica che è stata sviluppata nell'ultimo decennio, è possibile risolverli" (p. 60).

"Nuovi tipi di logica possono forse aiutarci a capire com'è che gli elettroni, [...] sembrano comportarsi illogicamente" (B.L. Whort~ "Le lingue e la logica", in loc. cit.).

3J Si è levata in modo particolare tra queste quella del famoso e scomodo epistemologo "anarchico" P.K. Feyerabend, recentemente scomparso.

.15 La lucidissima Viviane Forrester (nel suo inquietante L'orrore economico, Ponte alle Grazie Ed. Firenze, 1997) pone l'attenzione su una strategia consolidata da parte di chi tiene alla conservazione del proprio potere (di qualsiasi genere, anche quello di dettare mode culturali), che consiste nel creare le condizioni perché i probabili interlocutori non si sentano all'altezza di porre domande. chiedere spiegazioni. provino insomma vergogna:"Niente indebolisce. niente paralizza come la vergogna. E' un sentimento che altera sin dal profondo. lascia senza risorse, consente qualunque influenza dall'esterno, riduce chi la patisce a diventarne una preda: da qui l'interesse dei poteri a farvi ricorso e a imporla. E' la vergogna che permette di fare leggi senza incontrare opposizione, e di trasgredirle senza temere proteste".

38 "La nuova bellezza [delle teorie einsteiniane] inagurava la concezione moderna di una realtà definita matematicamente"(M. Polallyi, loc. cit., p. 264).

39 P.A. Dirac (1931), cit. da D. Monti. Equazioni di Dirac. Ed. Boringhie,\ Torino, 1996, p. 215. "Troppo spesso il fisico ha una mente 'geometrica'. Egli non è soddisfatto se non volge in equazione un fenomeno, che solo allora è reputato 'esatto'. Per lui tutto è riconducibile alla matematica e si compiace dell'astrazione delle formule. Finisce col dimenticare il concreto, col dimenticare la vera fisica. poiché. per defmizione, l'aspetto fisico è il concreto, non la speculazione intellettuale astratta, risultante da trasfonnazioni matematiche. Vi è una defonnazione professionale di cui sono vittime la maggior parte dei fisici. Per loro le fonnule sono diventate dogmi intoccabili che è sacrilegio discutere. cosicché bisogna rinunciare a convertirli: essi sono persi per la vera scienza, quella che sempre si fa umile. che resta consapevole della nostra immensa ignoranza. che sa serbare il dubbio. Loro, non dubitano di nulla, e sopratutto di se stessi!" (C.L. Kervran, Prove in Geologia e Fisica de!!e lrasllllfazioni a debole energia, Palermo, 1986).

6

P. Wiener e Aaron Noland, Le radici del pensiero scientifico, Feltrinelli (Milano),1971.

Pag 303-314

PARTE TERZA

La Rivoluzione scientifica

Si rztzene spesso che il Rinascimento termini nel 1600 col rogo di Giordano Bruno, l'eretico che contrapponeva al mondo finito di Aristotele la poetica concezione di una natura infinita, ((con il suo centro ovunque e la sua circonferenza in nessun luogo.)) Questa ide,a, una volta ridotta a precisione scientifica, implica che né la T erra né il Sole costituiscono necessariamente il centro del¬l'universo, e conduce a una visione astronomica relativistica.

Il Seicento ha una galassia cosi vasta di pensa tori scientifici di prima grandezza in ogni campo - nella logica, nella matema¬tica, nella fisica, nella biologia e nella psicologia - che per una discussione converrà scegliere poche figure esemplari in ciascuna

. di queste scienze. Un breve esame delle loro maggiori realizzazioni ci fornirà tuttavia un quadro dello sfondo generale rispetto al quale i saggi di questa parte della nostra raccolta potranno acquistare un giusto rilievo.

Francesco Bacone, pur avendo una preparazione giuridica e guadagnandosi fama in qualità di Lord Cancelliere della regina Elisabetta, aveva già espresso in gioventu le proprie intenzioni di spaziare in tutti i campi del sapere. Queste mire ambiziose erano tipiche dell'uomo universale del tardo Rinascimento. La scoperta e l'esplorazione del Nuovo Mondo non solo avevano aumentato i commerci e l'emigrazione avventurosa, ma incoraggiavano anche le avventure intellettuali alla ricerca di nuove verità e una nuova logica della scoperta basata su metodi sperimentali di indagine della natura.

Bacone non fece scoperte scientifiche e non si dedicò ad alcuna scienza della natura, ma ebbe una sorta di intuizione filosofica giornalistica di quanto andava maturando nel pensiero del suo tempo e non ebbe certo dubbi sul fatto che la chiave del futuro progresso stesse in mano alla scienza sperimentale. Il suo Novum organum, o nuovo strumento di scienza, era il metodo induttivo delle scienze sperimentali, distinto in quanto tale dal sillogismo, che era utile solo a dimostrare quanto già si sapeva.

Dopo aver fatto vedere che certi idoli della mente servivano a impedire il corso dell'indagine scientifica e a conservare nozioni preconcette, Bacone prosegUI con la formulazione di una serie di canoni, o regole del metodo scientifico. Questi idoli sono ancor oggi famosi nei testi di logica e nelle scuole, e una loro breve esposizione servirà ad indicare la modernità delle vedute di Ba¬cone.

Gli idoli si dividono in quattro classi: idola tribus, idola spe¬eus, idola fori e idola theatri. Il linguaggio di Bacone è grandioso, ma il significato di ciascun idolo è chiaro. Con la ({ tribu)} Bacone indica niente meno che l'intera specie umana, la cui tendenza all' egocentrismo porta alle nozioni fallaci secondo cui in natura tutto è stato creato o esiste a beneficio dell'uomo, mentre tutto ciò che fa appello al desiderio di semplicità della mente umana dev' essere vero in natura. Quando Voltaire spiegava in chiave satirica che l'uomo ha un naso e due occhi perché una simile dispo¬sizione è la piu adatta a sostenere gli occhiali, dava un esempio di idolo baconiano della tribu, nonché dell'illegittimità delle cause fi1Mli ad hoe. Ma Bacone considerava anche pericoloso il desiderio di semplicità nelle spiegazioni, quando questo conduceva a genera¬lizzazioni ipersemplificate, frettolose e false concernenti la natura. Il ritenere che la traiettoria circolare fosse il tipo di percorso piu perfetto che un corpo celeste potesse seguire trattenne gli astro¬nomi dal considerare percorsi diversi da quelli circolari fino ai tempi di Keplero. L'attrazione esercitata dal cerchio era un idolo della tribu riferito all'astronomia.

Per idola speeus si intendono quelle disposizioni unilaterali della mente individuale, dovute a peculiarità eredit,arie o educa¬tive, che distorcono nell'individuo la concezione del mondo esterno. E qui possiamo servircene per capire proprio Bacone. La sua pre¬parazione giuridica lo portò infatti a formulare le leggi del metodo scientifico come se si fosse trattato di statuti giuridici: tavole di

presenza, tavole di assenza, tavole di variazione. Il grande fisiologo Harvey, scopritore della circolazione del sangue, dirà a proposito delle tavole baconiane che sono composte da un uomo che scrive di scienza da Lord Cancelliere.

Gli idola fori sono quelli che oggi chiamiamo ambiguità seman¬tiche dovute al cattivo uso del linguaggio. Le parole sono il mezzo di scambio delle idee, come le monete al mercato. Termini come ((umore)) significavano, al tempo di Bacone, o una qualità del temperamento - ad esempio uno dei quattro umori (bilioso, col¬lerico, sanguigno e flemmatico) - oppure, semplicemente, umi¬dità. Analogamente, nel Seicento i fisici discutevano sulla ((forza)) del moto senza distinguere la quantità di moto (massa per velo¬cità) dall' energia (massa per il quadrato della velocità). Un altro esempio è reperibile nella fisica del Settecento: ((calore)) signi¬ficava indiscriminatamente caldo e temperatura anche nell' opera del grande Sadi Carnot, scopritore della seconda legge della termo-dinamica.

Abbiamo infine gli idola theatri, ovvero quei sistemi dogmatici di idee che si travestono come verità con un' esibizione di finalità. Tali erano i dogmi della Scolastica, che bloccavano la libera inda¬gine, e tali erano le panacee dei ciarlatani. Il vescovo Berkeley, pur essendo un acuto psicologo ed epistemologo, credeva che l'infuso di pece avesse le virtu medicamentose di tutte le medicine.

Bacone stesso non accettava l'astronomia copernicana perché riteneva che il moto della T erra intorno al Sole non fosse conva-lidato dall' esperienza. Egli formulò una teoria generale del calore come forma di moto, ma il suo metodo di verifica mancava di precisi strumenti di misura. Eppure Bacone rappresenta il senso moderno dell'importanza pratica del metodo sperimentale per scoprire la verità.

((Sapere è potere)) è uno dei moltiaforismi di Bacon.e ai quali si sono informati alcuni atteggiamenti comuni nei confronti della scienza, soprattutto con la nascita della moderna tecnologia. Nel desiderio di usare la scienza ((a sollievo della condizione umana,)) Bacone considerò il ricercatore scientifico un ((mercante di luce.)) La sua eccezionale utopia, la New Atlantis, anticipò in modo sor¬prendente i nostri attuali laboratori di ricerche industriali, e i problemi di etica e di politica da lui discussi trattano dell'inci¬denza delle nuove scienze sulla società.

Il sorgere del commercio e la rivalità fra le nazioni europee dopo la scoperta del Nuovo Mondo furono accompagnati da un' altrettanto stimolante esplosione di pensiero nelle scienze fisi¬che e matematiche. I nuovi orizzonti richiedevano concezioni piu ampie. I matematici italiani del Cinquecento, quali Scipione del Ferro, Tartaglia) Bombelli e Cardano, avevano risolto problemi algebrici del tipo di quelli connessi alla soluzione generale del¬l)equazione di terzo grado) ma fu necessario il genio piu universale di Cartesio per dimostrare come fosse possibile combinare algebra e geometria e facilitare la soluzione dei problemi di sezioni coni-che risalenti a Pappo e ad Apollonio di Alessandria) cioè al III secolo a.c. Pappo, ad esempio) aveva proposto il problema dei ((contatti) ') cioè la costruzione di una circonferenza che toccasse tre circonferenze date. Finché si considera solo la geometria, la soluzione è molto complessa. Cartesio) con la sua geometria ana¬litica, mostrò come si potessero rappresentare le circonferenze in forma algebrica) riducendo quindi il problema di Pappo a quello della soluzione di un sistema di tre equazioni.

Sebbene Francesco Bacone avesse perseguito funità della scienza attraverso la ricerca sperimentale delle forme della natura) non fu tuttavia in grado di fornire indicazioni valide circa la dimo¬strazione di una tale unità. Per i principi generali che dovevano fornire i piu ampi concetti occorrenti aWunità della scienza) Car¬tesio e Leibniz ricorsero ai nuovi sviluppi matematici. A causa del suo simbolismo) nessuna scienza è piu generale della mate¬matica. Cartesio non scopri la geometria analitica (l) applicazione deWalgebra alla geometria era iniziata con Oresme e con Ferma!) ma seppe escogitare un nuovo simbolismo e sua fu fintuizione filosofica di vedere le potenzialità della nuova matematica. Egli potenziò il simbolismo algebrico introducendo gli esponenti, per cui il cubo di x) espresso fino allora con x• x . x o x cubo) divenne x3• Invenzioni come i logaritmi di Napier (che secondo Keplero ((triplicano la vita degli astronomi") non solo permettono di risparmiare tempo ma consentono un'economia di pensiero e facilitano la percezione di rapporti astratti.

Per Cartesio ogni deduzione era una serie di successive intui¬zioni di idee chiare e distinte) e la matematica era la forma di deduzione piu preziosa poiché sapeva dare forme generali per equazioni e curve di ogni grado di complessità. Cosi) nelle Regulae

ad directionem ingenU, Cartesio scriveva: "Una prova del fatto che la matematica supera per facilità e importanza le scienze che da essa dipendono è che essa abbraccia ad un tempo tutti gli oggetti cui queste scienze sono indirizzate e molti altri ancora."

Leibniz spinse oltre la ricerca cartesiana della rigorosità e del¬l'unità delle scienze, e contribui in modo importante al perfeziona-mento del simbolismo matematico. Inventò la notazione dei deter¬minanti per la soluzione dei sistemi di equazioni e il simbolo "dy/dx" del calcolo differenziale. Anche se si ritiene che Newton abbia inventato indipendentemente il calcolo infinitesimale, i ma-tematici preferiscono) alla sua) la notazione di Leibniz.

L'idea che l)economia dei simboli sia profittevole al pensiero scientifico può esser fatta risalire al logico medievale del Trecento Cuglielmo di Occam) cui dobbiamo l'enunciazione del principio noto come "rasoio di Occam": " Non moltiplicare le ipotesi piu del necessario" - il necessario a spiegare i fenomeni o a eseguire i calcoli richiesti nel lavoro scientifico. Abbiamo già visto come lo scopo intellettuale fondamentale che i sistemi astronomici si proponevano nei tempi antichi fosse quello di "salvare le appa¬renze))) vale a dire) di costruire uno scHema di simboli geometrici che comprendesse le regolarità osservate nei fenomeni celesti e permettesse di fare previsioni. Il principale progresso di Coper¬nico rispetto ,ai sistemi di Aristotele e di Tolomeo fu quello di mostrare la maggior semplicità del sistema eliocentrico.

Sarebbe un errore storico ritenere che quest'economia di sim¬boli e di pensiero costituisse l'unico scopo di Copernico) di Car¬tesio o di Leibniz. Indubbiamente essi consideravano le proprie teorie scientifiche come rappresentazioni vere e necessarie della semplicità e dell'ordine logico dei fenomeni naturali. Sappiamo che la prefazione all'opera di Copernico) nella quale si sosteneva che la nuova astronomia era solo uno schema matematico oppor¬tuno per «salvare le apparenze/' non fu scritta da Copernico ma dal teologo Osiander) che desiderava sostenere l'autorità della rivelazione delle Scritture contro l'assegnazione della T erra ai pianeti. Copernico e Calileo avevano del rapporto tra scienza e fede una concezione piu elevata che non gli apologeti del tipo di Osiander) in quanto agli occhi di questi uomini consacrati alla scienza la scoperta di nuove cognizioni scientifiche rappresentava un maggiore servizio alla sapienza e alla gloria dell'uomo e di Dio che non la difesa delle autorità dogmatiche teologiche che volevano ridurre la scienza a un insieme di accorgimenti pratici.

Un altro aspetto della fede seicentesca nella semplicità e nella regolarità della natura è riscontrabile nell'identificazione tra ordine matematico e leggi fisiche; si riteneva che le leggi di natura fossero scritte nel linguaggio della geometria di Euclide. L'assunto logico era questo: siccome Euclide, con il suo genio ordinatore, ha stabi¬lito una volta per tutte la natura dello spazio, i fisici non devono far altro che trovare esempi della geometria euclidea nel mondo esterno di leve, piani, moto circolare e forze meccaniche. La legge newtoniana della gravitazione universale, secondo cui l'attrazione gravitazionale tra due corpi varia in ragione inversa del quadrato della distanza che li separa, si basa su una proprietà della seconda potenz.a, e cioè quella per cui la superficie è proporzionale al qua¬drato del raggio. L'altra parte di questa legge (la forza gravita¬zionale è direttamente proporzionale al prodotto delle masse) è meno chiara, in quanto presume arbitrariamente che ogni corpo abbia in sé una massa assoluta a prescindere dal suo moto o dai rapporti con altri corpi - assunzione, questa, che verrà abbando¬nata da Einstein nella sua teoria della relatività della massa e del moto. Analogamente, Cartesio identificava lo spazio, o estensione, con la materia, e per alcuni secoli i testi di fisica definirono la materia come ((ciò che occupa spazio" e (secondo Newton) ((che ha peso." Il fatto che Leibniz avesse criticato la teoria newto¬niana di spazio, tempo e massa assoluti non colpi né autori di testi né ricercatori fisici fino al 1905, quando cioè comparve l'opera di Einstein.

Se tuttavia si considerano le grandi realizzazioni scientifiche dei continuatori della ((via matematica di Newton/' non si può negare il grande valore storico dell' erronea identificazione tra geo¬metria euclidea e fisica. Laplace e Kant, applicando le leggi newto-niane del moto e della gravitazione al problema della spiegazione dell' evoluzione del sistema solare e delle stelle, giunsero indipen¬dentemente all'ipotesi delle nebulose. Coulomb applicò la legge dell'inverso del quadrato alle osservazioni sperimentali di Franklin sulle cariche elettriche. Ampère applicò la stessa legge dell'inverso del quadrato alle correnti elettriche indotte. Oersted si servi della stessa proprietà della superficie della sfera per misurare la forza dell' elettromagnetismo. Ben presto fu chiaro ai fisici che le inten¬sità della gravitazione, dell'elettricità, del magnetismo e della luce si uniformavano a questa stessa legge dell'inverso del quadrato. Ma non ci si rendeva conto che alla base di questa unificazione

umano che [vidi] molti anni fa) dovuta a Leonardo da Vinci fio¬rentino) che è quasi perfettai un tale compito richiede però un grande maestro e investigatore della natura come Vesalio.)) Vesalio) che praticava la dissezione del corpo umano) occupava la cattedra di chirurgia a Padova) dove Copernico studiò medicina) dove piu tardi avrebbe studiato Harvey e dove Galileo eseguiva i famosi esperimenti sulla caduta dei corpi. Padova era sotto il dominio di Venezia) che) in sfida al!' autorità papale) permetteva all'università di Padova di svolgere studi scientifici e logici in pJena libertà da Roma.

La grande opera di Harvey, Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus) fu pubblicata nel 1628) circa venticinque anni dopo i suoi studi di medicina all'università di Padova) dov)era venuto a conoscenza dell'opera di Vesalio, assi-milando lo spirito sperimentale di quella università. Harvey attaccò con successo la generica teoria della generazione spontanea della vita sostenendo che tutte le creature viventi erano generate da ((uova.)) Francesco Redi) nel 1668) sostenne le conclusioni di Harvey mediante esperimenti sulle larve e i bruchi delle piante.

A Oxford Robert Hooke (1635-1703) aveva eseguito com¬plessi studi microscopici sulla comune mosca domestica) sul pidoc¬chio e su sezioni sottili di tessuti vegetali) nei quali era riuscito a distinguere le ((cellule.)) In Olanda il semplice calzolaio autodi¬datta) Leeuwenhoeck) costrui un vero e proprio microscopio e osservò lo spermatozoo umano (che egli chiamava homunculus) o piccolo uomo) interpretando ciò che vedeva come un adulto preformato in miniatura). L'idea che l'embrione contenesse la forma dell'adulto altro non era se non una versione della teoria aristotelica secondo cui l'adulto era preformato nello sperma del maschio. Teoria questa che doveva poi venir glorificata nel sistema metafisico delle monadi leibniziane. Leibniz pensava che lo sviluppo spirituale di ciascuna monade fosse simile alla metamorfosi degli insetti descritta da Jan Swammerdam nella sua Historia insectorum generalis (1669).

Nel Seicento Malpighi e Grew scoprirono la struttura cellulare delle piante e degli animali) preparando la strada agli studi cito-logici e istologici piu dettagliati di Schwann e di Schleiden nel¬l'Ottocento.

Ecco dunque che le concezioni greche sugli elementi e sulla costituzione atomioa della natura trovavano sbocco nella biologia) aiutate dall'uso del microscopio introdotto nel Seicento. Come

l'astronomia di Copernico e la meccanica dell'impetus vennero prima concepite senza l'uso di strumenti e zn seguito sviluppate con l'ausilio del telescopio e di orologi accurati, cosi la ricerca dei componenti elementari della vita progredi rapid,amente con l'in-venzione del microscopio. Al di là di questi due principali amplia-o menti dell'orizzonte visivo dell'uomo stavano le idee dell'infinita¬mente grande e dell'infinitamente piccolo e toccò a Pascal il com¬pito di dipingere lo spavento dell'uomo di fronte a queste nuove immani distanze.

Anche nella psicologia penetrò l'atomismo, che Galileo, Boyle e Newton accettavano come base teorica del lavoro sperimentale in meccanica e in chimica. Nel Saggio sull'intelligenza umana Locke analizzò il contenuto della mente in ((idee semplici)) di sensazione e di riflessione, e la ((riflessione" fu concepita in analogia con i corpuscoli di luce respinti dalla superficie degli specchi.

Nei lavori che seguono verranno esaminate e discusse in det¬taglio alcune tra le principali figure e correnti del pensiero scien¬tifico nel Seicento.

La discussione di Nicolson sul Somnium di Keplero e J ohn Donne indica i riflessi delle scoperte astronomiche nell' opera di due delle maggiori figure letterarie dell'epoca.

I n Il Gresham College precursore della Royal Society J ohnson illustra il ruolo delle società scientiche dell'epoca e riconduce le origini della Royal Society a un gruppo di colleghi di Boyle al Gresham College.

La storia dei mestieri di Houghton ci rivela come gli interessi pratici e le tecniche degli artigiani facessero si che la Royal Society, nella baconiana ((ricostruzione delle scienze," assegnasse il posto centrale alle arti meccaniche.

Il saggio di Prior su Lo scienziato secondo Bacone descrive gli interessi morali e sociali dello scienziato ideale di Bacone, ideale che sopravvive in concezioni successive del ruolo culturale dello scienziato.

I n L'unità delle scienze in Bacone, Cartesio e Leibniz, McRae ripercorre la ricerca di una concezione unificatrice della natura e dell'uomo - ricerca caratteristica della predilezione per la sem¬plicità vigente nel Seicento.

In Il " punto di vista matematico" di Newton, Strong ana¬lizza la concezione newtoniana del rapporto tra analisi matema¬tica ed esperimento nella fisica teorica.

In Aristotele, Newton e la teoria del continuo, Evans delinea i legami fra il calcolo infinitesimale di Newton e il concetto di continuità in Aristotele.

In Novità e innovazione nella scienza e nella medicina del Seicento T horndike considera il frequente ricorrere del termine ({ nuovo)) nei titoli di opere scientifiche come una prova documen¬taria di quella che abbiamo chiamato la {{ Rivoluzione scientifica."

La discussione di Boas su Bacone e Gilbert vuol mettere in rilievo il fatto che Bacone comprese le differenze tra il lavoro sperimentale sul magnetismo e la piu speculativa cosmologia di Cilbert.

L'esposizione del progetto di Leibniz, a opera di Wiener, illu¬stra ulteriormente il ruolo delle società scientifiche nel promuovere e diffondere la scienza nel corso dei Seicento. Il lettore interessato potrà consultare il volume VI delle opere di Leibniz edite dall' Ac¬cademia Prussiana. Come ha messo in rilievo il prof. Paul O. Kristeller, questa edizione contiene un' altra versione del frammento di Leibniz che differisce in alcuni punti dalla traduzione dell' edi¬zione qui riportata.

7

P. Wiener e Aaron Noland, Le radici del pensiero scientifico, Feltrinelli (Milano),1971.

Pag 391-399

Il motivo dominante nella vita intellettuale di Bacone è la riforma completa del sapere ed egli vi lavora nella convinzione di promuovere da solo una rivoluzione del sapere affinché l'uomo possa conquistare un nuovo dominio sulle cose. In quei suoi scritti che egli considera come facenti parte di questo piano gran¬dioso, Bacone dà spesso espressione a questa nuova concezione dei giusti scopi dell'umano sapere e propone nuovi metodi per raggiunger1i. Questo nuovo orientamento verso il sapere implica chiaramente un diverso concetto dell'uomo di cultura. Siccome la nuova mèta e il nuovo metodo pongono al dotto esigenze del tutto nuove, diviene necessario per Bacone concepire, oltre che una nuova scienza, una nuova figura di scienziato. Questo fatto non risulta immediatamente evidente in quanto nei suoi scritti Bacone presta attenzione innanzi tutto al conseguimento dei suoi fini e dei suoi metodi. Per quanto incompleto rimanga il suo siste¬ma, le linee generali del suo piano sono chiare ed esplicite, e le parti sono sviluppate nei particolari; ma i dettagli della figura del nuovo scienziato sono disseminati qua e là, e l'immagine va' ricomposta. Dagli scritti di uomini venuti dopo, come i primi membri della Royal Society - per i quali Bacone è un santo pa-trono - sono chiaramente distinguibili gli elementi comuni del-l'immagine del nuovo scienziato; ma sebbene essi traggano in gran parte da Bacone i lineamenti dell'ideale che li ispira, il ritratto appare generalizzato e semplificato in confronto all'originale. Ogni singolo dettaglio della figura del nuovo scienziato baconiano ha le sue radici negli scopi da lui fissati e nei metodi da lui proposti. Tutte le obiezioni di Bacone alla cultura del passato, tutte le sue speranze per il futuro, tutti i suoi scopi filosofici si riflettono nel¬l'immagine del nuovo scienziato che egli sembra avere chiaramente

davanti agli occhi, che deve essere strumento del nuovo sapere e, contemporaneamente, suo prodotto.

Le qualità intellettuali, psicologiche ed etiche che Bacone esige dal nuovo scienziato formano un concetto organico; è però possi¬bile distinguere qualità che sono strettamente associate ad esigen¬ze del metodo e altre che sono necessariamente legate ai fini par¬ticolari del sapere e al ruolo che questi impongono allo scienziato. Gli scopi immediati dei principi metodologici di

Bacone sono nientemeno che la verità e la certezza e la mèta da lui proposta è nientemeno che il radicale miglioramento della sorte dell'uomo. Lo spirito e il tono dei suoi scritti sono pertanto fortemente otti¬mistici. Ma Bacone non fonda le proprie speranze su una valuta¬zione eccessiva delle capacità umane. Il duro realismo della sua mente, cOSl chiaramente manifesto nei suoi commenti a questioni temporali, è rivelato anche dall'atteggiamento estremamente critico da lui adottato nei confronti delle limitate facoltà con cui l'uomo percepisce e perviene a conoscere il proprio universo. Il metodo di Bacone si fonda quindi non solo su una rassegna degli errori e delle manchevolezze della cultura, ma anche delle deficienze del dotto. Se si deve accantonare il passato, sgombrare la mente e tracciare un nuovo cammino, il programma positivo può iniziare solo dopo che tutte le illusioni vigenti sull'uomo in sé siano state anatomizzate e prese in considerazione.

Bacone non deve andar lontano per trovare una critica rigo¬rosa delle manchevolezze dell'uomo che si voglia avvicinare alla certezza. Gli Scettici dell' Antichità hanno sistematicamente ana¬lizzato le lacune nella capacità dell'uomo di percepire e giudicare la realtà e hanno conclus~, in base a questa analisi, che non si può sapere nulla. Rafforzata da nuovi esempi e revitalizzata da un abbellimento letterario, in particolare negli scritti di Montaigne, questa antica scuola aveva goduto di un florido risveglio nel corso del Cinquecento. Né gli antichi né i nuovi Scettici sono però es¬senzialmente affini a Bacone, né nei moventi né nelle conclusioni. Bacone, come altri filosofi soprattutto interessati ai nuovi svi¬luppi nelle scienze naturali, trova estremamente stimolante la critica scettica dell'uomo; capisce inoltre che, prima di poter indi¬care una via alla verità, bisogna ammettere e far ptopria una tale critica. Che Bacone sia conscio della forza delle argomentazioni scettiche è palese ovunque, ma l'influsso è piti diretto nella famosa discussione sugli idola nel Novum organum (r, XXXVIII-LXVIII). Incorporati in una nuova analisi e accompagnati da molte e im-

portanti estensioni originali, è possibile scoprire tutti i "modi" scettici. Mancano però le deduzioni e le conclusioni scettiche. Bacone accetta lo Scetticismo come critica e lo ripudia contem¬poraneamente come filosofia della conoscenza: secondo la tesi di cui egli ama dimostrarsi sostenitore, non è vero che nulla si può conoscere, ma è vero invece' che nulla si può conoscere se non in un certo modo.

Questo modo - il nuovo metodo - deve pertanto fornire dei correttivi alle limitazioni del soggetto che conosce. Bacone riconosce la validità della critica degli Scettici ma considera la disperazione che ne consegue quale un semplice risultato del fatto che essi trascurano gli aiuti disponibili: "La dottrina di coloro che negano che si possa raggiungere mai la certezza, men¬tre a prima vista si avvicina in parte al mio modo di procedere, finisce per essere infinitamente distante e in opposizione. I soste¬nitori di tale dottrina affermano infatti semplicemente che non si può conoscere nulla; anch'io affermo che non si può conoscere molto in natura nel modo attualmepte in uso. Ma mentre quelli proseguono distruggendo l'autorità dei sensi e dell'intelletto, io procedo escogitando e fornendo a questi un aiuto."1 Lo Scetti¬cismo diventa quindi non una filosofia della conoscenza, ma un principio metodologico: "Quanto io medito e propongo non è un' acatalessia bensl un' eucatalessia; non la negazione della facoltà di comprendere bensl una preparazione a capire veracemente.»2

Quanto ai difetti dei sensi, Bacone propone come correttivi l'uso di strumenti e, quello sommamente importante, di esperi-

. menti. La correzione dei difetti dell'intelletto richiede comunque forme di controllo piu sottili. Lo scetticismo in quanto metodo richiede una serenità di spirito pari alle esigenze del dubbio sistematico: un non voler consentire o dissentire prematura¬mente. Ma questo atteggiamento è molto diverso dall' atarassia e dalla epochè degli antichi scettici, alle quali somiglia solo super¬ficialmente, come pure ha poco in comune con il trionfo ultimo sulle passioni proprio degli Stoici.3 Si oppone inoltre, necessa¬riamente, al dogmatismo dei costruttori di sistemi e all'agitazione

1 Novum Organum, I, XXXVII, in The Works 01 Francis Bacon, a cura di ELLIS, SPEDDING e HEATH, Boston, 1860-1864, vol~ VIII. Tutti i riferimenti agli scritti di Bacone risalgono a questa edizione.

2 Novum Organum, I, CXXVI.

3 Circa l'atteggiamento di Bacone nei confronti delle antiche sette filosofiche vedi F. H. ANDERSON, The philosophy 01 Francis Bacon, Chicago, 1948, specialmente i capitoli x, XI, XII.

incoraggiata dalle dispute metodologiche delle scuole. Bacone lo descrive come un atteggiamento intermedio tra gli estremi del dogmatismo e dello scetticismo, "tra la presunzione di senten¬ziare su tutto e la disperazione di non comprendere nulla."4 La sua destinazione ultima è la verità: "Un altro errore è l'impazienza del dubbio e la fretta di asserire senza una dovuta e matura sospen¬sione del giudizio ... se un uomo vuole cominciare con la certezza, finisce nel dubbio; se invece si accontenta di cominciare con il dubbio, finisce nella certezza."5

Questa limitazione dell'intelletto - il dubbio cronico e la sospensione del giudizio che sono le necessarie conseguenze dello scetticismo usato come metodo - non collima con l'argomen¬tazione scettica secondo cui la certezza è irraggiungibile in quanto la vita è breve e l'arte lunga, la profondità della natura è abissale e infinita, e la durata della vita umana è finita e soggetta ai cicli del tempo. Bacone capisce il potere scoraggiante di questi argo¬menti: "Ma l'ostacolo di gran lunga maggiore al progresso della scienza e all'affrontare nel suo ambito nuovi compiti e nuovi campi sta nel fatto che gli uomini disperano e ritengono le cose impossibili. In questioni del genere gli uomini saggi e seri devono essere del tutto diffidenti e considerare dentro di sé l'oscurità della natura, la brevità della vita, l'ingannevolezza dei sensi, la debolezza del giudizio, la difficoltà della sperimentazione e via dicendo, e supporre quindi che nella rivoluzione del tempo e delle età del mondo le scienze abbiano flussi e riflussi, che in una data stagione crescano e fioriscano, in un'altra languiscano e deca¬dano, ma in modo tale che quando hanno raggiunto un determi¬nato punto e una data condizione non possano procedere 01tre."6 La risposta di Bacone a questa melanconica saggezza delle età è quella di sostituire ad essa un atteggiamento radicale e progres¬sista verso la verità e la conoscenza. Un errore dell'antica visione scettica è quello di affrontare il problema della conoscenza nei termini dei limiti di una vita singola e di disperare perché la mèta è cosi palesemente fuori della sua portata. Bacone è indif¬ferente a questa disperazione in quanto egli pone la certezza come limite verso il quale si muove costantemente una ricerca organizzata della conoscenza. Nella prefazione al Novum organum

4 Prefazione al Novum Organum, in: Works, va!. VIII, p. 59. 5 Advancement 01 learning, in: Works, va!. VI, p. 133.

, Novum Organum, I, XCII. Anche Advancement 01 learning, in: Works, va!. VI, p. 93 e Valerius Terminus 01 the interpretation 01 nature, in: Works, val. VI, pp. 41, 47.

scrive: "Propongo di stabilire stadi progressivi di certezza." La pienezza della conoscenza sta nella pienezza del tempo, e il tempo genera in modo progressivo: "Fate che i grandi autori abbiano il dovuto e non defraudate il tempo - autore degli autori ¬di quanto gli è dovuto, che è la continua scoperta della verità.,,7 Per Bacone "la verità è figlia del tempo.,,8 La verità appare per¬tanto impossibile solo quando la si guarda, secondo una prospet¬tiva convenzionale, come qualcosa che i singoli uomini abbrac¬ciano mediante l'esercizio delle loro facoltà intellettive: "Per quanto riguarda l'impossibilità, ritengo che debbano considerarsi possibili quelle cose che alcune persone, anche se non tutte, pos¬sono fare; che molti, anche se non chiunque, possono fare; e che possono farsi nel corso di età successive, anche se non nel breve spazio di una vita umana; e che possono farsi per pubblica deci¬sione, anche se non per uno sforzo privato."9 Ecco che, pur stabi¬lendo una premessa che tradizionalmente conduce alla dispera¬zione, la visione della conoscenza progressiva secondo Bacone sti¬mola nello scienziato una visione ottimistica, non solo perché il nuovo metodo promette risultati piti celeri, ma perché l'impegno è costante. Bacone sembra talvolta ingenuo nelle sue speranze che, attraverso uno sforzo di collaborazione secondo i giusti prin¬cipi, una storia completa della natura rappresenti un compito finito di cui si possa prevedere il termine, ma è a volte difficile se è questa la fonte del suo entusiasmo o se essa va invece ricercata nella possibilità di un progresso continuo: "V'è dun¬que ampia ragione di sperare che nel grembo della natura siano tuttora conservati molti segreti di eccellente uso che non presen¬tano nessuna affinità o parallelismo con quanto si conosce finora, che esorbitano completamente dal corso della fantasia, che non sono stati ancora scoperti. Senza dubbio nel corso e nella rivolu¬zione di diverse età, anch'essi verranno un giorno o l'altro alla luce spontaneamente, cosi come gli altri in precedenza; ma solo con il metodo di cui stiamo ora trattando è possibile mostrarli e anticiparli rapidamente, immediatamente e simultaneamente."l0

7 Advancement, in: Works, val. VI, p. 129.

8 Novum Organum, I, LXXXIV. Dei propri contributi alla conoscenza, Bacone ha detto: "Per parte mia tendo a considerare quest'opera figlia del tempo piu che dell'in¬gegno" (Magna instauratio, in: Works, voI. VIII, p. 25. Si veda anche: Novum Organum, I, LXXVIII).

'Advancement, in: Works, val. VI, p. 182. Si veda anche: Valerius Terminus, in: Works, val. VI, p. 47.

IO Novum Organum, I, CIX; vedi anche CXXIX. Questo aspetto progressivo della visione baconiana del sapere pare affascinasse in particolare gli scri ttori inglesi di cose

In questa vlSl0ne progressista del problema della conoscenza e della certezza c'è inoltre un' altra conseguenza, piti profonda dell'ottimismo cronico, per quanto riguarda il tipo dello scienziato baconiano. Lo scienziato non riuscirà mai a ordinare in modo unitario l'intera verità attraverso la forza dell'intelletto. Questa, insiste Bacone, è un'illusione del dogmatico il quale, arrogante¬mente orgoglioso dell'attività del proprio intelletto, sostituisce erroneamente i moduli della sua mente alla complessità dell'uni¬verso.H Una fiducia e una speranza reali si conseguono solo ren¬dendosi conto che la vera mèta è lontana e che il suo raggiungi¬mento richiede l'impegno non di un solo uomo ma di molti, non lo spazio di una vita bensl generazioni di uomini aventi un proposito comune.12 Lo scienziato baconiano seppellisce il proprio orgoglio nell'ottimismo che nasce da una visione progressiva e collettiva della conoscenza e della verità.

Questa sottomissione dell'orgoglio dell'intelletto ha una por¬tata diretta sulla visione baconiana circa il vero fine della cono¬scenza. L'insuccesso della cultura, sostiene Bacone, risulta dal¬l'avere "frainteso o sbagliato il fine ultimo o piti lontano della conoscenza,"13 mentre le speranze per il futuro della cultura stanno appunto nell'individuazione del suo giusto fine: "Non è possibile seguire un dato corso quando non se ne è stabilita esat¬tamente la meta. Ora il vero e legittimo fine delle scienze non è altro che questo: che la vita umana sia dotata di nuove scoperte e di nuovi poteri. "14 Se la conoscenza deve dedicarsi "alla gloria del creatore e ad alleviare la condizione umana, "15 essa deve vol-gersi a una conoscenza profonda del comportamento della natura e all'applicazione di tale conoscenza allo sviluppo sistematico e al miglioramento delle arti. La differenza tra civiltà e barbarie; so¬stiene Bacone, replicando contemporaneamente a diverse antiche

scientifiche della generazione successiva. Il loro entusiasmo sembra spesso derivare non tanto dall'attesa, cui anche Bacone dà voce, che la nuova scienza porti a rapide messi, quanto dalla sua promessa di un progresso infinito nell'esplorazione efficace di una com• plessità infinita. Glanvill scriveva in Pllls ultra, 1668, p. 7: "Essi [la Royal Society] credono che la Provvidenza abbia collocato nelle cose un'inesauribile varietà di tesori, che offrirà nuove scoperte sino alla fine del mondo e basterà ricompensare la geniale industriosità e le ricerche di coloro che scrutano le opere di Dio e scendono in profondità per vederne le meraviglie."

11 Advancement, in: Works, voI. VI, p. 132. Si veda anche: Novum organum, I, x, XXIV J cxn.

12 Novum organum, I, CXIII.

13 Advancement, in: Works, voI. VI, p. 134. Vedi anche Valerius Terminus, in:

Works, val. VI, p. 34.

"Novum organum, I, LXXXI.

15 Advancement, in: W'orks, voI. VI, p. 134.

teorie correnti, "non proviene dal suolo né dal clima né dalla razza, ma dalle arti." E "il dominio dell'uomo sulle cose dipende interamente dalle arti e dalle scienze. Non possiamo infatti coman¬dare alla natura se non obbedendole. "16

Alla luce di tale fine molti incentivi convenzionali, e apparen-temente normali, allo studio perdono per Bacone la loro impor¬tanza e diventano vili e ingannevoli: "Gli uomini infatti comin¬ciano a desiderare di sapere e conoscere qualche volta per una naturale curiosità e una spinta all'indagine; talvolta per occu¬pare la mente in modo vario e piacevole; talvolta per ornamento e reputazione; talvolta per potere emergere quanto a spirito e vincere nel contraddittorio; il piti delle volte per lucro e per la professione; di rado sinceramente per dare una dimostrazione veritiera del dono della ragione a beneficio e uso dell\.lomo. "17 Alcuni di questi moventi comuni e tradizionalmente ammirati pos¬sono essere, come ammette Bacone, "piti validi di altri"; cio¬nondimeno sono "tutti inferiori e degeneri. "18 L'accantonarli im¬plica inoltre un allontanamento radicale dai moduli tradizionali del tipo e della condotta dell'uomo di cultura. L'ideale tradizionale della contemplazione come attività perfetta e bene ultimo del¬l'uomo razionale viene abbandonato, e altrettanto deve avvenire evidentemente del suo corrispondente moderno, la curiosità priva di interessi. Lo scienziato di Bacone è disinteressato solo in quanto preferisce il bene comune a quello personale; Bacone ritiene necessario ripudiare l'ideale aristotelico e quello scolastico della vita contemplativa: "Esso [il bene comune] decide della que¬stione se preferire la vita contemplativa o quella attiva; e decide contro Aristotele. Per tutti i motivi da lui addotti a favore della vita contemplativa per quanto riguarda il bene personale e il piacere e la dignità della personalità dell'uomo; sotto i quali aspetti la vita contemplativa prevale... Ma gli uomini devono sapere che in questo teatro della vita umana il ruolo di spetta¬tori è riservato solo a Dio e agli angeli. "19 L'ideale contemplativo, esaltando il "piacere e la dignità della personalità dell'uomo," altera il fine della conoscenza svuotandolo del suo potere. Solo attribuendole una diversa importanza si può ridare alla cultura il

16 Novum organum, I, CXXlx. Questa idea viene affermata come aforisma nello

speciale vocabolario di filosofia naturale di Bacone nel Novum organum. II, I. 17 Advancement, in: Works, voI. VI, p. 134.

18 Valerius Terminus, in: Works, voI. VI, p. 34.

IO De augmentis scientiarum, libro VII, cap. I, in: ìVorks, voI. IX, pp. 197-198.

Si veda anche: Novum organum, I, CXXIV.

suo vero carattere: "ciò renderà dignità alla conoscenza e la esalterà, se la contemplazione e l'azione potranno essere con¬giunte piti direttamente e piti strettamente di quanto non Siano state finora."20

Per Bacone l'ispirazione a un vero apprendimento non nasce dal piacere dello studio e dall'eccitamento della scoperta, bensl dai bisogni dell'umanità. Anche se molte delle affermazioni fatte da quest'uomo notevole nel corso della sua vita discontinua sono state guardate con un certo sospetto, è impossibile dubitare della sincerità della compassione da lui espressa per la sorte umana. Nella sua celebre lettera a Burghley, che contiene la prima di¬chiarazione scritta delle sue ambizioni intellettuali, egli conclude:

"Ciò, sia esso curiosità o vana gloria o natura o (se lo si considera favorevolmente) philanthropia, è cosl fisso nella mia mente che non si può rimuovere. "21 Bacone elenca probabilmente i moventi minori perché non vuole manifestare troppo chiaramente la sua serietà è la sua sincerità al mondano ministro, ma le espressioni successive sull'argomento sono intransigenti. Il motivo etico' supe¬riore non può piti separarsi dal superiore fine intellettuale, in quanto Bacone capisce che nessun movente diverso della philan¬thropia potrà mai garantire che la scienza si attenga al giusto fine della conoscenza e usi di conseguenza i metodi opportuni. Se la conoscenza deve divenire un dominio della natura per gli usi della vita, la possono condurre solo uomini costantemente ispirati dalla compassione per la sorte umana. A conclusione del Proemium alla Magna instauratio Bacone cosl spiega la sua fretta nel pubblicarIa: "La causa di tale fretta non è l'ambizione per-sonale ma la sollecitudine per il lavoro: affinché in caso di morte possa rimanere un profilo e un piano di quanto aveva concepito, nonché una prova della sua onestà intellettuale e della sua incli¬nazione a beneficiare la razza umana. È certo che ogni altra ambizione sembra ben poca cosa ai suoi' occhi in confronto al¬l'opera che ha in mano, poiché vede che la questione in causa o è nulla o è qualcosa di cOSI grande che ci si può accontentare del suo valore intrinseco senza cercare altra ricompensa." Anche nei suoi discorsi di ordine pratico, Bacone svilisce in quanto infe¬riori le azioni che derivano dall' amore di sé stessi (" di saggezza per l'uomo in sé") e proclama la philanthropia come la piti no-

20 Advancement, in: \Vorks, voI. VI, pp, 134-135.

21 }AMES SPEDDING, The letters and the life of Francis Bacon. London, 1868-1890, voI. I, p, 109.

bile delle facoltà umane ("la bontà, e la bontà della natura"). La philanthropia è il seme dal quale deve crescere la nuova scienza, e cosi il nuovo uomo di cultura deve necessariamente commuo¬versi dinanzi ai bisogni degli altri. Quanto profondi siano i senti¬menti di Bacone può intuirsi dalle righe seguenti, tratte dalla pre¬fazione alla Magna instauratio:

Pertanto, visto che queste cose non dipendono da me, nell'intrapren¬dere l'opera io prego umilmente e fervidamente Dio Padre, Figlio e Spirito Santo che, memori delle sofferenze dell'umanità e del pellegrinaggio di que¬sta nostra vita nella quale male consumiamo i nostri pochi giorni, essi per¬mettano che per mano mia la famiglia umana riceva nuove grazie.22

La pietà è il segno costante del vero scienziato di Bacone.

Sul personaggio che si rivolge all' assemblea di uomini eruditi nella Redargutio philosophiamm Bacone scrive: "aspectus ... admo-dum placidi et sereni; nisi quod oris compositio erat tanquam miserantis."23 E nel descrivere uno dei Padri della Casa di Salo-mone, nella New Atlantis, il primo dettaglio ha ~ che fare con la pietà: "Pattosi giorno, entra. È un uomo di media statura ed età, gràdevole nella persona, e ha un aspetto come se avesse pietà degli uomini. "24

L'identificazione della verità scientifica con l'uso e quindi con la carità, col potere e quindi con la pietà, è fondamentale nella concezione haconiana della vera conoscenza.

22 WOl'ks, voI. VIII, pp. 34•35. Questo testo compare anche, con lievi vartaZlOnl, tra le sue preghiere e meditazioni, con il titolo Preghiera dello studioso. Works, voI. XIV, p. lOl.

23 Redargutio philosophiarum, Works, VII, 59.

24 Works, voI. V, p. 395. "Egli detestava le autoconfessioni. Ma ogniqualvo1ta dipin¬geva il ritratto del suo filosofo ideale, il tratto principale era la pietà per il genere umano.» (BEN]AMIN FARRINGTON, Francis Bacon, Philosopher of Industriai Science, New York, 1949, p. 70 [tr. il.: Francesco Bacone, filosofo dell'età industriale, Torino, Einaudi, 1969]).

P. Wiener e Aaron Noland, Le radici del pensiero scientifico, Feltrinelli (Milano),1971.

Pag 400-446

Il Seicento e il Settecento videro realizzarsi in dizionari ed enci¬clopedie vari progetti di un'organizzazione sistematica della cono-scenza. In questo periodo acquistò particolare importanza l'unità delle scienze in rapporto agli ideali dell' Il1uminismo, in quanto la unità delle scienze apre la possibilità dell'universalità di tutte le conoscenze. All'inizio del Seicento gli sforzi di Bacone e di Cartesio per attuare una riforma radicale delle scienze si accompagnarono in ciascun caso a un'insistenia sull'unità delle scienze come elemento essenziale della riforma. Le loro concezioni della natura di tale unità sono però notevolmente diverse. Tuttavia talune concezioni di Bacone e di Cartesio si fondono in Leibniz, il terzo dei grandi filosofi di quel secolo che contribuirono all'idea di unità delle scienze.

In uno dei suoi primi progetti per la rigenerazione delle scienze, Bacone esprime l'ideale di una sapienza universale basata sull'uni-ficazione di ogni scienza e conoscenza. Egli osserva che "coloro che in Grecia professavano la saggezza pretendevano insegnare una sa¬pienza universale ... Si parlava comunemente della catena delle scien¬ze e di come esse fossero collegate, tanto che i Greci, che avevano termini a piacimento, le avevano dato il nome di 'apprendimento circolare' ." Bacone è d'accordo su almeno un aspetto della con¬cezione greca: "Le singole arti e scienze" non devono essere "sepa¬rate dalla conoscenza generale." Quanto alle modalità della loro integrazione, egli intende però qualcosa di nuovo e di molto piu profondo che non "il commento e la concezione dei Greci."1

Bacone concepisce l'unità della scienia a prezzo di gravi limita-

l Valerius Terminus, cap. I, in: The 1\7 orks of Francis Bacon, a cura di SPEDDING, ELLIS e HEATH, New York, 1869, val. VI, p. 43.

zioni ed esclusioni. I limiti non sono però fissati tanto dalla teoria della conoscenza quanto dalla religione, che si distingue nettamente della scienza, dichiarando poi che cosa è riservato alla sua giurisdi¬zione. La linea di divisione assoluta tracciata tra il regno della teologia e il mondo della natura lascia alla scienza solo il mondo della natura o della materia; pertanto tutte le scienze devono essere scienze naturali. Questo ha importanti conseguenze per la metafisica, la logica, l'etica e la politica.

~ Cominciando dalla metafisica, ciò implica che per considerarla una scienza occorre una radicale trasformazione della concezione tra¬dizionale di tale scienza. Come dice chiaramente Bacone, la meta¬fisica va considerata "una parte della fisica o della dottrina concer¬nente la natura.,,2 La separazione significa anche l'esclusione dalla scienza di qualsiasi teoria sull'anima razionale dell'uomo, in quanto le parole della Scrittura dichiarano che quest'anima è divina. È at¬traverso la Scrittura che noi sappiamo che l'uomo è fatto a imma¬gine di Dio e che "Egli ha fatto l'uomo dalla polvere della terra e ha soffiato nelle sue narici l'alito della vita."3 Solo la parte del¬l'uomo che è polvere della terra, cioè quella materiale, può essere oggetto di scienza, mentre la conoscenza dell'alito vitale o del¬l'anima razionale "deve trarsi da quella stessa ispirazione divina dalla quale tale sostanza originariamente deriva." Ciò conclude molti interrogativi tradizionali che hanno avuto un loro posto nella filosofia, interrogativi circa la questione "se [l'anima razio¬naIe] sia innata o avventizia, separabile o inseparabile, mortale o immortale; fino a che punto sia legata alle leggi della materia e fino a che punto sia da queste esente; e via dicendo."4

La limitazione religiosa definisce anche l'orizzonte della logica e dell'etica. Siccome le facoltà dell'anima razionale, pur non fa¬cendo parte della natura, hanno un loro impiego in natura, la scienza può indagare sull'" uso e gli oggetti" di tali facoltà, e questo fa si che la logica e l'etica occupino un posto legittimo e, per quanto importante, pur sempre limitato tra le scienze. "La logica discute dell'intelletto e della ragione; l'etica, della volontà, dell'istinto, degli affetti; l'una produce determinazioni, l'altra azio¬ni."5 Questa logica ammissibile, però, essendo limitata all'uso delle facoltà dell'intelletto e della ragione, dovrà solo dirigere e

2 De augmentis scientiarum, IV, !lI, in: Works, voI. IX, p. 59. 3 Ibid., in: Works, voI. IX, p. 48.

4 Ibid., in: \Vorks, voI. IX, pp. 49 s.

5 Ibid., V, I, in: Works, voI. IX, p. 61.

rafforzare tale uso. Il nuovo organon è un accorgimento tecnico applicato ab extra alla mente affinché "le cose si svolgano come per meccanismi."6 Questa logica non è una teoria sulla natura del pensiero logico né una teoria della conoscenza.

Il caso dell'etica è in parte simile. Le gravi limitazioni impo¬ste dalla religione la relegano, nella sua qualità di scienza, allo stato di tecnica di controllo degli istinti e degli affetti, e di con¬trollo dell'azione. Fu proprio l'ambizione a una scienza dell'etica che condusse originariamente l'uomo a perdere la grazia. Non fu il desiderio di conoscere la natura a provocare la condanna di Adamo. "Il desiderio orgoglioso e ambizioso della conoscenza morale per poter giudicare il bene e il male, affinché l'uomo potesse ribellarsi a Dio e imporsi leggi proprie, prese la forma e il modo della tentazione.,,7 Adamo suppose che il bene e il male non avessero origine dai comandamenti di Dio ma avessero altri fondamenti e che se fosse stato possibile scoprirli, l'uomo sarebbe dipeso unicamente da se stesso. La legge morale, con i suoi sacri misteri, appartiene alla teologia sacra. Essa è, per la maggior parte, "piti in alto di quanto possa ambire la luce della natura."8 Essa nasce non dai dettami della ragione ma dalla volontà divina casi com'è rivelata nella Scrittura. Per quanto concerne poi le questioni sul summum bonum, sulle quali i filosofi pagani hanno discusso e meditato all'infinito, esse sono "eliminate dalla. fede cristiana. "9

Il compito piti modesto che rimane all'etica scientifica è quello di determinare "come impostare e sottomettere la volontà del-l'uomo" in conformità alle esigenze della legge morale. Questa etica, quasi una "Georgica, o coltura della mente" tesa a sotto-mettere, applicare e adattare la volontà dell'uomo, si fonda sulla conoscenza dei caratteri e delle disposizioni, e su una scienza degli affetti e delle passioni. Il materiale per una conoscenza del genere viene derivato dalla storia. La particolare utilità della storia per la morale e la politica sta nel fatto che essa mostra come si pos¬sano controllare le passioni mettendole una contro l'altra. Questa cognizione tecnica di controllo dell'azione non deriva dalla teoria del bene o del giusto, ma solo dai fatti. Bacone ritiene che il grande merito di Machiavelli e di altri scrittori come lui è che

6 Novum organum, prefazione, in: \Vorks, voI. VIII, p. 61.

7 Magna instauratio, prefazione, in: \Vorks, voL VIII, pp. 35 s. 8 De augmentis scientiarum, IX, I, in: Works, voL IX, p. 348.

, Ibid., VII, I, in: Works, voL IX, p. 194.

essi "dichiarano e descrivono apertamente e senza infingimenti ciò che gli uomini fanno e non quello che dovrebbero fare.1O Ba-cone approva senza riserve i discorsi politici di Machiavelli basati direttamente sulla storia. È la storia civile quella che fornisce all'etica e alla politica la base induttiva necessaria per guidare l'azione.

La scienza politica, ancorché tradizionalmente associata al¬l'etica, non subisce alcuna delle restrizioni imposte dalla religione all'etica, semplicemente in quanto Bacone separa la politica dal¬l'etica. La politica di Bacone diviene quella della ragion di stato, l'arte o la tecnica dell'esercizio del potere, e pertanto rientra opportunamente nella sfera dell'indagine naturale. Lo Stato non è messo in rapporto alla vita dell'uomo, come avveniva nelle con¬cezioni precedenti, per impartire alla politica un ruolo autori¬tario nell'ordinamento delle attività umane. Esso non ha per og¬getto "il bene dell'uomo," in quanto nessuna scienza può legit¬timamente pretendere di abbracciare quegli aspetti dell'uomo che esulano dall'ordine naturale e appartengono a quello divino.

Responsabile della prima condizione limitante dell'unità delle scienze è quindi la religione. Essa vuole che ogni conoscenza ra-zionale si limiti alla natura e che tutte le scienze siano scienze naturali. Un altro condizionamento alla loro unità deriva però dalla natura stessa. La natura è un'unità autosufficiente e autosus¬sistente, e la scienza non è che un riflesso o immagine della natura. Secondo l'interpretazione baconiana dalla "favola" di Pan nel De sapientia veterum, Pan è inteso a rappresentare "l'uni¬verso o il tutto delle cose." Si noti che in questo mito non si attribuiscono a Pan altri amori che quello per Eco. Ciò vuole significare che il mondo si diletta di se stesso, ossia è autosuffi¬ciente. Non ha bisogno di nulla all'infuori di se stesso, poiché l'amore è desiderio di qualcosa che manca. E che Pan, o il mondo, non abbia progenie, è ritenuto da Bacone un'altra allusione alla sua sufficienza o perfezione. "La generazione ha luogo tra le parti del mondo;

ma come può il tutto generare, se fuori di esso non esiste altro corpo?" Le nozze di Pan con Eco sono nozze non con qualcosa di sostanziale ma con una voce, voce che è discorso o scienza. "Giustamente si immagina che fra tutte le parole e le voci solo Eco venga prescelta come sposa del mondo; poiché que¬sta è la vera filosofia, che echeggia piti fedelmente le voci del

mondo stesso ed è come dettata da questo; essa non è altro che l'immagine e il riflesso del mondo, cui non aggiunge nulla di pro-prio ma solo lo itera e lo rimanda."11

La materia prima, da cui derivano tutte le cose, è autosuffi¬ciente. La natura non contiene nulla di piti originale. Essa non appartiene a nessun genere. "Pertanto," dice Bacone, "quale che sia questa materia e il suo potere, è cosa positiva e inspiegabile e va presa cOSI come la si trova e non va giudicata secondo con¬cezioni precedenti. "12 Non si può conoscerla da una causa, poiché in quanto causa di tutti i fenomeni naturali è di per sé senza causa. Per quanto la rivelazione ci insegni che Dio ha creato il mondo, Dio stesso si trova completamente al di fuori della na¬tura e nell'ambito della catena di cause non si può risalire fino a Dio come Causa Prima. La conoscenza della natura non può 0ifrire una base per la conoscenza di altro, né dipende dalla conoscenza di altro.

Nell'ambito di questa natura autosufficiente ogni diversità è spiegabile in ultima analisi con un unico principio, che Bacone chiama la legge riassuntiva della natura; è "quell'impulso di desi¬derio originariamente impresso da Dio alle particelle prime della materia, che le fa confluire e che per ripetizione e moltiplicazione produce tutta la varietà della natura.,,13 Questo aspetto dell'unità della natura, l'identità che soggiace alla varietà, è espresso nel De sapientia veterum dalle corna di Pan. "Si attribuiscono all'uni¬verso corna larghe alla base e appuntite in cima. Tutta la natura tende infatti a un punto, come una piramide. Gli individui che stanno alla base della natura sono infiniti di numero; questi si raccolgono in specie che sono esse stesse molteplici; le specie si raccolgono a loro volta in generi i quali, per gradazioni con¬tinue, si contraggono in generalità piti universali, di modo che infine la natura sembri terminare nell'unità, come significa la forma piramidale delle corna di Pan. "14 La scienza, allora, non è altro che l'immagine di questa ascesa ordinata dalla molteplicità e dalla diversità degli individui all'unità della legge riassuntiva. Partendo dalla storia naturale essa aspira a giungere, attraverso assiomi sempre piti generali, a quell'unica legge che li comprende tutti.

11 Ibid., II, XIII, in: Works, voI. VIII, p. 456.

12 De principiis atque originibus, in: Works, voI. V, p. 291. 13 De sapientia veterum, XVII, in: Works, voI. XIII, p. 123.

14 De augmentis scientiarum, II, X11I, in: Works, voI. VIII, p. 449.

Tutte le scienze particolari fanno parte di un'unica scienza della natura. Bacone definisce la filosofia naturale "la grande ma¬dre di tutte le scienze. Poiché tutte le arti e le scienze, ancorché torni te e modellate e adattate all'uso, difficilmente cresceranno se strappate alle loro radici. "15 Le scienze hanno una base comune in "un'unica scienza universale" che Bacone chiama philosophia prima e che viene paragonata al tronco di un albero del quale le singole scienze sono rami, "il quale tronco per un certo tratto cresce intero e continuo, per poi dividersi in rami grossi e rami sottili." Questa scienza universale è "ricettacolo di tutti quegli assiomi che non sono specifici di alcuna singola scienza ma sono comuni a diverse tra esse." È anche una dottrina dei trascen¬dentali come "molto, poco; simile, dissimile; possibile, impos¬sibile; e analogamente essere e non-essere, e simili." Questi vanno tuttavia trattati da un punto di vista fisico, "in quanto esercitano la loro efficacia in natura, e non in via logica. "16 Gli assiomi comu¬ni non vanno considerati mere "similitudini"; essi sono "le im¬pronte stesse della natura che si imprimono su diversi oggetti o questioni." Il corpo di questi assiomi "manifesterebbe l'unità della natura"; il vero compito della philosophia prima è quello di mostrare questa unità.

Per restaurare l'antico ideale di una sapienza universale, Ba¬cone conta soprattutto su questa philosophia prima. L'unità delle scienze si manifesta però in altri modi, oltre quello di possedere una base comune nella philosophia prima. Sotto un aspetto mol¬to significativo Bacone si oppone esplicitamente al carattere se¬zionale dell'organizzazione delle scienze secondo Aristotele. Se¬condo Aristotele ciascuna scienza delimita il genere con il quale ha a che fare. Nella dimostrazione è impossibile passare da un genere all'altro. È inoltre impossibile dimostrare le verità fon¬damentali delle diverse scienze. Ciascuna di esse si fonda su pre¬messe proprie e indimostrabili. Non esiste una scienza suprema o sovrana da cui derivare le sue verità fondamentali.

Un ripudio di questa dottrina è già implicito nella conce¬zione baconiana della philosophia prima, in quanto, per Bacone, l'importanza di questa scienza universale nasce dalla necessità di uno "scambio" tra le varie scienze e dal fatto che "i partico¬lari e i casi di una scienza" forniscono nozioni per "impostare e correggere gli assiomi di un'altra scienza nella loro stessa varietà

15 Novum organum, I,

16 De augmentis, scientiarum, III, I, in: Works, voI. VIII, pp. 471-475.

e contenuto. "17 Successivamente, però, nel commentare la dot¬trina secondo cui i principi di ciascuna scienza vanno tratti da questa scienza stessa e sono indimostrabili, Bacone sostiene che "la vera logica dovrebbe penetrare nelle diverse province della scienza, armata di un'autorità superiore di quella pertinente ai principi stessi di quelle scienze, e dovrebbe chiedere conto a questi principi putativi finché non siano pJenamente stabiliti. "18 La logica esercita quest'autorità stabilendo tutti gli assiomi per induzione dai particolari della storia e procedendo in ascesa inin¬terrotta dagli assiomi meno generali a quelli piti elevati e piti generali. Ne risulta che la conoscenza è organizzata come una piramide e che in questa piramide le scienze sono disposte tra loro in ordine alla loro generalità. Alla base della piramide sta la storia naturale. Su questa è costruita la fisica, che ha due parti, una meno generale e una piti generale. Sulla fisica è costruita la me¬tafisica, che comprende, in assiomi ancor piti generali, gli assiomi della fisica. Al vertice, se mai vi si giunga, sta la legge riassun¬tiva, una legge unica della massima generalità, che abbraccia ogni cosa.19 Questa distinzione tra le scienze non è che una divi¬sione tra livelli di generalità nella conoscenza della natura.

Un altro aspetto dell'unità della scienza sorge in rapporto alla relazione fra teoria e pratica, tra speculazione e azione. Tutta la scienza baconiana è subordinata all'azione. Il fine del sapere è quello "di consolidare ed estendere il potere e il dominio della razza umana sull'universo"zo e di produrre "una linea e una sorta di invenzioni che possano in certo grado vincere e superare le necessità e le miserie dell'umanità. "21 Questa mèta - la conqui¬sta della natura - che Bacone propone alle scienze non è deter¬minata dal suo materialismo; né il progetto umanitario di sol¬lievo della miseria è un aspetto dell'edonismo che in genere com¬pare nella storia come contropartita morale del materialismo o del naturalismo. La conquista della natura è dettata dalla reli¬gione, poiché tutte le questioni aventi fini morali appartengono alla religione, e il fine della scienza è un fine morale: l'adempi¬mento dell'obbligo cristiano della cltrità: "È cosa eccellente par¬lare con la lingua degli uomini e degli angeli, ma ... se ciò è scisso dalla carità e non è in rapporto al bene degli uomini e dell'uma-

17 Valerius Terminus, cap. I, in: Works, voI. VI, pp. 43 S. 18 Magna instauratio, piano, in: Works, voI. VIII, p. 43.

19 De augmentis scientiarum, III, IV, in: Works, voI. VIII, p. 507. 20 Novum organum, I, CXXIX, in: Works, voI. VIII, p. 162

21 Magna instauratio, piano. in: Works, voI. VIII, p. 46.

nità, esso ha piti una gloria altisonante e vana che non un valore meritevole e sostanziale."22

La vita contemplativa o teoretica è in rapporto "al bene pri¬vato e al piacere o alla dignità dell'uomo in sé." È dunque vie¬tata. Bacone non discute la superiorità della vita contemplativa, "ma gli uomini devono sapere che nel teatro della vita umana solo a Dio e agli angeli tocca il ruolo di spettatori." L'obbligo della carità proibisce in questo mondo "la mera contemplazione che finisce in se stessa senza emanare raggi di calore e di luce sulla società."23

Da quest'esigenza, imposta alla scienza dalla religione, conse¬gue che ogni scienza è scienza produttiva. In effetti Bacone di¬stingue tra una parte "speculativa" e una parte "operativa" della scienza naturale. Ma queste due parti non sono distinte come due specie di conoscenza, bensi come due specie di attività in una divisione del lavoro nell'ambito di un medesimo progetto; un'at¬tività è costituita dall'acquisizione della conoscenza attraverso un'indagine delle cause, l'altra dall'uso di questa conoscenza nella produzione degli effetti. Le cognizioni di chi indaga teoricamente e di chi attua praticamente sono le stesse. Bacone divide pertanto la filosofia naturale in una parte speculativa e una operativa, sulla base di "due professioni o occupazioni dei filosofi naturali" e non sulla base della specie di conoscenza posseduta da ciascuno di essi.24

Bacone fa rientrare nella scienza produttiva persino l'etica e la politica. Un'etica scientifica non si preoccupa di determinare cosa sia il bene morale, perché questa è prerogativa della religione, bensi di adattare i desideri e la volontà dell'uomo al bene. Bacone immagina una scienza che dimostri come realizzare questo fine, analogamente alla scienza medica, e tale analogia viene accura-tamente elaborata. Sia la medicina sia l'etica sono scienze volte al controllo della natura, oppure dell'uomo in quanto facente parte della natura. Nell'interpretazione baconiana della favola della sfinge anche la politica assume la stessa veste. "Gli indovinelli della sfinge sono complessivamente di due sorte: una sulla natura delle cose, l'altra sulla natura dell'uomo; analogamente due sono i regni offerti in ricompensa della soluzione degli indovinelli: uno sulla natura e l'altro sull'uomo. Infatti il dominio sulle cose natu-

21 Advancement 01 !earning, libro I, in: Works, voI. VI, p. 94.

2J De augmentis scientiarum, VII, I, in: Works, voI. IX, pp. 198 s. 24 Ibid., III, III, in: \Vorks, voI. VIII, pp. 480 s.

l'ali - i corpi, la medicina, la potenza meccanica e infiniti altri di tal solta - è l'unico fine ultimo e giusto della vera filosofia naturale ... L'indovinello proposto a Edipo ... si riferisce alla na¬tura dell'uomo; chiunque infatti ha un'intuizione profonda della natura dell'uomo può plasmare la propria sorte quasi a piacere, ed è nato per dominare ... "25 L'etica e la politica sono pertanto scienze produttive nello stesso senso della medicina, della mecca¬nica e dell'agricoltura.

Il concetto baconiano di unità delle scienze in una "sapienza universale" compare in uno dei suoi primi scritti, il Valerius Terminus (1603 circa). Anche Cartesio, in uno dei suoi primi lavori, le Regulae ad directionem ingenii (1628), presenta l'ideale di una "saggezza universale" identificata con "le scienze prese tutte insieme. "26 Ma il contrasto tra le due concezioni è evi¬dente: per Bacone la base di questa unità è la natura, per Car¬tesio è la mente.

Nel brano che apre le Regulae, Cartesio si oppone immedia¬tamente alla tradizione aristotelica, la quale insegna che le scienze si distinguono tra loro per la natura del loro oggetto, e assegna a ciascuna scienza un metodo adatto al suo oggetto. Questo inse-gnamento si fonda su una falsa analogia tra le arti che dipendono da "un esercizio e una disposizione del corpo" e le scienze "che consistono esclusivamente nell'esercizio cognitivo della mente." Le arti sono sempre abilità specialistiche ed è la loro stessa di-pendenza dal corpo che le costringe alla specializzazione. L'adde¬stramento in un'arte non solo non è di alcun aiuto nell'esercizio di un'altra arte, ma può esserle di effettivo impedimento. Una mano adattata all'agricoltura, per esempio, diventa perciò quanto mai inadatta a suonare l'arpa. Di conseguenza lo stesso uomo non può apprendere tutte le arti. Si è ritenuto che lo stesso avvenga per le scienze. "Ogniqualvolta gli uomini notano una somiglianza tra due cose," dice Cartesio, "sono abituati ad attribuire ad en¬trambe, anche in quegli aspetti per i quali esse differiscono, quello che è risultato vero per una di esse. "27 Contrariamente alle arti, la scienza rimane sempre identica, quale che sia la natura dei

25 De sapientia veterZlm, XXVIII, in: Works, voI. XIII, pp. 161 s. 26 RegZlla, I.

27 Ibid.

suoi oggetti. Essa non subisce una differenziazione grazie a que¬sti ultimi piti di quanto la subisca il Sole grazie alla varietà delle cose che illumina. Pertanto coltivare una scienza non impedisce di coltivarne un'altra, ma può anzi essere d'aiuto poiché in en¬trambe si richiede lo stesso esercizio cognitivo della mente. Infatti per la mente imparare ad esercitare il potere conoscitivo su una sorta di oggetti vuoI dire rendersi tanto piti atta per un'altra e diversa specie di oggetti.

Questa concezione di una scienza sempre uguale, quali che ne siano gli oggetti, determina il ruolo assegnato da Cartesio alla ma-tematica nell'acquisizione del giusto metodo. Le scienze matema¬tiche traggono uno speciale vantaggio dalla semplicità del loro oggetto. Esse "sole concernono un oggetto cosi puro e non com¬plicato da non abbisognare di assunti che l'esperienza possa ren¬dere incerti." Ciò fa della matematica la scienza "piti facile e piti chiara" di tutte.28 Cartesio stesso l'ha studiata, dice, in vista di nessun altro fine pratico se non quello di "abituare la mente al cibo della verità e far si che non si accontenti di un falso ragio¬nare.,,29 Cartesio si limita qui a seguire il principio avanzato all'inizio delle Regulae, che siccome in ogni scienza si richiede lo stesso esercizio conoscitivo della mente, coltivare una scienza può essere d'aiuto nel coltivarne poi un'altra. La perizia si acqui¬sta esercitandola prima in soggetti piti semplici. Una volta acqui¬sita in questi, si potrà applicar1a a soggetti piti difficili. Il metodo consiste in un'abitudine o abilità nel dirigere l'attenzione su quan¬to è passibile di essere conosciuto. Siccome" esso dipende molto," come dice Cartesio, "dall'abitudine," le sue regole vanno praticate "a lungo su questioni facili e semplici come quelle di ordine ma-tematico." Nel commentare per Burman il brano del Discours de la méthode in cui è detto che "la matematica abitua la mente al cibo della verità," Cartesio afferma che "la matematica ci abitua a riconoscere la verità, in quanto nella matematica scopriamo il ra-gionamento esatto quale non è possibile trovare altrove. Conse¬guentemente chiunque ha abituato una volta la propria mente al ragionamento matematico, la mantiene pronta a indagare altre verità, poiché il ragionare è ovunque identico.,,30

Mentre distingue accuratamente la scienza dalle arti mecca-

28 Regula, IL

29 Discorso sul metodo, parte II, VI.

30 Entretien avec Burman, Oeuvres de Descartes, a cura di ADAM e TANNEKY, voI. V, p. 179 (corsivo mio).

niche, Cartesio non fa alcuna distinzione tra la scienza inerente a questioni teoriche e la scienza applicata alla pratica morale. Le arti produttive comportano l'uso di abilità corporee e si differen¬ziano quindi a seconda della natura dei loro oggetti. Le decisioni morali invece sono prese interamente alla luce naturale della ragione: la stessa luce naturale che ci illumina nelle questioni teoriche. L'errore e il male morale vengono trattati da Cartesio sotto lo stesso titolo.3l Sia nella teoria sia nella condotta morale sono implicate le stesse componenti: a) una chiara percezione razionale, e b) una determinazione della volontà alla luce di que¬sta percezione. Nelle questioni teoriche questa determinazione della volontà consiste in un atto di assenso a quanto si scorge come vero, in quanto ogni giudizio è un atto di libera volontà. Nel caso della condotta si ha un'analoga libera adesione della volontà a quanto si scorge come buono. E non è possibile distin¬guere una ragione pratica da una ragione teorica sulla base dei loro oggetti - il bene in un caso, la verità nell'altro - perché il bene appartiene all'ordine della verità quanto le questioni me¬tafisiche o matematiche.32 Poiche ogni conoscenza esiste per una determinazione della volontà, non è possibile alcuna distinzione ultima tra scienze pratiche e scienze teoriche. Tutte le scienze hanno lo stesso fine e cioè che l'intelletto possa illuminare la volontà nella giusta scelta in tutte le contingenze della vita.33

Il primo aspetto dell'unità delle scienze consiste quindi nella unità della mente umana, che è sempre identica a se stessa qual¬siasi cosa conosca. Un secondo aspetto di tale unità, che Cartesio mette in rapporto con il primo, riguarda i nessi logici tra le scienze. "Tutte le scienze sono congiunte e interdipendenti" e per questo motivo andrebbero studiate insieme piuttosto che isolata¬mente.34

Il modello per l'unità delle scienze nel loro insieme ci è of¬ferto dalla matematica. "Quelle lunghe catene di ragionamenti cosi semplici e facili di cui si servono i geometri per arrivare alle dimostrazioni piti difficili mi avevano indotto a pensare che tutte le cose che cadono sotto la conoscenza dell'uomo possano verosimilmente essere collegate tra loro allo stesso modo ... "35 Per

31 Vedi IV meditazione.

32 Il motivo della bontà delle cose è che Dio ha voluto crearle. "Non occorre chiedersi in quale classe causale rientrino quella bontà o quelle altre verità, sia mate¬matiche sia metafìsiche, che dipendono da Dio ... " Risposte alle obiezioni, VI.

33 Regula I.

34 Ibid.

33 Discorso sul metodo, II, VI.

Cartesio è possibile pensarlo, poiché ha affermato che la natura della scienza quale si rivela in tutti i suoi oggetti è universal¬mente la stessa. Egli immagina pertanto che la totalità delle scienze comprenda un unico sistema deduttivo. Questo sistema deve par¬tire da principi che rispettino due concezioni: in primo luogo, devono essere talmente chiari ed evidenti che la mente attenta non possa metterli in dubbio; in secondo luogo, siccome è da essi che dipende la conoscenza di tutte le altre cose, bisogna conoscerli indipendentemente da tutte le altre cose. "Dobbiamo quindi cer¬care di dedurre da questi prindpi la conoscenza delle cose che ne dipendono, in modo tale cha nell'intera serie delle deduzioni da essi tratte non ci sia nulla che non sia perfettamente evi¬dente. "36

Nel presentare questa concezione del sistema totale delle scienze, Cartesio, come Bacone, si serve della metafora dell'albero. "La filosofia nel suo insieme somiglia a un albero; le radici sono la metafisica; il tronco è la fisica, e i rami che si dipartono dal tronco sono tutte le altre scienze. Queste ultime si riducono a tre rami principali, vale a dire la medicina, la meccanica e la morale, e cioè la scienza morale piu elevata e piu perfetta che, presupponendo una completa conoscenza delle altre scienze, costi¬tuisce il grado supremo della saggezza. "37

Come la scienza non viene differenziata dalla natura dei suoi oggetti, cOSI anche il mutuo rapporto ordinato delle scienze, in quell'insieme sistematico che comprende la filosofia, non è deter¬minato dalla natura degli oggetti delle scienze. Si è pensato che l'albero della conoscenza di Cartesio, in cui si procede dalla me¬tafisica alla fisica, rappresenti un rovesciamento molto significativo dell'ordine aristotelico e scolastico, in cui si ha un'ascesa dalla fisica alla metafisica. Si potrebbe però parlare di rovesciamento solo se Cartesio, al pari di Aristotele, nell'ordinare queste due scienze in un reciproco rapporto prendesse in considerazione la natura e la dignità dei loro oggetti. Cartesio invece nega esplici¬tamente che la natura degli oggetti abbia a che fare con l'ordina¬mento del sapere:

In quanto scrivo va osservato che io non seguo l'ordine delle materie ma solo quello delle ragioni, cioè non intendo dire in un sol punto tutto quanto è pertinente a un soggetto, perché mi riuscirebbe impossibile farlo

3. Principii di filosofia, Prefazione dell' Autor!?, L 37 Ibid., XIV.

soddisfacentemente, essendoché alcune ragioni vanno dedotte da fonti assai piu remote di altre; ma ragionando con ordine, a facilioribus ad difficiliora, deduOJ quel che posso, talvolta per una questione, talvolta per un'altra; è questo a mio parere il vero modo per scoprire e spiegare la verità; quanto all'ordinamento delle materie, esso va bene solo per coloro per i quali tutte le ragioni sono staccate e che sono in grado di pronunciarsi tanto su una difficoltà quanto su un'altra.38

Cartesio definisce l'ordine come il piti grande segreto del metodo. "Il metodo consiste interamente nell'ordine e nella di¬sposizione degli oggetti sui quali deve dirigersi la nostra visione mentale se vogliamo scoprire qualche verità ... " Raggiungiamo il giusto ordine "se riusciamo a ridurre passo passo le proposizioni piti involute ed oscure a quelle piti semplici e quindi, partendo dall'apprendimento intuitivo di quelle che sono assolutamente semplici, tentiamo di ascendere alla conoscenza di tutte le altre attraverso passi esattamente simili. "39 Quest'ordine, insiste piti volte Cartesio, non è un ordine di cose quali esistono in natura ma quali esistono in riferimento alla conoscenza che ne abbiamo. "Relativamente alla nostra conoscenza le singole cose andrebbero prese in un ordine diverso da quello secondo cui dobbiamo guar¬darle quando le consideriamo nella loro natura piti reale ... ; noi tratteremo le cose solo in relazione alla conoscenza intellettuale che ne abbiamo."4O Pertanto, se le scienze formano un sistema unificato, quest'unità non deriva dalla natura dell'oggetto delle scienze, ma solo dal loro rapporto con il nostro intelletto. L'unità delle scienze di Cartesio non risente della radicale biforcazione della realtà in sostanze spirituali e materiali, ciascuna delle quali può esistere in modo perfettamente indipendente dall'altra.

La vera logica, la scienza dell'ordine, applicabile indifferente¬mente a tutte le materie, è la base di quella saggezza universale che, secondo Cartesio, dovrebbe essere oggetto di qualsiasi no¬stro studio delle scienze. Il particolare status ad essa assegnato è meglio esposto nel racconto della sua ricerca di una matematica universale nella Regula. Le varie scienze come l'aritmetica, la geometria, l'astronomia, la musica, l'ottica, la meccanica e varie altre vengono considerate da Cartesio parti della matematica per¬ché comportano tutte uno studio dell'ordine e della misura, indif¬ferentemente dal fatto che questi vengano cercati nei numeri,

38 Lettera a Mersenne del 24 dicembre 1640. 39 Regula V.

40 Regula XII.

nelle figure, nelle stelle, nei suoni o in qualsiasi altro oggetto. E conclude che "dev' esserci una scienza generale che spieghi nel suo insieme quell'elemento dal quale nascono i problemi di ordine e di misura, anche se non sono limitati a una particolare materia di conoscenza. Questo chiamano 'mathesis universalis' ... , perché que¬sta scienza comprende tutto quello per cui le altre scienze ven-gono chiamate parti della matematica. Possiamo vedere guanto tale scienza superi per utilità e semplicità le scienze ad essa subordinate dal fatto che essa può affrontare tutti gli oggetti di cui quelle hanno cognizione e molti altri ancora ... "41

Nel proseguire la discussione sulla matematiéa universale nella regula XIV, Cartesio fa notare che l'" ordine" si riferisce in par-ticolare a quantità (multitudines) numeriche, e la "Ìnisura" a grandezze continue. I rapporti tra grandezze continue possono però ridursi, almeno in parte, a rapporti tra numeri per mezzo di un'unità assunta o attribuita. L'insieme di unità può allora ordinarsi "in modo tale che il problema, che prima richiedeva la soluzione di una questione di misura, diviene ora una questione che comporta solo un esame d'ordine. "42 Questa trasformazione della matematica universale in una scienza d'ordine in relazione a quantità e a grandezze numeriche, dice Cartesio, è stata rea¬lizzata servendosi del suo metodo o logica. Essa serve nello stesso tempo a mostrare il carattere della sua logica, concepita come scienza del tutto universale dell'ordine, non limitata a una ma¬teria ma avente riferimento a tutte. Pertanto la matematica uni¬versale diviene il modello di una scienza ancora piu universale di quanto essa stessa non sia; cioè il rapporto tra la logica e tutte le scienze particolari è uguale a quello tra la matematica univer¬sale e l'aritmetica, la geometria, l'astronomia, la musica, l'ottica, la meccanica ecc. Come queste hanno un riferimento alla mate¬matica, in quanto in esse si studiano l'ordine e la misura, cosi tutte le scienze particolari di qualsiasi specie si riferiscono alla logica della scienza come tale, in quanto in esse si studia l'ordine. E cosi come esiste un'unica scienza matematica generale che spiega nel suo insieme quell'elemento che dà origine a problemi di ordine e di misura per quanto non limitati a un particolare argomento ma¬tematico, cosi pure esiste un'unica scienza assolutamente gene¬rale che ha un corrispondente rapporto con tutti i problemi di

41 Regula IV. 42 Regula XIV,

ordine senza limitazioni a un particolare argomento di qualsiasi specie. Infine, siccome la matematica universale contiene tutto ciò in base a cui l'aritmetica, la geometria, l'astronomia, la musica ecc. vengono definite parti della matematica, il metodo o logica, di Descartes è una scienza universale che contiene tutto ciò per cui tutte le scienze particolari possono definir si parti della scienza.

Questa concezione della logica come scienza generale che ha nei confronti delle scienze particolari lo stesso rapporto che la matematica universale ha nei confronti delle scienze matematiche particolari, e la concezione di questa logica come fondamento del¬l'unità delle scienze, vengono raccolte da Leibniz ed elaborate con ricchezza di particolari nei suoi progetti per un'enciclopedia dimostrativa dell'umano sapere che supera di molto quanto Car¬tesio abbia mai tentato.

Gli schemi di Leibniz per la sua enciclopedia, che dovrà es¬sere il grande strumento per portare la civiltà al massimo della sua potenza, lo impegnano per tutta la vita.43 Dietro all'ideale dell'enciclopedia sta il concetto di una saggezza che si identifica con l'universalità del sapere. "La saggezza," dice Leibniz, "è una conoscenza perfetta dei prindpi di tutte le scienze e dell' arte di applicarli. "44 Sotto certi aspetti la sua concezione di questa sag¬gezza universale si avvicina piu a quella di Bacone che non a quella di Cartesio. Per Cartesio non è la conoscenza che ha valore, bensi la capacità di emettere un giudizio valido. L'uomo saggio non è l'erudito, bensi colui la cui mente si è formata in modo tale da poter giudicare esattamente l'argomento che af¬fronta qualunque esso sia. In ciò consiste l'universalità che carat¬terizza la sua saggezza. La saggezza cartesiana si oppone diretta¬mente all'ideale rinascimentale di una saggezza che si identifica con il sapere. L'uomo di cultura viene sostituito dall'"uomo di buon senso" che applica la ragione naturale a quanto si richiede,

4J Nel suo studio sulla logica di Leibniz, Couturat ha messo in rilievo il ruolo decisivo dell'ideale enciclopedico in tutta la carriera di Leibniz. L'enciclopedia doveva essere la sua grande opera filosofica e scientifica. Dopo aver lavorato indefessa mente in mezzo a innumerevoli motivi di distrazione per cinquant'anni della sua vita, cercando dapprima di persuadere la comunità internazionale dei sapienti, "la repubblica delle lettere," a concedergli la collaborazione richiesta, e finalmente rivolgendosi poi ai principi, Leibniz mori senza aver realizzato il suo sogno. Il suo progetto era semplicemente titanico, come lo definisce COUTURAT (La logique de Leibniz, Paris, 1901).

<4 Leibniz, SelectiollS, a cura di PHILIP p. WIENER, New York, 1951, p. 77.

secondo i precetti del giusto metodo. Se si cerca l'universalità è in quanto attributo del potere della mente, non di ciò che la: men te conosce. Infatti Cartesio condanna come "follia" il desi¬derio di acquisire una conoscenza universale.45 Si tratta di un pun¬to di vista che somiglia da presso a quello di Montaigne e di Charron, che si riflette ancora nei logici di Port-Royal e riceve la sua espressione piti enfatica con Malebranche. Esso sta anche alla base della teoria dell'educazione di Locke. Non occorre che un gentiluomo abbia una conoscenza universale.46 Nell'educazione del giovane, Locke concede qualche posto a "un gusto universale per le scienze," ma insiste poi subito sul fatto che il suo valore non sta nel conoscere le cose. "lo non la propongo [l'universalità] come 'una varietà e una provvista di conoscenze, ma come una varietà e una libertà di pensiero; come un aumento dei poteri e delle attività della mente) non come un ampliamento dei suoi possedimenti. "47

45 La recherche de la vérité par la lumière naturelle.

46 JOHN LocKE, Some thoughts concerningreading and study.

47 LocKE, Conduct of the Understanding, sez. 19. Montaigne identifica la conoscenza con l'erudizione. Si tratta di qualcosa di acquisito o appreso, un possesso collocato nella memoria. Solo relegando la conoscenza nella facoltà della memoria egli può contrapporla alla comprensione o giudizio, e quindi alla saggezza. "In verità," dice, "la cura e le spese che i nostri padri dedicano alla nostra educazione non hanno altro fine che quello di provvedere la nostra mente di conoscenze; di giudizio e virtu neppure una parola! ... Le nostre fatiche non tendono se non a sovraccaricare la nostra memoria e a lasciar vuoti l'intelletto e la coscienza" (Miguel de Montaigne, Saggi). Il suo discepolo Cbanon, assimilando anche lui la conoscenza alla memoria, traccia una netta distinzione tra scienza e saggezza. "La scienza è un grande ammasso o accumulo o provvista di beni di altri; cioè una raccolta di quanto un uomo ha visto, udito e letto nei libri. .. ; ora il granaio o magazzino nel quale si trova e viene conservata questa provvista ... è la memoria ... ; la saggezza è la regola dell'anima; e questa regola è messa in atto dal giudizio, che vede, giudica e valuta tutte le cose, le dispone come si deve dando ad ogni cosa ciò che le compete" (Pierre Charron, De la sagesse). Cartesio, gli autori della Logica di Port-Royal e Malebranche non identificano ovviamente la scienza con l'erudizione, ma, nei limiti in cui la scienza vien~ considerata un mero possesso della mente, essa viene situata, rispetto al giudizio, nella stessa posizione di inferiorità. "Pertanto l'oggetto principale della nostra attenzione dovrebbe essere," dicono i logici di Port-Royal, "la formazione del nostro giudizio, rendendolo il piu esatto possibile; e a tal fine dovrebbe tendere la maggior parte dei nostri studi. Noi applichiamo la ragione come strumento per l'acquisizione delle scienze; mentre invece dovremmo avvalerci delle scienze come di uno strumento per perfezionare la ragione - poiché l'equilibrio della mente è infinitamente piu importante di qualsiasi conoscenza speculativa noi possiamo ottenere per mezzo delle scienze, anche le piu salde e ben stabilite. Ciò dovrebbe indurre gli uomini savi ad impegnarsi in esse solo nei limiti in cui esse contribuiscono a questo fine e a fame solo l'esercizio e non l'occupazione delle loro facoltà mentali. Se non teniamo presente questo fine, lo studio delle scienze speculative quali la geometria, l'astronomia e la fisica sarà poco meno che un vano divertimento e poco piu di una completa ignoranza di queste cose ... " (Logique ou Art de penser). "Perché quando un uomo si mette in testa," dice Malebranche, "di farsi un'erudizione, e lo spirito enciclopedico comincia ad agitarlo, difficilmente egli considera quali scienze gli siano piu necessarie, sia per comportarsi da gentiluomo sia per perfezionare la sua ragione" (Recherche de la vérité, libro IV, cap. VII). "È pur vero che la conoscenza di tutte queste cose .e altre simili è chiamata scienza, erudizione, dot¬trina, in quanto l'uso ha cosl disposto; ma c'è una scienza che è solo follia e stupidità,

Siccome la saggezza cartesiana si differenzia dall'accumulazione di conoscenze, essa considera la storia priva di valore e la ignora. In ciò Cartesio può considerarsi in contrasto con Bacone, Pascal e Leibniz, che hanno uno spiccato senso dello sviluppo temporale del sapere, non solo quale promessa di avanzamento indefinito nel futuro ma anche come accumulazione dal passato.48 Per Leibniz la civiltà si basa su una lunga storia di acquisizioni scientifiche. "Le arti e le scienze sono i veri tesori dell'umanità; esse mostrano la superiorità dell'arte sulla natura e differenziano le persone civili dai barbari. "49 Per conquistarle è occorsa l'intera storia della raz¬za umana. La scienza non è comparsa nello spazio di una notte, come tendono a ritenere i cartesiani. "Noi sappiamo quanto tem¬po è occorso perché l'umanità acquisisse interesse alla conoscenza della natura e all'istituzione delle leggi dello spazio e del moto attraverso le quali il nostro potere si rafforza. "50 Se questa cono¬scenza accumulata andasse perduta, o se l'uomo divenisse indif-ferente nei suoi confronti, si verificherebbe un ritorno alla bar¬barie. La conservazione stessa della civiltà, non meno del suo progresso, richiede l'organizzazione di tutti i nostri beni intellet¬tuali in un sistema unificato. Se si permette che le conoscenze si accumulino a caso, "alla fine il disordine diverrà quasi insuperabi¬le; l'infinita moltitudine di autori in breve tempo li esporrà tutti al pericolo del generale oblio; cesserà improvvisamente quella speranza di gloria che anima molte persone intente agli studi; es¬sere un autore sarà forse tanto disonorevole quanto prima era

secondo la Scrittura: Doctrina stultorum fatuitas" (ibid.). L'insistenza sul giudizio con¬trapposto alla conoscenza conduce questi autori, come pure Cartesio, ad eliminare ogni distinzione tra la sfera teorica e quella pratica. La natura del giudizio è sempre la stessa quale che ne sia l'oggetto, e la saggezza universale consiste nel perfezionamento di questo giudizio affinché possa giudicare tutte le cose.

48 Nel caso di Bacone e Pascal, l'importanza da loro attribuita allo sviluppo .storico della scienza nasce dalla loro concezione dell'esperienza sensibile come base delle scienze naturali. "I segreti della natura," dice Pascal, "sono celati; benché essa sia continuamente attiva, non sempre se ne scoprono gli effetti: il tempo li rivela di età in età e, benché sempre uguale a se stessa, la natura non si presta sempre a un'uguale conoscenza. Le esperienze che ce la rendono intelligibile si moltiplicano continuamente; e siccome costi¬tuiscono gli unici principi della fisica, se ne moltiplicano in proporzione le conseguenze" (Fragment d'un traité du vide). " ... non solo ciascun uomo progredisce quotidianamente nelle scienze, ma con l'invecchiare dell'universo tutti gli uomini presi insieme compiono in esso un progresso continuo in quanto la stessa cosa ha luogo nella successione degli uomini cosi come nelle diverse età di un singolo uomo. Cosicché l'intera serie continua degli uomini, nel corso di tanti secoli, andrebbe considerata come se si trattasse di un solo uomo che continua a sussistere e ad imparare."

"Il tempo," dice Bacone, "è autore di autori, o meglio di ogni autorità. Poiché a ragione la verità è detta figlia del tempo," e il tempo non va privato dei suoi diritti. Novum organum, I, LXXXIV, in: Works, voI. VIII, p. 117.

49 WIENER, op. cit., p. 596.

50 Ibid., p. 61.

onorevole. "51 La possibilità di un aumento dell'indifferenza nei confronti del sapere, e quindi dell'ignoranza e dell'abbandono del tesoro dell'umanità, angustia costantemente Leibniz. Il sistema unificato delle arti e delle scienze in un'enciclopedia servirà a pre-servare questo tesoro contro una tale possibilità.52 Sia per Leibniz sia per Bacone, però, l'organizzazione enciclopedica del sapere non è solo l'elaborazione di un inventario ordinato dei beni intel¬lettuali dell'uomo. Essa è invece assolutamente essenziale per la riforma radicale e l'avanzamento delle scienze.53

Per Leibniz come per Bacone due sono i modi secondo i quali l'ordinamento unificato delle scienze può essere foriero di pro¬gresso e facilitare nuove scoperte. In primo luogo, esso indica subito dove esistono lacune nelle umane conoscenze e in quale direzione rimane da operareS4 In secondo luogo, l'organizzazione delle scienze nei loro rapporti gerarchici di dipendenza logica, permette nuove scoperte attraverso le deduzioni rese in tal modo possibili. Bacone si limita qui a suggerire: " .. .in séguito alla distribuzione di arti e scienze particolari gli uomini hanno abban¬donato l'universalità o philosophia prima; e questo fa cessare e arresta ogni progresso. Nessuna scoperta perfetta è possibile su un solo piano o livello: né è possibile scoprire le parti piti recon¬dite e profonde di una scienza se ci si tiene a livello di questa stessa scienza, senza elevarsi a una scienza piti alta" ;55 Leibniz elabora invece questo principio con il massimo rigore.

Il sistema delle scienze secondo un ordine logico costituirebbe un'" enciclopedia dimostrativa." Essendo ciascuna scienza ridotta nell'enciclopedia alle sue proporzioni primarie e messa in oppor¬tuno rapporto con tutte le altre scienze alle quali è subordinata, sarà possibile dedurre a piacere dall'enciclopedia l'intera scienia attraverso i suoi soli prindpi e le regole dell'" arte della scoperta." "Se tale enciclopedia fosse fatta nel modo che desidero, potrem¬mo fornire i mezzi per trovare sempre le conseguenze delle verità fondamentali o dei fatti attraverso un sistema di calcolo altre t-

51 Ibid., p. 30.

52 Istruzioni per il progresso delle scienze e delle arti, e Saggi su un nuovo progetto di alcune scienze.

53 Uno dei numerosi progetti dell'enciclopedia di Leibniz conteneva nel titolo la significativa espressione baconiana «de instauratione et augmentis scientiarum" Il titolo completo è Plus ultra, sive initia et specimina scientiae generalis, de instauratione et augmentis scientiarum, ac de perficienda mente, remmque invetltionibus ad publicam feli¬citatem, GER., val. VII, p. 49.

54 BACONE, Magna illstauratio, piano, in: Works, val. VIII, pp. 38-40, 405; LEIBNIZ, GER., voI. VII, pp. 158, 58.

tanto preciso e semplice di quello aritmetico o algebrico." Una volta date le proposizioni primarie di una scienza, _" esse baste-ranno a ripeterne la scoperta qualora essa dovesse andare perduta e ad apprenderla senza un maestro qualora qualcuno intendesse applicarsi sufficientemente, combinando secondo il solito queste poche proposizioni con i precetti di una scienza superiore che si suppone già conosciuta, e cioè la scienza generale, o arte della scoperta, ovvero un'altra scienza alla quale la scienza in questione sia subordinata. "56

È pertanto evidente che per Leibniz la logica (l'arte della scoperta) e l'enciclopedia sono due aspetti di un unico progetto per l'instaurazione delle scienze. Abbiamo visto che lo stesso vale per Bacone. Le prime due parti del piano di Bacone per la grande instaurazione sono 1) la divisione delle scienze e 2) il nuovo organo, o "la dottrina sul migliore e piu perfetto uso della ragione umana nell'indagine delle cose.,,01 Ma mentre per Bacone !'im¬piego della nuova logica ha luogo dopo l'attuazione dell'organiz¬zazione delle scienze, per Leibniz il rapporto tra la nuova logica e l'organizzazione del sapere è tale - come ha fatto notare Cou¬turat - che esse possono svilupparsi solo di pari passo, in quanto ciascuna implica l'altra.58 La "caratteristica universale," che è il nuovo organo di Leibniz, esige come condizione del proprio svi¬luppo l'elaborazione dell'enciclopedia, mentre l'enciclopedia può a sua volta svilupparsi nelln sua struttura e nel suo contenuto solo attraverso la nuova arte della scoperta. La caratteristica uni¬versale esige l'analisi di tutto il sapere fino ai suoi costituenti

55 Advancement o/ learning, libro I, in: Works, voI. VI, pp. 131 s.

56 WIENER, pp. 40 s. "Per esempio, esistono varie scienze subordinate alla geometria nelle quali basta essere un geometra ed essere informati su alcuni pochi fatti principali, o principi di scoperta, ai quali possa applicarsi la geometria, talché non è necessario scoprire per conro proprio le leggi principali di queste scienze. Ad esempio. nella teoria della prospettiva dobbiamo solo considerare che un oggetto può essere delineato con esattezza su una data superficie segnando i punti di intersezione dei raggi visuali, cioè di linee rette che, parrendo dall'occhio attraverso i punri dell'oggetto si prolnngano fino a incontrare e intersecare la superficie. Ecco perché, data la posizione dell'occhio, la forma e la disposizione della superficie ... e finalmente le priorirà geometriche dell'oggetto (cioè la sua posizione e forma), un geometra può sempre determinare il punro di proiezione sulla superficie corrispondente al punto oggettivo proiettato ... La teoria della meridiana non è che un corollario di una combinazione di astronomia e prospettiva... La musica è subordinata all'aritmetica e, quando si conoscono alcuni pochi esperimenti fondamentali con armonie e dissonanze, tutti gli altri precetti generali dipendono dai numeri ... Inoltre è possibile mosrrare a un uomo che non sa nulla di musica il modo di comporre senza errori." Leibniz aggiunge comunque che, al fine di comporre bella musica, un uomo ha bisogno anche di "pratica, nonché di genio e di una vivida immaginazione nelle questioni di orecchio" (ibid., pp. 41 s.).

57 The great instauration, piano, in: Works, voI. VIII, p. 40. 58 LOOIS COUTURAT, La logique de Leibnil., pp. 79 s.

ultimi, ClOe quei concetti primitivi che per Leibniz costituiscono un "alfabeto dei pensieri umani." Essa darebbe a questi un carat-tere e fornirebbe i segni per esprimere le loro combinazioni e i loro rapporti. Ma il raggiungimento dell'alfabeto corrisponde per sua natura all'elaborazione di un inventario o enciclopedia del sapere umano e siccome consiste nel riportare tutte le verità a prindpi logici primari, esso è per di piu un'" enciclopedia dimo¬strativa." Nello stesso tempo, ridurre tutte le conoscenze a un sistema, porre le scienze nel loro giusto rapporto di dipendenza, vuoI dire inventare, anche inintenzionalmente, l'alfabeto in que¬stione. "La caratteristica universale che intravedo," dice Leibniz, "richiede solo un nuovo tipo di enciclopedia. L'enciclopedia è un corpo nel quale sono sistemate e ordinate le conoscenze umane piu importanti. Se questa enciclopedia verrà composta secondo l'ordine che ho in mente, la caratteristica ne risulterà per COS1 dire bell'e fatta; ciononondimeno coloro che lavoreranno non ne sa]Jranno lo scopo in quanto crederanno di lavorare solo all'enci¬clopedia. "59

Anche se i fini che animano i progetti di Leibniz per l'enci¬clopedia hanno qualche somiglianza con quelli di Bacone, tuttavia la sua concezione della base dell'unità sistematica delle scienze rappresenta piuttosto uno sviluppo di quella di Cartesio. Le cose conoscibili vengono ordinate, come per Cartesio, nei termini del loro rapporto con la coscienza che ne ha la mente. Se si pren¬dono le cose "in quanto oggetti dell'intelletto," allora, dice Car¬tesio, da questo punto di vista esse si possono dividere in "cose di natura estremamente semplice e cose di natura composita e complessa.,,60 Gli elementi semplici, noti per se, - le nature semplici di Cartesio o i concetti semplici di Leibniz - nelle loro varié combinazioni possono far sorgere tutto il sapere. Dice Cartesio: "Nessuna conoscenza è mai possibile se non delle na¬ture semplici e di ciò che può definirsi come loro reciproca com¬binazione o miscuglio. "61 L'arte di scoprire queste componenti semplici spetta all' anàlisi, l'arte di combinarle spetta alla sintesi. "Il frutto di diverse analisi di varie questioni particolari," dice Leibniz, "costituirà il catalogo dei pensieri semplici, o di quelli non molto lontani dall'essere semplici. Una volta in possesso del catalogo dei pensieri semplici, saremo pronti a ricominciare a

" Phil., voI. VII, BIll, p. 11, citato da COUTURAT, op. cit., p. 80 n. 60 Regula VIII.

61 Regula XII.

spiegare a priori l'ordine delle cose partendo dalle loro fonti di ordine perfetto e da una combinazione o sintesi assolutamente completa. Questo è quanto la nostra anima può fare nel suo stato attuale. "62

Leibniz compie tuttavia un importante passo avanti rispetto a Cartesio. Il "catalogo dei pensieri semplici" deve trasformarsi in un "alfabeto dei pensieri umani" attraverso la sostituzione dei pensieri con segni sensibili. Fatto questo, tutte le scienze bene¬ficieranno dei vantaggi di cui già godono le scienze matematiche attraverso l'uso di simboli. Cartesio descrive l'utilità dei simboli in matematica nella regula XVI: "Quando ci imbattiamo in que¬stioni che non richiedono la nostra immediata attenzione, anche se sono poi necessarie per le conclusioni, è meglio rappresentarle con simboli estremamente abbreviati piuttosto che con figure complete. Ciò evita, da un lato, gli errori dovuti a difetto di memoria e, dall'altro, impedisce la dispersione del pensiero cau¬sata dallo sforzo di tenere a mente quelle questioni mentre si è impegnati in altre inferenze. "63 Questi vantaggi offerti dai simboli . possono estendersi, secondo Leibniz, a materie come la metafisica e l'etica, nelle quali il problema di fissare l'attenzione si presenta ancora piti acuto che in matematica. "Se avessimo [una caratte¬ristica] quale io la concepisco, saremmo in grado di ragionare in metafisica e in etica quasi come facciamo in geometria e in analisi, perché i simboli fisserebbero i nostri pensieri, che sono troppo vaghi e volatili in queste questioni; in quanto l'immaginazione non ci viene qui in aiuto se non per mezzo di simboli."64

A questo vantaggio carte siano del simbolismo, Leibniz ne aggiunge un altro, e cioè che una scienza porterà in sé le proprie prove. La matematica già fruisce di questo vantaggio. In mate¬matica la falsità di un teorema può sempre determinarsi attraverso "un esperimento semplice, cioè con il calcolo, che richiede solo carta e inchiostro e che mostra l'errore per quanto piccolo esso possa essere. "65 Vale a dire, in matematica il controllo non viene effettuato sulle cose stesse ma sui simboli scritti su carta che abbiamo sostituito alle cose. In fisica gli esperimenti sono difficili

62 WIENER, op. cit., p. 80. 63 Regula XVI.

•• Phil., val. VII, p. 21; "Il vero metodo deve fornirei un filo d'Arianna, vale a dire un determinato mezzo sensibile e tangibile che diriga la mente, alla pari delle linee tracciate in geometria e delle forme delle operazioni imposte a coloro che imparano l'aritmetica. Senza di esso la nostra mente non può percorrere un lungo cammino senza sviarsi" (ibid., p. 22).

65 WIENER, op. cit., p. 13.

e dispendiosi, in metafisica sono impossibili, ma l'ostacolo può superarsi con l'uso di simboli .

... se riuscissimo a trovare simboli o segni convenienti per esprimere tutti i nostri pensieri con la precisione e l'esattezza con cui l'aritmetica espri¬me i numeri e l'analisi geometrica esprime le linee, sarebbe possibile rea¬lizzare in tutte le materie, entro i limiti in cui queste sono riportabili al ra¬gionamento, quanto già viene fatto in aritmetica e in geometria.

Tutte le indagini che dipendono dal ragionamento verrebbero infatti ricondotte, attraverso la trasposizione in simboli, a una specie di calrolo che faciliterebbe immediatamente la scoperta di ottimi risultati. Non dovremmo infatti romperci il capo come dobbiamo fare oggi, e tuttavia saremmo sicuri di rompiere tutto quanto i fatti in questione permettono.

Inoltre saremmo in grado di persuadere il mondo delle nostre scoperte o conclusioni, poiché sarebbe facile verificare il calcolo o rifacendolo o ten¬tando prove simili a quella del nove in aritmetica. Se qualcuno dubitasse dei miei risultati gli direi: "Calcoliamo, signore," e con penna e inchiostro defi¬niremmo la questione.66

Secondo Leibniz una simbolistica universale del genere, che permetta tali calcoli in ogni sfera della scienza, costituirebbe "lo sforzo piti elevato della mente umana; una volta compiuto questo sforzo, agli uomini toccherà solo essere felici, poiché avranno uno strumento che potenzierà la ragione non meno di quanto il tele¬scopio perfezioni la nostra vista. "67

Cartesio aveva concepito la sua logica come una scienza uni¬versale dell'ordine. Analogamente la logica di Leibniz è una scienza universale dell'ordine ma, in quanto caratteristica universale, di¬venta una scienza del "nesso e dell' ordine dei caratteri," ovvero dei simboli.68 Come per Cartesio, questa scienza costituisce la base dell'unità delle scienze, vale a dire essa ha con tutte le scienze particolari lo stesso rapporto che sussiste tra la matematica uni¬versale e tutte le scienze matematiche particolari,69 Come per Car-tesio, anche per Leibniz questa matematica universale non è che un'applicazione di una scienza ancora piti generale. Egli scopre che finora questa scienza generale è stata applicata solo nella ma¬tematica. Presa nella sua pJena generalità essa è "ancora una cosa del tutto ignota," e anche nella matematica è stata applicata

66 Ibid., p. 15. 67 Ibid., p. 16.

68 " ••• il saldo fondamento della venta consiste precisamente nel nesso e nell'ordine dei caratteri ... Vediamo che non importa l'arbitrarietà della scelta dei caratteri: i risultati tornano sempre purché nel servirci dei caratteri seguiamo un certo ordine e una certa regola" (ibid., p. 11).

69 Sul rapporto tra la matematica universale e le scienze matematiche particolari, vedi On the method 01 universality, ibid., p. 3.

molto imperfettamente.7o Cionondimeno la matematica offre di¬rettamente al nostro esame un esempio della sua applicazione. "I maggiori vantaggi dell'algebra," dice Leibniz, "non sono che esempi di un uso dell'arte dei simboli non limitato a numeri e grandezze. "71 È "come se Dio, nel conferire all'umanità queste due scienze [l'aritmetica e l'algebra] volesse farci capire che il nostro intelletto nasconde un segreto assai piu profondo, adom¬brato da queste due scienze.,,72 Pertanto un esame del metodo matematico è in grado di rivelare la natura di questa scienza asso¬lutamente generale e applicabile a tutte le materie di studio. La scienza generale estratta in tal modo dai procedimenti matematici può quindi applicarsi alla fisica, alla metafisica, all'etica, alla poli¬tica, alla giurisprudenza e alla medicina. In tal modo queste diven¬tano scienze com'è scienza la matematica.73:

Ora, siccome tutto il sapere umano può esprimersi con le lettere del¬l'alfabeto e siccome possiamo dire che chi comprende l'uso dell'alfabeto conosce ogni cosa, ne segue che è possibile calcolare il numero di verità che l'uomo è in grado di esprimere, e determinare il volume di un'opera che comprenda tutte le possibili conoscenze umane e nella quale sia contenuto tutto quanto è possibile sapere, scrivere e scoprire; e anche piu di questo, in quanto conterrebbe non solo le proposizioni vere ma anche quelle false che possiamo enunciare, nonché le proposizioni che non significano nulla.

Una delle divisioni fondamentali nonché piu durature operanti nella filosofia nel corso della sua storia è quella tra scienza teorica e scienza pratica. Accanto a queste due scienze ne è stata posta spesso una terza, la scienza della logica. Quasi tutte le scuole del mondo antico hanno accettato la divisione della filosofia in logica, fisica ed etica. Tra i contemporanei di Leibniz ne fa uso anche Locke, il quale dichiara che çiascuna di queste scienze è "toto coelo diversa": "esse mi sembrano le tre grandi province del mondo dell'intelletto, completamente separate e distinte una dall'altra. "74 Il rigore della concezione di unità delle scienze secon¬do Leibniz richiede invece che queste tre scienze siano completa¬mente identiche o, secondo l'espressione di Leibniz, che "ciascuna parte sembri assorbire il tutto. "75 "Tutta la scienza è unica e ogni divisione in essa tracciata è del tuttQ arbitraria. L'intero corpo

70 Ibid., p. 12. 71 Ibid., p. 74. 72 Ibid., p. 18. 73 Ibid., p. 75.

" Saggio sull'intelletto tlmallO, IV, XXI, 5.

delle scienze può considerarsi un oceano, ovunque continuo e sen¬za divisioni o fratture, anche se gli uomini si figurano in esso delle parti e danno a queste un nome per ragioni di convenien¬za. "76 Una singola verità può ordinarsi in una quantità di modi diversi che dipendono dai diversi rapporti che questa può avere. Leibniz scopre che si possono affrontare le verità secondo due diverse disposizioni principali, l'una sintetica e teorica, l'altra analitica e pratica. La prima porta a disporre la verità "secondo l'ordine della prova, come fanno i matematici, per cui ogni propo¬sizione segue a quelle da cui dipende." La seconda disposizione comincia con "il fine degli uomini e cioè con i beni il cui con¬sumo equivale alla felicità" e ricerca" nell'ordine i mezzi disponi¬bili per acquistare questi beni o evitare i mali contrari." Entrambi questi approcci, quello di sintesi e quello di analisi, possono usarsi ad esempio in geometria. Da un punto di vista la geome¬tria può considerarsi una scienza e le sue verità possono ordinarsi sinteticamente come in Euclide; dall'altro, può considerarsi una arte e il procedimento sarà analitico.

La differenza tra scienza teorica e scienza pratica nasce dun¬que solo dal diverso punto di vista dal quale uno stesso insieme di verità vengono ordinate. La logica, che per Leibniz è una dottrina di segni, o caratteristica universale, rappresenta solo una terza disposizione nell'ordinamento di queste verità. Essa sarebbe un "indice" per la disposizione sistematica dei termini "secondo certi predicati comuni a tutte le nozioni. "77 "Ora tale indice sarà necessario per raccogliere tutte le proposizioni nelle quali il ter¬mine entra in modo sufficientemente rilevante; secondo i due me¬todi precedenti, infatti, nei quali le verità sono ordinate secondo l'origine o l'uso, le verità concernenti una stessa cosa non pos¬sono trovarsi insieme." La logica è pertanto l'ordinamento del sapere in un'enciclopedia che facilita l'invenzione nelle scienze, allevia la memoria e spesso ci risparmia la fatica di cercare di nuovo quello che è stato già scoperto. "Ora, considerando queste tre disposizioni, trovo notevole," dice Leibniz, "che esse corri¬spondano all'antica divisione che voi [Locke] avete rinnovata, la quale divide la scienza, o filosofia, in teorica, pratica e discor¬siva, o meglio in fisica, etica e logica. La disposizione sintetica corrisponde infatti alla scienza teorica, quella analitica alla scienza

75 Nuovi saggi.

76 WIENER, op. cit., p. 73. 77 Nuovi saggi.

pratica e quella dell'indice secondo i termini, alla logica: per cui questa antica divisione va benissimo, purché noi intendiamo que¬ste disposizioni come ho appunto spiegato, e cioè non come scienze distinte ma come sistemazioni diverse delle stesse verità laddove giudichiamo consigliabile ripeterle. "78

Fine di questo saggio storico è quello di spiegare il procedi¬mento che Newton definisce "via matematica"l da seguirsi nelle scienze fisiche: un modo di "determinare matematicamente ogni sorta di fenomeni." Rispetto al ruolo della misurazione nell'inda¬gine sperimentale, questo procedimento può chiamarsi sperimen¬talismo matematico e, rispetto al ragionamento sui principi, dimo-strazione matematica. Quando Pemberton, che curò la terza edi¬zione dei Principia e fornI un'esposizione della scienza di Newton, affermò che "nella filosofia naturale le prove non possono essere cOSI assolutamente conclusive come in matematica," non fece che ripetere una posizione assunta da Newton. Infatti i soggetti di questa scienza sono semplicemente le idee della nostra mente. Essi possono venir rappresentati ai nostri sensi da oggetti mate¬riali, ma sono di per sé prodotti arbitrari del nostro pensiero; per cui, poiché la mente può avere una conoscenza pJena e adeguata delle proprie idee, può rendersi perfetto il ragionamento in geo¬metria. Nelle conoscenze naturali invece l'oggetto della nostra con¬templazione sta al di fuori di noi e non può esser conosciuto in modo altrettanto completo." Pemberton conclude dicendo "Qui si richiede solo di tracciare un giusto corso tra il metodo di pro¬cedere congetturale ... e l'esigenza di una prova cosi rigorosa da ridurre l'intera filosofia a mero scetticismo ed escludere qualsiasi

I Il titolo di questo saggio è tratto da un brano del De mundi systemate di Newton: " ... il nostro intento è solo quello di ricavare la quantità e le proprietà di questa forza dai fenomeni, e di applicare quello che scopriamo in alcuni casi semplici come principi attraverso i quali, da un punto di vista matematico, possiamo valutare gli effetti in casi pili complessi, in quanto satebbe impossibile e interminabile portare a un'osservazione diretta e immediata ogni singolo particolare. Abbiamo detto 'da un punto di vista mate¬matico,' per evitare tutte le questioni circa la natura e la qualità di questa forza, una cui determinazione per via ipotetica rimarrebbe incompresa ... "

prospettiva di un possibile progresso nella conoscenza della na¬tura. "2

E. A. Burte e]. H. Randall jr.4 hanno sostenuto che nel pen¬siero di Newton è presente un conflitto inconciliabile tra il suo razionalismo matematico da un lato e il suo empirismo dall'altro. Nessuno dei due critici ha però reso giustizia alle affermazioni di Newton circa la misurazione e il suo ruolo nella formulazione dei principi.5 Il "punto di vista matematico" di Newton abbraccia sia l'indagine sperimentale sia la dimostrazione sulla base dei principi, cioè di leggi o teoremi stabiliti attraverso l'indagine. Le misurazioni e le regole di misura sono cruciali nella mecca¬nica e nell'ottica, in quanto forniscono i dati quantitativi e le formule da cui dipendono le dimostrazioni matematiche in queste due scienze fisiche. Nel vedere come la "misura" prepari la dimo¬strazione si ha motivo di modificare l'affermazione di Randall che "l'effettivo procedimento matematico di Newton gli imponeva di accogliere molte cose che il suo empirismo non poteva giu¬stificare; nelle sue idee sul 'mondo reale' il suo procedimento scientifico e la sua teoria empirica vengono violentemente a colli¬sione."

Effettivamente c'è stato un contrasto teorico relativo allo status dei concetti e dei principi della scienza fisica, con riferi¬mento alla loro formulazione matematica. Tale contrasto ricorda i versi di Gilbert:

2 A view 01 Sir Isaac Newton's philosophy, London, 1728, introduzione, p. 23. 3 The metaphysical loundations 01 modern physical science, New York, 1927.

4 Newton's natural philosophy: its problems and consequences, in: Philosophical essays in honor 01 Edgar Arthur Singer jr., a cura di CLARKE e NAHM, Philadelphia, 1942.

5 Burtt dedica quattro pagine all'aspetto matematico del metodo di Newton (op. cit., pp. 204-207). Egli fa riferimento al brano dell'Ottica in cui Newton parla di "determi. nare matematicamente ogni sorta di fenomeni dei colori che potrebbero prodursi per rifrazione." Da questa "determinazione" e dai teoremi stabiliti, Newton conclude che "la scienza dei colori diventa una speculazione prettamente matematica, come ogni altra parte dell'ottica." Burtt ha perfettamente ragione quando afferma che Newton considerava "veramente matematica" la scienza dei colori "in quanto risultato della sua esatta deter¬minazione sperimentale delle qualità di rifrazione e riflessione." Ma che cosa è dunque quesa "esatta determinazione sperimentale" (misura), e che cosa ci dicono gli effettivi pro¬cedimenti nonché le affermazioni di Newton circa la sua posizione e la sua importanza metodologica? Burtt non approfondisce la questione ma taglia corto limitandosi a dire che "la prontezza con cui Newton riduce in tal modo un altro gruppo di fenomeni a formule matematiche illustra ancora una volta il ruolo fondamentale della matematica nella sua opera; ma per quanto riguarda il metodo attraverso il quale egli compie tale ridu¬zione, le sue affermazioni sono troppo succinte per essere di grande aiuto."

L'esposizione di Randall dello "sperimentalismo matematico" di Newton non offre alcuna discussione della "misura" cosi come il termine viene usato da Newton, né fa menzione di quello che potrebbe essere il significato delle dichiarazioni di Newton sulla misurazione.

Ogni uomo nato vivo O è un piccolo liberale

O è un piccolo conservatore,

che, parafrasando, si possono applicare a questo contrasto fra teorie rivali:

Ogni filosofo nel suo rovello O è un fiero razionali sta

O è un cauto empirista.

Se si considerano le lunghe dispute tra razionalisti ed empi¬risti sulle idee matematiche e su come la dimostrazione matema¬tica sia valida per i fenomeni fisici, non sorprende che le discus¬sioni sul pensiero scientifico di Newton abbiano cercato di carat¬terizzare tale pensiero tentando di accertare a quale campo Newton appartenesse. Da un lato, quando asserisce che spazio, tempo e moto vanno concepiti come "assoluti, veri e matema¬tici" Newton sembra essere un matematico realista. Dall'altro, nel suo lavoro sperimentale e nelle sue dichiarazioni sul metodo nella scienza, Newton dimostra una mentalità positivistica. Se Newton dunque resiste a una classificazione nell'uno o nell'altro tipo di pensiero e si trova contemporaneamente in entrambi i campi, non è forse naturale sostenere che nel suo pensiero è presente un conflitto fondamentale tra due teorie? Tuttavia, sic¬come la scienza fisico-matematica di Newton non poteva trascurare la necessità di dati forniti dall'analisi sperimentale né le prove fornite dalla dimostrazione matematica senza cOSI trascurare que¬stioni fondamentali, è lecito chiedersi come Newton colleghi inda¬gine e dimostrazione su basi metodologiche. A questo proposito riveste un'importanza basilare quanto egli dice circa i "princ1pi." Una volta ricostruita la posizione di Newton circa l'impiego dell'indirizzo matematico delle scienze fisiche, affronteremo una seconda questione, e cioè quella della posizione delle idee stretta¬mente matematiche nel metodo analitico di Newton quale risulta nei Principia e nel Tractatus de quadratura curvarum. A. J. Snow6 afferma che Newton ammette o ipotizza una corrispon¬denza biunivoca tra elementi e rapporti della sua analisi mate¬matica e quelli di un'analisi fisica della natura. Se Newton avesse

6 Matter and gravity in Newton's physical philosophy, London. 1926, p. 233.

"Newton, comunque, servendosi della matematica come metodo di procedura, presuppone ... che ogni passo nella dimostrazione matematica è vero nel mondo fisico."

davvero sostenuto ciò, sarebbe stato effettivamente un razionalista paragonabile a Kant, per il quale la geometria euclidea era un necessario schematismo a priori dell'estensione dello spazio.

Il problema che caratterizza la teoria razionalistica è quello di scendere dalla matematica pura -alla dimostrazione matematica nelle scienze fisiche. Il problema che caratterizza la teoria empi¬rica è invece quello di risalire dalla meccanica nel tentativo di spiegare la matematica per se in termini di astrazioni da oggetti dell'esperienza e operazioni fisiche. Hobbes, ad esempio, cercherà di salire su per una scala empirica proponendo una spiegazione fisicalista della geometria, e Wallis gli toglierà la scala sotto i piedi. Il vescovo Berkeley, nella sua critica a Newton, non si lasciò cosi facilmente cogliere in fallo. Egli si avvalse della difesa del metodo delle flussioni di Newton ad opera dei matematici inglesi, che lo avevano proclamato superiore al calcolo differen¬ziale di Leibniz. I difensori di Newton sostenevano che non si possono ammettere in matematica gli' indivisibili di Leibniz in quanto "non hanno esistenza alcuna né in geometria né in natura." Essi sostenevano la legittimità delle idee matematiche fondandosi su quanto effettivamente e realmente accade nel mondo fisico. Berkeley stesso si fece campione di quest'argomento, ma lo volse contro i newtoniani sfidando la logica del ragionamento con cui, ad esempio, Keill e Halley affermano una divisione' fisica in in/i¬nitum. Come dopo di lui Ernst Mach, Berkeley sostenne che la geometria è una scienza fisica astratta e che, quando un'idea ma¬tematica non si può ricondurre per astrazione a cose sperimentate, i matematici non sanno di cosa stanno ragionando. Intorno al 1750 le controversie sorte su Leibniz e Berkeley portarono a mirabili chiarificazioni delle questioni discusse, grazie soprattutto agli scritti di Robins, Simpson e Maclaurin; tuttavia la confu¬sione sulle questioni da chiarire nel metodo delle flussioni di Newton non era tanto dovuta a quest'ultimo quanto ai suoi seguaci.

"In matematica," scrive Newton, "dobbiamo indagare le quan¬tità delle forze e le loro proporzioni conseguenti alle condizioni supposte; quando passiamo alla fisica compariamo queste propor¬zioni con i fenomeni della natura per sapere in quali condizioni

tali forze rispondono ai vari tipi di corpi attrattivi. Una volta compiuta questa preparazione, discuteremo con maggiore sicurez¬za sulle specie fisiche, le cause e le proporzioni delle forze."7

Si può dire che con questa dichiarazione Newton separi il lavoro teorico del fisico matematico da quello dello sperimenta¬lista. Il primo consiste in scoperte e dimostrazioni "sotto condi¬zioni date" nel contesto di un'indagine che tratta "le quantità / delle forze e le loro proporzioni." Come il matematico si pro¬curi queste quantità è detto nell'enunciazione generale del me¬todo fatta da Newton nelle sue Regole per ragionare in filosofia

e nella sua esposizione del ruolo della misurazione nell'indagine sperimentale. Le regole del ragionamento, come fa notare Pem-berton,8 sono le "concessioni" dell'induzione, richieste nella filo¬sofia naturale ma non necessarie nel ragionamento matematico puro. Tali concessioni sono le seguenti:

1. In filosofia non si devono ammettere piti cause di quante siano suf• ficienti a spiegare le apparenze della natura.

2. A uguali effetti vanno ascritte le stesse cause.

3. Vanno considerate proprietà universali di tutti i corpi quelle qualità che nello stesso corpo non possono né aumentare né diminuire e che appar• tengono a tutti i corpi che è in nostro potere mettere alla prova.

Pemberton definisce come "precetto addizionale" una quarta regola con cui Newton rafforza nella Regola III, il "metodo del-l'induzione", "su cui si fonda tutta la filosofia." Newton enuncia questo precetto generale nei seguenti termini: "Nella filosofia sperimentale dobbiamo considerare esattamente vere, o molto vicine al vero, le proposizioni inferi te per induzione generale dai fenomeni, malgrado qualsiasi ipotesi contraria immaginabile, finché non si verifichino altri fenomeni che possano renderle piti precise o passibili di eccezioni. Dobbiamo seguire questa regola per non eludere con le ipotesi il ragionamento induttivo." Pem-berton osserva: "Su questo precetto si fonda quel metodo di ragionamento per induzione senza il quale nessun progetto sareb¬be possibile nella filosofia naturale. Noi conosciamo infatti le qua¬lità dei corpi solo attraverso l'esperimento; per scoprire le proprie¬tà di quei corpi che sono fuori della portata dell'esperienza, non abbiamo altro modo se non quello di trarre conclusioni da quelli che cadono sotto il nostro esame."

7 Philosophiae naturalis principia mathematiea. Si veda l'edizione a cura di FLORIAN CAlORI, Berkeley, 1934, nota 192.

8 OP. eit., pp. 24-25.

Per seguire Newton nella sua enunciazione della quarta regola del ragionamento filosofico e in altre dichiarazioni dove ricorrono i termini "ipotesi," "principio" e "teoria," dobbiamo prima chia¬rire in che modo egli si serva di questi termini. "Filosofo naturale" è colui che indaga i fenomeni, ad esempio il moto e la traiettoria dei corpi, e si impegna teoricamente nel calcolo delle forze. Le forze non si osservano, ma si calcolano attraverso la loro azione. I fenomeni della natura si dimostrano attraverso la composizione delle forze secondo principi fisico-matematici o "meccanici." Si chiama "ipotesi fisica" una data forza o mezzo o sostanza o strut-tura della natura presentata come assunto causale non verificato. Un'ipotesi fisica è anche un'ipotesi meccanica quando le proprietà assunte sono ritenute soggette allo stesso tipo di analisi quantita¬tiva valida per corpi e moti misurabili - quelle che Newton chiama le loro "misure sensibili." Le qualità che per principio non sono misurabili sono escluse dalla "filosofia meccanica. " L'ipotesi si differenzia non solo dai principi ma anche dalla teoria. Una teoria viene costruita induttivamente astraendo dai risultati delle osservazioni e degli esperimenti. La validità di una teoria è considerata indipendente dalla verità o falsità delle "ipotesi," dove con questo termine si intende una spiegazione attraverso una causa assunta non empiricamente verificata. Newton usa il ter¬mine "questione" per quelle supposizioni che conducono ad ulte¬riori esperimenti (cioè per le ipotesi in senso moderno, in quanto supposizioni passibili di verifica). Quando Newton dice di non fare ipotesi, si riferisce solo allè spiegazioni attraverso cause as-sunte, e non alle questioni capitali da decidere con l'esperimento. Tali questioni possono essere confermate o corrette, mentre le ipotesi meccaniche, a meno che non vengano sottoposte a esperi¬mento e cOSI convertite in questioni, rimangono spiegazioni prive di conferma.

Nel supporre che la luce sia composta di particelle corporee e si trasmetta attraverso un "mezzo etereo," lo stesso Newton avanza un'ipotesi meccanica. Egli tuttavia insiste energicamente sulla differenza tra l'ipotesi corpuscolare quale "congettura" sulla luce, e la propria teoria tratta da esperimenti. Le sue risposte alle obiezioni mosse contro la sua teoria mostrano costantemente una forte tendenza empirica.9

9 "Phii. Tr.,» voI. VII, N. 85, pp. 5004-5005. La citazione seguente è tipica. "Voi sapete che il metodo appropriato per indagare le proprietà delle cose è quello di dedur le dall'esperimento ... Pertanto desidero che non si usino obiezioni tratte da ipotesi ovvero

Una volta definiti i termini di Newton nell'uso che ne fa egli stesso, possiamo riproporre le questioni che caratterizzano il pensiero scientifico di Newton alla luce della sua descrizione del proprio metodo di indagine.

Come nella matematica, anche nella filosofia naturale l'indagine delle cose difficili attraverso il metodo dell'analisi dovrebbe sempre precedere il metodo della composizione. Questa analisi consiste nell'eseguire esperimenti e osservazioni, nel trarre per induzione da questi conclusioni generali, nel non ammettere obiezioni contrarie alle conclusioni se non quelle che de¬rivano da esperimenti o da altre verità. Nella filosofia sperimentale non dob¬biamo tener conto delle ipotesi. Sebbene il discutere sulla base di esperimenti e osservazioni non sia una dimostrazione di conclusioni generali, tuttavia è il migliore modo di discutere ammesso dalla natura delle cose, ed è tanto piti attendibile quanto piti generale è l'induzione. Se dai fenomeni non sorgono eccezioni, le conclusioni possono enunciarsi in modo generale. Se invece qual¬che tempo dopo nasce dagli esperimenti qualche eccezione, si può cominCiare ad enunciarle con le eccezioni intervenute. Con questo sistema di analisi possiamo procedere dai composti agli ingredienti, dal moto alle forze che lo producono; e, in generale, dall'effetto alla causa, e dalle cause piti parti¬colari a quelle piti generali, finché il ragionamento termina in quella piti generale. Questo è il metodo dell'analisi; la sintesi consiste nell'assumere come principi le cause scoperte e stabilite, e nello spiegare con queste i fe¬nomeni che da esse procedono, e dimostrare le spiegazioni.1o

Le questioni da esaminare sono le seguenti: 1) in che modò una generalizzazione induttiva diventa un principio meccanico, da cui lo scienziato possa procedere matematicamente alla "valuta¬zione degli effetti" e alla spiegazione dei fenomeni? 2) che cosa intende Newton per "analisi" in matematica, e fino a che punto si spinge l'analogia fra i termini di questa analisi e quelli dell'in¬dagine sperimentale?

Nella prefazione ai Principia, Newton afferma che "l'intero fardello della filosofia sembra consistere in questo: indagare, in base ai fenomeni del moto, le forze della natura, e dimostrare poi, in base a queste forze, gli altri fenomeni." La quantità inter¬viene solo se si hanno misure, poiché solo la misurazione for¬nisce dati quantitativi per il calcolo. Un principio fisico è "mate¬matico" se la sua enunciazione esprime un rapporto o una pro-

ogni altro tipo di argomentazione che non sia riconducibile ai due seguenti: dimostrare l'insufficienza degli esperimenti a risolvere tali questioni o a provare qualsiasi altra parte della teoria, indicando i difetti e le manchevolezze delle conclusioni che da questi io traggo; ovvero produrre altri esperimenti che mi contraddicano direttamente, se mai se ne presentassero."

lO Optiks, London, 1730, p. 380.

porzione o, come diremmo oggi, una formula o una relazione funzionale. Il ruolo della geometria nella scienza meccanica viene definito da Newton come "quella parte della meccanica univer¬sale che propone con esattezza e dimostra l'arte della misura." "In questo senso," prosegue Newton, "la meccanica razionale sarà la scienza, esattamente proposta e dimostrata, del moto risultante da qualsiasi forza, e delle forze richieste per produrre qualsiasi moto." Non esistono dunque leggi meccaniche derivate unica¬mente dal ragionamento matematico. La dimostrazione è, in effetti, un procedimento del ragionamento matematico, ma un tale ragio¬namento, come afferma Newton, deriva "dalle leggi e dalle misure della gravità e di altre forze."

Un solo esempio basterà a mostrare come Newton proceda dal metodo dell'analisi sperimentale a quello della sintesi. Aven¬do scoperto in un prisma indici di rifrazione invariabili per raggi di luce di diverso colore, e avendo enunciato le sue scoperte come "leggi della rifrazione dal vetro nell'aria" e "dall'aria nel vetro," Newton deriva due "teoremi." Il suo commento è il seguente:

Col primo teorema si conoscono le rifrazioni dei raggi di ogni specie nel passaggio da un mezzo qualsiasi all'aria, se si ha la rifrazione dei raggi di qualsiasi specie ... Col secondo teorema si deduce la rifrazione nel passaggio da un mezzo in un altro ogniqualvolta si hanno le rifrazioni nel passaggio da ognuno di questi due mezzi in un terzo mezzo.H

I due teoremi stabiliscono le leggi della rifrazione e, nella dimostrazione di fenomeni ottici, acquistano la qualità di assiomi o principi. Newton aggiunge il seguente commento, altamente si¬gnificativo: "Assumendo questi teoremi in ottica, vi sarebbe suf-ficiente adito a trattare questa scienza nel suo insieme secondo un modo nuovo; non solo insegnando quelle cose che tendono a per-fezionare la vista [cioè la teoria dei telescopi], ma anche deter¬minando matematicamente ogni sorta di fenomeni di colore che si possono provocare con la rifrazione. "12 Da un punto di vista metodologico abbiamo una "determinazione matematica" nell' os-servazione e una sperimentazione nell'esecuzione delle misura¬zioni; ma siffatte misurazioni non forniscono di per sé stesse leggi. Calcolare una relazione o una proporzione di dati quantita¬tivi significa istituire una regola di misura: e tale regola di misura rappresenta, da parte dello scienziato, la comprensione dell'im-

Il Optiks, pp. 113, 114. 12 Ibid., p. 114.

portanza di quanto ha misurato. Solo le misurazioni di angoli, distanze; periodicità e simili danno dati quantitativi. Correlati in un rapporto o proporzionalità, i numeri che riproducono le mi¬sure vengono ora utilizzati in computi e calcoli. In alcuni casi lo scienziato può rendersi conto intuitivamente che l'ordine delle misurazioni presenta una regola di misura. In altri l'esecuzione dei calcoli può rivelare una funzione che si può formulare come teorema generale. Il ricercatore ha in tal caso scoperto una regola di misura e, rispetto a ciò che è stato misurato, può dire di avere scoperto una legge fisica.

Com'è accaduto, si chiede Newton, che pur avendo misurato le rifrazioni, i precedenti sperimentatori non abbiano scoperto la diversa rifrangibilità dei vari raggi di luce e non siano giunti quindi a questi nuovi teoremi per "determinare matematicamente ogni sorta di fenomeni di colore che possono prodursi con la rifrazione"? Non occorre solo sapere come misurare, ma che cosa misurare.

I precedenti scrittori di ottica ci insegnano che i seni di incidenza stanno oon i seni di rifrazione in una certa proporzione, come spiega il quinto assio¬ma; alcuni, con strumenti adatti a misurare le rifrazioni o esaminando speri¬mentalmente in altro modo questa proporzione, ci assicurano della sua esat¬tezza. Ma poiché costoro, non intendendo la diversa rifrangibilità dei vari raggi, li considerano tutti rifratti secondo un'unica e medesima proporzione, è da presumere che abbiano applicato le loro misure solo al centro della luce rifratta; per cui dalle loro misure possiamo concludere solo che i raggi che hanno un grado medio di rifrangibilità (cioè quelli che separati dal resto appaiono verdi) si rinfrangono secondo una data proporzione dei loro seni. Pertanto dobbiamo ora dimostrare che le stesse date proporzioni si otten¬gono in tutto il resto.B

Newton procede a una dimostrazione matematica della pro¬posizione e conclude: "Se dunque troviamo in ciascun caso il rapporto dei seni di incidenza e di rifrazione di ogni sorta di raggi, esso si dà in tutti i casi." Infine presenta il metodo usato e i risultati ottenuti sperimentalmente che confermano la conclu¬slone.

Nello studio del I libro dell'Ottica di Newton, ho introdotto l'espressione "regola di misura," equivalente al senso in cui Newton usa la parola "misura," a significare un rapporto o pro¬porzione di numeri forniti da misurazioni. Che ciò s'accordi al

ragionamento di Newton è confermato nell'Ottica, libro II, parte 1. In questa parte, che tratta degli "anelli di colore" prodotti da corpi trasparenti sottili, Newton presenta una tavola di misura¬zionU4

"Da queste misure," conclude Newton, "mi sembra di poter trarre questa regola: che la densità dell'aria è proporzionale alla secante di un angolo il cui seno è un certo medio proporzionale tra i seni d'incidenza e di rifrazione."

Newton stabilisce questo medio proporzionale entro i limiti in cui può determinarlo in base alle misure compiute. Dalle misure derivate dalla conoscenza di cosa misurare, formula la regola che diviene un principio con il quale dimostrare i fenomeni. Verso la fine dell'Ottica Newton osserva a proposito del metodo di composizione: "Come il ragionamento matematico deduce tutte queste cose dalle proprietà della luce, cosi l'esperimento è in grado di dimostrare la loro verità." In una comunicazione a Oldenburg in data 11 luglio 1672, Newton ci dà quello che è forse il miglior compendio dei" prindpi" reperibile nei suoi scritti:

Infine vorrei notare un'esperienza casuale che conferisce a queste cose una certezza maggiore di quanto abbia mai promesso, e cioè la certezza delle dimostrazioni matematiche. Ho detto che la scienza dei colori è una scienza matematica, altrettanto sicura quanto tutte le altre parti dell'Ottica; chi mai ignora che l'ottica e molte altre scienze matematiche dipendono tanto dalle scienze fisiche quanto dalle dimostrazioni matematiche? La certezza assoluta di una scienza non può superare la certezza dei suoi principi. Ora, la prova che mi permette di affermare le mie proposizioni sui colori, come dirò in séguito, è derivata da esperimenti ed è quindi nient'altro che fisica: per cui le proposizioni stesse non possono ritenersi piu che principi fisici di una scienza. Se questi principi sono tali che in base ad essi un matematico può determinare tutti i fenomeni dei colori che la rifrazione può provocare, discutendo o dimostrando in che modo ed entro quali limiti queste rifra¬zioni separano o fondono i raggi nei quali i vari colori sono originariamente inerenti, io ritengo che la scienza dei colori sia da considerarsi una scienza matematica e altrettanto sicura di qualsiasi altra parte dell'ottica. Ho buoni motivi per ritenere che questo sia possibile perché, da quando sono venuto per la prima volta a conoscenza di questi principi, me ne sono servito a que¬sto fine con esito sempre positivo.

14 Optiks, p. 180. "Nelle prime due colonne sono espresse le obliquità dei raggi incidenti ed emergenti rispetto al piano dell'aria, cioè i loro angoli d'incidenza e di rifrazione. Nella terza colonna, il diametro di tutti gli anelli colorati di tali obliquità viene espresso in parti, dieci delle quali rappresentano il diametro quando .i raggi sono perpendicolari. Nella quarta colonna viene

espressa in parti la densità dell'aria alla circon• ferenza di detto anello; dieci di queste parti rappresentano la sua densità quando i raggi sono perpendicolari."

L'indirizzo matematico di Newton richiede quindi misure per la formulazione di principi in ottica e in meccanica: prindpi che includono una regola di misura. Se non ci fosse una determina¬zione matematica nell'esperimento non vi sarebbe una conseguente determinazione nella dimostrazione. Le quantità con cui ha a che fare la meccanica razionale sono misure espresse in una regola. Ciò è evidente nelle definizioni di massa e momento che Newton dà nei Principia:

Def. 1. La quantità di materia è la misura della stessa, e consta insieme della sua densità e della sua massa.

Def. II. La quantità di moto è la misura dello stesso, e consta insieme della velocità e della quantità di materia. Cajori fa rile¬vare il rapporto delle definizioni I e II con l'idea newtoniana di forza.

In base alla seconda definizione di Newton, "la quantità di moto" (mo¬mentum) consta "insieme della velocità e della quantità di materia," e si può esprimere perciò con mv. In base alla seconda legge del moto di Newton, "la variazione di moto," cioè la variazione della quantità di moto, "è pro¬porzionale alla forza motrice impressa." Pertanto abbiamo una" variazione di moto" come misura della forza che lo produce. Di qui la misurazione della forza attraverso il prodotto della massa per l'accelerazione.

Tenuto conto della posizione di Newton nei confronti dei prindpi da ammettere nelle scienze fisico-matematiche, che dire delle sue definizioni di tempo, spazio e moto assoluti, veri e matematici? Newton scrive che le parti di uno spazio assoluto come pure le parti di un tempo assoluto,

non sono distinguibili l'una dall'altra mediante i nostri sensi, quindi in vece loro usiamo misure sensibili di esse. Definiamo pertanto tutti i luoghi dalle posizioni e distanze delle cose da un corpo qualsiasi ritenuto immobile; e con riferimento a questi luoghi valutiamo tutti i moti, considerando i corpi come trasferiti da alcuni di questi luoghi ad altri. Cosl, invece di luoghi e moti assoluti, ne usiamo di relativi; e questo senza inconvenienti nelle que¬stioni comuni; nelle disquisizioni filosofiche, invece, dovremmo astrarre dai nostri sensi e considerare le cose in sé, distinte da quelle che non \sono Che loro misure sensibili. Può darsi infatti che non esista alcun corpo veramente in quiete al quale riferire luoghi e moti di altri corpi.

Analogamente Newton afferma: "Può darsi che non esista un qualcosa come un moto uniforme, mentre si puo Invece mi¬surare esattamente il tempo. Tutti i moti possono essere accele¬rati o ritardati, ma il fluire del tempo assoluto non è suscettibile di alcuna variazione."

Tenuto conto dell'ammissione di Newton stesso che potrebbero anche non esistere moti uniformi o corpi in quiete assoluta, la astrazione "dai sensi" che qui raccomanda fa seriamente pensare che spazio, tempo e moto assoluti vengano proposti come postu¬lati e quindi come un sistema possibile o presupposto. Senza dubbio Newton crede che gli "assoluti" da lui postulati non siano costruzioni convenzionali, ma un vero ordine della natura; tuttavia la mancanza di una conferma empirica lo trattiene dal-l'affermarlo come oggetto di conoscenza. " ... possono esistere corpi in quiete assoluta," scrive Newton, "ma è impossibile sapere dalla reciproca posizione dei corpi nelle nostre regioni, se ognuno di questi mantiene la stessa posizione rispetto a quel corpo remo-to." Ne segue "che la quiete assoluta non può determinarsi dalla posizione dei corpi nelle nostre regioni." Newton pensa che da un punto di vista empirico la questione circa il moto assoluto non sia "del tutto senza speranza," se si considera la possibilità di determinare sperimentalmente la velocità angolare nella rota¬zione di recipienti pieni d'acqua. L'esperimento non fornisce, tuttavia, una garanzia empirica del moto rettilineo assoluto con¬templato nella prima legge: "ogni corpo permane nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme a meno che non sia co¬stretto a modificare questo stato di forze ad esso impresse."

Nel ragionamento di Newton circa un sistema assoluto, vero e matematico non v'è conflitto o confusione, nella misura in cui gli asseriti "assoluti" siano usati solo come postulati. Newton assume coordinate assolute a cui riferire misure sensibili di corpi e di moti, ma le espressioni da lui introdotte sono ineccepibili solo se vengono enunciate da un punto di vista esclusivamente matematico e non fisico. Un'attenta lettura di Newton corrobora le seguenti conclusioni sull'astrazione dai sensi. Newton distingue tre livelli. A un primo livello di astrazione si dice che le pro¬posizioni sono inferi te o dedotte dai fenomeni. A un• secondo livello le proposizioni sono "rese generali attraverso l'induzione": vedi ad esempio i due teoremi di ottica precedentemente discussi. In quanto derivati da una sperimentazione matematica, questiprin¬cipi sono principi meccanici o formule matematico-fisiche. Quando Newton postula spazio, tempo e moto come assoluti, veri e ma¬tematici, egli introduce principi non tratti dagli esperimenti. Siccome Newton crede che essi esprimano un reale ordine della natura, tali principi sono quindi metafisici, nel senso che sono assunzioni non verificate. Sono costruzioni introdotte a un secon-

do livello di astrazione, ma non sono di per sé derivate indutti¬vamente e, quindi, empiricamente fondate. Nella misura in cui lo scopo scientifico di Newton riguarda la meccanica, non oc¬corre asserire o sùpporre altro. Un terzo livello compare invece nelle concezioni espresse da Newton nel commento generale alla fine dei Principia e nella conclusione dell'Ottica, dove Newton attribuisce l'ordine della natura a Dio come causa prima.

Gli interpreti di Newton sono andati invece fuori strada nel supporre che Newton sostenga che spazio e tempo costituiscono il "sensorio di Dio" al fine di riservare per principio l'empirismo agli ingredienti atomici e alla struttura assoluta del suo sistema. Tuttavia Newton aggiunse lo Scolio generale alla seconda edi¬zione dei Principia nel 1713, venti sei anni dopo la prima edi¬zione; e le vedute teologiche espresse nell'Ottica (Questioni 28 e 31) non compaiono nella prima edizione del 1704. Se Newton avesse ritenuto queste discussioni fondamentali per la sua scienza, difficilmente le avrebbe omesse in origine. Newton crede natu¬ralmente che il suo sistema del mondo non sia incompatibile con una concezione tradizionale di Dio che egli non ha mai posto in discussione. Egli scrive lo Scolio generale in séguito alle insistenze di Cotes, allarmato dalle critiche di Leibniz nei con¬fronti di un'opera nella quale non ci si è affatto serviti di Dio. Newton non ritiene che i propri teoremi scientifici dimostrino la dottrina teologica o abbiano bisogno di presupporla. La sua famo¬sa dichiarazione, "Hypotheses non fingo," rappresenta il suo giudizio circa la pertinenza della discussione teologica che la pre¬cede immediatamente. l filosofi i quali ritengono che questo terzo livello costituisca, da parte di Newton, un'ammissione delle basi teologiche della sua scienza fisica non seguono Newton nella sua stessa sconfessione. Per Newton infatti la scienza vera e propria si limita ai primi due livelli d'astrazione.

Possiamo ora riassumere alcuni punti che emergono dalla precedente discussione:

1. Nel calcolo e• nella dimostrazione matematica Newton introduce postulati matematici che non sono principi meccanici . ma solo matematici. Egli crede nella realtà di questi assoluti mate¬matici, ma non sostiene che questa realtà si conosca attraverso l'osservazione e l'esperimento.

2. Il successo nella dimostrazione tende a rafforzare la fede di Newton nella realtà di un sistema assoluto. Nella regola III delle sue Regole per ragionare in filosofia Newton sostiene che,

"siccome le qualità dei corpi ci sono note solo attraverso l'espe¬rimento, dobbiamo ritenere universali tutte quelle che concordano universalmente con l'esperimento." Per estensione di questa rego¬la si deve parimenti ritenere universale un sistema di dimostra¬zione valido per i fenomeni non perché i postulati matematici introdotti siano derivati dagli esperimenti, ma in quanto si veri¬ficano le previsioni. Una tale verifica senza eccezioni note rap¬presenta un forte impulso a credere che i postulati non empirici vadano accettati come reali nella natura delle cose.

3. I principi meccanici stabiliti in base a misure sensibili hanno lo status di generalizzazioni induttive, di leggi stabilite empirica-mente. Le definizioni di massa e di quantità di moto compor¬tano regole di misura che danno significato a tali concetti.

4. I principi matematici, unitamente ai postulati matematici, costituiscono le premesse della fisica teorica di Newton. Come dichiarano Roberts e Thomas,15 "date chiare nozioni sul metodo per misurare tempo e distanza, è possibile definire la velocità e l'accelerazione relative a un sistema fisso di riferimento ... Ag¬giungete a questi una definizione soddisfacente di 'massa' e avrete i fondamenti della scienza di Newton; le leggi della natura sono uniformi in tutto lo spazio e ai fini scientifici tutte le osservazioni possono esprimersi in termini di spazio, tempo e massa."

Uno degli assunti dell'analisi fisica di Newton è che "le parti¬celle minime di tutti i corpi" siano "estese, dure, impenetrabili, mobili e dotate di una loro inerzia." Tali particelle sono ingredienti di corpi composti, molari. Newton mette in guardia contro una confusione di un'analisi matematica di divisione quantitativa in infinitum con un'effettiva separazione fisica. " ... che le particelle scisse ma contigue dei corpi possano separarsi una dall'altra è un dato di osservazione; nelle particelle rimaste indivise le nostre menti sono in grado di distinguere parti ancora piti piccole, come è possibile dimostrare matematicamente. Non possiamo però de-terminare con certezza se le parti casi distinte, e tuttavia non divise, possano effettivamente separarsi e dividersi a opera della natura. "

Ciò che le nostre menti sono in grado di distinguere come matematicamente dimostrato per quanto riguarda gli infinitesimali non ha qui una determinazione empirica. Gli infinitesimali, quan¬tità nascenti ed evanescenti, e simili sono solo entità matemati¬che. Come ha dimostrato De Morgan,16 Newton si serve, nel suo calcolo algebrico, di quantità infinitamente piccole o di infinite si¬mali fissi, fino all'anno 1704; e, secondo Cajori, anche dopo. Nella prima edizione dei Principia, Newton mette in guardia dal considerare i "momenti" particelle finite comprendenti grandezze per apposizione, perché questo, dice, è "contrario al loro continuo aumento o diminuzione." Esse vanno piuttosto considerate come "principi appena nascenti di grandezze finite." Nel 1704, nel Tractatus de quadratura curvarum, Newton cerca di evitare l'uso di costanti infinitamente piccole. Egli definisce flussione come una velocità, o derivata temporale, di una quantità variabile o fluida, e afferma che le flussioni sono "nella prima ratio degli aumenti nascenti" o "nell'ultima ratio delle parti evanescenti." Cajoril7 osserva che

A meno che in queste frasi non si legga, pJenamente sviluppata, la teo¬ria dei limiti, esse comportano o parti infinitamente piccole o altre quantità non meno misteriose. In ogni caso la storia delle flussioni dimostra che que¬ste espressioni non corrispondono all'esigenza di chiarezza e di libertà dal misticismo. Lo stesso Newton è perfettamente consapevole delle difficoltà logiche insite nelle parole "prima e ultima ratia;" nel 1687 dice infatti: "si obietta che non esiste un rapporto ultimo delle quantità evanescenti; infatti un rapporto istituito prima che le quantità siano svanite non è ultimo; e quando queste sono svanite, esso è nulla."

Il problema delle quadrature (integrazione) consiste nel tro¬vare la quantità totale di variazione in un tempo dato, una volta data una formula che esprima l'entità della variazione a ogni istante. Il problema delle tangenti (differenziazione) consiste nel trovare il rapporto variazione incrementale in ogni momento, data una formula che esprima il totale di tutti i momenti. Questi pro¬blemi "equivalgono a trovare l'area delimitata da una curva 'di forma data e a trovare l'inclinazione della tangente a una data curva in un punto dato. "18 L'analisi di Newton, nel trattare que-

"In: "Philosophical Magazine" (novembre 1852), pp. 321•330, On the early history o/ in/initesimals in England. Si vedano anche Essays in the li/e and work o/ Newton, Chicago and London, 1914, voI, II, A short account o/ some recent discoveries relative to te controversy on the invention 01 f/uxions, pp. 67-101.

17 A history o/ the conceptions o/ limits and f/uxions in Creat Britain Irom Newton to \Voodhouse, Chicago and London, 1919, p. 36.

sti problemi, implica elementi che è difficile definire con chiarezza e rigore nell'ambito del metodo stesso. Ad esempio, come "velo¬cità ultima" viene definita quella velocità "con cui il corpo si muove né prima di arrivare al suo luogo ultimo quando il moto cessa, né dopo, bensl nell'istante preciso in cui vi arriva; cioè quella velocità con cui il corpo arriva al suo fine ultimo e con cui il moto cessa." Ancora, "la ratia delle quantità evanescenti" è definita quella ratia "con cui esse svaniscono" e non la ratia immediatamente precedente o successiva. Se per "ratia prima ed ultima" si intende una teoria dei limiti, allora il linguaggio di "aumenti nascenti" e di "decrementi evanescenti" rappresenta una circon1ocuzione atta a confondere piti che a chiarire la logica del ragionamento. Eppure Newton inizia molto presto a propen¬dere per l'idea di limite; nel difendere l'intelligibilità di una "proporzione ultima di quantità evanescenti," nei Principia, scrive infatti:

Esiste un limite che la velocità al termine del moto può raggiungere ma non superare. Questa è la velocità ultima. Un analogo limite esiste in tutte le quantità o proporzioni che cominciano e cessano di essere. Poiché tali limiti sono certi e definiti, determinarli è un problema strettamente geome¬trico. Ma tutto ciò che è geometrico possiamo usai:lo per determinare e di¬mostrare qualsiasi altra cosa che sia anch'essa geometrica.

Newton ribadisce sempre che il concetto di "quantità m1nIme o evanescenti o ultime" non è un concetto di quantità di una gran¬dezza determinata, "ma di quelle che si concepiscono diminuire senza fine." Dal commento stesso di Newton sulle quantità casI intese è chiaro che egli le considera di carattere strettamente ma¬tematico) e che la loro asserzione nell'analisi matematica non pre¬suppone alcuna identità con particelle e grandezze fisiche.

Secondo H. W. Turnbull,t~ l'uso del termine analisi per 'proces¬si infiniti da parte di Newton risale al suo commento al metodo seriale nel De analysi (1669).

Non conosco nulla di tal sorta cui questo metodo non si estenda, e ciò in vari modi. Con esso infatti è possibile ridurre le tangenti a curve mecca¬niche ogniqualvolta non è possibile farlo con altri mezzi. Ciò che la comune analisi esegue per mezzo di equazioni di un numero finito di termini (am¬messo che questo possa farsi), questo metodo può sempre farlo ugualmente per mezzo di equazioni infinite. Pertanto non ho avuto difficoltà a dargli lo

18 Newton and the origin 01 eolours, p. 3l.

" The mathematieal diseoveries 01 Newton, London and Glasgow, 1945.

stesso nome di analisi. In esso infatti i ragionamenti non sono meno certi che nell'altro; né meno esatte sono le equazioni.

Come rileva Turnbull, questa moderna analisi è servita a dimostrare che le idee di numero, variabile e funzionalità sono piu essenziali di quelle di punti geometrici, curve e tangenti che le hanno generate. Va notato che, nella Methodus fluxionum et serierum in/initarum, Newton dapprima enuncia i problemi da risolvere geometricamente, e li rienuncia poi nei termini della nuova analisi. Lo fa forse per dar peso a un'enunciazione che ebbe effetti disastrosi quando i matematici inglesi vi fecero rife¬rimento per dimostrare la superiorità del calcolo newtoniano? La dichiarazione ricorre nell'" introduzione " al Tractatus de qua¬dratura curvarum. Nell'affermare che le quantità matematiche trattate nella successiva analisi vengono descritte da un moto continuo, Newton aggiunge: "Queste genesi hanno realmente luogo nella natura delle cose e si vedono quotidianamente nel moto dei corpi." Dalla differenziazione degli elementi stretta¬mente matematici nei confronti di quelli fisici e noti per osser¬vazione, operata dallo stesso Newton, nonché dalla s:ua afferma¬zione che l'analisi per mezzo di equazioni infinite non è meno certa ed esatta di quella dell'analisi comune, egli sembrerebbe affermare solo che vediamo corpi che passano dal moto alla quiete e dalla quiete al moto.

Eppure in Barrow, che è stato maestro di Newton, prevale la nozione che i concetti geometrici sono fondamentali in - mate¬matica a causa della loro stretta "analogia" con la natura. Nei lavori di Newton in campo matematico anteriore al 1665, che consistono in una rielaborazione di quanto ha appreso dal suo maestro e da Cartesio e Wallis, oltre a qualche contributo ori¬ginale sui metodi delle serie infinite e della reversione delle serie, Newton non si allontana in maniera significativa da Barrow. Negli anni della pestilenza, tra il 1665 e il 1667, Newton lascia Cambridge ed entra in un periodo assai fertile di scoperte ma¬tematiche.]. M. Child20 fa notare che "nel giro di pochi mesi, già il 13 novembre 1665, egli ha talmente perfezionato il metodo delle flussioni che è in grado di scoprire il raggio di curvatura di qualsiasi curva in un dato punto; nel giro di un altro anno applica il metodo a problemi sulla teoria delle equazioni." Questi

20 Newton and the art 01 discovery, in: Isaac Newton, 1642-1727, A memol'ial volume, a cura di W. J. GREENSTREET, London, 1927, pp. 122-124.

lavori costituiscono la base del De analysi, che comunica a Barrow nel 1669. Child si chiede: "Da cosa deriva dunque il meravi-glioso sviluppo degli anni successivi? Personalmente suggerisco come fonti le Lectiones geometricae di Barrow; come occasione, l'aiuto fornito da Newton nel prepararle per la stampa; come spunto, la cessazione dell'intralciante influsso geometrico di Bar¬row; come sprone, i problemi della gravitazione e la preparazione dei Principia."

Nel Tractatus de quadratura curvarum Newton dichiara che nel suo ragionamento analitico la mente fornisce "un metodo per determinare le quantità dalle velocità dei moti degli incrementi con i quali si generano, chiamando gli incrementi con il nome di flussioni e le quantità generate con quello di fluenti." Le idee di spazio e tempo vengono definite come termini matematici e non come concetti fisici.

Siccome non abbiamo nessuna valutazione del tempo se non in quanto è misurato dal moto spazi aIe uniforme, e siccome inoltre possiamo confron¬tare quantità della stessa specie nonché gli incrementi e i decrementi delle loro reciproche velocità, per questo motivo in quanto seguirà non terrò for¬malmente conto del tempo, ma dalle quantità proposte che sono dello stesso genere ne concepirò un'altra aumentabile attraverso un moto uniforme, alla quale il resto verrà riferito come al tempo, e alla quale pertanto può meri¬tatamente attribuirsi per analogia il nome di tempo.

Nel concepire il tempo come una variabile fondamentale, che cosa viene attribuito per analogia a quel nome? Si sostiene forse che una certa dipendenza dalla geometria o dalla natura confe¬risca legittimità al metodo .nei suoi elementi e nei suoi termini?

Dopo aver definito fluenti e flussioni con le loro notazioni, Newton enuncia i due problemi da risolvere. Problema I: "Data in continuazione (cioè in qualsiasi momento) la lunghezza dello spazio descritto, trovare la velocità del moto al momento indi¬cato." Problema II: "Data in continuazione la velocità del moto, trovare la lunghezza dello spazio descritto in qualsiasi momento proposto." Diversamente enunciato, il problema I dice: "Dato il reciproco rapporto tra quantità fluenti, determinare il rapporto delle loro flussioni." E il problema II: " Data un'equazione com¬prendente la flussione di quantità date, trovare il rapporto reci¬proco delle quantità." L'idea di una quantità aumentata o diminui¬ta all'infinito è un accorgimento logico nella soluzione di pro¬blemi fisici, e in nessun punto Newton la considera piu di questo.

Sebbene la questione dell'uso della matematica come strumento di indagine e di dimostrazione possa legittimamente tener conto di un'analogia con la natura, Newton non sostiene affatto la nozione che le idee matematiche debbano corrispondere a concetti empiricamente fondati. Nelle scienze fisiche, dice Newton, ab¬biamo a che fare con "principi che i matematici hanno accolto e che sono confermati da numerosi esperimenti." Il punto di vista matematico di Newton nelle scienze fisiche, come ho cercato di dimostrare, richiede uno sperimentalismo matematico nel quale misurazioni e regole di misura preparano i principi meccanici dai quali procede il ragionamento dimostrativo. L'analisi mate¬matica è di per sé una logica del ragionamento che propone con¬cetti i quali non richiedono un ricorso alla geometria o alla natura. Nello stesso tempo, cosi come è sviluppato da Newton, esso è un accorgimento divisato come aiuto nella soluzione di problemi fisici.

Da dove nascevano le difficoltà nelle quali si dibatterono i matematici inglesi nel difendere il metodo delle flussioni di Newton, prima contro Leibniz e poi contro Berkeley? L'argo¬mento avanzato nel Commercium epistolicum inciampa in un di¬lemma. Nel sostenere che Newton è l'inventore originale del calcolo e Leibniz colui che lo prende a prestito, è essenziale soste¬nere che nel metodo leibniziano non si trova nulla che già non sia in quello di Newton. L'articolo IV dice infatti che "il metodo differenziale coincide con il metodo delle flussioni, tranne per il nome e il modo di notazione." Lo stesso argomento compare in Humphry Ditton,21 quando afferma che "da un punto di vista pratico i due metodi concordano perfettamente in tutte le loro operazioni." Tuttavia i difensori si sentono obbligati a sostenere la superiorità, e non solo la priorità, del metodo flussionale. Gli argomenti legittimi sarebbero stati: primo, quello della semplicità ed efficacia del metodo di Newton per quanto riguarda principi, annotazioni e operazioni; secondo, quello della possibilità di ri¬solvere i problemi che si presentano, ad esempio quello della cur¬va di piu rapida discesa proposto nel 1696 da Giovanni Bernoul¬li. Ma Hayes,22 Raphson23 e Keill,24 nel demolire Leibniz (e suc-

21 An institution 01 (luxions, London, 1726; 2 ed. 22 A treatise 01 (luxions, London, 1704.

23 The history 01 (luxions, London, 1715.

24 "Phil. Trans.," voI. 29, N. 342, pp. 205-206. An account 01 a book entitled Com¬mercium epistolicum.

cessivamente, James Durin25 e Colson26 in risposta all'attacco di Berkeley in T he analyst), sostengono con Ditton che "i principi fondamentali sui quali è costruito il metodo delle flussioni e dai quali questo procede (in tutte le sue operazioni) sembrano essere piti esatti, chiari e convincenti di quelli del calcolo differenziale."

Nel cercar di stabilire un' asserita "grande differenza" tra i due metodi, vengono introdotti due argomenti extramatematici. Il primo è una teoria della conoscenza secondo la quale le idee matematiche, costruite nella mente o nell'immaginazione, sono legittime solo nei limiti in cui si può dimostrare una loro astra¬zione da oggetti e processi fisici o una analogia con questi. Il secondo è un argomento metafisico e cioè che soltanto ciò che esiste in geometria e in natura può venire asserito come elemento in matematica. I due criteri sono la concepibilità su base empirica e il riferimento alla realtà fisica. Entrambi gli argomenti vengono usati per ripudiare gli infinitesimali del calcolo di Leibniz. I difensori di Newton affermano che nel Tractatus de quadratura curvarum egli respinge le quantità infinitamente piccole, ma igno¬rano, o cercano di razionalizzare, il fatto che, nei Principia, Newton si serve dei momenti come parti infinitamente piccole. Un argo¬mento tipico è quello che ricorre nel volume 29 (N. 342) delle "Philosophicàl Transactions," attribuito a Keill.

Noi non abbiamo ideee di quantità infinitamente piccole; pertanto il signor Newton introduce nel suo metodo le flussioni affinché questo pro¬ceda per quanto possibile con quantità finite. Esso ha carattere piu naturale e piu geometrico in quanto si fonda sui primi rapporti di quantità nascenti che esistono in geometria, mentre gli indivisibli sui quali si fonda il metodo differenziale non esistono né in geometria né in natura.

Nell'affidarsi all'argomento che in matematica bisogna am¬mettere "l'idea di generazione di quantità" ma non gli infinite-simali di Leibniz, perché questi ultimi sono inconcepibili e non esistono in natura, i matematici inglesi si rendono vulnerabili proprio alle obiezioni sollevate da Berkeley. Se infatti si sostiene che le idee matematiche debbono presentare questa doppia garan¬zia di concepibilità empirica e di realtà esistenziale, su quale pun¬to, nelle nostre conoscenze della natura, ci sarà lecito asserire

25 Geometry, no Iriend to infidelity; or a delense 01 Sir Isaac Newton and the British mathematicians in a letter addressed to the author 01 the Analist, London, 1734. Scritto con lo pseudonimo di PHILALETHES CANTABRIGIENSIS; The minute mathematician, London, 1735.

26 The history 01 /luxions, London, 1736.

"quantità infinitamente inferiori alla quantità minima discerni¬bile, e altre infinitamente minori dei predetti infinitesimali e cosl via, senza fine e senza limiti?" si domanda Berkeley. Una quantità discernibile e un numero assegnabile, dice Berkeley, sono nozioni intelligibili e proprie; mentre gli infiniti della moderna analisi sono tali per cui "scopriremo gran vuoto, oscurità e confusione; ovvero, se non erro, schiette impossibilità e contraddizioni."

Né Berkeley né i suoi oppositori distinguono tra il signi¬ficato attribuito ai termini di un sistema matematico e le idee sull'esistenza, che sono soggette a un criterio empirico di signi¬ficazione.

Ora, come i nostri sensi si sforzano e si arrovellano nella percezione di oggetti estremamente minuti, COSI l'immaginazione - facoltà che deriva dai sensi - si sforza e si arrovella per formarsi idee chiare delle particelle mi¬nime di tempo e degli incrementi minimi che si generano in esse; e ancor piti per comprendere i momenti, o quegli incrementi di quantità fluenti in statu nascenti, alla loro prima origine o inizio di esistenza, prima che diven¬gano particelle finite. Ancor piti difficile sembra concepire le velocità astratte di queste entità nascenti ed imperfette. Ma le velocità delle velocità, la se¬conda, terza, quarta, quinta velocità ecc. eccedono, se non erro, ogni umana comprensione. Quanto piti a fondo la mente analizza e persegue queste idee sfuggenti, tanto piti essa si perde e si confonde; gli oggetti, dapprima fluenti e minuti, presto scompaiono alla vista. A ciascun senso una seconda o terza flussione sembrano indubbiamente un mistero tenebroso.Z7

Berkeley si diverte moltissimo nel farsi beffe delle "entità ombrose" e dei "fantasmi di quantità scomparse." Se i difensori di Newton si fossero resi conto del fatto che egli si era servito nel suo calcolo di quantità infinitamente piccole fino al 1704 per poi cambiare sistema, le contraddizioni messe in rilievo da Ber¬keley nel confrontare il Tractatus de quadratura curvarum con certe affermazioni sui momenti nei Principia non sarebbero risul¬tate tanto imbarazzanti. In ogni modo Berkeley pungola Robins28 e Maclaurin29 a un esame dei fondamenti del calcolo. Entrambi reagiscono ripudiando gli argomenti extra matematici avanzati a difesa della superiorità del metodo flussionale dai loro predeces¬sori, e ciascuno di loro contribuisce a chiarire l'idea di limite. Lo stesso Newton pone mano alla propria difesa con pretese di

27 The analyst: or a discourse addressed to an infidel mathematician, London, 1734, pp. 8-9.

28 A discourse concerning the nature and certainty 01 Sir Isaac Newton's methods 01 (luxions, and 01 prime and ultimate ratios, London, 1735.

29 A treatise 01 (luxions, 2 voll., Edinburgh, 1742.

priorità e di superiorità, per cui non sfugge alle critiche mosse agli argomenti dei suoi amici. Egli non afferma tuttavia, come fanno invece costoro, che i fondamenti della matematica vanno ricercati nella corrispondenza dei termini matematici con le pro¬prietà fisiche. Una supposizione del genere, fondata su una teo¬rizzazione o razionalistica o empirica, viene avanzata solo per spiegare il successo del ragionamento matematico nel risolvere problemi di ordine fisico. Newton respinge sia il razionalismo a priori di Cartesio in matematica, sia la nozione che, a sostegno delle idee matematiche, si debba asserire l'astrazione dagli oggetti dell'esperienza. Il procedimento matematico nelle scienze fisiche non trova altri limiti se non in se stesso per collegare i fenomeni fisici con le determinazioni matematiche; infatti i procedimenti stessi di quantificazione dei dati attraverso la misurazione, e di istituzione di regole di misura, sfociano nei prindpi fisico-mate¬matici dai quali la dimostrazione dipende. La costruzione di con¬cetti e strumenti matematici per la soluzione dei problemi che si presentano è opera della mente. Lo sviluppo di un principio ana¬litico è di per sé un passaggio dai problemi che si presentano in geometria e in meccanica, ai metodi universali di espansione, dif-ferenziazione e integrazione.

9

P. Wiener e Aaron Noland, Le radici del pensiero scientifico, Feltrinelli (Milano),1971.

Pag 477-485

Il progetto di Leibniz per una pubblica esposizione delle invenzioni scientifiche

Il seguente frammento poco noto di Leibnizl illustra un aspetto del suo pensiero al quale i testi di storia della filosofia non hanno dato spesso un adeguato rilievo. Oltre al suo riconosciuto interesse per la logica pura, la matematica, la metafisica e la teologia, egli fu, come dimostra questo testo, alla stessa stregua di tutti i baco¬niani, uno zelante promotore non solo delle indagini empiriche ma anche delle loro applicazioni pratiche, della diffusione della loro conoscenza e dell'entusiasmo per queste tra il pubblico in genere. Il progetto qui delineato ha un evidente rapporto con tendenze correnti dell'epoca. Nel Seicento diventarono di moda musei piu o meno "scientifid,"2 e in molte città d'Europa i musei mantenuti o da case principesche o da naturalisti privati o da

l Drale de pensée touchant une nouvelle sorte de représentations (plustot Académie des Sciences, Septembre, 1675). Pubblicata dal dr. ERNST GERLAND in: "Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen, begrundet von Moritz Cantor," XXI Heft, Leipzig, Teubner 1906: Leibnizens' Nachge¬lassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts. "Technischer Teil," Anhang 134. Il manoscritto francese di Leibniz è palesemente in cattive condizioni e alcune delle lezioni del dr. Gerland sono opinabili. Molte delle scoperte e degli scopri tori citati da Leibniz attendono ancora di venire identificati dagli storici della scienza. Il traduttore ha indicato i propri emendamenti alle note del Gerland (altrimenti segnate E. G.) con le proprie iniziali (P. W.), e ha omesso qualcosa nel testo nonché alcune note di Gerland. Il professore A. O. Lovejoy indica brevemente nell'introduzione lo sfondo storico dell'idea di Leibniz e il suo posto particolare tra progetti e imprese analoghi; ha aggiunto inoltre alcune note.

2 La storia del loro sviluppo è stata narrata con mirabile erudizione da DAVID MURRAY, Museums: their history and use, 3 voll., 1904, specialmente voI. L Già nell'ul¬timo quarto del secolo si andavano scrivendo libri sui musei e la loro storia; D. G. MORHOF nel suo Polyhistor, 1688, fa menzione di cinque tractatus del genere, ad esempio un'opera intitolata Unvorgreifiiches Bedencken von Kunst- und Naturalien-Kammern insgemein (pare del 1674); op. cit., ed. del 1732, voI. II, p. 132. Lo stesso Morhof condivide l'entusiasmo per i musei: "come nell'apprendimento delle cognizioni scientifiche ci occorrono i libri, casi nelle scienze naturali sperimentali ci occorre quest'unico libro (la natura) la cui epitome ci può essere fornita da un Museum rerum naturalium. Sia gli uomini eruditi sia le società intere si sono dati da fare per approntarli, e ne esistono non pochi in varie località, messi insieme çon non poca fatica" (ibid.). [A.O.L.]

rientravano tra i luoghi d'attrazione visitati dai viag¬Tra questi sono il museo dei Settala, padre e figlio, uello di Berend Ten Broeke (Bernardus Paludanus, 1 Enkhuizen in Olanda; il famoso museo di Kircher, 1644 da Evelyn e lasciato nel 1680 al Collegio dei Ima; e l'" Arca" dei Tradescanti di Londra, "conside¬icca collezione dell'epoca in Europa" che, acquistata 1mole nel 1659, diverrà il nucleo dell'" Ashmolean tIolte di queste collezioni erano essenzialmente o uni-~zioni di rarità "naturali" (rariora naturalia) piu che i o scoperte recenti, ma in alcuni casi trovavano ollezioni anche esempi di queste ultime.4 Il progetto Jertanto, non manca di precedenti, ma si distingue ne l'accento in modo particolare sull'esposizione com¬recenti progressi nelle scienze e nelle arti pratiche

si e perché tende a fare appello al pubblico. Il testo tre nell'inventore del calcolo e nell'autore della Mo¬talento di un grande imprenditore; analogamente al m'odierna fiera internazionale, egli insiste acutamente abilità di spettacoli e divertimenti (ivi compresi gli ~icenteschi del cinema) e persino di sale da gioco, sia re la folla alle documentazioni scientifiche e tecno¬Jer aumentare il reddito dell'impresa. Egli spera, si posizione abbia un successo tale da divenire perma¬pparsi in un'" accademia" autonoma per l'incoraggia¬prosecuzione di ulteriori indagini e invenzioni. La . Sciences di Parigi (1666) e la Royal Society (1662) te istituite, ma non come derivazioni di esposizioni Akademie der Wissenschaften di Berlino verrà fon¬ent'anni dopo secondo un piano del tutto diverso Leibniz; ma il germe della sua concezione di una

istituzione de del 1675.5

nesti, e per citazioni di testimonianze contemporanee, vedi MURRAY, R. T. GUNTHER, Early Science in Oxlord, 1925. [A.O.L.]

il museo dei Settala includesse artificia rariora; Evelyn descrive quello ontenente "diversi congegni meccanici ... , moti perpetui, catottrica, espe¬modelli e mille altre stranezze e accorgimenti"; quello dei Tradescanti uni esemplari di arti industriali; e il Museo di Paludanus secondo un ~bbe indotto un visitatore a comporre ex tempore il seguente epigramma: •i rarum et mirabile quicquid / Dat natura parens, arteficisque manus, / us exhibet ... (Quel che di raro e mirabile nel mondo nuovo ed antico / .tura o dell'artefice l'opra / Sola ci mostra la casa di Paludano ...)

Humane industry: or a history 01 most manual arts, deducing the and improvement 01 them, London, 1661, p. 188. Nella Biblioteca del ~.]

altri savants rientravano tra i luoghi d'attrazione visitati dai viag¬giatori colti. Tra questi sono il museo dei Settala, padre e figlio, a Milano; quello di Berend Ten Broeke (Bernardus Paludanus, 1550-1633) a Enkhuizen in Olanda; il famoso museo di Kircher, visitato nel 1644 da Evelyn e lasciato nel 1680 al Collegio dei Gesuiti a Roma; e l'" Arca" dei Tradescanti di Londra, "conside¬rata la piu ricca collezione dell'epoca in Europa" che, acquistata da Elias Ashmole nel 1659, diverrà il nucleo dell'" Ashmolean Museum."3 Molte di queste collezioni erano essenzialmente o uni¬camente collezioni di rarità "naturali" (rariora naturalia) piu che di invenzioni o scoperte recenti, ma in alcuni casi trovavano posto nelle collezioni anche esempi di queste ultime.4 Il progetto di Leibniz, pertanto, non manca di precedenti, ma si distingue in quanto pone l'accento in modo particolare sull'esposizione com¬prensiva dei recenti progressi nelle scienze e nelle arti pratiche in tutti i paesi e perché tende a fare appello al pubblico. Il testo dimostra inoltre nell'inventore del calcolo e nell'autore della Mo¬nadologia il talento di un grande imprenditore; analogamente al direttore di un'odierna fiera internazionale, egli insiste acutamente sull'indispensabilità di spettacoli e divertimenti (ivi compresi gli equivalenti seicenteschi del cinema) e persino di sale da gioco, sia per richiamare la folla alle documentazioni scientifiche e tecno-logiche, sia per aumentare il reddito dell'impresa. Egli spera, si noti, che l'esposizione abbia un successo tale da divenire perma¬nente e svilupparsi in un'" accademia" autonoma per l'incoraggia¬mento e la prosecuzione di ulteriori indagini e invenzioni. La Académie des Sciences di Parigi (1666) e la Royal Society (1662) erano già state istituite, ma non come derivazioni di esposizioni popolari. La Akademie der Wissenschaften di Berlino verrà fon¬data circa trent'anni dopo secondo un piano del tutto diverso tracciato da Leibniz; ma il germe della sua concezione di una

3 Per tutti questi, e per citazioni di testimonianze contemporanee, vedi MURRAY, op. cito Cfr. anche R. T. GUNTHER, Early Science in Oxlord, 1925. [A.o.L.]

4 Si dice che il museo dei Settala includesse artificia rariora; Evelyn descrive quello di Kircher come contenente "diversi congegni meccanici ... , moti perpetui, catottrica, espe• rimenti magnetici, modelli e mille altre stranezze e accorgimenti"; quello dei Tradescanti pare esponesse alcuni esemplari di arti industriali; e il Museo di Paludanus secondo un contemporaneo avrebbe indotto un visitatore a comporre ex tempore il seguente epigramma:

Orbe novo et veteri rarum et mirabile quicquid / Dat natura parens, arteficisque manus, / Una Paludani domus exhibet ... (Quel che di raro e mirabile nel mondo nuovo ed antico / Offrono madre natura o dell'artefice l'apra / Sola ci mostra la casa di Paludano ...) (THOMAS POWELL: Humane industry: or a history 01 most manual arts, deducing the originai, progress, and improvement 01 them, London, 1661, p. 188. Nella Biblioteca del Congresso). [A.o.L.]

istituzione del genere sembra esser stato la sua "strana idea" del 1675.5

(Traduzione)

UNO STRANO PENSIERO SU UN NUOVO TIPO DI ESPOSIZIONE (O MEGLIO UN'ACCADEMIA DELLE SCIENZE; SETTEMBRE 1675)

L'esposizione di una macchina per camminare sull'acqua che ha avuto luogo a Parigi sul fiume Senna! ha fatto nascere in me il seguente pensiero. Per quanto strana l'idea possa sembrare, una volta realizzata potrebbe non esser priva di importanza.

Supponiamo che alcune persone abbienti che si interessano alle curiosità, specialmente alle macchine, si accordino per fare pubbliche esposizioni di oggetti del genere. A tal fine sarà neces¬sario che costoro raccolgano un fondo per affrontare le spese ne-cessarie ... 2 Ancor meglio sarebbe se si potesse fare a meno dei grandi aristocratici e delle persone potenti a corte; sarebbe bene

5 La New Atlantis di Francesco Bacone (1627) precorse, come dimostra ampiamente la History 01 the Royal Society di SPRAT, la Royal Society e, come suggerisce Dean Marjorie Nicolson, ha esercitato un'indubbia influenza sulla composizione del frammento di Leibniz che segue. [P.W.]

(Traduzione)

1 DANIEL SCHWENTER (Deliciae physico-mathematicae. Mathematische und philoso¬phische Erqllickstunden, darinnen 663 KlInststiicklein, AlIlfgaben und Fragen aus der Rechenkunst, Lantmessen, Perspectiv, u. s. w. allen Kunstlieben zu Ehren Nuss, Norim¬berga, l'ed. 1636, 2' ed. 1651), aveva descritto e illustrato con diagrammi in modo strano e divertente una invenzione per camminare sull'acqua (Die XV Aulfgab: Des Franz Kosslers Lulft- und Wasser harnisch zuzurichten, pp. 464-469). I diagrammi mostrano dei finimenti in cuoio a mo' di croce su un gavitello di legno, e un cacciatore con una specie di cornamusa gonfia d'aria intorno alla cintura (Windhosen), delle pale alate intorno alle caviglie (Flossledern), il fucile e un gallo cedtone sulla spalla, che cammina eretto sull'acqua con aria fiduciosa. Schwenter sostiene (p. 469) che "mit dergleichen Windho• sen solle Konigliche Majestat zu Derlnemarck mit einen Hofdiener eine ganze Meil iiber die offenbare See gegangen seyn". Per altri testi del Seicento tendenti a diffondere le scienze in quanto utili e dilettevoli, vedi LEUREcHoN: Mathematical recreations; or a collection 01 many problems extracted out 01 the ancient and modern philosophers: as, secrets and experiments in arithmetick, geometry, cosmography, horologiography, astronomy, navigation, musick, opticks, architectllre, statick, mechanicks, chymistry, water¬works, lire-works etc. not vulgarly manilest till now. Written first in Greek and Latin lately (1627) compilated in French by Henry Van Etten and now in English, with the examinations and augmentations of divers modern mathematicians, Londra, 1674. Anche OZANAM: Récréations mathématiques et physiques, Parigi, 1692. È molto probabile che Leibniz fosse a conoscenza di almeno uno di questi testi. Charles Hutton nella prefa. zione (pp. IV-VI) della sua versione inglese (1803) dell'edizione di Ozanam a cura di Montucla, indica come "primo esempio di questi divertimenti matematici" l'Antologia greca e dice che "Bachet de Méziriac, celebre algebrista, che scrisse un dotto commen¬tario a Diofanto, fu indotto a raccogliere una grande quantità di problemi sui numeri, che pubblicò nel 1626 con il titolo di Problèmes plaisans et délectables sur les no m¬bres. Questo libro, oltre ai problemi dell'Antologia greca, pone le fondamenta di tutte le ricreazioni matematiche apparse in seguito pili o meno diffusamente e in lingue di¬verse." Pertanto la storia dell'idea della scienza come una forma di divertimento, rimane tuttora aperta all'indagine. [P. W.]

2 Leibniz cita qui diversi membri eminenti della corte di Luigi XIV che si po¬trebbero persuadere a fornire il denaro. [P. W.]

trovare dei privati in grado di sostenere le spese necessarie. Per¬ché un nobile potente monopolizzerà la faccenda quando l'abbia vista riuscire. Se le cose vanno bene è poi sempre possibile avere protettori a corte.

Oltre alle persone in grado di sostenere le spese occorreranno anche persone in grado di inventare continuamente cose nuove. Ma siccome troppe persone darebbero adito a disordini, credo che sarà meglio non avere piu di due o tre direttori dai quali tutti gli altri dipenderanno e ai quali spetterà decidere le con¬dizioni di certe esposizioni, limitandole a un certo periodo o a un periodo della durata desiderata dai superiori o finché la somma di denaro fornita da loro possa essere recuperata. Le persone da ingaggiare saranno pittori, scultori, carpentieri, orologiai e altra gente del genere. Gradualmente si potranno aggiungere matema¬tici, ingegneri, architetti, costruttori di navi, conferenzieri, musi¬cisti, poeti, rilegatori di libri, tipografi, incisori e altri.

L'esposizione comprenderà lanterne magiche (potremmo co¬minciare con queste); voli, meteore artificiali e ogni sorta di me¬raviglie ottiche; una rappresentazione dei cieli, delle stelle e delle comete; un globo come quello di Gottorp a Jena; fuochi d'arti¬ficio, fontane d'acqua, barche dalla forma strana; mandragore e altre piante rare. Animali insoliti e rari. Un circolo reale. Figure di animali. Macchina reale con corse tra cavalli artificiali. Un premio per il tiro all'arco. Esposizioni di scene di battaglia. For-tificazioni costruite in legno. Su una ribalta soprae1evata rappre¬sentazioni della carità, della crudeltà ecc., tutto a imitazione del-l'artefice/ cose che ho veduto. Un istruttore alle fortificazioni spiegherà l'uso di tutte le tecniche di guerra. Esercitazione mili¬tare della balista. Esercitazioni di cavalleria. Combattimenti na¬vali in miniatura su un canale. Concerti straordinari. Strumenti musicali rari. Trombe parlanti.4 Gemme e gioielli riprodotti.

La mostra potrà sempre associarsi a qualche rappresentazione o commedia. Teatro di natura o d'arte. Nuoto. Funamboli straor¬dinari. Salto mortale. Mostrare come un bambino possa sollevare un grande peso con un filo. Un teatro anatomico seguito da un giardino di erbe medicinali, un laboratorio ... 5 Oltre alle dimostra-

3 Il significato qui è oscuro.

4 La tromba parlante era, intorno al 1670. uno strumento di cui si discuteva mol¬to, in quanto se ne contendevano l'invenzione SIR SAMUEL MORLAND (An account 01 the speaking-trumpet. 1671) e Kircher. Vedi BECKMANN, History 01 inventions, 1877, va!. I, pp. 93-102. [A. O. 1.]

5 Testo oscuro; il praf. Morris R. Cohen rende noto che nel 1550 esistevano al¬l'Università di Padova un teatro anatomico e un erbario. [P. W.]

zioni pubbliche ve ne saranno infatti di private, come di piccole addizionatrici6 e altre di quadri, medaglie, libri. Nuovi esperimenti sull'acqua, nell'aria, nel vuoto; per le esposizioni maggiori ci si servirà della macchina a 24 cavalli del signor Guericke ecc., per quelle minori di un robusto globo.7 Molte cose dello stabilimento del signor Dalencé,8 item il magnete. Il signor Denis9 o il signor ... li spiegheranno. Si potranno persino distribuire certe raritàlO come ad esempio quegli amuleti ecc. Si eseguirannò operazioni di tra¬sfusione e infusione.ll Item per gli spettatori in vacanza, ai quali si predirà il tempo per il giorno dopo, se pioverà o meno, per mezzo dell'ometto nello studio del Padre Kircher.12 Se sarà ancora vivo porteremo dall'Inghilterra l'uomo che mangia il fuoco ecc. Per mezzo di un telescopio13 potremo mostrare di notte la Luna insieme agli altri corpi celesti. Si potrà mandare a chiamare il bevitore d'acqua.14 Potremo mettere alla prova macchine che

• Lo stesso Leibniz aveva inventato intorno al 1671 una macchina moltiplicatrice.

Cfr. A source book in mathematics, pubblicato da D. E. SMlm, 1929, pp. 173-181. Pascal aveva costruito la prima macchina addizionatrice (1642), ma Leibniz dice che nel 1671 non ne era al corrente (ibid., p. 174). [P. W.]

7 Otto von Guericke (1602-86) era borgomastro di Magdeburgo (1646), famoso per la sua dimostrazione pubblica di due gruppi di cavalli che non riuscivano a separare gli emisferi di un piccolo globo cavo privo d'aria. Il globo di Otto von Guericke di cui qui si parla può essere o il globo cavo vuotato dell'aria con la pompa da lui in¬ventata (imitata da Robert Boyle), ovvero il globo su1fureo con cui per primo creò l'elettricità statica per frizione e compi osservazioni sulla conduzione di questo tipo di elettricità (A. WOLF, History o/ science, technology and philosophy in the eigh¬teenth century, pp. 214-215; cfr. Source book in physics, W. F. MAGIE. 1935, pp. 80; 393). Guericke ebbe una fitta corrispondenza con Leibniz, il quale negava l'esistenza del vuoto. Cfr. LErBNrZ: Siimtliche Schri/ten 21. [P. W.]

8 DALENCÉ è l'autore di Traité de l'aimant, 1687; Traittez des baromètres, ther¬momètres et notiomètres, 1688. [E. G.] Secondo BECKMAN (ibid., p. 95, f. n. 3) D'Alencé viene considerato da Duhamel lo scopritore della tromba parlante. [P. W.]

9 DENIS PAPIN: amanuense di Huygens negli esperimenti sulla pompa ad aria; autore di Experiences du vuide, 1674. Denis Papin "ebbe l'idea di ottenere forza mo¬trice col principio della pompa ad aria, e tentò o perlo meno suggerf di servirsi a questo scopo di polvere da sparo o di vapore condensato; ma Hooke, si racconta, considerò l'intero schema poco pratico" (A. WOLF, History o/ science, technology and philosophy in the eighteenth century, cap. :XXIV, Technology, VII The steam engine pp. 611-612). Papin, con Guericke e Boyle, aveva sperimentato anche !'intensità del suono in mezzi di diversa densità (ibid .• p. 175). [P. W.]

lO Qui Leibniz ha scritto in margine: "preferibilmente locali diversi come negozi nello stesso casamento, dove i privati, presi in affitto detti locali, mostrerebbero le rari¬tà." [E. G.]

Il Leibniz aggiunge una nota nella quale dice che l'ufficio del direttore potrebbe servire come una banca per tutte le manifestazioni; imponendo un contributo che an¬drebbe all'Accademia, quest'ultima potrebbe divenire autosufficiente. [P. W.]

12 Un indicatore del tempo inventato da Atanasio Kircher (1601-1680), matematico tedesco e gesuita; la sua Polygraphia, seu artificium linguarum quo cum omnibus mundi populis poterit quis respondere (1663) suscitò. l'interesse di Leibniz il quale aveva ten¬tato per conto suo di inventare un linguaggio universale. [P. W.]

13 Cfr. A. FAVARa, L'invenzione del telescopio secondo gli ultimi studi, in: "Regio Istituto Veneto, Atti," V, 66, parte 2, pp. 1-54. Venezia, 1906. [P. W.]

14 Leibniz spiega il congegno in una nota indicando l'uso di tubi nascosti nella bocca e nel canale alimentare del bevitore d'acqua. [P. W.]

lanciano gli oggetti esattamente in un dato punto. Esposizioni di muscoli, nervi, ossa: item una macchina che rappresenta il corpo umano. Gli insetti del signor Swammerdam, Goedartis ... ,15 Myr¬meleon. La bottega di Mepitus Galinée e di de Billets.16 Le arti del signor Thevenot.17 Discussioni divertenti e amichevoli. Espo¬sizione della camera oscura. Figure visibili solo con un ... ,18 che da un angolo rappresentano una raffigurazione, dall'altro ne presenta¬no una del tutto diversa, come quella di un certo signor a l'isle, fattorie come quelle in riva a un canale a Versailles. Divertimenti pubblici (come) pitture su carta oleata e lampade e lanterne accese. Le figure potranno muoversi illuminate dal di dentro in modo da mostrare tutto ciò che è stampato sulla carta. Quanto alle lan¬terne magiche non si avrebbero solo semplici oggetti dipinti su qualcosa di trasparente ma anche raffigurazioni mobili staccate di oggetti insoliti e grotteschi che sarà possibile costruire.19

Balletti di cavalli. Corse in pista e gioco della testa di turco.

Macchine artificiali quali ho viste in Germania. Lo specchio che ha il potere di accendere il fuoco. Gilgevis de Callinus. Partita a scacchi... con uomini su una ribalta come a Haychaffle. Uno spet¬tacolo in stile tedesco. Si potranno insegnare ed eseguire altri tipi di giochi elaborati.

Recitare un'intera commedia con tutti i giochi divertenti di ogni sorta di paesi. La gente imiterà questi giochi a casa. Nel-

15 Dato che Swammerdam, che visse ad Amsterdam tra il 1637 e il 1680, e Leeu¬wenhoeck influenzarono entrambi Leibniz (cfr. Monadologia) con le loro scoperte al microscopio, il dr. Gerland pensa che Goedartis ... [ms strappato] si riferisca a Leeu¬wenhoeck, il microscopista olandese vissuto a Delft dal 1632 al 1723. È invece piu probabile che "Goedartis ... " si riferisca al naturalista olandese nonché pittore GOEDAERT (1620-1668). autore di Metamorpbosis et bistoria naturalis insectorum, cum commen¬tario lo. de Mey et duplici epist. appendice, una de bemerobiis, altera de natura come¬tarum, Middelbourg, 1662-1667. Nello stesso anno (1662) usci una versione olandese. Martin Lister tradusse l'opera in inglese e la pubblicò a York nel 1682. Cfr. MrcHAuD, Dictionnaire biograpbique, art. "Goedart". Cfr. anche FAVARO, op. cit., nota 13, p. 21 ss. [P. W.]

16 Non identificato. George Sarton suppone che nomi come questi del manoscritto si riferiscano probabilmente a fabbricanti di sttumenti di Parigi, la cui categoria non era considerata degna o abbastanza stimata da essere rammentata dagli storici della scienza. [P. W.]

17 THEVENOT, autore di Relations de divers voyages curieux, costruttore di altopar¬lanti. - E. G. (Vedi nota 4 piu sopra.)

18 Manoscritto strappato, forse "strumento." [E. G.]

19 Qui Leibniz ha scritto in margine: "Quasi dimenticavo che potremmo IstitUIre un'Accademia dei giochi o, piu generalmente, Accademia dei divertimenti. Preferisco però la prima denominazione perché è piu alla moda. Si avrebbero giochi di carte e di dadi." (Leibniz aggiunge dettagli sui

giochi, i biglietti di ammissione ecc.) "Sarebbe allo stesso tempo una sala (da gioco) rispettabile, come quella di Blyeme ... " "Varie case o accademie del genere sorgerebbero nella città. Queste case o locali sarebbero costruiti in modo che il direttore della casa possa vedere e udire tutto quello che si dice e si fa, senza che nessuno se ne accorga. per mezzo di specchi e di aperture, cosa importantis¬sima per lo stato, una specie di confessionale politico ... " [il resto strappato]. [E. G.]

l'edificio si potrà apprestare l'attrezzatura per il gioco del tennis e per altri giochi, inventando eventualmente nuove specie di gio¬chi utili.

Si potranno istituire accademie di insegnamento e collegi per la gioventu; aggregarli forse al collegio delle quattro nazioni (a Parigi). Rappresentazioni nei vari stili, dibattiti su ogni paese, una commedia indiana, una turca, una persiana ecc. Commedie sui me¬stieri, una per ogni mestiere, che ne mostrino la perizia, le pecu¬liarità, le curiosità, i capolavori, gli stili speciali e risibili. In altre commedie, pagliacci italiani e francesi eseguiranno le loro buffonerie. Si potranno costruire draghi di fuoco volanti ecc. con carta oleata illuminata. Mulini a vento, assi sottili capaci di andare contro vento, il cocchio a vela olandese o meglio cinese. Strumenti che suonano da soli. Conchiglie ecc. La macchina di Hauz per una battaglia artificiale di cavalleria e fanteria.2o L'espe¬rimento consistente nell'infrangere un vetro gridando. Dovrebbe venire Petter.21 Le invenzioni del signor Weigel.22 Mostrare l'ugua¬glianza delle oscillazioni del pendolo. (Qui Leibniz aggiunge:

Bisognerà proibire ai frequentatori dell' accademia di spergiurare e bestemmiare poiché con questo pretesto sono cadute in sospetto accademie del tipo di quella che andiamo descrivendo ... Il prete¬sto sarà sventato se diventerà di moda ammirare i buoni suona¬tori o esecutori. E coloro che infrangono le regole dovranno dare qualcosa non come multa ma come versamento alla casa, in quanto in tal modo sarà interesse di tutti osservare la legge. Ma se in caso eccezionale una compagnia di suonatori non si conterrà e di¬sobbedirà a questa legge, le sarà negata l'ammissione a qualsiasi

) 23 casa ....

20 Aggiunta di Leibniz: "Palazzo e isola della magia. Teatro fatto di carta oleata in un luogo oscuro." [E. G.]

21 "Petter": non identificato. Si veda sopra, nota 16.

22 Erhard Weigel (1625-1699). Professore a Jena dal 1653 in poi. Autore di una serie di opere il cui titolo sollevò curiosità, ad esempio Himmel-Spiegel (1661), Zeit¬Spiegel (1664), Erdspiegel (1665), Vorstellung der Kunst und des Handwerks (1672), Neu erfundenen Reiserat (1672), Pendulum ex tetracty deductum (1674), Wirkliche Pro¬be der Feldkutsche (1674) ecc. [E. G.]

23 Seguono regole di gioco e di gioco d'azzardo che terminano con questa afferma¬zione: "Il gioco d'azzardo sarebbe la piu bella occasione del mondo per dare inizio a una cosa cosi piacevole e utile come il presente progetto. Infatti dobbiamo offrire al pubblico qualche attrattiva, trarre vantaggio

dalla sua debolezza e curarlo ingannandolo. Che cosa c'è di piu giusto che servirsi della stravaganza per stabilire l'ordine?

"Giochi di chasse passe. Giochi con la carta geografica. Queste cose potrebbero far parte di commedie rappresentate da un attore. Al termine di tutto questo ci sarebbe l'opera, e molte altre cose; presenterebbe interesse la pantomima nelle commedie in stile italiano e tedesco. Non guasterebbe saper cosa fare nell'intervallo, quando il sipario è calato. Si potrebbe mostrare qualcosa nel buio, e a questo sarebbero adatte le lanterne magiche. L'azione di queste marionette trasparenti potrebbe essere accompagnata da pa-

L'utilità di quest'impresa sia per il pubblico sia per il singolo sarà piti grande di quanto si possa immaginare. Per quanto riguar¬da il pubblico, essa aprirà gli occhi alla gente, stimolerà le inven¬zioni, offrirà belle visioni, istruirà le persone con un numero infi¬nito di novità utili e ingegnose. Tutti coloro che attuano una nuo¬va invenzione o un progetto ingegnoso potranno venire e trovare un mezzo per farli conoscere, traendo da ciò qualche profitto. Sarà una banca di tutte le invenzioni e diverrà un museo di quanto è possibile immaginare. Un serraglio. Macchine semplici. Osser¬vatorio. Teatro anatomico. Museo di rarità. Ad esso si rivolge¬ranno per iscritto tutte le persone dotate di uno spirito di cu¬riosità. Sarà questo il modo di diffondere tali cose all'estero (débiter les choses). Si aggiungeranno inoltre accademie, collegi, campi da tennis e altri giochi, concerti, gallerie di pittura. Con¬ferenze e lezioni.

Manifestamente grande sarà il vantaggio del singolo privato.

Le curiosità ottiche costeranno sicuramente poco e rappresente¬ranno gran parte di queste invenzioni. Tutte le persone rispettabi¬li (tous les honnétes gens) vorranno vedere queste curiosità per essere in grado di parlarne, e anche le signore alla moda deside¬reranno esservi condotte e piti di una volta. Si sarà continuamente indotti a migliorare le cose e sarà una buona cosa se coloro che hanno intrapreso quest'opera riceveranno assicurazioni in merito al progetto anche in altre grandi città,24 come Roma, Venezia, Vienna, Amsterdam, Amburgo, da persone che godono privilegi presso re e repubbliche. Essa potrà servire anche per istituire ovunque un'assemblea di accademie delle scienze che sarà autosuf¬ficiente e continuerà a produrre belle cose. Qualche principe cu¬rioso e qualche persona distinta contribuiranno con le proprie ricchezze per la soddisfazione del pubblico e l'incremento delle scienze. In breve tutti ne verranno elevati e per casi dire risve¬gliati; l'impresa potrà sortire conseguenze belle e importanti fa¬cilmente immaginabili, che un giorno forse susciteranno l'ammi¬razione dei posteri.25

role o canti. Si potrebbero organizzare esposizioni sulle antichità di Roma e altre sui grandi uomini. In una parola, ogni sorta di cose." [E. G.]

24 "Essendoci un fondo, ci sarebbero entrate continue, dagli interessi e da altre fonti, quali la formazione di compagnie per nuove imprese." Nota marginale di Leibniz. [E.G.]

25 Alla fine Leibniz ha aggiullto quanto segue: "All'uscita si potrebbe aggiungere un ufficio di vendite. Un registro di cataloghi e altre cose utili. Riunire le Marionettes du Marmis e i Pigmei. A questi potrebbero aggiungersi le ombre. o sulla ribalta o alle estremità vicino agli spettatori, dove ci sono le luci, e piccole figure in legno mosse

COMMENTO EDITORIALE

DEL DOTTOR ERNST GERLAND (1906)

Il precedente abbozzo ha un contenuto cosi interessante per la storia delle scienze naturali che è stato incluso in questa rac¬colta [degli scritti inediti di fisica, meccanica e tecnologia di Leibniz] anche se detto contenuto appartiene piuttosto al campo della storia della cultura. Non pochi dei progetti che Leibniz chiama "strani" sono stati realizzati già da lungo tempo ... Come tante idee di Leibniz, quelle qui espresse precorrono di molto i tempi e verranno realizzate molto tempo dopo la sua morte, alcu¬ne solo ai giorni nostri. Ancora piti importante va considerata la sua ispirata e costante visione del benessere comune, la sua con¬tinua lotta per la confluenza delle arti individuali, già scisse, in un insieme nei cui termini ogni singola arte può sviluppare pie¬namente la sua utile azione. Questa stessa idea fondamentale fa si che lo scopritore del calcolo infinitesimale operi senza tregua per persuadere i governanti del suo tempo a istituire accademie di scienze, e lo condurrà al ruolo di fondatore dell' Accademia di Berlino.26

in modo che proiettino la loro ombra contro la carta in dimensioni ingrandite cosi che destino stupore. Onde impedire che tutto questo mondo di ombre compaia tutto sullo stesso piano, ricorrendo alla prospettiva si possono ottenere dimensioni decrescenti delle ombre. Esse si avvicineranno al centro dai bordi e ciò darà l'impressione che esse si avvicinino dal fondo. A causa della loro distanza dalla luce, esse aumenteranno di di¬mensione, cosa facilmente attuabile. Metamorfosi meravigliose, salti mortali, voli senza fine. Circolo dei maghi, che trasformano chiunque si mostra in demoni dell'inferno. Poi all'improvviso tutto si fa buio. Lo stesso trucco potrebbe attuarsi spegnendo tutte le luci tranne quella sola che Ei trova accanto alle figurine mobili di legno. Questa luce residua, con l'ausilio di una lanterna magica proietterebbe contro il muro figure mira¬bilmente belle e mobili, le quali obbediscono alle stesse leggi prospettiche. Tutto que¬to sarebbe accompagnato da canti sotto la ribalta. Le figurine verrebbero mosse da sotto o dal loro stesso peso, di modo che ciò di cui ci si serve per muover1e rimanga na¬scosto. Canti e musica accompagnerebbero il tutto." [E.G.]

26 Quanto multiformi fossero gli scopi che Leibniz attribuiva a tali accademie può vedersi da un brano di una sua lettera al Principe Eugenio, durante l'assedio dei Turchi (GUHRAUER, Gott/ried Wilbelm Freiherr von Leibniz, Breslau, 1846, voI. II, p. 288). In questa lettera le attività delle accademie scientifiche si allargano ad opere storiche e studi di carte e manoscritti, una biblioteca delle pubblicazioni letterarie piu recenti. un museo di monete e antichità, un teatro della natura e dell'arte, un laboratorio chimico, un osservatorio, un negozio di macchine e modelli, un giardino

botanico, un museo di rocce e minerali, scuole di anatomia e chirurgia, un'annuale storia fisico-medica delle stagioni e statistiche interne, spedizioni di ricerca nel campo dell'atte, della natura, della letteratura, stipendi e incoraggiamento alle persone dedite a questi compiti di ricerca e di scopetta, premi e gratifiche agli inventori.

10

P. Wiener e Aaron Noland, Le radici del pensiero scientifico, Feltrinelli (Milano),1971.

Pag 489-497

Dalla macchina del mondo all’evoluzione cosmica

La concezione newtoniana del mondo esterno come un inge~ gnoso congegno meccanico governato dalle equazioni differenziali del moto e dalla legge universale dell' attrazione persiste per tutto il Settecento e Ottocento e domina in tutte le scienze. La meravi¬glia viene lasciata ai poeti, e ai metafisici il privilegio di discutere se le leggi della meccanica sono state decretate dall' I ngegnere e Ar¬chitetto dell'Universo ovvero sono insite nei moti della materia stessa. Quanto piu la Rivoluzione industriale spinge gli individui e la produzione dalle fattorie e dai mestieri manuali alle città e alle fabbriche brulicanti di uomini, tanto maggiore è la perizia matematica e tecnica richiesta dai mutamenti economici e sociali. Man mano che ci approssimiamo al XX secolo la specializzazione nella ricerca scientifica subisce una cosi rapida accelerazione che diventa difficile discernere le principali correnti della storia intel¬lettuale. Finché non si renderà piu semplice il problema della comunicazione tra scienziati, il compito dello storico delle idee rimarrà invero arduo e tuttavia pressante.

Tra i famosi matematici post-newtoniani del Settecento tro¬viamo lo scozzese Mac!aurin, gli svizzeri Bernoulli ed Eulero, i francesi d'Alembert, Clairaut, Laplace, e l'italo-francese La¬grange; di minore grandezza, nella nuova repubblica degli Stati Uniti, David Rittenhouse. Lagrange generalizzò le leggi del moto di Newton. Anche gli altri applicarono il calcolo infinitesimale a fenomeni astronomici e fisici in cui erano osservabili tassi di mu¬tamento costanti e pressoché uniformi.

Laplace si servi della legge della gravitazione di Newton nella sua ipotesi della nebulosa sulla origine del sistema solare; indipen-dentemente da lui il filosofo tedesco Kant, anch' egli docente di astronomia, elaborò una teoria dell' evoluzione delle stelle e dei

pianeti secondo i principi newtoniani. Il materialismo francese raggiunse il suo apice nella teoria di Laplace secondo la quale, date le posizioni e le velocità iniziali dei corpi fisici} si possono predire con assoluta certezza tutti i futuri stati di tali corpi: enun¬ciato; questo, che viene considerato come classico della visione meccanicistica della natura. Quando Napoleone lo interrogò su Dio} Laplace rispose con la famosa frase: ((Non ho bisogno di un'ipotesi del genere.)} (L'imperatore ha naturalmente l}ultima parola e ribatte: ((Però è un'ipotesi utile.}})

Nonostante tutta la sua fede nel determinismo meccanico} Laplace} come Fermat e Pascal nel secolo precedente} contribui alla teoria matematica della probabilità. Egli elaborò soluzioni per intricati problemi sulle cause} i giochi d'azzardo} le lotterie} le statistiche demogra;lìche e mediche} la speranza di vita e le assi¬curazioni. Egli calcolò persino la probabile durata o stabilità del sistema solare in termini di formule che supponevano t equiproba¬bilità di cause ignote indipendenti. Questa supposizione è} ovvia¬mente} assai vulnerabile e in molti casi si può mostrare che è dubbia. Dal punto di vista dello storico delle idee è invece signi¬ficativa la radice della nozione di equiprobabilità in Laplace. Se pensiamo alla ferma fede di Laplace nell}idea di un perfetto deter¬minismo meccanico} per lui - e per tutti coloro che lo seguiranno} compresi Maxwell} De Morgan e persino Einstein - la probabilità è solo una misura della nostra ignoranza delle cause. Laddove opera un grande numero di piccole cause (ad esempio nella determina¬zione del sesso di un bambino)} esse tendono ad elidersi a vicenda e ad avvicinarsi a un limite statistico attraverso una serie conver¬gente di valori di frequenza. Né Laplace né i suoi successori pre¬videro però che le leggi stesse della meccanica sarebbero divenute un compendio statistico di uniformità di comportamento in un gran numero di imprevedibili variazioni individuali.

La fede newtoniana nelle leggi meccaniche della natura conti¬nua a dominare la visione scientifica nei primi sessant} anni dell'Ot-tocento} prima di essere sostituita da una svolta verso la - pro¬spettiva evoluzionistica. Persino Maxwell} il piu grande fisico¬matematico inglese dell}Ottocento} ritenne che gli atomi dovessero conservare eternamente le loro proprietà fisiche} ((immutate da quando uscirono dalla mano del Creatore.)} Egli ritenne pure che il sistema fisico idealmente perfetto fosse interamente determini¬stico} per cui le leggi statistiche dei gas sarebbero solo espedienti temporanei dovuti alla nostra ignoranza del comportamento mec-

canicamente uniforme delle singole molecole. Einstein venne edu¬cato a questa visione classica e simpatizzò per essa malgrado il progresso rivoluzionario dei nuovi concetti della meccanica stati¬stica dei quanti.

Con la versione delle leggi statistiche che nel XX secolo ri¬corre nella teoria della complementarità di Bohr, nella funzione 'l' delle onde di probabilità di Schrodinger e nel principio di inde¬terminazione di Heisenberg, il determinismo meccanico delle fun¬zioni continue ricevette un insieme di postulati fondamentalmente nuovi. La discontinuità sembra agire come un aspetto importante del comportamento delle particelle elettriche, cosi come la conti¬nuità per il campo, per cui il problema che si pone oggi alla fisica teorica è quello di scoprire gli opportuni simboli matematici e tecnici per trattare entrambe. Come sappiamo, si è scoperto che gli elementi chimici si ordinano meglio secondo numeri interi, o quantità numeriche discrete (i numeri di Moseley), che non se¬condo la tavola periodica di Mendeleev. La straordinaria teoria di Mendeleev venne suggerita dalla nozione quasi musicale delle ottave di Newland; essa disponeva infatti le proprietà chimiche in famiglie di otto elementi secondo il loro peso atomico.

Il ritmo del progresso scientifico fu segnato da una meravi¬gliosa unione.. di osservazioni sperimentali e immaginose costru¬zioni teoriche. Con l'accumularsi delle osservazioni nelle fabbri¬che e nelle officine industriali, oltre che nei laboratori di ricerca, divenne pressante per lo scienziato la necessità di unificare le teorie. Nelle scienze piu strettamente legate all' osservazione, come la chimica, si andarono scoprendo nuove proprietà degli elementi. Boyle aveva già dimostrato nel Seicento che i quattro elementi aristotelici (terra, acqua, aria, fuoco) non sono ((semplici)) ma possono essere ulteriormente analizzati. Nel Settecento Priestley esegui accurati esperimenti sulla combustione, raccogliendo, sul¬l'acqua, in un crogiuolo, uno dei gas combustibili presenti nel-l'aria, e misurando persino la diminuzione del volume dell' aria quando in essa si bruciano delle sostanze.

Gli stessi esperimenti, ripetuti con esattezza quantitativa da Lavoisier, portarono alla scoperta dell' ossigeno quale elemento che mantiene la combustione. Da un punto di vista logico, però, la difesa del flogisto da parte' di Priestley non fu solo un segno di ostinazione nel non voler riconoscere come Il cruciali)) gli esperi¬menti di Lavoisier. Nell' ambito degli assunti che consideravano il flogisto come il principio della combustione, gli esperimenti dI

Priestley erano altrettanto conclusivi di quelli di Lavoisier. Il punto importante è che non furono l'osservazione e la precisione sperimentale a decidere da sole a favore di Lavoisier, quanto la piu comprensiva teoria con cui egli respinse il "peso negativo)) del flogisto come incompatibile con le leggi fisiche note. Dal punto di vista della storia del pensiero, considerazioni teoriche di questo tipo sono spesso piu importanti ai fini del progresso della scienza che non la mera accumulazione di ((fatti)) isolati.

Un altro esempio dell'importanza che può avere, per la scienza empirica anche ciò che a prima vista potrebbe sembrare una con-siderazione puramente astratta, è la scoperta della geometria non euclidea nel terzo decennio dell'Ottocento (per opera di Bolyai e Lobaéevskij, allievi di Gauss). A prescindere dall' uso che della geometria non euclidea verrà fatto in seguito, la nozione stessa che alcuni degli assiomi di una scienza affermata da tanto tempo come la geometria possano venire sostituiti e condurre a un siste¬ma deduttivo parimenti coerente è, dal punto di vista logico, una intuizione rivoluzionaria. Leibniz e altri (Roberval, Pasca!) ave¬vano affermato che gli assiomi non sono assoluti o insolubili, ma la nozione da lungo tempo accettata che certe verità sono ({di per sé evidenti,)) e pertanto indiscutibili in quanto assiomi, mantenne la cornice teorica della scienza entro limiti arbitrariamente fissati. Di fatto la storia della scoperta della geometria non euclidea for¬nisce un esempio notevole del pericolo di imporre prematuramente una cornice troppo rigida a qualsiasi campo di ricerca; il momento di stabilire limiti sistematici viene solo dopo che l'indagine ha invaso un nuovo territorio.

Ripercorriamo brevemente la scoperta della geometria non eu¬clidea. Per molti secoli i geometri avevano cercato di fornire una prova del "postulato delle parallele. JJ ("Per un dato punto passa un'unica linea parallela a una linea data)); è questa la formula-zione usuale che l'assioma euclideo assume nei testi, anche se non è di Euclide.) Il metodo di prova era dato dalla forma indiretta della reductio ad absurdum: assumendo la proposizione contra¬ria in base alla quale per un dato punto possono passare due linee entrambe parallele a una linea data, si dimostra che ne risulterebbe una contraddizione. Casi affrontava la questione padre Saccheri nel 1733, senza. però riuscire a trovare una contraddizione, per cui rinunciava lasciando - secondo lui - a qualche matemati¬co futuro il compito di fornirne la prova. Se avesse continuato a trarre teoremi dal proprio assunto, avrebbe potuto intravedere)

come dovevano poi fare Bolyai e Lobacevskij, che non può esserci contraddizione alcuna qualora il postulato delle parallele di Eu-clide sia indipendente dagli altri postulati. È una questione pura¬mente logica. Una proposizione è logicamente indipendente dalle altre proposizioni se e solo se la sua verità o falsità non interfe¬risce sulla verità delle altre proposizioni. Pertanto, se si assume che il postulato delle parallele è falso e se si ritiene possibile conservare gli altri postulati senza contraddizione alcuna, questo prova solo che Euclide ha avuto il genio logico di enunciare in¬tuitivamente un postulato che è indipendente dagli altri postu¬lati. Nell' elaborare una geometria deduttiva coerente negando il postulato delle parallele di Euclide, Bolyai e Lobacevskij non fe¬cero altro che provare rigorosamente ciò che Euclide aveva suppo¬sto intuitivamente: l'indipendenza del suo postulato delle parallele.

L'applicazione della geometria non euclidea alle nostre teorie sull' estensione dello spazio è fondamentale per la moderna cosmo-logia, nella quale la teoria della relatività di Einstein si serve della geometria non euclidea (di Riemann). Anche senza esami¬nare i particolari tecnici, possiamo caratterizzare la svolta dalla visione newtoniana del mondo come un passaggio dalla concezione dell'universo inteso come macchina che produce moto per contatto, a quella di un universo che si evolve e cresce, e le cui leggi non sono raffigurabili in altro modello che non sia quello mate¬matico. Chi studia la moderna fisica teorica rimane colpito dal-l'aumentata distanza tra le concezioni teoriche (di particelle ulti¬me come i neutroni, i mesoni, i neutrini; della curvatura dello spazio-tempo ecc.) e l'osservazione. Due sono i tipi di ipotesi usati: primo, l'astrazione da osservazioni quali quelle sulle tracce degli elettroni nella camera a condensazione di Wilson, e, secon¬do, i postulati richiesti per completare un sistema deduttivo (ad esempio, la costanza della velocità della luce nel vuoto intesa come velocità massima, oppure l'uso dello spazio di Hilbert nella meccanica dei quanti). Nel 1877 Gibbs si servi di uno spazio settoriale per analizzare variabili quali il volume, la pressione e la temperatura in termodinamica, dando l'avvio a numerosi nuovi sviluppi e a industrie chimiche interamente nuove; analogamente ci si attende che le ricerche del XX secolo in fisica nucleare tra¬sformino la nostra vita industriale, minacciata da un possibile venir meno di combustibile e di potenza.

Il nesso tra il pensiero scientifico e le sue utilizzazioni tecno¬logiche può essere ampiamente documentato fin dall'inizio del-

l'Ottocento (con l'esplodere della Rivoluzione industriale), quan¬do la matematica e la fisica raggiunsero il loro apice nella Scuola militare francese di tecnologia (École polytechnique), con il suo altissimo livello di esami e di ricerca. Tra i suoi allievi piu illustri si annoverano Monge, Poisson, Fourier, Cauchy} Lazare e Sadi Car¬not} Poncelet} Coriolis e lo sfortunato genio giovanile di Galois. Questi studiosi e docenti di ingegneria non si sottrassero allo studio di problemi piu teorici} sia nella matematica pura sia in quella applicata. I risultati giustificarono ampiamente tale poli¬tica, in quanto In ogni settorI? ùlla mùtematic.".l e fisica moderne questi uomini cmmczarono ter;remi fondamentali ed esplorarono nuovi terreni: la geometria descrittiva di Monge/ la statistica e la meccanica di Poisson; le serie di Fourier in termodinamica; la teo¬ria delle funzioni} l'elasticità e l'ottica di Cauchy; la teoria di Car¬not sui cicli delle macchine a vapore e sulla legge delf entro pia; la meccanica dei solidi e le proprietà proiettive delle figure di Poncelet, la forza del moto relativo di Coriolis; la teoria dei gruppi di Galois per la soluzione delle equazioni di grado supe¬riore.

Un} altra frattura con l'idea tradizionale e classica di una con¬cezione statica della natura avviene nel campo della biologia, che} dopo la comparsa dell'Origine delle specie di Darwin nel 1859} compie progressi spettacolari. I n questa sede vogliamo solo indi-care le linee di continuità e discontinuità nel progresso del pen¬siero biologico. La teoria di Darwin della selezione naturale spo¬sta l'indirizzo del pensiero scientifico quasi in ogni campo e con¬duce a una rottura con le sorpaJsate concezioni teologiche della vita in quanto debitrice della propria origine a un atto sopran¬naturale di ((creazione speciale.)) Cosi facendo} però, Darwin sta¬bilisce anche la continuità tra l'uomo e il resto del mondo natu¬rale delle creature viventi e} a un livello di discussione piu elevato} la sua teoria continua la tradizione naturalistica che fin dal tempo dei filosofi greci aveva cercato di trovare alla vita delf uomo un fondamento nelle condizioni fisiche della vita stessa e nel suo ambiente.

Nei tratti principali della teoria darwiniana della selezione naturale compaiono taluni elementi di continuità e discontinuità: 1) nella riproduzione} la ricorrenza di variazioni e mutazioni ca¬suali con caratteristiche che deviano da quelle del resto della spe¬cie; 2) l'eliminazione di quelle variazioni che non permettono all'organismo di adattarsi alle condizioni ambientali o di ripro-

dursi; 3) la conservazione delle variazioni di adattamento che} attraverso la riproduzione e l'eredità} nel corso di un certo periodo di tempo formano specie nuove.

Prima di Darwin teorie evoluzionistiche avevano corso tra biologi quali Buffon e Lamarck e anche tra i geologi} da Leibniz a Lyell. Nelle sue speculazioni da dilettante sullo sviluppo del fiore da caratteri insiti nella foglia} e del cervello dei vertebrati dal loro midollo spinale} Goethe appartiene a questo gruppo di predarwiniani. L'opera Vestiges of the creation di Chambers anti¬cipa L'origine delle specie di Darwin. Lo stesso Darwin ci dice che una delle principali fonti della sua teoria è costituita dall' os-servazione} a opera di Malthus} sulla sproporzione tra l'aumento della popolazione umana ed il piu lento accumularsi delle riserve alimentari} sproporzione che conduce alla lotta per la sopravvi¬venza economica: lotta che fornirà a Darwin la chiave per le sue osservazioni sull'adattamento della flora e della fauna dell} America meridionale nel corso del suo viaggio sulla Beagle e dopo il ritorno in Inghilterra.

Wallace giunse indipe'ndentemente alle stesse conclusioni di Darwin sull} azione selettiva dei mutamenti ambientali} ma poiché quest' ultimo aveva già cominciato a descrivere nei particolari le documentazioni da lui raccolte dalla geologia} dall' embriologia e dalla paleontologia} Wallace generosamente cede a Darwin tutto il merito della teoria.

Tutti i pragmatisti americani subirono profondamente l'influsso della teoria darwiniana e ne estesero le implicazioni alle scienze sociali e alla filosofia. Charles Peirce} il piu originale e profondo dei filosofi della scienza americani} giunse al punto di dichiarare che gli elementi e le leggi dell'universo stesso sono in costante evoluzione. Non sorprende pertanto scoprire che gli scienziati studino oggi l'evoluzione degli elementi chimici iniziando, per cosi dire} dalla prima mezz}ora dopo la creazione; l'evoluzione della crosta terrestre; l'evoluzione delle stelle; l} evoluzione della vita; l'evoluzione delle istituzioni sociali. La materia e la visione meccanica del mondo vengono trasformate in un universo in evo¬luzione e in espansione,

La filosofia della scienza di Kant risenti dell'influenza eser¬citata su di lui dall'unione di teoria e osservazione in fisica} unio¬ne che culminò nel sistema meccanico newtoniano e nella teoria delle nebulose sull'evoluzione dei corpi celesti. Nella prima edi-

zione della Critica della ragion pura (1781) Kant negò alla chi¬mica lo stato di scienza perché mancava di un sistema matematico deduttivo; tuttavia, dopo gli esperimenti e le teorie di Stahl) Priestley e Lavoisier, Kant, nella seconda edizione della Critica (1787), fece rientrare la chimica nella fisica) in quanto esempio dell' attività creativa della mente scientifica indagante.

Nella prefazione a questa seconda edizione Kant dice: "Quan¬do Galileo fece rotolare le sue sfere, di un peso da lui stesso scelto, lungo un piano inclinato) o quando T orricelli fece reggere all' aria un peso che egli in precedenza aveva posto eguale a quello di una determinata colonna d'acqua: o quando, ancor dopo, Stahl trasmutò dei metalli in calce e la calce di nuovo in metallo) to-gliendo e restituendo loro qualcosa, una nuova luce illuminò tutti gli studiosi della natura. Essi compresero che la ragione penetra solo ciò che essa stessa produce secondo i propri piani e che essa deve avanzare con i principi dei suoi giudizi, secondo le leggi esistenti, e costringere la natura a rispondere alle sue domande) e non deve lasciarsi guidare dalla natura, per cosi dire con delle redini, perché altrimenti le osservazioni accidentali) fatte senza un piano prestabilito, non convergeranno mai verso una legge ne-cessaria) che è ciò che la ragione ricerca e richiede. La ragione, tenendo mano da un lato ai suoi principi, secondo cui solo i feno-meni concordanti possono valere come leggi di natura, e dall' altro all' esperimento, che essa ha concepito secondo quei principi, deve rivolgersi alla natura per poterne raccogliere l'insegnamento: ma non nella qualità di un discepolo che accetta tutto ciò che piace al maestro, ma in quella di un giudice investito delle sue funzioni) che costringe i testimoni a rispondere alle domande che egli pone loro))

Filosofie della scienza piu recenti (sostenute dagli scienziati stessi) condividono il punto di vista kantiano secondo il quale il ricercatore della natura è aiutato o guidato da strutture con¬cettuali o modelli, mentre respingono l'idea che vi sia una qual¬che finalità o certezza che la mente possa legittimamente imporre alla natura. L'espansione delle scienze testimonia il carattere ela¬stico ed evolutivo delle loro idee dominanti, nonché gli effetti imprevedibili che le nuove scoperte esercitano sulle forme stesse del pensiero e sui tipi di problemi con i quali gli scienziati af¬frontano la natura, piu spesso come allievi avidi di apprendere che non come giudici istruttori.

Nei saggi che seguono vengono esaminati nei particolari alcuni dei principali indirizzi e trasformazioni intellettuali del periodo.

Il saggio di Toulmin: Esperimenti cruciali: Priestley e Lavoi¬sier, fondato su un riesame degli scritti originali di Priestley, fa luce sul problema metodologico della scelta delle ipotesi negli esperimenti che stanno alla radice della chimica moderna.

La discussione di Vartanian sul polipo di Trembley propone ancora una volta il problema del protoplasma: problema che, co¬me abbiamo visto) ha) duemila anni prima) occupato i Greci. In questo caso il contesto è rappresentato dal materialismo francese del Settecento e dal concetto dell)(uomo-macchina" di La Mettrie.

I n: Lo sfondo scientifico della teoria evoluzionistica in biolo¬gia Mandelbaum esamina gli antefatti del!' evoluzione darwiniana nel Settecento e nell'Ottocento.

Nel saggio La teoria di Darwin e le filosofie della scienza dell'Ottocento Ellegard rileva l'influsso di Darwin su due filosofi della scienza e sull' opinione pubblica per mezzo della letteratura popolare.

Con Benjamin Peirce, matematico e filosofo Sven Peterson espone i contributi del principale matematico americano dell'Ot¬tocento (padre del filosofo pragmatista Charles Peirce).

I n Un universo o piti universi?, Munitz traccia la storia intel¬lettuale delle recenti teorie cosmologiche.

La valutazione dell) o pera di Sir J ames J ean sulla fisica e sulla filosofia, a opera di Wiener) mette a fuoco i tentativi di Jeans di interpretare la recente fisica teorica e la sua storia in termini di una filosofia di tipo berkeleyano.

In Henri Poincaré) Lalande espone i principali contributi me¬todologici del grande matematico francese alla fondazione della scienza del XX secolo.

I! saggio Opere recenti sulla storia delle scienze, di Cohen) rappresenta un' ampia rassegna critica della ricerca contemporanea nel campo della storia delle scienze. Esso mette in chiaro risalto il rapporto tra la storia delle scienze e la storia della filosofia.